

ISSN 0037-4091

# 植物防疫

昭和六十二年十一月二十五日印刷 第四十卷第十二号



1987

12

VOL 41

特集 暖地・亜熱帯のウイルス病

# 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

# 強力4駆に実力派新登場

## 共立スピードプレーヤ

### SSV-660F



苛酷な作業もバリバリこなす待望のSSV-660F。荷重バランスの優れた登坂性能とビッグサイズのタイヤで悪条件の場所でも安定走行を可能にしました。共立独自の整流機構から生まれる微粒子化された薬液は徒長枝まで確実に圧展固着。防除効果も一段とアップしました。広範囲な変速段数もメリット。作業に合せた車速が選択できます。SSV-660FはSSのパイオニア共立ならではの高性能スピードプレーヤです。

<仕様> ●寸法 / 3,300(全長) × 1,320(全幅) × 1,235(全高) mm ●重量 / 1,005kg ●走行用エンジン排気量 / 600cc ●送風用エンジン排気量 / 952cc ●走行部形式 / 4輪 - 4駆 ●薬液タンク容量 / 600ℓ ●噴霧用ポンプ吐出量 / 80ℓ/min ●送風機風量 / 550m<sup>3</sup>/min ●ノズル個数 / 16



株式会社 共立



共立エコー物産株式会社

〒181 東京都三鷹市下連雀7-5-1 ☎0422-49-5011(代表)

# 除草剤イノベーション。



## 水田除草剤の歴史に新しいページがひらかれた。

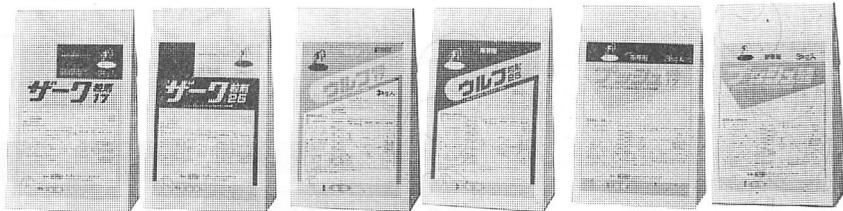
デュポン社が開発した画期的な水田除草剤、スルホニル尿素系除草剤DPX-84<sup>※</sup>をベースに、いま「ザーク」「ウルフ」「ブッシュ」誕生。

※DPX-84の一般名はベンスルフロンメチル。

新発売



水田除草、新時代。



●豊富な適用雑草 ●散布に余裕がもてる広い処理適期幅 ●長期間にわたる抑草効果 ●水稲、環境に高い安全性

デュポン ジャパン



デュポン ジャパン リミテッド 農業事業部

〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル TEL.(03)585-9101

豊かさを描いて。

豊かさに、確かさをプラスして、  
さらに美しさを求める。  
ホクコーは、より質の高い  
実りの世界を、今日も  
描き続けます。

健苗育苗に

総合種子消毒剤

デュボン **ベンレート\*** 水和剤20

苗立枯病に

**カヤベスト®** 粉剤10

幼苗腐敗症・褐条病に

**カスミン®** 粒剤

新発売 苗立枯病・褐条病に

**コタパロン** 粉剤



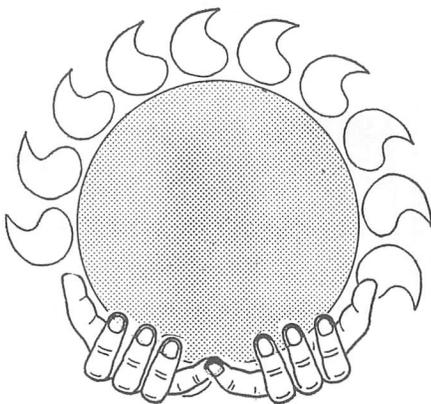
農協  
経済連  
全農



北興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本石町4-4-20

## 線虫剤と伴に30年



線虫剤の  
トップブランド

**テロン\*** 92



**サンケイ化学株式会社**

鹿児島・東京・大阪・福岡・宮崎

本社 鹿児島市郡元町880 TEL.0992(54)1161(代表)・東京事業所 千代田区神田司町2-1 TEL.03(294)6981(代表)

# 植物防疫

Shokubutsu bōeki  
(Plant Protection)

第 41 卷 第 12 号  
昭和 62 年 12 月 号

## 目 次

### 特集：暖地・亜熱帯のウイルス病

九州及び南西諸島作物ウイルス病の特色と防除の諸問題.....	新海 昭.....	1	
沖縄県における野菜ウイルス病の発生と防除.....	外間 数男.....	6	
パパヤのウイルス病.....	与那覇哲義.....	10	
オペラント箱内でのハトの採餌行動——餌場の枯渇回避としての過少対応と抗負荷選択——	渡辺 茂.....	15	
小笠原諸島の作物菌類病.....	佐藤 豊三.....	20	
交信かく乱剤（性フェロモン）による茶園のハマキムシ類の広域防除.....	池田二三高.....	24	
ミバエ類の性フェロモン.....	久場 洋之.....	29	
植物防疫基礎講座			
病害防除のための統計学（8）			
多変量解析——データの隠れた構造を読む——.....	松永 隆司.....	36	
登録の失効した農薬.....	農薬検査所企画調整課.....	42	
新しく登録された農薬（62.10.1～10.31）.....		44	
協会だより.....	46	人事消息.....	46
次号予告.....		46	



## 「確かさ」で選ぶ・・・バイエルの農薬

- いちも病に理想の複合剤  
**⑧ ヒノラフサイド®**
- いちも病の予防・治療効果が高い  
**⑧ ヒノザン**
- いちも・穂枯れ・カメムシなどに  
**⑧ ヒノハイジット**
- いちも・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに  
**⑧ ヒノラフバイバッサ**
- 紋枯病に効果の高い  
**⑧ モンセレン**
- いちも・穂枯れ・紋枯病などに  
**⑧ ヒノラフモンセレン**
- イネミズ・カメムシ・メイチュウに  
**⑧ バイジット**
- イネミズ・ゾウムシ・メイチュウに  
**⑧ パサジット®**
- イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに  
**⑧ サンサイド**
- イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに  
**⑧ D.S.タイシストンサンサイド**  
錠剤

- さび病・うどんこ病に  
**⑧ バイレトン**
- 灰色かび病に  
**⑧ ユーパレン**
- うどんこ病・オンシツコナジラミなどに  
**⑧ モレスタン**
- 斑点落葉病・黒星病などに  
**⑧ アンドラコール**
- もち病・網もち病・炭そ病などに  
**⑧ バイマルホルドゥ**  
[クスラビットホルテ]
- コナガ・ヨトウ・アオムシ・ハマキムシ・スリップスに  
**⑧ トクチオン**
- ミナミキイロアザミウマに  
**⑧ ホルスタール**
- 各種アブラムシに  
**⑧ アリルメート**
- ウンカ・ヨコバイ・アブラムシ・ネダニなどに  
**⑧ タイシストン**
- アスバラガス・馬鈴しよの雑草防除に  
**⑧ センコル**



®は登録商標

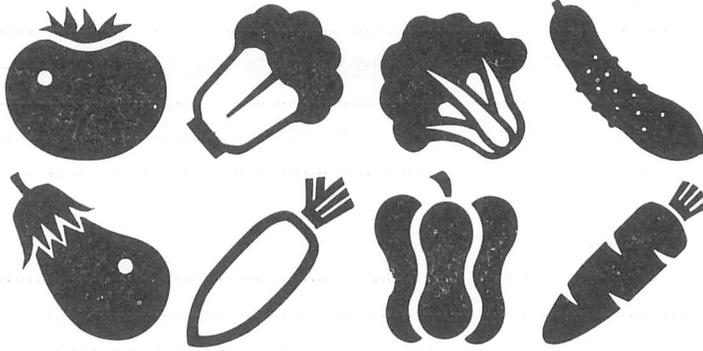
日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋本町2-4 ☎ 103

●農薬は正しく使いましょう！



# 武田の野菜農薬



●キャベツ・はくさいのコナガ防除に

**パダン**<sup>®</sup> 水溶剤

●園芸作物害虫の基幹防除に

**武田オルトラン**<sup>®</sup> 水和剤  
粒剤

●イチゴ・ナス・スイカのハダニ類に

**武田オサダン** 水和剤 25

●キャベツのハスモンヨトウに

**ランネート**<sup>\*</sup> 45 水和剤  
「タケダ」

●速効性のアブラムシ防除剤

**武田ピリマー**<sup>\*</sup> 水和剤

●野菜・茶の害虫に

**ナパール**<sup>®</sup> 水和剤

●野菜・稲の害虫に

**ルーバン**<sup>®</sup> 水和剤

●野菜・茶の害虫に

**フロピア**<sup>®</sup> 水和剤

●速効性の野菜・茶の害虫防除剤

**キーデックス**<sup>®</sup> 水和剤

●アオムシ・コナガ・ヨトウムシなどに

**武田ペイオフ** 乳剤

●新しい園芸作物殺虫剤

**武田アクテリック**<sup>\*</sup> 乳剤

●だいごんの亀裂褐変症に

**バリダシン**<sup>®</sup> 粉剤

●レタスすそ枯・いちご芽枯病に

**バリダシン**<sup>®</sup> 液剤

●野菜の灰色かび病・菌核病に

**武田ロブラーレ**<sup>®</sup> 水和剤

●園芸作物病害の基幹防除に

**武田ダコニール**<sup>®</sup> 水和剤

●園芸作物の病害に

**ベンレート**<sup>®</sup> 水和剤  
デュボン

●畑の雑草防除に

**武田トレファサイド**<sup>®</sup> 乳剤

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号

特集：暖地・亜熱帯のウイルス病〔1〕

## 九州及び南西諸島作物ウイルス病の特色と防除の諸問題

農林水産省九州農業試験場 しん かい あきら  
新 海 昭

## はじめに

九州（耕地面積 69.3 万 ha）では温暖な気候と地形を生かして暖地型の農業が営まれ、作目の種類は多岐にわたっている。ここに発生するウイルス病（ウイロイド、マイコプラズマ様微生物を含む）の種類は多いが、重要なものは 26 種（第 1 表）である。一方、南西諸島（耕地面積 6.5 万 ha）は亜熱帯型の気候であるものの、夏季は台風襲来の時期が作物の生育期と一致するために作目の種類は限られ、冬季は北風が強く日照が不足し作物栽培に必ずしも好適ではない。ここに発生する重要なウイルス病（マイコプラズマ様微生物を含む）は 10 種（第 1 表）である。ここでは、九州及び南西諸島における重要な作物ウイルス病について、発生の特色と防除の諸問題について述べる。なお、本稿は 1987 年 5 月那覇市で開催された抗植物ウイルス剤現地研究会で行った講演の概要である。

## I 九州における重要なウイルス病

## 1 イネのウイルス病

九州のイネ（作付面積 29 万 654 ha）には早期と普通期の作型があり、普通期栽培が多い。もっとも古くから発生しているイネ萎縮病（RDV）は、その発生を全国的に見た場合、面積的には九州が 1/2、ときに 2/3 を占めたことが多かったが、1978 年以降は漸減状態である。しかし、依然として広域で恒常的な発生が続いている（発生面積 3 万 4,605 ha、発生面積率 11.9%）。九州地域のツマグロヨコバイは生息密度が高く、本ウイルスの獲得能力が高い。また、九州は冬季の低温期間が短いため第一世代虫から発生量が多い。これらのことが感染を増加させて保毒虫密度を高めることになり、本病の多発地域を形成することになったものと思われる。近年における減少の要因としては、ツマグロヨコバイ殺虫剤の選定と春季の生息場所となる休閑田の早期耕起などがあげられ、これらが保毒虫密度を低下させる結果に連な

ったものと思われる。イネ縞葉枯病（RSV）は、1960 年代に中北部の山間部及び山ろく地帯の早植栽培を中心にして多発生が続いた。1969 年から下降状態となったが、1984 年南部で顕著な増加が認められ、1985 年には南西部で異常発生があった。1986 年は防除が強化され、被害面積は減少したものの発生地域は拡大し、九州全域の発生となった（発生面積 6 万 950 ha、発生面積率 20.9%）。筑後のヒメトビウンカ成虫も病株を吸汁することによって全個体が保毒虫となるため、暖地向きの抵抗性品種がない現在、防除には保毒虫密度の抑圧が重要である。イネ黄萎病（MLO）の発生は 1966 年以降漸減状態となり、1983 年には近年にない少発生（278 ha）になったものの、1984 年に急増（4,898 ha）した。早期、普通期水稻が入り混じっている南部で、5,000 ha 前後の発生が続いている。

イネわい化病（RWV）は 1972、73 年に西部の有明海沿岸の平たん部を中心に大発生があった。のちに本病は、東南アジアに発生するツングロ（tungro）病の病原 2 ウイルスのうち球形ウイルスによる感染と認められた。本ウイルスのツマグロヨコバイ成虫及び幼虫の媒介様式は非（半）永続型である。病イネ吸汁に続く健イネ吸汁で感染が起り、本田初期のイネでは感染後 3 日で伝染源となる。伝染源は 1 株であっても、ツマグロヨコバイ第一、二世世代虫の多発生によって、出穂期の全面発病あるいは坪状発病に連なっていく。伝染環には越冬した感染刈株再生芽の伸長、こぼれもみからの発芽株が重要である。分布の北限は、刈株の越冬が可能な九州北部と認められる。現在終息状態にあるが、発生減少の要因は媒介虫の防除と品種対応及び寒冬である。防除対策実施初年の 1974 年の激減は、同年が寒冬であったため第一次伝染源となる感染株の越冬が低密度になった影響が大きい。イネグラッシースタント病（RGSV）は、1978 年に福岡、鹿児島両県下で発生が確認された。1979、1980、1983 年に九州全県下で発生があったのは、南西部で散発的な発生が続いている。予察灯に入った洋上飛来トビイロウンカのなかから、きわめて低率ながら保毒虫が確認されている。日本水稻の病徴は品種間差が大きく、イネ黄萎病に酷似する場合がある。また、品種によって茶米を生じる。本病の初感染は、洋上飛来虫によ

Characterization of Occurrence and Problems in the Control of Virus Diseases on Cultivated Plants in Kyushu and South-western Islands in Japan. By Akira SHINKAI

第 1 表 九州及び南西諸島における重要ウイルス、マイコプラズマ様微生物 (MLO) 一覧表

ウ イ ル ス (媒 介 生 物)	作 物
九州	
RDV (ツマグロヨコバイ), RSV (ヒメトビウンカ), RWV (ツマグロヨコバイ), RGSV・RRSV (トビイロウンカ) .....	イネ
BYMV (菌類, <i>Polymyxa graminis</i> ) .....	オオムギ
SCMV (アブラムシ類: トウモロコシアブラ・キビクビレアブラ) .....	トウモロコシ
SMV (アブラムシ類: ダイズアブラ・モモアカアブラほか) [種子伝染] .....	ダイズ
BCMV-S (ダイズアブラ, ジャガイモヒゲナガアブラ)	
SPFMV (モモアカアブラムシほか), SPLCV (タバココナジラミ) .....	サツマイモ
PLCV (モモアカアブラムシほか, 永続的媒介) .....	ジャガイモ
DMV (ワタアブラムシ) .....	サトイモ
CMV (アブラムシ類: モモアカアブラ・ワタアブラほか) .....	キュウリ, カボチャ, スイカ, メロン, トマト, ピーマン, ショウガ
WMV (アブラムシ類: ワタアブラほか) .....	カボチャ, キュウリ, スイカ, メロン
TMV-T [種子伝染, 接触伝染, 土壌伝染] .....	トマト
TMV-P [種子伝染, 接触伝染, 土壌伝染] .....	ピーマン
CGMMV-C [種子伝染, 接触伝染, 土壌伝染] .....	キュウリ
CGMMV-W [種子伝染, 接触伝染, 土壌伝染] .....	スイカ
TuMV (アブラムシ類: モモアカアブラ・ニセダイコンアブラほか) .....	ダイコン, カブ, ハクサイ
PVY-T (アブラムシ類: モモアカアブラほか) .....	タバコ
CTV-SP (ミカンクロアブラムシ) .....	ハッサク, イヨカン, ネーブルオレンジ, プンタン, ユズ
CTV-SY (ミカンクロアブラムシ) .....	ハッサク, プンタン, 清見, ヒュウガナツ
SDV [土壌伝染] .....	ウンシュウ, ネーブルオレンジほか
CTLV [接ぎ木伝染], CEV* [汁液伝染] .....	カラタチ台のカンキツ (ウンシュウ, イヨカン, ネーブルオレンジ, ボンカン, プンタン, タンカンなど)
萎縮症状 .....	チャ
MLO	
イネ黄萎 (ツマグロヨコバイ) .....	イネ
タマネギ萎黄 (ヒメフタテンヨコバイ) .....	タマネギ
クワ萎縮 (ヒシモンヨコバイ, ヒシモンモドキ) .....	クワ
南西諸島	
RTYV (クロスジツマグロヨコバイ, タイワンツマグロヨコバイ), RGSV (トビイロウンカ) .....	イネ
SCMV (アブラムシ類: キビクビレアブラ・モモアカアブラほか) .....	サトウキビ
TMV-P [種子伝染, 接触伝染, 土壌伝染] .....	ピーマン
TSWV-W (ミナミキイロアザミウマ) .....	スイカ, トウガン, キュウリ
WMV (アブラムシ類: ワタアブラほか) .....	カボチャ, ニガウリ
PRSV (アブラムシ類: モモアカアブラ・ワタアブラほか) .....	パパイヤ
MLO	
マメ類てんぐ巢 (ミナミマダラヨコバイ) .....	エンドウ, ナンキンマメ, ダイズ
サツマイモてんぐ巢 (クロマダラヨコバイ) .....	サツマイモ
イネ黄萎 (クロスジツマグロヨコバイ, タイワンツマグロヨコバイ) .....	イネ

\* ウイロイド

て梅雨期に起こる。飛来のあるときは、水田はしばしば侵冠水するような降雨が続くため、殺虫剤の効果に期待することは難しい。そのため、防除は二次感染の防止が重要である。イネラギッドスタント病 (RRSV) は、1979年鹿児島で採取した萎縮株によって発生が確認された。1980年は同県下及び長崎県下でも発生が認められたが、その後の発生は報じられていない。日本水稲では後期感染の場合でも減収はかなり見られている。感染経路は RGSV の場合と同様である。東南アジアのイネ

に発生しているウイルス3種が九州に発生し、ときに大発生があったことは、当地域の特色を浮き彫りにするので、グローバルな視点から発生動向に注意することが必要であることを示している。

2 ムギのウイルス病

九州のムギ (コムギ及びオオムギが主であるが4麦合計作付面積9万9,200ha)の主産地は中北部である。発生が多いのはオオムギ縞萎縮病 (BYMV) で、コムギ縞萎縮病 (WYMV), ムギ類萎縮病 (SBWMV) は少な

い。これらに対しては抵抗性品種の作付けが行われている。最近、オオムギ黄化萎縮病 (BYDV) 及びコムギ黄葉病 (WYLV) の発生が確認された。この虫媒 2 ウイルス病については分布、発生生態の解明が重要である。なお、九州のムギは成熟初期に黄化症状が多く見られているが、ウイルスとの関連性についても検討が必要である。

### 3 ダイズのウイルス病

ダイズ栽培には夏作と秋作 (合計作付面積 2 万 800 ha) があるが、ダイズモザイク病 (SMV) による被害が多い。SMV は種子伝染し、有翅アブラムシによって伝播される。暖地の有翅虫の発生は 5 月と 9、10 月に多く、7 月は少ないのが特徴である。年間の発生としては二つの峰を示し、特に 5 月の峰が大きい。夏ダイズの生育期はこの 5 月の峰と重なるために発病が多く、秋ダイズでは開花期になって第二の峰に近づくことになるため感染を回避することになる。この二つの峰による感染の問題は、暖地における非永続型媒介の全ウイルス病に共通する。SMV の重症型が 1983 年にインゲンモザイク病ダイズ系統 (BCMV-S) となった。本ウイルスは種子伝染が認められていない。福岡、佐賀、熊本で発生し、秋ダイズ品種の多くが感受性であるため、今後の発生推移に注意が必要である。ほかに福岡、熊本には草丈が萎縮し、接ぎ木伝染する病害がある。発生に年次差が見られているが、病原及び伝染経路の解明が必要である。

### 4 サツマイモ、ジャガイモ、サトイモのウイルス病

九州の主要畑作物サツマイモ (作付面積 3 万 1,445 ha) の主産地は南部であるが、サツマイモ斑紋モザイク病 (SPFMV) が広く発生している。ウイルスフリー苗も量産されているが、汚染が早い。1978 年ごろから帯状粗皮症状が発生するようになった。本症状は各産地、特に早掘り地帯で発生が多い。種苗伝染し、本症状株から汁液接種によって病原性の異なる複数のひも状ウイルスが分離されているが、病原学的な研究が必要である。サツマイモ葉巻病 (SPLCV) は、中・南部に発生が多い。当初は、一過性の生理障害として軽視されていた。媒介虫タバココナジラミは、サツマイモ畑では生息が多いため発生の抑圧は困難である。最近、萌芽期に発病株の抜き取りが徹底したことによって発生は減少している。

ジャガイモ (作付面積 1 万 1,022 ha) は、長崎県を中心として暖地ジャガイモの産地が形成されている。ここでは春秋二期作が行われ、ジャガイモ葉巻病 (PLRV)、Yモザイク病 (PVY) が発生し、特に PLRV による被害が多い。サトイモ (作付面積 5,448 ha) は南部

の宮崎、鹿児島で作付けが多く、サトイモモザイク病 (DMV) が重要である。球茎伝染し、産地の球茎はほとんど全部が DMV に感染している。

### 5 野菜のウイルス病

露地野菜、施設野菜とも九州全域で栽培が多い (作付面積合計約 7 万 ha)。特に多品目にわたるため発生するウイルスの種類は多いが、現在九州地域を特色づけるようなウイルスは少ない。作付けが多いピーマン、トマト、ナス、キュウリ、スイカ、メロン、ダイコン、ハクサイなどでは、それぞれ産地が形成されているが、そのなかで発生面積が多いウイルスは数種に絞られる。キュウリモザイクウイルス (CMV) はウリ類、トマトなどに発生が多い。長崎では産地が形成されているショウガで問題になっている。ショウガで主要な媒介種はワタアブラムシで、防除にはシルバーマルチの効果が高い。カボチャモザイクウイルス (WMV) は最近発生が増加しているが、ワタアブラムシが重要である。カブモザイクウイルス (TuMV) は特にダイコンで被害が広域に見られ、対策としては抵抗性品種の栽培、アブラムシ類の忌避資材の利用などが行われている。これらのウイルス病は、平たん部では周年発生が見られるため、伝染源を遮断することは難しい。

タバコモザイクウイルスのトマト系、トウガラシ系 (TMV-T, P) は施設栽培のトマト、ピーマンで発生している。種子や土壌の消毒、作業時の手の消毒、発病株の早期抜き取りなどが励行されているが、依然として発生が多い。弱毒ウイルスの利用は、当地域ではまだ定着していないが、まず既存弱毒ウイルスについて暖地環境下における適合性の検討が必要である。キュウリ緑斑モザイクウイルスのキュウリ系、スイカ系 (CGMMV-C, W) はキュウリ、スイカでいまだに発生が見られているが、一連の防除対策の徹底が必要である。

九州でもレタス、ミツバ、ニンジンなどの萎黄病 (MLO) が発生するが、重要なのはタマネギ萎黄病である。タマネギは、佐賀県 (作付面積 2,330 ha) を中心にして産地が形成されている。本病は 1980 年に多発生し、以後同県下の主要産地で早生、中生種に発生が続いている。9~10 月に発生するヒメフタテンヨコバイ第三、四世代虫は発生量が多く、この時期に苗床に飛来した成虫によって感染が起こる。本 MLO の寄生性は広く、トマトも感染する。自然発病が見られている植物は多いが、伝染源として重要なのはタネツケバナ、ヨゴメガヤツリ、タマガヤツリなどである。本病は夏・秋季に繁茂したカヤツリグサ科植物で生息が多い。防除対策としては苗床の寒冷紗被覆の効果が高いが、被覆期間が長

くになると苗質が低下する。

### 6 カンキツ類のウイルス病

九州はカンキツ類の主要産地の一つで、なかでもウンシュウミカン（作付面積4万7,000ha）は全国の約1/2を占めている。近年ウンシュウミカンを主体とした生産から各種晩生カンキツ類への転換が図られているが、その生産の多様化が進められるに伴ってウイルス病の発生が大きな問題となっている。特に接ぎ木によるウイルスのまん延が共通的な特徴である。カンキツトリステザウイルスのステムピッチング系、シードリングイエローズ系（CTV-SP, SY）はミカンクロアブラムシによって媒介される。ウンシュウ萎縮ウイルス（SDV）には複数の近縁ウイルスが認められている。土壌伝染し、媒介者は不明である。カンキツタターリーフウイルス（CTLV）は、カラタチ台のカンキツ全般に発生し、SDVとともにそのまん延が憂慮されている。CTLVの高接ぎ更新では、高接ぎ後4年目ごろから発病して枯死する。エクソコーチスウイルス（CEV）はCTLVと同じくカラタチ台カンキツ全般に発生する。近年、高接ぎ更新の進行とともに各県で問題になり、カンキツ生産に大きな障害をきたしている。本ウイルスは汁液伝染が容易で、潜伏期が5,6年であるため、発病に気づいた時点ではかなりの範囲で伝染が起こったあとである場合が多い。カンキツ類のウイルス（ウイルス）対策としては無毒母樹の確保、穂木の供給体制の確立が必要であり、そのために高精度で簡便なウイルス（ウイルス）検出法の開発が重要な課題である。また、既存母樹は種々のウイルスを保有しているため、ウイルスフリー母樹の作出が行われているが、特に弱毒ウイルスの作出及び選抜は重要な問題である。CTVの場合は、現在弱毒ウイルスの利用が進められている。なお、果樹ではこのほかにブドウ（作付面積3,175ha）でウイルス病が発生している。発生実態の把握と無病苗の大量増殖が急務である。

### 7 チャのウイルス性病害

九州のチャ（作付面積1万6,218ha）は鹿児島県で作付面積がもっとも多いが、その産地の一部で1983年ごろから萎縮症状が発生している。品種は“ゆたかみどり”で、接ぎ木伝染する。病原体は特定できていないが、ウイルス病の可能性が高いので注意が必要である。

### 8 タバコのウイルス病

タバコ（作付面積1万2,400ha）は熊本、鹿児島を中心に各県で栽培され、発生するウイルスの種類は多い。最近、鹿児島県ほかの産地でタバコ黄斑えそ病（PVY-T）の発生が増加し、ジャガイモ畑周辺のタバコで問題

になっている。アブラムシ対策は、ジャガイモ生産農家とタバコ耕作農家が連携して行っているが、基本的にはジャガイモウイルス検疫のよりいっそうの強化が望まれる。

## II 南西諸島の重要なウイルス病

南西諸島ではサトウキビ（作付面積4万54ha）を基幹作物として農業が展開されているが、発生するウイルス病の全容はまだ明らかにされていない。

### 1 サトウキビのウイルス病

サトウキビモザイク病（SCMV）は奄美群島ではかなり古くから発生しているが、沖縄では1977年2月に沖縄本島北部で初めて確認された。現在では宮古島、北大東島を除く全域に発生し、A, B, H系統が分布する。発生面積は、沖縄2,594ha（発生面積率8.3%）、奄美9,619ha（同66.7%）である。本病はまん延が早く、感染株では糖度の低下が激しい。防除対策として病株の早期抜き取り、アブラムシの駆除、健苗の植え付けが行われているが、発生を減少させることはかなり困難である。今後は健苗を大量育成し、その継続的配布によって発病密度の低減に努めるとともに、抵抗性品種の導入及び育成が重要である。

### 2 イネのウイルス病

イネ黄葉病（RTYV）は、1976年に沖縄県石垣島で発生が確認された。発生は第二期作に多いが、第一期作でもかなり見られている。1980年に多発生し、同年奄美群島徳之島にも発生があった。第一期作の伝染源は前年秋の不耕起田に放置された発病再生株で、第一期作の発病株が第二期作の伝染源となる。発病株の上位葉は変色することなく一見正常に見えるため、発生が見落とされやすい。イネグラッシースタント病（RGSV）は1981年に八重山地方に少発生したが、以後は問題となる発生はない。イネ縞葉枯病（RSV）は1984年に八重山地方に広く微発生、1985年は沖縄本島及び八重山で少発生、1986年は八重山で微発生であった。イネの作付面積が少ない南西諸島では、ウイルス病の発生は年次変動が大きい。

### 3 野菜のウイルス病

野菜作の特徴は、冬季及び台風を避けるようにして夏季に、少面積ずつ多品目にわたって行われていることである。発生するウイルス病のなかで、被害がもっとも問題になるのがトマト黄化えそウイルス（TSWV-W）によるスイカ灰白色斑紋病である。本病は1982年11月、沖縄本島の秋～春期ハウス栽培のスイカに突発的に大発生し、1984年には宮古、八重山にも発生が確認さ

れた。媒介虫ミナミキイロアザミウマは、露地越冬して周年生息密度が高く、スイカなどウリ類では食害による被害も多い。最近、本病は露地栽培（夏季）のスイカ、キュウリ、トウガンなどで広く発生するようになり、また野草にも発病株が見られている。ハウススイカの感染は、これら夏季の発病株からウイルスを獲得した虫のハウス侵入によって起こる。本病の防除は、秋～春期スイカではハウスの被覆資材に近紫外線除去フィルム及びシルバー寒冷紗の使用によって可能になったが、夏季の露地栽培ウリ類などの場合は殺虫剤及びシルバーマルチでも防除は困難である。なお、沖縄にはアザミウマ類が多種生息しているので、ウイルス媒介種の有無を明らかにしなければならない。

WMV はカボチャなどで広域に発生し、TMV-P はピーマンの施設栽培で多発傾向にある。野菜及び花卉の栽培が盛んになると、アブラムシ類など媒介生物の種類も多いことから、潜在的に分布しているウイルスが顕在化し、ウイルスの種類はかなり増加するものと思われる。

#### 4 果樹のウイルス病

被害がもっとも多いのはパパイヤ輪紋病（PRSV）である。PRSV を媒介するアブラムシの種類は多く、感染樹は高密度に分布する。そのため、パパイヤをアブラムシ類から隔離して栽培することは、台風の襲来が多い沖縄ではきわめて難しい。今後は、弱毒ウイルスの利用による防除法の開発が必要である。

カンキツ類としてはウンシュウミカン、シクワシャー、タンカン、カープチャーなど（結果樹面積約 530 ha）があるが、これらについてウイルス病の被害は報告されていない。しかし、ウイルス病は発生しているようである。沖縄はカンキツ類の優れた生産地として発展する可能性を持っているので、診断・同定の態勢を整え、伝染経路の解明及び防除に取り組むことが必要である。

#### 5 マイコプラズマ様微生物（MLO）病

マメ類てんぐ巢病の特徴は花器の葉化（phyllody）である。花卉が緑化（virescence）し、子房が葉化しててんぐ巢状となる。沖縄ではダイズ、ナンキンマメ、ソラマメ、エンドウ、ササゲなどに被害があり、奄美でもエンドウにひところ多発生した。本 MLO の寄生性は広く、マメ科、キク科、ナス科、アブラナ科などの野菜や花卉が感染する。媒介虫ミナミダラヨコバイは周年発生し、本 MLO はキク科、マメ科などの野草にも寄生性が広いため、いったん多発生すると防除が困難であ

る。

サツマイモてんぐ巢病は 1950 年ごろから 10 数年間流行が続いたが、媒介虫の発見を契機として終息に向かった。本 MLO の寄生性はヨウサイ、アサガオ、グンバイヒルガオ、ネコアサガオなど、主としてヒルガオ科の野菜、花卉、野草である。媒介虫クロマダラヨコバイは周年発生し、伝染源は発病イモのほかには宿根性のヒルガオ類である。本病は媒介虫の防除、病株の抜き取り、健苗植え付けの徹底によって近年、終息したと見られていたが、最近になって沖縄北部と宮古で発生があった。発生の推移に注意が必要である。

### おわりに

わが国の西の総合的な食料供給基地としての九州、台風・干ばつなどの災害が多くサトウキビを基幹作物として野菜などの生産が増加している南西諸島には、多くのウイルスが分布している。媒介生物はアブラムシ、ウンカ・ヨコバイ、コナジラミ、アザミウマ、菌類と多様であるため、異色のウイルスも見られる。特に東南アジアのイネに発生しているウイルスが洋上飛来したウンカ・ヨコバイによって運ばれてくることは、当地域を特徴づけるものである。

ウイルス病対策で重要なのは、媒介生物の防除である。特にアブラムシ、ウンカ・ヨコバイの防除に当たっては、殺虫剤の選択に注意し、薬剤抵抗性の発達を防ぐことが重要である。また有翅アブラムシ、アザミウマなどの飛来あるいは増殖の防止には忌避資材が使用されているが、今後とも新資材の活用による物理的防除技術の開発が期待される。

カンキツ類やサツマイモなど栄養繁殖作物では、ウイルス汚染の進行が激しい。特に永年作物の場合は深刻で、健全母樹の確保が困難になっている。カンキツ類のウイルス病に対しては弱毒ウイルスの利用による防除を指向しているが、問題は多いように思われる。

莖頂培養によるウイルスフリー種苗の育成は 10 数種の作物で盛んに行われ、実用化されているものではイチゴ（1986 年配布対象面積 1,160 ha）、サツマイモ（同 880 ha）、サトイモ（同 117 ha）、カーネーション（1986 年 50 万 4,000 本）、ユリ（同 13 万 8,000 球）などがある。これらの場合は、いずれも周辺の汚染が激しいため再汚染の問題が伴うので、その対応技術の確立が必要である。

特集：暖地・亜熱帯のウイルス病〔2〕

# 沖縄県における野菜ウイルス病の発生と防除

沖縄県農業試験場園芸支場 <sup>ほか</sup> 外 <sup>ま</sup> 間 <sup>かず</sup> 数 <sup>お</sup> 男

## はじめに

沖縄県の野菜生産は、冬春期における県外出荷の急速な進展に伴い、栽培面積、生産額とも増加した。1985年の作付面積は4,720 haで、全耕地の10%を占め、生産額は224億円に達し、サトウキビに次ぐ重要な地位を確保している。野菜面積の45%はウリ科野菜であるが、その作付面積はカボチャ1,310 ha、ニガウリ199 ha、スイカ128 ha、キュウリ127 ha、トウガン122 ha、ヘチマ104 haとなり、カボチャが大部分を占める。ナス科野菜は全体の約3%で少ないが、最近、サヤインゲンやスイートコーン、ミョウガなどの生産が増加し、品目の多様化が進みつつある。

ウリ科野菜の生産はウリミバエ根絶後、大幅な増加が期待されているが、ウイルス病の発生が多く、安定生産が難しい。また1982年にスイカに発生したトマト黄化えそウイルス(TSWV)はミナミキイロアザミウマの多発とあいまって、県全域に発生し、ウリ科野菜に大きな被害を与えている。そのため、本稿ではウリ科野菜のウイルス病、特にTSWVを中心に、本県における発生と防除の現状について紹介したい。なお、TSWVについては、スイカ灰白色斑紋病の発生生態と防除に関する試験として、農業研究センター、九州農業試験場との共同研究で行われたものであり、農研センター、ウイルス病診断研究室長栃原比呂志博士と九州農試病害第2研究室長新海昭博士には種々のご指導をいただいた。また本稿の取りまとめに際しては、琉球大学農学部与那覇哲義助教授のご助言をいただいた。記して感謝の意を表する。

## I ウイルス病発生の特殊性

本県におけるウイルス病発生の特徴は、次のようにまとめられる。すなわち、本県は亜熱帯気候に属し、年平均気温22.3°C、月最低気温は16°Cであるため、果菜類が周年、露地または無加温施設内で栽培できる。ウリ

科野菜では冬春期にカボチャ、夏秋期にニガウリ、ヘチマ、トウガンの露地栽培が県全域で行われ、ウリ科が連続的に栽培されている。これらのウリ科野菜はウイルス病の発生が多く、長期間ほ場に存在するため、伝染環に切れ目がない。また、夏季高温多湿条件下では雑草の繁茂が激しく、ウイルスの中間寄主や媒介虫の寄主植物が周年ほ場に存在し絶えることがない。ウイルス媒介虫のアブラムシ類やミナミキイロアザミウマは周年発生し、アブラムシ類は第1図に示すとおり、10月以降増加し始め、3~4月まで多発が続く。また、ミナミキイロアザミウマは夏秋期に発生が多い。ウイルス媒介虫の最盛期は冬春期及び夏秋期野菜の定植期~生育初期に当たるので被害が激しくなる。本県の秋から冬の季節風は強く、平均風速は5.8 m/secであるが、10 m/sec以上の強風日数が多く、ウイルス媒介虫の多発とともに広域分散を容易にし、露地における耕種的、物理的防除の困難な原因となっている。また、秋台風の襲来はウイルス伝染源と媒介虫の連続性を一時的に遮断し、ウイルス伝染源を大幅に減少させる。このように冬期温暖であることは、ウイルス病の多発要因ともなり、本県におけるウイルス病防除の困難な原因となっている。

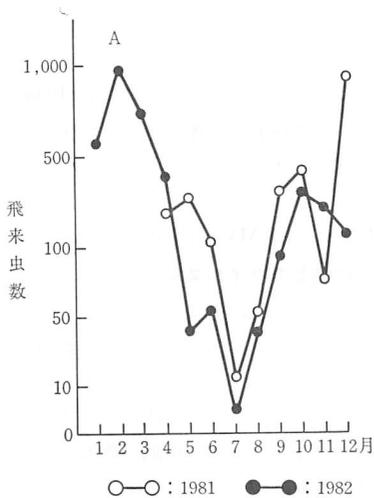
## II 野菜ウイルス病の種類と発生状況

### 1 ウリ科野菜のウイルス病

#### (1) トマト黄化えそウイルス(TSWV)

本県におけるTSWVの発生は、1975年に今帰仁村と久米島、石垣島のタバコに確認されたのが最初であるが(都丸ら, 1982)、大きな問題になったのは1982年、スイカに初発生した後である。スイカにおける発生実態を把握するため、1983年5~6月に17市町村282農家を対象にアンケート調査を実施したところ(第1表)、発生は沖縄本島と周辺離島に及んだ。平均発病株率は50%であったが、100%の多発ほ場が各地に散在した。発生確認時期は各地域ともほぼ一致し、1982年9月下旬~10月下旬にかけてであった。発生の品種間や自根、接ぎ木などによる差はないが、経営規模の大きい専業農家や農薬散布(殺虫剤)回数が多いほど、発生は少ない傾向にあった。

本ウイルスに感染したスイカは節間がつまり、葉が灰



第1図 アブラムシ類の発生消長

白色を呈し、奇形葉を生じ、生育がきわめて悪く、果実は退緑斑や変形果となるため商品価値を著しく損なう。本病の発生した施設は生育初期から抜取防除が実施されたが、急速に伝播するため生育途中でほとんどが発病し、栽培放棄や収穫皆無のほ場が各地に見られた。本病は初発生した翌年の露地スイカに多発し、夏スイカの生産がきわめて困難となった。

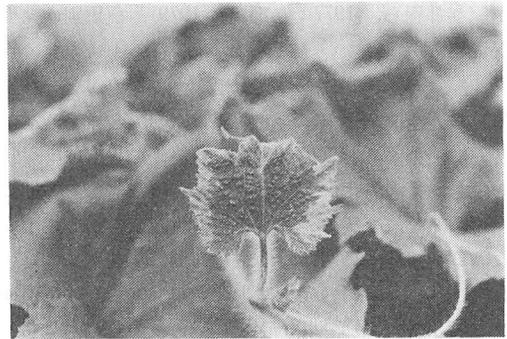
キュウリでは、スイカに発生した同時期の施設に確認されたが、激しい生育不良やモザイク及び変形果の発生が少ないため、スイカほど問題視されなかった。発生当時の主要品種であったハウスでキングLを用いてウイルスによる減収量を検討したところ、第2表に示すとおり、

第1表 アンケート調査による初発生直後のスイカ TSWV の発生状況

地域	調査農家数	筆数(露地)	面積 (ha)	発病株率
北 部	201	255 (79)	59.3	53.6
中 部	63	84 (0)	10.1	43.7
南 部	18	18 (0)	1.5	47.3
計	282	357 (79)	70.9	50.5

第2表 キュウリ TSWV 病株と健全株の収量比較

健 病	総 収 量		商 品 化 収 量	
	個 数	重量 (kg)	個 数	重量 (kg)
健 全 株	93.3	11.7	86.8	11.1
病 株	55.6	6.9	47.8	7.0
LSD	5 %	18.2	2.8	9.5
	1 %	33.5	5.2	17.4



第2図 トウガン TSWV の病徴

総収量が40%減少した。罹病キュウリは生育や側枝発生が悪かったが、モザイクや変形果は生じなかった。しかし、最近県内に普及している品種の中に激しい病徴を示すのがあり、今後、その防除対策には十分注意を払う必要がある。また、トウガンでは露地栽培にミナミキイロアザミウマの多発とともに本ウイルス病が発生し、アザミウマによる直接加害と併せて大きな被害を与えた。本病の発生実態を明らかにするため、1985年の夏秋期に沖縄本島南部、冬春期に宮古島で調査を行ったところ、本島南部の発生面積率は100%、発病株率は95%に達した。宮古島でもそれぞれ90%、42%となり多発生が見られた。検定植物によりウイルスの判別を行ったところ、TSWVとWMVが検出されたが、ほとんどがTSWVであった。トウガンは夏秋期に広く栽培され、在ほ期間が長いことから、本ウイルス病の大きな伝染源になりうる。メロンにおける本ウイルスの発生は少ないが、生育初期に感染した株はいくぶん萎縮し、果実の肥大が悪い。ニガウリやヘチマにも発生が見られるが、被害は比較的軽い。カボチャは汁液接種により感染するが、病徴が軽く消失する場合が多い。また、自然発病株は現在まで認めていない。

ウリ科野菜に発生した TSWV は、主にミナミキイロアザミウマによって媒介される。本虫は果菜類に発生するアザミウマ類の優占種であり、寄主範囲が広く、多くの畑地雑草に寄生し、特にキク科やナス科雑草に多い。果菜類の栽培終了後はこれらの雑草に移動し、定植後に再侵入する。これらの畑地雑草の数はウイルスの抗血清に陽性反応を示し(新海・中野, 1985; 宇杉ら, 1987), 本ウイルスの中間寄主になりうる。

(2) その他のウイルス

本県のウリ科野菜に発生が多く、被害の大きいウイルスはカボチャモザイクウイルス (WMV) である。本ウイルスは WMV-1, WMV-2 の2系統が確認されてい

るが(与那覇ら, 1977; 与那覇, 1979), 種類別の発生状況は明らかではない。発生はカボチャ, キュウリ, ニガウリ, ヘチマに多いが, カボチャの被害が著しい。WMVに感染したカボチャは激しいモザイクを示し, 生育初期に感染すると着果が悪く, 感染後の果実はコブ状斑を生じ, 果肉劣化をきたす。カボチャ栽培は冬春期に多いが, ウイルス病の発生が多く, 生産はきわめて不安定である。沖縄本島南部では生育初期にトンネル栽培するため, ウイルス病の発生は少ないが, 宮古, 八重山地域では媒介虫の最盛期に定植するため多発生が見られる。また, 一期作終了後, 二期作の定植が行われるが汚染源が多く, 防除は難しい。キュウリのWMVは激しいモザイクと萎縮, コブ果を生ずるため被害が大きい。果実の病徴発現には品種間差があり(与那覇, 1986a), 症状の激しい品種が県内に普及しつつあるため, 防除対策に注意が必要である。またニガウリ, ヘチマはWMVが多発し, 症状が激しく現れるが, 萎縮や変形果の発生が少なく, 減収程度は小さい。そのため, 発病株は長期間ほ場にあり, 汚染源となる。スイカでは露地栽培に発生し, 被害を与えるが, 施設ではTSWVの発生後少なくなった。

キュウリモザイクウイルス(CMV)は, キュウリ以外発生が少なく。本ウイルスは寄主範囲が広く, 多数の植物に感染するが, 本県のウリ科ではほとんど発生が見られない。その原因については明らかではないが, 今後の検討課題とされる。

大津ら(1985)は, カボチャから分離し, WMVと血清反応しないウイルスがズッキーニ黄斑モザイクウイルス(ZYMV)であることを明らかにした。本ウイルスはキュウリ, ニガウリ, ヘチマ, トウガンにも確認され, 県内に広く分布している(渡邊ら, 1987)が, 発生状況は不明である。

## 2 ナス科野菜のウイルス病

ナス科野菜にはタバコモザイクウイルス(TMV)やCMV, TSWVの発生が多いが, 詳細に調査されていないため種類別の発生状況は明らかではない。トマトはTMVやCMVによるモザイク病が多発し, 一部にTSWVが発生する。ピーマンではTMV-トウガラシ系, CMV, TSWVが発生し, 特にTMV-P系は1984年の初発生確認後, 県全域に分布し, 1985年2月には発生面積率は89%, 平均発病株率は25%に達した。一部で100%の発病株率を示し, 収穫果の大部分がモザイク果になった。その後, 種子や土壌消毒などにより発生は減少した。ピーマンのTSWVはスイカに発生した同時期に確認され, 葉の黄化, 輪紋や萎縮などの症状を

示し, 着果肥大がきわめて悪く, 減収が大きい。本ウイルスは物理的防除法の普及により現在減少している。CMVは発生が少ない。また, 与那覇(1986b)はアブラムシによって永続的に伝搬される葉脈黄化症状株を確認したが, 病原ウイルスについては現在検討中である。ナスのウイルス病は発生が少なく, ほとんど問題にならないが, CMVやTMVが少発生する。

## 3 その他野菜のウイルス病

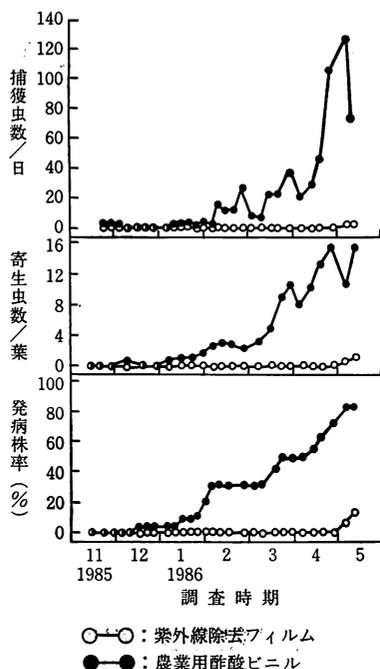
アブラナ科野菜では, ダイコンやクレソンにウイルス病が多発する。ダイコンのモザイク病は周年発生するが, 秋～冬に多い。クレソンにはTMV-アブラナ科系とカブモザイクウイルス(TuMV)が発生し(与那覇・狩倉, 1985), 病苗の移動と接触, 農器具などにより広域伝搬が懸念される。マメ科ではインゲンの生育初期にモザイク病が発生するが, ウイルス病の積極的な防除は行われていない。ユリ科ではニンニクのモザイク病が県全域に発生し, 早期に枯れ上がるため葉利用ができず, また, 球茎の肥大も悪い。その他の野菜ウイルス病はほとんど問題にならない。

## III 防除対策

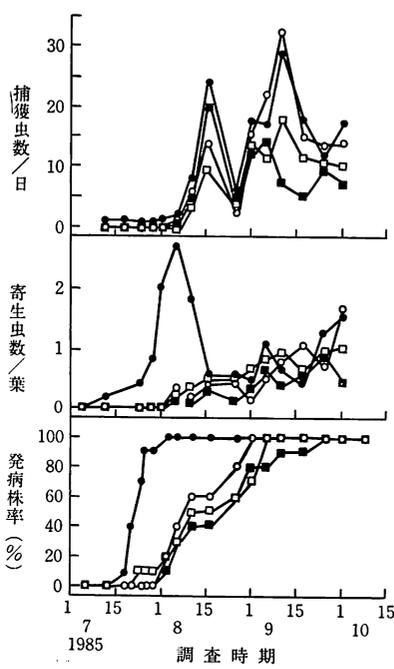
本県におけるウイルス病防除は, TSWVの発生後, 大きく変わってきた。従来行われてきた薬剤防除に依存した対策だけではまったく効果がないため, 耕種的, 化学的, 物理的防除を組み合わせた総合的防除対策が広く定着するようになった。これらの対策によりTSWVをはじめ, アブラムシ伝搬ウイルス病も減少してきた。本稿ではTSWVの防除対策を中心に, 本県における防除の現状について述べる。

施設の防除対策は, 保毒虫及び媒介虫の侵入防止を重点に, ハウス被覆資材として紫外線除去フィルムを用い, 天窓, 側窓は銀色寒冷紗張りとし, 出入口は開閉戸と銀色寒冷紗カーテンの二重構造にする。マルチ資材は銀色マルチを用い, 侵入虫の捕獲にはカラートラップ(青竜, パルミトールなど)をつり下げ, 殺虫剤を定期的に散布する。第3図にトウガンの紫外線除去フィルムを利用した防除試験結果を示したが, 対照の農用酢酸ビニル区では定植直後からミナミキイロアザミウマが飛来し, 定植1か月後に発病株が確認され, 試験終了時の5月には80%に達した。これに対し, 紫外線除去フィルム区ではミナミキイロアザミウマやウイルス病の発生が4月下旬まで見られず, 5月に少発生があったにすぎない。その効果についてはスイカでも確認され(外間ら, 1985), ピーマンなどにも広く普及するようになった。

露地における防除対策はきわめて困難であるが, 銀色



第3図 紫外線除去フィルムによるトウガン TSWV の防除



第4図 銀色マルチによるトウガン TSWV の防除

マルチや銀色寒冷紗の囲い込みが生育初期の防除対策として優れていた(外間・渡嘉敷, 1986)。第4図にトウガンに対する防除試験の調査結果を示したが、慣行の敷草区では定植直後からミナミキイロアザミウマが発生し、2週間後にウイルス病株が確認された。銀色マルチや銀色寒冷紗囲い区では定植後1か月間の発生はきわめて少なかったが、着果期以降、発生が多く大差がなくなった。銀色マルチなどを用いた物理的防除は、生育初期の効果は高いが、中期以降、低下するため、薬剤防除の徹底や銀色テープの利用、忌避剤の開発など、今後の検討課題とされる。

このような物理的防除を行うにあたっては、無病健全苗の育成は重要であり、本ば定植後は病株や異常株の早期抜き取り、ほ場や施設周囲から汚染源を除去し、一斉防除を行うなどの環境防除は重要である。また、薬剤防除を適宜行い、媒介虫の発生を抑え、汚染施設は薬剤やハウス密閉処理を行い、施設外への移動を制限することも必要である。

おわりに

ウリ科野菜のウイルス病、特に TSWV を中心に本県

における発生と防除の現状について紹介したが、研究が緒についた段階で不明な点が多く、十分な論議ができない。本県は地理的にウイルス病の発生に特殊性が見られ、その発生生態や伝染環、媒介虫の種類や分散など解決すべき課題が多い。これらの基礎的問題を解決することにより、効率的な防除技術が確立されると思われる。

引用文献

- 1) 外間数男ら (1985) : 沖縄農試報 10 : 123~127.
- 2) ——— : 渡嘉敷唯助 (1986) : 九病虫研会報 32 : 45~48.
- 3) 大津善弘ら (1985) : 日植病報 51 : 234~237.
- 4) 新海 昭・中野正明 (1985) : 九州農業試験研究推進会議昭和59年度試験研究成績計画概要集一病害虫一 : 115.
- 5) 都丸敏一ら (1982) : 日植病報 48 : 336~339.
- 6) 宇杉富雄ら (1987) : 昭和61年度病害虫に関する九州地域試験研究打合せ会議資料 : 125.
- 7) 渡邊康正ら (1987) : 昭和61年度熱帯農業試験研究推進会議、「熱帯、亜熱帯における野菜の生産安定」研究推進分会資料(熱帯農業研究センター) : 86~98.
- 8) 与那覇哲義・狩倉孝一 (1985) : 沖縄農業研究会第24回講要 : 15~16.
- 9) ——— (1986 a) : 緑と生活 6 (5) : 55~57.
- 10) ——— (1986 b) : 同上 6 (6) : 60~61.
- 11) ——— ら (1977) : 琉球大農学報 24 : 181~190.
- 12) ——— (1979) : 今月の農薬 23 (11) : 128~131.

特集：暖地・亜熱帯のウイルス病〔3〕

# パパヤのウイルス病

琉球大学農学部植物病理学教室 与那覇 哲 義

## はじめに

沖縄県におけるパパヤのウイルス病の発生は、1954年に沖縄本島北部で初めて認められた。その後、パパヤの栽培普及に伴って本病の発生地域は拡大し、1960年には沖縄群島、宮古群島及び八重山群島の各地でまん延し、著しい被害を生じたことで注目をひいた。

本病については、小室(1960)はパパヤのモザイク病の病徴は papaya bunchy-top virus 及び papaya ring-spot virus によるものに該当しないと、またパパヤを含む数種植物に汁液接種したが、いずれの植物でも汁液接種は成功しなかったと述べている。与那覇(1962)は本病の汁液伝染を認め、ウイルスの物理的性質などを調べた。津止(1971)は、本病がモモアカブラムシにより非永続的に伝搬されることを明らかにし、発生状況及び防除法について報告している。

パパヤ (*Carica papaya* L.) は草本様の常緑小高木で、その生育はきわめて早く、植え付け後1年以内に初収穫でき、周年着果する多収性の果樹である。パパヤは古くから県内各地で栽培されてきたが、戦後、生食用パパヤの需要が増大したため、1952年ごろにはハワイをはじめ諸外国から生食用や加工用品種を導入し、その栽培普及が行われた。そのため各地で多く栽培されたが、栽培面積ははだいに減少した。近年、パパヤの需要が増え、その増産が要望されて各地で栽培の機運が高まっている。しかし、いまだ栽培面積及び生産量は低迷している。

このようなパパヤの生産不振の原因の一つにウイルス病の発生が関与している。ウイルスに感染したパパヤは株全体が衰弱し、着果が減少して果実の小型化及び種々の症状を示し、多大な被害を生ずる。本病はパパヤ生産上の大きな障害となっているため、その防除対策の確立が必要である。

筆者は1973年以来、本病に関する研究を行ってきた。本稿では、本病の病徴、病原ウイルス、発生生態及び防除対策について記述する。

## I 病 徴

本病の病徴は、ウイルスの系統、パパヤの品種及び環境条件などにより異なる。ウイルス系統による病徴は後述することにして、ここでは自然感染株について述べる。

ウイルス感染株は葉、茎、葉柄及び果実に種々の病斑が現れ、株全体が衰弱する。その病徴発現は温度や土壌条件の影響が大きく、病徴が急速に変化する。

一般に高温期(4~10月)における多くの病株は主にモザイク葉を生じ、軽い奇形葉がわずかに現れる(第1図)。ことに適潤状態では葉のモザイク症状がさらに鮮明となって、茎、葉柄及び果実には多数の病斑が現れる。この時期では病株の衰弱は概して軽く、着果も少なくない。一方、低温期(11~3月)にはほとんどの病株に奇形葉が多数現れて著しく衰弱する(第2図)。乾燥したやせた土壌では激しい奇形葉を生じた株が多く、なかには新葉が欠損したものの、茎の先端部に小枝葉が叢生した重症株が観察される。低温期の病株は着果数は減少するが、茎、葉柄及び果実の症状は軽微である。

**葉の病徴：**葉はモザイク症状のみを示すものと、モザイク状で奇形化するものに二大別できる。モザイク葉は退色斑紋の散在、れん葉症状、黄斑モザイクを呈するが、品種によってモザイク状で葉緑が巻き上がるものもある。多くの病葉には淡褐色の斑点が現れる。奇形葉は葉脈または葉肉部の一部が欠損したものの、飛び葉状及び葉脈や葉肉のほとんどが退化消失したものなど種々の奇形

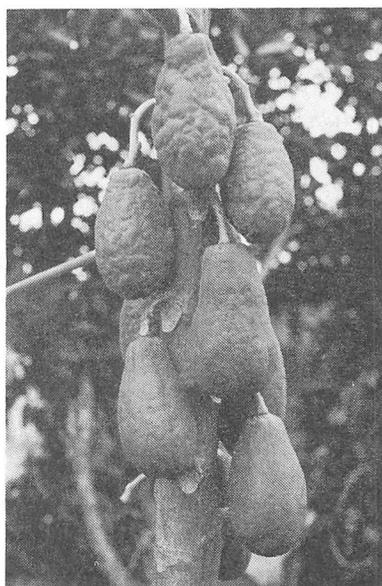


第1図 モザイク症状株

A Virus Disease of Papaya. By Tetsuyoshi YONAHARA



第2図 奇形葉株

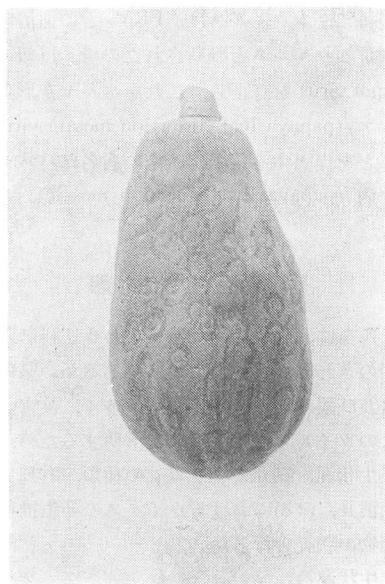


第4図 果実の輪紋・こぶ状斑

葉が見られる。その葉面には退色斑や濃緑斑を生じ、なかには濃緑斑が隆起して火ぶくれ症状を呈するものもある。ときにひだ葉 (enation) も現れる。

**茎や葉柄の病徴**：茎の肥大が大きく阻害され、Solo種は健全株の  $1/3 \sim 1/2$  大となる。茎の黄緑部には濃緑色あるいは水浸状の斑点及び条斑が現れる。また、葉柄には茎と同様の病斑が形成されるが、茎の病斑に比べて長い。モザイク葉の葉柄は、ときにいくぶんねじれたり、脱落することがある。奇形葉の葉柄は大小や長短の不均一となる。

**果実の病徴**：果実には濃緑色及び淡褐色の輪紋症状がもっとも多く現れる (第3図)。これは大小の二重～三重の輪紋を呈する場合が多く、なかには輪紋内側が隆起してこぶ状斑を示すもの、輪紋の形成は不明りょうである。



第3図 果実の輪紋症状

るが、果実全体にこぶ状斑が現れる (第4図)。そのほか濃緑色及び退緑色の斑紋を示した果実も見られる。退色斑は低温期の病株で多く見られる。

上記のように、パパヤの病徴は急速に変化するが、これは草本植物の病徴発現と類似している。また、奇形葉の出現程度は病株の活力の低下により差異がある。果実のこぶ状斑は本病の特徴といえる。

## II 病原ウイルス

パパヤの病原ウイルスとして現在、papaya ringspot virus (PRV), papaya mosaic virus, tomato spotted wilt virus, tobacco ringspot virus 及び rhabdovirus が報告されている (COOK, 1972; PURCIFULL et al., 1984)。これらウイルスのうちで、PRV は世界に広く分布し、各国において発生、被害がもっとも大きい potyvirus 群のウイルスである。ウイルス系統は主にパパヤから分離された PRV-P 系とパパヤに感染しない PRV-W 系 (=watermelon mosaic virus 1) が知られている。

本県のパパヤに発生するウイルス (以下、本ウイルスと略す) は potyvirus 群に属するウイルスである。ウイルス分離株はパパヤ (Solo 種) の病徴型により、黄斑モザイクと奇形葉モザイクに二大別され、さらに各ウイルス株の病徴、干渉効果などの性状を調べた結果、黄斑モザイク系統、奇形葉モザイク系統及びモザイク系統に類別された。黄斑モザイク系のウイルス株は石垣市の病株

から分離された。奇形葉モザイク系のウイルス株は各地の病株の多くから分離された。モザイク系のウイルス株は那覇市首里石嶺の病株から分離された。このウイルス株が分離された当初の試験では軽い奇形葉が現れたが、その後は病徴が軽減化し、さらに奇形葉モザイク系との干渉効果が認められることで区別された。

本ウイルスの病徴及び諸性質について以下に述べる。

**パパヤの病徴：**黄斑モザイク系は、葉に初め葉脈透化を生じ、のちに退色斑の散在あるいは葉脈に沿って退緑症状が現れる。病状が進展すると頂葉が完全に退緑して黄斑モザイク症状を呈する。低温期にはモザイク症状は軽くなるが、11~12月と3月に上位葉に葉脈えそ症状が現れる。茎や葉柄には濃緑色の斑点及び条斑が形成される。果実には濃緑色の大小の輪紋や斑点を生じ、輪紋内側がいくぶんふくれあがる。病株の衰弱は比較的軽い。

奇形葉モザイク系では、頂葉に初め葉脈透化が現れる。のちに退色斑紋を生じ、これが拡大癒合してモザイク状を示し、淡褐色の斑点が現れる。病状が進展すると奇形葉が発現し、その葉面の濃緑斑はいくぶんふくれあがった軽い火ぶくれ症状を生ずる。ウイルス株の中には激しい奇形葉を多数生じ、新葉の出現が一時停滞するが、間もなく先端部に小枝葉が叢生する。茎や葉柄には濃緑色の斑紋や条斑が形成される。果実には濃緑色の大小の輪紋を生じ、こぶ状斑も生ずる。病株は著しく衰弱し、着果は少ない。特に Solo 種の果実は小型化する。

モザイク系では、頂葉に初め不明りょうな退色斑が現れる。のちに退色斑及び葉脈透化症状を示し、一部の葉先に軽い奇形化が見られる。茎、葉柄及び果実の症状は上記のウイルス系統のそれと類似するが、病斑の発現程度はきわめて軽微である。病株の生育、樹勢は健全株とあまり差異はない。

**伝染方法：**いずれのウイルス系統も容易に汁液伝染する。またモモアカアブラムシ、ワタアブラムシなど6種類のアブラムシにより非永続的に伝搬された。その伝搬率はウイルス株間に若干の差異があり、黄斑モザイク系の伝搬は低率であった。

**寄主範囲：**多数の植物に汁液接種したところ、多くのウイルス株はパパヤとベポカボチャに全身感染した。奇形葉モザイク系のウイルス株 (PV-4) は、上記感染植物のほかキュウリ、シロウリ及びリュウキュウクロミノズメウリに全身感染が認められた。

**物理的性質：**黄斑モザイク系、奇形葉モザイク系、モザイク系の耐熱性はそれぞれ 50~53°C, 55~60°C, 50~55°C, 耐希釈性は 10<sup>-2</sup>~10<sup>-3</sup>, 10<sup>-3</sup>~10<sup>-4</sup>, 10<sup>-2</sup>~10<sup>-3</sup>, 耐保存性 (20°C) は 12~18 時間, 48~72 時間,

18~24 時間であった。

**干渉効果：**黄斑モザイク系と奇形葉モザイク系のウイルス株間には干渉作用はなかったが、モザイク系と奇形葉モザイク系のウイルス株間には高い干渉効果が認められた (与那覇, 1986)。

**電顕観察：**すべてのウイルス株の粒子はひも状で、長さ 700~800 nm, 幅は約 12 nm であった。各ウイルス株のパパヤ感染葉細胞の細胞質内には風車状封入体及び帯状封入体が観察された。また、dip 法試料中には層板状の封入体片が多数検出された。

**血清学的関係：**免疫電顕法及び寒天ゲル内拡散法による血清試験では、ウイルス系統間の血清学的性質に差異は見られなかった。また、これらのウイルス株はケカラスウリから分離された potyvirus と相互に反応したが、スパーを生じた。しかし、PRV-HA, PRV-Mosaic, PRV-Wilt 及び沖縄のウリ類から分離された WMV-1 のウイルス株との血清反応は認められなかった。

前述のように本ウイルスのパパヤの病徴、ウリ科の感染性、アブラムシによる非永続的伝搬及びウイルス粒子の形態が papaya ringspot virus のそれに類似することから、奇形葉モザイク系のウイルス株は papaya ringspot virus と同定して報告した (与那覇, 1976)。また、黄斑モザイク系は PRV との異同は明確にできないウイルスとして報告した (与那覇, 1977)。ところが、最近、外国の PRV 抗血清及びウイルス株と本ウイルスとの血清的比較試験の結果、血清学的関係のないことが認められた (与那覇, 1985)。

したがって、本ウイルスは、PRV との血清学的関係のない別種のウイルスと判断されたので、既報の papaya ringspot virus を訂正し、これをパパヤ奇形葉モザイクウイルス (papaya leaf-distortion mosaic virus) に改正することを提唱する。また、その病名はパパヤ奇形葉モザイク病 (papaya leaf-distortion mosaic) と呼称したい。

### III 発生生態

本ウイルスは、感染植物がパパヤとウリ科に限られる寄主範囲のきわめて狭いウイルスであるが、県内各地の宅地栽培及び園栽培における発生は多く、被害は甚大である。このウイルスの発生生態を解明するため、各地における発生状況、媒介アブラムシの種類、有翅アブラムシの発生消長、ほ場におけるウイルスの発生推移及び自然感染植物の調査を行った。

#### 1 発生状況

1973~1975 年に沖縄群島、宮古群島及び八重山群島

の各地域における、主に宅地栽培での発生調査を行った。調査結果は第1表に示したように、1975年2月現在、南大東村及び北大東村のパパイアにはウイルス病の発生は認められなかった。なお現在でも、両村においてウイルス病が発生した報告はない。しかし、沖縄、宮古、八重山の各市町村における宅地に栽培されているパパイア成木の多くはウイルス病に感染し、モザイク症状や激しい奇形葉が現れた。その発病率は地域や集落によって差異があったが、95.6%以上の発病株率を示した。パパイアの栽培が盛んな地域ほど多く発生し、農村よりも都市地区に重症株が多く見られた。また、一部の園栽培についても調査した結果、ほとんどのほ場では1年内に全株が発病して著しい被害が認められた(第2表)。

2 媒介アブラムシの種類

若いパパイア病葉を獲得吸汁源に、パパイア(Solo)苗を検定植物に用いて媒介の有無を調べた。供試したすべてのウイルス株は、モモアカアブラムシ(*Myzus persicae*)、ワタアブラムシ(*Aphis gossypii*)、キョウチクトウアブラムシ(*Aphis nerii*)、ミカンミドリアブラムシ(*Aphis citricolor*)、マメアブラムシ(*Aphis craccivolor*)及びクサギノアブラムシ(*Aphis clerodendri*)により非永続的に伝搬された。

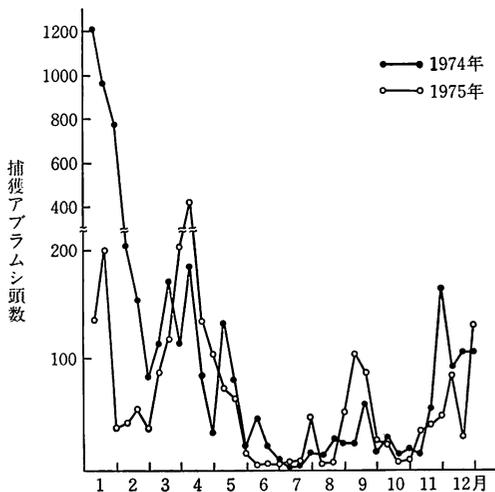
本県ではパパイアに寄生するアブラムシは、モモアカアブラムシ、ワタアブラムシのほか1種のアブラムシが報告されている(伊波, 1967; 東, 1968)が、一般にアブラムシ類がパパイアに寄生・増殖することはまれのようである。

第1表 1973~1975年の宅地栽培におけるウイルス病の発生調査

地域	市町村数	地点	調査数	発病数	発病率(%)
沖縄南部	15	101	2,957	2,871	97.0
南大東島	1	5	41	0	0
北大東島	1	5	34	0	0
沖縄中部	13	97	2,487	2,417	97.1
沖縄北部	10	78	1,166	1,115	95.6
宮古	5	41	1,076	1,047	97.3
八重山	3	28	595	577	96.9

第2表 園栽培におけるウイルス病の発生調査

調査地	植付年	調査年	調査月	調査数	発病数	発病率(%)
名護市東江	1973. 5	1974. 1	1	53	53	100
		1973. 6	6	36	36	100
具志頭村仲座	1972. 4	1973. 6	6	114	114	100
玉城村前川	1972. 5	1973. 6	6	88	88	100
玉城村船越	1972. 4	1973. 6	6	225	225	100
豊見城村上田	1973. 5	1974. 3	3	112	83	74.1
糸満市真栄平	1977. 6	1977. 11	11	247	247	100
浦添市大平	1978. 4	1979. 1	1			



第5図 那覇市首里における有翅アブラムシの飛来消長(黄色水盤)

3 有翅アブラムシの発生消長

1974~1975年に那覇市首里当蔵町(琉大構内)に黄色水盤を高さ150cmに設置し、有翅アブラムシの発生消長を調べた。その結果は第5図に示した。

第5図に示すとおり、有翅アブラムシは年中発生し、その飛来は1~5月と11~12月に多く、6~10月の飛来は減少したが、9月に飛来の小ピークが見られる。最盛期に捕獲されたアブラムシのうち、ワタアブラムシがもっとも多く(80%)、次いでモモアカアブラムシやニセダイコンアブラムシが多く飛来した。本県における有翅アブラムシの飛来消長は、九州以北での発生消長とはかなり異なる。また、アブラムシの飛来最盛期が11~5月の長期にわたる特徴が見られる(与那覇ら, 1976)。

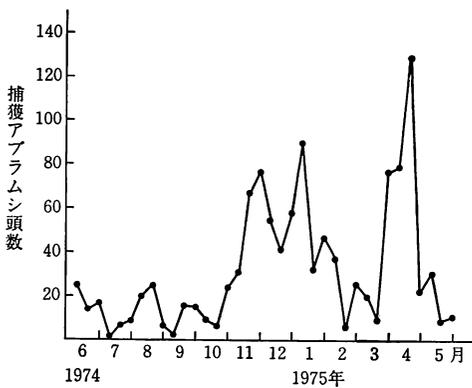
4 ウイルス病の発生推移

1974年に琉大農学部附属農場(那覇市首里石嶺町)に隣接した2ほ場に、ガラス室内で育成したパパイア苗を植え、ウイルス病の発生を調査するとともに、ほ場内に高さ150cmの黄色水盤を設置し、アブラムシの飛来消長を調べた。発生調査の結果を第3表に示した。すなわち、ウイルス病の発生はほ場A(5月植え付け)では9月10日に初発生が認められた。その後10月25日まで発病株が徐々に増加したが、11月10日以降は発病株が急速に増え、最終調査では96.3%の発病率を示した。一方、ほ場B(7月植え付け)では10月25日に初発生した。これはほ場Aより45日の遅発であるが、11月10日以降の発生はほ場Aと同様に発病株が急増して最終調査では95.8%の発病率を示した(与那覇ら,

第3表 調査ほ場におけるウイルス病の発生経過

調査月日	A			B		
	調査数	発病数	発病率 (%)	調査数	発病数	発病率 (%)
8月25日	83	0	0	96	0	0
9. 10	83	2	2.4	96	0	0
9. 25	83	2	2.4	96	0	0
10. 10	83	7	8.4	96	0	0
10. 25	83	8	9.6	96	3	3.1
11. 10	83	13	15.6	96	9	9.3
11. 25	83	36	43.3	96	49	51.0
12. 10	83	54	63.8	96	65	67.7
12. 25	83	72	86.7	96	82	85.4
1. 10	83	80	96.3	96	94	95.8

琉球大学農学部附属農場 (1975年)



第6図 パンパヤ園におけるアブラムシの飛来消長 (黄色水蝽)

1976)。

パンパヤ畑においても有翅アブラムシは年中飛来し、その飛来は6~10月は少なく、11~4月に多数飛来することが認められた(第6図)。

上記のように、調査ほ場におけるウイルス病の発生は、植え付け後3、4か月に初発生が見られ、その初期にあってはアブラムシの飛来は少なく、本病の発生は緩慢に推移した。しかし、11月上旬以降は発病株及びアブラムシの飛来とも急速に増加し、本病の発生とアブラムシの飛来がよく符合している。また、本病の一次発生は伝染源植物の多少やその距離などが関与すると考えられるが、本調査の5~8月間には保毒アブラムシの飛来がかなり少なかったものと考えられる。

### 5 各種植物におけるウイルスの発生調査

1975~1979年にパンパヤ病株周辺のウリ科植物を中心に13科51種268株の草本植物を用い、パンパヤ苗を檢定植物に汁液接種してウイルスの検出を試みたが、ウイルスに感染した植物は見いだされなかった。この結果より、パンパヤが重要な伝染源と考える。

## IV 防除対策

前述のように、本ウイルスはその感染植物がパンパヤとウリ科に限られた寄主範囲のきわめて狭いウイルスである。また、モモアカアブラムシ、ワタアブラムシなど6種アブラムシにより非永続的に伝搬される。本ウイルスはほ場周辺の感染植物から保毒した有翅アブラムシがパンパヤ畑に飛来することによって一次伝搬がおき、その後は有翅アブラムシの媒介が主体となり発生が増大するものと考えられる。

したがって、本ウイルスの防除は主要な伝染源であるパンパヤ病株を除去することが有効な対策であろう。ちなみに、宮古郡下地町来間(面積2.75km<sup>2</sup>)においては1986年12月に島全体のパンパヤを伐採したのち、1987年4月下旬に約2,000本のパンパヤ(Solo)が植えられているが、1987年7月現在、ウイルス病の発生は認められていない。

ウイルス病の多発地域においては保毒アブラムシの飛来が多いので、パンパヤはハウス内で播種育成し、育苗期間中は寒冷紗被覆を行いアブラムシの侵入を防止する。また、パンパヤ苗はアブラムシの飛来が減少する時期に定植し、ほ場ではシルバーテープを張って保毒アブラムシの飛来を回避するとともに、殺虫剤を適宜散布することによりウイルス病の発生は軽減できるものとする。最近、各地で施設栽培が増えているが、これは露地栽培に比べてアブラムシの飛来防止ができることから、かなり発生が減少する。ハウスの立地によって収穫期までウイルスの発生が見られなかったところもあった。また、サトウキビを間作したほ場では、1年間ウイルス病の発生がなく、この栽培法による高い防除効果が認められた。

本ウイルスのモザイク系統は、強毒の奇形葉モザイク系統に対して高い干涉効果が認められている。しかし、モザイク系統の病原性には品種間差があるため、今後さらに安定した弱毒化を図れば、本病の防除に利用できると考える。

### 引用文献

- 1) 東 清二 (1968): 沖繩農業 7 (1): 21~25.
- 2) COOK, A. A. (1972): Tech. Bull. Fla. Agric. Exp. Stn. 750.
- 3) 伊波興清 (1967): 沖繩農業 6 (1): 29~49.
- 4) 小室康雄 (1962): 農業叢書 45: 30. 琉球政府経済局農務課, 沖繩.
- 5) PURCIFULL, D. E. (1972): CMI/AAB Description of plant viruses No. 84.
- 6) PURCIFULL, D. E. et al. (1984): ibid. No. 292.
- 7) 津止健市 (1971): 琉球農試報 72: 43~54.
- 8) 与那覇哲義 (1962): 沖繩農業 1: 37~44.
- 9) ——— (1976): 琉球大農学報 23: 115~124.
- 10) ——— (1976): 沖繩農業 14 (1): 7~15.
- 11) ——— (1985): 日植病報 51: 355.
- 12) ——— (1986): 同上 52: 110.

# オペラント箱内でのハトの採餌行動

——餌場の枯渇回避としての過少対応と抗負荷選択——

慶応義塾大学文学部心理学研究室 わた 渡 なべ 辺 しげる 茂

## I オペラント箱内での行動解析

心理学における動物実験は、心理学自体と同じくらい古い歴史を持っているが、その飛躍的な進歩は、スキナーの創始になる実験的行動分析の発展によるところが大きい。実験心理学の基本的研究方略は、有機体の環境を正確に制御し、その行動を測定することにより、両者の間の関数関係を同定することである。したがって、研究の第一段階としては人工的な制御が可能な環境に動物を置くことが重要である。スキナー箱、またはオペラント箱と呼ばれるものは動物をそのような環境に置くもので、必要に応じて視覚、聴覚その他の刺激を動物に与えることができる。この実験装置においてももう一つ重要な点は、反応の測定自動化である。ネズミ用のオペラント箱であればマイクロ・スイッチに接続したレバーが箱内にあり、そのレバーを押す行動がマイクロ・スイッチを介して測定される。その際にネズミが前肢で押したか、鼻で押したかといったことは問題にされず、レバーを押したという機能のみが問題とされる。このような反応測定の自動化によって欠落する情報があることは否めないが、自動化がもたらした恣意的な反応基準の排除と効率的なデータ蓄積は短所を補って余りあるものがある。

このオペラント箱のもう一つの特徴は給餌装置である。ネズミ用の装置であれば、小さな粒状の餌が反応の結果として自動的に与えられる。ハト用の装置では反応として箱の壁面に設置された丸窓（ベッキング・キーまたは単にキーと呼ばれる）をつつく行動を用い、給餌装置としては飼料の入った餌箱を一定時間（通常は4秒程度）呈示できるものを用いる。もちろん、オペラント箱には様々なタイプのものがあり、餌の代わりに電撃を呈示するものもある。

さて、反応が生じたときに餌を呈示することは強化(reinforcement)と呼ばれ、オペラント条件づけにおける基本的な概念である。このとき、餌そのものは強化子(reinforcer)と呼ばれる。同じように動物に訓練を行う

ものでも、条件反射といわれるものは条件刺激と無条件刺激を対にして動物に与えるもので、動物が反応するのを待って強化を与えるオペラント条件づけとは異なる手続きである。強化のもっとも単純なものは反応が生じたときに餌を与えるものであるが、それ以外に反応に応じて様々な強化の与えかたがあり、それらは強化スケジュールと呼ばれる。以降の議論に必要なので、それらの基本的なものを説明しておこう。一つのタイプは時間に依存するもので、ある強化が与えられてから一定時間後の反応が強化される FI (Fixed Interval) スケジュールと、その時間間隔が変動する VI (Variable Interval) スケジュールである。前者では強化直後には反応せず時間がたつにつれて頻回に反応する行動が観察され、後者では連続的に同じような頻度で反応する行動が見られる。これらのスケジュールでは、一定時間内の強化数に上限があるため、ごく低頻度で反応している場合を除き、反応頻度の増大が強化頻度の増大をもたらさないという性質を持つ。もう一つのタイプは反応頻度に依存するもので、一定回数後の反応が強化される FR (Fixed Ratio) スケジュールと、その回数が変動する VR (Variable Ratio) スケジュールがある。これらのスケジュールでは、動物は反応すればするほど多くの強化を得ることができる。これらの強化スケジュールは採餌行動の研究のために開発されたものではないが、統制された環境下での採餌行動と見なすことは可能であり、野外での採餌行動のモデル実験として種々のスケジュールの組み合わせが考案されている (COMMONS et al., 1983, 1987 など)。例えば、あるスケジュールを終了しないと次のスケジュールに移行せず、餌強化は二番目のスケジュールのみで得られるようにすれば、最初のスケジュールを探索 (search) 過程、次のスケジュールを摂餌 (handling) 過程と考えて、それぞれの過程での変数を検討することができる。

一方、オペラント箱内の行動は1強化当たりの反応数をその強化子の価格とした経済行動と考えることも可能で、強化を得るのに必要な反応数を増加させていけば価格弾力性を検討できるし、強化スケジュールを供給曲線として動物の需要曲線を経験的に求めることもできる。これらの研究分野は行動経済学と呼ばれるが (HURSH,

An Experimental Analysis of Pigeon's Foraging Behavior in Operant Chamber.—Undermatching and Contrafreeloading as a Risk Avoidance—. By Shigeru WATANABE

1980), 本稿に關係して重要な点は, 閉鎖經濟系と開放經濟系の區別である。通常のオペラント箱の實驗では, 動物の動機づけの状態を一定に保つため, 毎日の實驗終了後に一定の体重 (通常は自由摂食時の 80% 程度) を維持するように飼育ケージ内で餌を与える。したがって, オペラント箱内の行動はその個体の採餌行動のすべてではなく, 採餌行動全体としては實驗中の採餌と飼育ケージでの採餌の両方があることになる。このような状態は開放經濟系と呼ばれる。これに対し, 實驗中の餌の摂取量にかかわらず, それ以外の餌を一切与えない状態は閉鎖經濟系と呼ばれる。同じ強化子を用いても, どの經濟系を用いているかによって価格弾力性は当然異なってくる。特に, 24 時間オペラント箱内に動物を拘束して行く實驗系では, すべての採餌行動が記録されることになる。本稿で紹介する實驗のいくつかは, このような系で研究されたものである。

**II 強化頻度とオペラント反応の選択**  
——対応法則——

オペラント箱の中に二つのキーと給餌器があり, それぞれのキーに対する反応が独立の強化スケジュールで強化される状態は, 二つの採餌行動の選択と見なすことができる。今, それぞれのスケジュールが値の異なる VI スケジュールであったとすると二つのキーに対する反応  $B_1, B_2$  はそれぞれの反応に対して得られる強化の頻度  $r_1, r_2$  と次のような関係があると考えられた (HERRNSTEIN, 1970)。

$$B_1 / (B_1 + B_2) = r_1 / (r_1 + r_2) \dots\dots\dots (1)$$

ここで, VI スケジュールの性質を思い出してみよう。VI では, ごく低頻度の場合を除き, 反応頻度は強化頻度を決定しない。換言すれば, ここで得られたキーの選択はそれぞれの強化スケジュールによって形成された相対的な反応の強さを示す。この法則は強化と反応強度の関係を示す重要な法則であるが, その心理学上の問題点は本稿では触れない。なお, 対応法則はいわゆる「確率学習」とは異なるもので, 後者では二つのキーに対する反応の分配 ( $B_1/B_2$ ) がそれぞれのキーに対する反応によって得られる強化の確率の比 ( $r_1/B_1 / r_2/B_2$ ) に一致することを意味する。

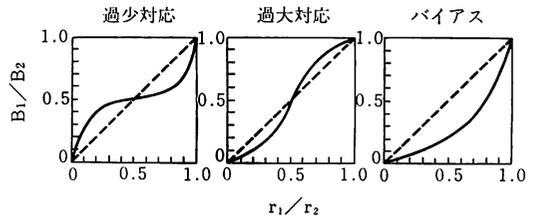
対応法則は, その後 BAUM (1974) によって次のように一般化されている。

$$B_1/B_2 = k(r_1/r_2)^a \dots\dots\dots (2)$$

または

$$\log(B_1/B_2) = a \cdot \log(r_1/r_2) + k \dots\dots\dots (3)$$

$a$  が 1 で  $k$  が 0 の場合を完全対応といい,  $a > 1$  であ



第1図 反応頻度と強化頻度の対応

過少対応では強化頻度の少ないほうに対する偏好が, 過大対応では強化頻度の大きいほうに対する偏好が見られる。バイアスは強化頻度にかかわらず一方のキーに対する偏好を示す。なお, 点線は完全な対応を示す。

れば過大対応,  $a < 1$  であれば過少対応という。また,  $k$  の値は反応のバイアス (どちらかのキーに対する偏好) を示す。それらの変数のふるまいは, 第1図に示されるとおりである。

対応法則は, VI の値を一定にしておいて一回の強化量を二つのキーで変えた場合にも, 反応があってから強化が与えられるまでの時間 (強化の遅延時間) を変えた場合にも認められる。さらに, キーの数を3個にした場合にも認められる。さらに, 一方のキーに対して反応している間の時間をそのキーに対する従事時間として, 従事時間の分配を測度としても対応法則は成り立つ。また, ハト以外にもネズミ, サル, ヒトなどにおいて対応法則が成り立つことが報告されている。

強化が反応頻度に依存して与えられる強化スケジュールを用いた場合にも, 対応法則は成り立つだろうか。FR スケジュールの場合は, 強化の数は反応数の定数倍にすぎないから問題にならない。VR の場合は VR の値を  $v$  として次の関係が成り立つ。

$$B_1/B_2 = k((v_1 \times r_1) / (v_2 \times r_2))^a$$

このように対応法則はオペラント箱のなかの採餌行動の選択をよく記述するが, 一般的な制限条件として交替遅延条件 (Change Over Delay) があげられる。これは一方のキーに反応したのち他方のキーに反応する場合, 二つの反応の間の時間が一定以上あいていないと無効とするもので, この条件を入れないと二つのキーを交互につつ交替反応が形成される場合があり, その場合には対応法則は成り立たない。

対応法則は反応の分配が得られる強化の割合に応じて決定されるというものであったが, 反応の分配に関してはもちろんこれ以外の考えかたもあり得る。代表的なものは, 強化の最大化するように反応を分配するというものである。VI スケジュールでは対応法則と最大化は

同じような反応の分配を予測してしまいが、VR どちらの組み合わせや、VR と VI の組み合わせでは、対応法則と最大化は異なる反応分配を予測する。一般に動物がオペラント箱の中で得られる餌を最大にするように行動しているか否かは解決されていない問題であるが、対応法則を支持するいくつかの実験が報告されている (DE-CARLO, 1985; MAZUR, 1981 など)。

このようなオペラント箱内での行動法則は、野外での行動にどの程度あてはまるだろうか。セキレイ (*Motacilla alba yarrelli*) は、自分のテリトリー内での採餌 (Tt) と群れでの採餌 (Tf) の両方を行う。両方の採餌時間と得られた餌の頻度 (Rt と Rf) との関係は次のようであった (HOUSTON, 1986)。

$$\log(Tf/Tt) = .97\log(Rf/Rt) - .26$$

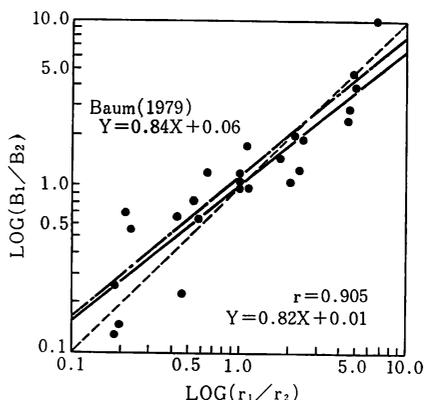
したがって、過少対応とテリトリーの採餌へのバイアスが得られたことになるが、これは冬季にはテリトリー内での採餌のみが可能になるためと考えられる。

### III 対応法則からの逸脱——過少対応——

式 (2) において、 $a$  が 1 より小さい場合は過少対応と呼ばれるが、これは有機体が強化頻度の少ないほうに、強化頻度から期待される以上に多く反応することを意味する。実際には  $a$  が 1 である場合よりも過少対応を示す場合のほうが多い。今までに報告されているハトの実験で、個体ごとのデータが示されている 137 例を調べてみると、117 例までが過少対応であった。さらに、この現象はハトに限った現象ではなく、ネズミやウシなどでも同じ傾向が報告されている。次に実験例によってこの現象を示そう (TAGA and WATANABE, 1987)。

実験には、自由に摂食したときの 80% に体重を制限したハト 5 個体を用いた。オペラント箱は通常のものよりやや大きく、2 個のキーの下にそれぞれ給餌器が設置されている。給餌器の中には混合飼料が入っており、平均 1.8 分、2.25 分、3 分、4.5 分及び 9 分の 5 種類の VI スケジュールが二つのキーに割り当てられ、その組み合わせで訓練が行われる。1 日の訓練は 42 回の強化が得られるまで行われる。1 日の総反応数の変動が 3 日間で 5 反応/分以内になった場合に次の組み合わせに移行することにし、各条件の最終 3 セッションをデータとしてまとめたものが第 2 図に示されている。結果は明らかに過少対応を示している。しかし、式 (2) で示された一般化された対応法則はよく行動の分配を記述しており、相関係数は .905 である。個体ごとに見てみると、5 個体中 4 個体が過少対応を示していた。

先に述べたように、過少対応はかなり一般的に観察さ



第 2 図 5 個体のハトの反応頻度と強化頻度の関係  
実線は 5 個体のハトの平均、一点鎖線は BAUM (1979) が求めたもの。

れる現象であるが、何がこの現象を生ぜしめているのだろうか。交替遅延条件をなくしたり短くしたりすると過少対応は見られなくなることから、まず考えられることは二つのキー間の弁別の不全である。もし、有機体が二つの餌場の差に気がつかないとすれば、結果的により収量の少ない餌場でも比較的多くの採餌行動を示すと考えられる。しかしながら、キーの区別がよくつくようにそれぞれのキーに異なる色を付けても過少対応は認められ、また、採餌行動自体の区別がよくつくようにキーつきとレバー押しの組み合わせにしても、やはり過少対応が認められる。

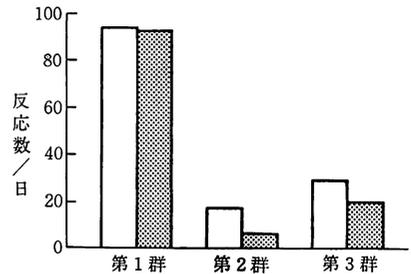
### IV 不必要なオペラント採餌行動 ——抗負荷選択——

過少対応は、強化頻度の少ないほうのキーに対応法則から期待される以上に反応することであった。換言すれば、ハトは強化頻度の少ないほうのキーでは高いコストで餌を得ていたことになる。この状態の極端な場合は抗負荷選択 (contrafreeloading) として知られている。この実験では、オペラント箱の中にキーつきによって呈示される餌箱とは別に、自由に摂取できる餌箱を設置する。したがって、ハトはキーをつつくことなしに餌を得ることができる。実際に実験を行うと、ハトはこのような条件下でもキーをつつきを行うことがわかった。この現象は NEURINGER (1969) によって抗負荷選択と呼ばれた。

さて、この現象にかかわる要因としては、まずキーつきそのものの持つ強化効果が考えられる。ハトは餌が得られるか否かにかかわりなくキーをつついて

もしれない。この要因は、オペラント箱内にそれをつくことによって餌が呈示されるキーとそうでないキーを設け、それぞれに対する反応頻度を調べることによって検討できる。もう一つの要因は、キーつきによって作動する給餌装置のソレノイドの音や餌箱を照らす照明などの感性強化、さらに餌の視覚的刺激としての感性強化である。これらの要因は、キーつきによって空の餌箱が呈示される場合、餌は入っており見ることにはできるが摂取することはできない場合をそれぞれ実験条件として設定することによって検討できる。次に述べる実験は、これらの要因を検討したものである (WATANABE, 1987)。

実験に用いたのは、実験の経験のない 18 個体のハトである。いずれも実験開始前に餌を自由摂取させており、体重の制限は受けていない。オペラント箱の中には二つのキーがあるが、このうち一方のキーはつづいたときに接続しているマイクロスイッチの作動音がするのみで、餌箱の呈示は一切行わない。ハトは 6 個体ずつ 3 群に分けられる。第 1 群はキーつきによって餌箱が呈示される。第 2 群は空の餌箱が呈示される。そして、第 3 群は餌の入った餌箱が呈示されるが、透明プラスチックのカバーがあり、見ることはできるが実際に食べることはできない。各群ともオペラント箱内にはキーつきによって作動する餌箱以外に、自由に摂取できる餌箱と水入れが置かれている。実験期間中は各ハトともオペラント箱内に 24 時間中拘束されており、実験は毎日朝 6 時に開始され夕方 6 時に終了する。この間はオペラント箱内の室内灯及びキーが点灯されている。この条件で 20 日間実験を行ったところ、第 1 群の 2 個体のみが餌箱に接続されているキーに対して明りょうなキーつきを行った。この間キーつきを形成するための特別な訓練は行っていないので、この 2 個体は自発的にキーつきによる採餌行動を獲得したことになる。次に、自由に摂取できる餌箱を取り除いて 20 日間実験を行った。ただし、各群ともキーつきによって作動する餌箱には餌が入っており、それを摂取することができる。逆に、自由に摂取できる餌箱はないので、どのハトもキーつきをしなければ餌を取ることができない。第 1 群の 4 個体、第 2 群、第 3 群の各 3 個体がキーつきによる餌の摂取を行った。他の個体は餌が摂取できないため、体重が実験前の 70% 以下になったので、実験を中止した。この場合もキーつきを形成するための特別な訓練は行っていないので、キーつきを獲得した個体は自発的にキーつきによる採餌行動を獲得したことになる。次に、キーつきを獲得した個体のみを用いて各群とも最初の条件に戻し、自由に摂取できる餌をオペラント箱内に設置



第3図 抗負荷選択の例

第 1 群はキーつきによって餌が得られるが、第 2 群は空の餌箱、第 3 群は餌は入っているが摂取できない餌箱が呈示される。各群ともキーつき以外に自由に摂取できる餌箱がある。明らかに第 1 群のみでキーつきの維持が認められる。なお、白四角は 20 日間の平均、黒四角は最終 5 日間の平均を示す。

して 20 日間の実験を行った。この 20 日間の平均反応数と最終 5 日間の平均反応数を第 3 図に示す。明らかに第 1 群のみで行動の維持が認められる。したがって、抗負荷選択はその行動が実際に餌の摂取をもたらす場合のみに認められることを示す。自由に摂取できる餌がない条件での第 1 群の平均反応数は、20 日間の平均でも最終 5 日間の平均でもおよそ 300 回であるので、自由に摂取できる餌がある場合にはキーつきを介する採餌行動は約 1/3 に減少したことになる。また、餌箱に接続していないほうのキーに対する全群の平均反応数は 20 日間平均で 3.6 回、最終 5 日間平均で 2.1 回なので、餌の視覚刺激や餌箱の作動音もキーに付属したマイクロスイッチの音よりは強化効果があったと考えられる。

NEURINGER の報告では、ハトがオペラントを介する採餌行動を自由摂取の採餌行動より好むとされているが、そのデータを詳細に検討すると必ずしもそのような主張が適当とは思えない。また、その後ニワトリが総摂取量の 20% をオペラントを介する採餌行動で摂取すること (DUNCAN and HUGHES, 1972)、カラスにおいてはほぼ等しい量を自由摂取とオペラントを介する採餌行動でとることが抗負荷選択の実験で示されている。

抗負荷選択を採餌行動の分配と考えれば、自由に得られる餌があるにもかかわらず、キーつきによる採餌を維持することは、よりコストがかかる採餌行動の維持であり、過少対応の現象と一致すると思われる。

## V 飼育ケージ内での採餌行動の選択

抗負荷選択がコストのかかる採餌行動の維持であるならば、同じような現象がオペラント箱以外の事態でも認

められるはずである。そこで6個体のハトを用いて、飼育ケージ内での採餌行動の検討を行った(WATANABE, 1987)。ハト用個別飼育ケージ(夏目製作所)内の2か所に餌箱を設置する。餌箱にはそれぞれ100gの混合飼料が入られる。100gの混合飼料はハトが体重を維持するのに十分な餌の量であり、したがって、理論上は一方の餌箱からの採餌のみでの体重維持が可能である。はじめに20日間二つの餌箱を床から5cmの所に設置し、各餌箱からの摂取量を測定した。次に、一方の餌箱の位置を20cmに変えてやはり20日間それぞれの摂取量を測定した。その結果、二つの餌箱が同じ高さにある場合には両方の餌箱からはほぼ等量を摂取し、一方の高さが20cmになった場合には約2/3の量を低いほうの餌箱から摂取することがわかった。したがって、ハトは採餌に不便であるにもかかわらず、高い位置の餌箱での採餌を維持したことになる。

しかしこの場合には、飼料として混合飼料を用いているので、一方の餌箱で好きな種類の餌を摂り尽くしたのち、他方の餌箱での摂取を行うとも考えられる。そこで、新たに6個体のハトを用いて、混合飼料ではなくトウモロコシのみを餌として同じ実験を繰り返した。その結果、やはりハトが両方の餌箱から採餌を行うことがわかった。

## VI 考察——餌場の枯渇回避としての採餌行動の分配——

過少対応、抗負荷選択そして飼育ケージの中での餌箱の選択は、採餌行動の選択一般にとってどのような意味を持つだろうか。これらの現象は一見採餌の最適化から逸脱しているように見える。過少対応では強化頻度の少ないほうのキーに対して必要以上に反応しており、抗負荷選択では自由に得られる餌があるにもかかわらず、キーをつついて餌を得ている。そして、飼育箱の中でも体重維持に必要な量の餌が容易に得られるのに、他の餌箱からの採餌を行っている。つまり、動物はよけいな行動をしているように見える。

これらのよけいな行動はそれぞれの実験系の中だけで見ると非適応的に見える。しかしながら、これらの行動をより長期的な視点から見ると、それらが一定に適応的な意味を持つようにも思える。もし動物が一つの餌場のみでの採餌を行っていた場合、その餌場の枯渇はその動物の生存を脅かすことになる。しかし、もし動物が採餌行動をいくつかの餌場に分配していた場合には、一つの餌場の枯渇は他の餌場での採餌によって補うことができる。したがって、過少対応や抗負荷選択は短期的には非適応的であっても、特定の餌場の枯渇による危機を回避できるという意味において、長期的には適応的である。もちろん、このことは動物がいかなる場合にも採餌行動をいくつかの餌場に分配することを意味しない。実際、抗負荷選択は強化に必要な反応数を多くするなどして、キーに対する負荷を強くすると消失することが知られている。

オペラント箱内での行動の解析に、これらの長期的適応の視点を導入することの可否は今後の研究を待たなくてはならないが、実験室内の、変数が厳密に統制された行動研究と野外での行動研究の統一的理解は、双方の分野の研究に寄与することが大であると思われる。

## 引用文献

- 1) BAUM, W. M. (1974) : J. Exp. Anal. Behav. 22 : 231~242.
- 2) ——— (1979) : *ibid.* 32 : 269~281.
- 3) COMMONS, M. L. et al. (1983) : *Quantitative analysis of behavior*, 2., Lawrence Erlbaum Associates.
- 4) ——— et al. (1987) : *ibid.* 6., Lawrence Erlbaum Associates.
- 5) DECARLO, L. T. (1985) : J. Exp. Anal. Behav. 43 : 75~81.
- 6) DUNCAN, I. J. H. and B. O. HUGHES (1972) : Anim. Behav. 20 : 775~777.
- 7) HERRNSTEIN, R. J. (1970) : J. Exp. Anal. Behav. 13 : 243~266.
- 8) HOUSTON, A. I. (1986) : *ibid.* 45 : 15~18.
- 9) HURSH, S. R. (1980) : *ibid.* 34 : 219~238.
- 10) MAZUR, J. E. (1981) : Sci. 214 : 823~825.
- 11) NEURINGER, A. J. (1969) : *ibid.* 166 : 399~401.
- 12) TAGA, T. and S. WATANABE (1987) : Phil. J. Psychol. (in press)
- 13) WATANABE, S. (1987) : *ibid.* (in press)

# 小笠原諸島の作物菌類病

農林水産省農業環境技術研究所 <sup>ま</sup>佐 <sup>とう</sup>藤 <sup>とよ</sup>豊 <sup>ぞう</sup>三

## はじめに

小笠原諸島は、日本列島の南約 1,000 km にある一群の大洋島で、大小 30 余りの島から成り、気候的には亜熱帯に属する。これらの島々のうち農耕が営まれているのは父島及び母島の 2 島で、主に野菜、花き・観葉植物及び熱帯果実類を生産している。小笠原諸島がわが国に返還されてから来年で 20 年を迎えるが、同諸島の作物の病気及び植物寄生菌類に関しては、梅沢 (1969)、飯嶋 (1974)、HARADA (1979)、KATUMOTO と HARADA (1979) 及び HARADA と KATUMOTO (1981) が断片的な報告を行ったにすぎない。筆者は 1982 年 7 月より 1987 年 3 月まで、東京都小笠原亜熱帯農業センターの職員として、現地において植物菌類病の調査を行ってきた。ここでは、農作物を中心とした有用植物について確認できた菌類病を紹介する。

## I 確認された作物菌類病

父島及び母島に栽培される、あるいは自生する 26 種の作物及び有用植物に、24 種の糸状菌を病原とする延べ 41 種類の病気が上記在島期間中に確認された。以下にそれらの病名、病原菌及び発生地 (( ) 内に併記) を作物別に列記し、発生状況など若干の説明を加える。病名、病原菌及び宿主の種名は日本有用植物病名目録 (日本植物病理学会, 1975, 1980; 日本植物防疫協会, 1984) に従い、同目録に記載のないものについては病名などの出典を明記し、わが国で未報告の病気については新称を提案した。また、各病気の病原菌の詳細については佐藤 (1987) を参照されたい。なお、病名に\*印を付したものは小笠原諸島初記録を示す。

### I 野菜

(1) トマト (*Lycopersicon esculentum* MILL.)

- 1) 灰色疫病\* (*Phytophthora capsici* LEONIAN, 父島): 小笠原諸島ではトマトは冬期の露地栽培が盛んであるため、12 月から 3 月にかけて本病が見られる。着生果及び収穫後追熟中の果実に発生するが、被害は大きくない。

- 2) うどんこ病\* (*Erysiphe cichoracearum* DE CANDOLLE, 父島, 母島): 本病は 1985 年 3 月から母島の施設で激発し、その翌年には父島各地の冬作露地トマトにも発生するようになった。

(2) キュウリ (*Cucumis sativus* L.)

- 1) つる枯病\* (*Mycosphaerella melonis* (PASSERINI) CHIU et WALKER, 母島): 本病はキュウリのほか、後述のメロンに育苗の段階から多発し、連年発生して大きな被害を与えている。
- 2) うどんこ病 (*Sphaerotheca fuliginea* (SCHLECHTENDAHL) POLLACCII, 父島, 母島): 飯嶋が 1972 年に本病の発生を認めているところから、ウリ類に連年発生してきたものと思われる。年間を通じて宿主の生育中・後期に乾燥が続くと多発し、中程度の被害を与える。

- 3) つる割病\* (*Fusarium oxysporum* SCHLECHTENDAHL f. sp. *cucumerinum* OWEN, 父島): 特に地下水面の高い湿潤な畑に常発が見られた。

(3) メロン (*Cucumis melo* L.)

- 1) 黒かび病\* (*Rhizopus stolonifer* (EHERENBERG ex FR.) LIND, 父島): 本病は静岡県などのマスクメロンで多発し、志田ら (1982) により病原菌が同定され、病名が付けられた。収穫後ネット系メロンの果梗部より急速に水浸状の病斑が広がる。

- 2) 白絹病\* (*Corticium rolfsii* CURZI, 父島): プリンスメロンの収穫直前の果実に水浸状の病斑を生じ、その表面に気中菌糸及び菌核を形成する。発生はむしろまれで被害も小さい。

- 3) つる枯病 (*M. melonis*, 父島, 母島): 病原菌はキュウリつる枯病菌と同種で、ネット系、マクワ系 (プリンスメロン) のどちらにも発生が見られた。

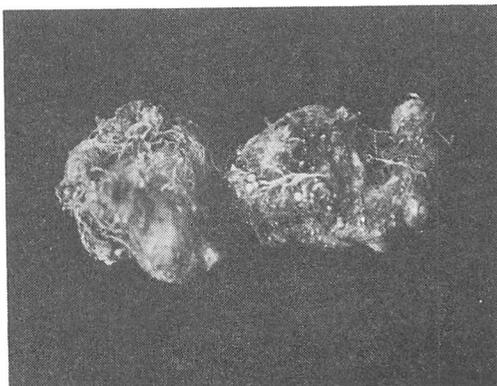
- 4) うどんこ病 (*S. fuliginea*, 父島, 母島): 病原菌はキュウリうどんこ病菌と同種で、プリンスメロンは秋期から冬、春期にかけての宿主となっている。

(4) スイカ (*Citrullus lanatus* (THUNB.) MATSUM. et NAKAI)

- 1) うどんこ病 (*S. fuliginea*, 母島): 病原菌はキュウリうどんこ病菌と同種で、スイカは同菌の春・夏期の宿主となっている。



第1図 カラジウム菌核病罹病球茎上の菌核



第2図 カラジウム白絹病罹病球茎

(5) カボチャ (*Cucurbita moschata* DUCH.)

1) うどんこ病 (*S. fuliginea*, 母島) : 前出のウリ類うどんこ病菌によって引き起こされる。カボチャは同病菌の冬期の宿主となっている。

(6) ニラ (*Allium tuberosum* ROTTLER)

1) さび病\* (*Puccinia allii* (DE CANDOLLE) RUDOLPHI, 父島) : 夏孢子世代による発病が周年見られたが、冬孢子の形成は認められない。夏期の発病は少ない。

(7) オクラ (*Abelmoschus esculentus* (L.) MOENCH)

1) 葉すず病\* (*Cercospora abelmoschi* ELLIS et EVERHART, 母島) : 生育後期のオクラに多発し早期落葉を引き起こす。本諸島では冬期露地でもオクラが枯死しないため、周年発生が見られた。

## 2 花き・観葉植物

(8) カラジウム (*Caladium bicolor* VENT.)

1) 菌核病\* (*Sclerotinia sclerotium* (LIBERT) DE BARY, 父島, 母島) : 貯蔵中のカラジウム球茎に発生し、その表面に特徴的な黒色の菌核を形成する(第1図)。本病は東京都八丈島の球茎養成畑で発生が確認されているが(飯嶋, 私信), 報告がないのでカラジウム菌核病 (sclerotinia rot) と命名したい。

2) 白絹病\* (*C. rolfii*, 父島) : 貯蔵中の球茎に発生し、その表面に白色菌糸及び小粒状菌核が形成される(第2図)。罹病球茎は腐敗し、ミイラ化に至る。本病は“southern blight”として記録があるが、和名がないので、カラジウム白絹病と命名したい。

(9) カナリーヤシ (*Phoenix canariensis* HORT. ex CHABAUD)

1) 黒つぼ病\* (*Graphiola phoenicis* (MOUGEOT) POITEAU, 父島) : 本病は次項のセネガルヤシにも発生し、両宿主葉に周年見られるが、被害は小さい。

(10) セネガルヤシ (*Phoenix reclinata* JACQ.)

2) 黒つぼ病\* (*G. phoenicis*, 父島) : 前項の罹病カナリーヤシの周辺には *Phoenix humilis* ROYLE var. *loureirii* BECC を含めて 10 種以上のヤシ類が植栽されているが、本病に感染していたのはセネガルヤシのみであった。同ヤシは本病菌の新宿主である。

## 3 牧草

(11) ソルゴー (*Sorghum bicolor* MOENCH)

1) さび病\* (*Puccinia purpurea* COOKE, 母島) : 夏期、宿主の生育中・後期に夏孢子世代による発病が著しい。

(12) スーダングラス (*Sorghum sudanense* STAPP)

1) さび病\* (*P. purpurea*, 父島, 母島) : 病原菌はソルゴーさび病菌と同種で、春から初冬にかけて夏孢子世代により発病するが、2~3 月には冬孢子世代の形成も見られる。

(13) ジョソングラス (*Sorghum halepense* PERS.)

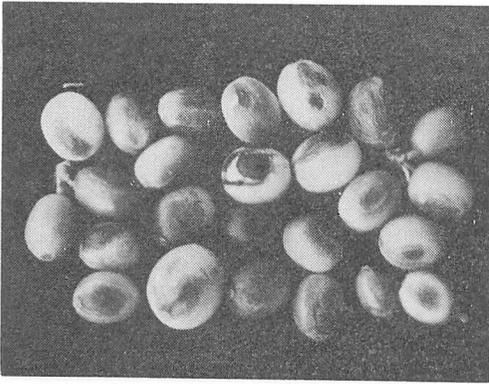
1) さび病\* (*P. purpurea*, 父島) : 現在小笠原ではジョソングラスは野生化して周年生育しており、この上で増殖した夏孢子がソルゴー、スーダングラスさび病の第一次感染源となっていると思われる。

## 4 特用作物

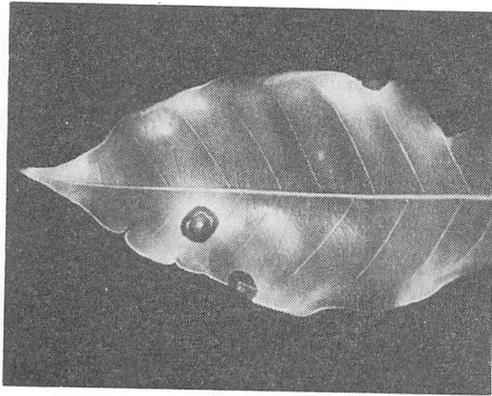
(14) デリス (*Derris elliptica* (ROXB.) BENTH.)

1) さび病 (*Uredo derridicola* Arth. et CUMMINS, 父島, 母島) : 本病は 1977 年母島で確認され (HARADA and KATUMOTO, 1981), その後本調査で父島にも分布することが明らかとなった。病名の記録がないのでデリスさび病 (rust) と命名したい。なお、デリスは戦前殺虫剤の原料として小笠原に導入・栽培されたマメ科植物であり、現在では野生化して山野に自生する。

(15) タバコ (*Nicotiana tabacum* L.)



第3図 コーヒー炭そ病罹病果実



第4図 コーヒー褐眼病罹病葉

1) うどんこ病\* (*E. cichoracearum*, 母島): 病原菌はトマトうどんこ病菌と同種。タバコも小笠原では過去の栽培株が野生化して、山野に自生する。

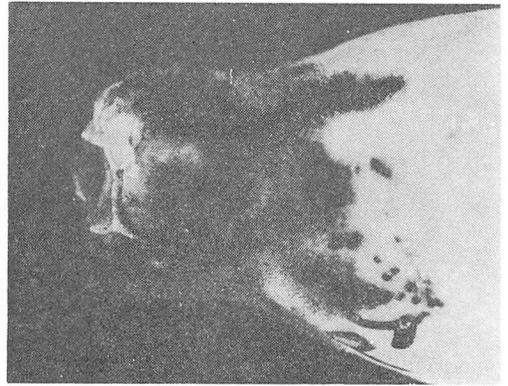
(16) サトウキビ (*Saccharum officinarum* L.)

1) 黒穂病 (*Ustilago scitaminea* (RABENHORST) P. et H. SYDOW, 父島, 母島): 本病は1914年母島において、1918年父島において発生したという記録があり、本諸島では歴史の古い病害と言える。出穂期の冬期のみならず、春～夏期にも発生する。

2) さび病 (*Puccinia kuehnii* (KRÜGER) BUTLER, 母島): 本病は HARADA (1979) により確認されたが、発生はまれで被害はほとんど見られない。本調査では夏孢子世代による発病が認められた。

(17) コーヒー (*Coffea arabica* L.)

1) 炭そ病\* (*Colletotrichum coffeanum* NOAK, 父島): 本病は枝葉及び果実に発生し(第3図)、枝が侵された場合枝全体の枯死と一果全果のミイラ化に至る。枝葉における発病は周年見られ、果実では成熟に至る秋冬期に多発する。病名は渡邊(1977)に従った。



第5図 パパイヤ黒かび病罹病果実

2) 褐眼病\* (*Cercospora coffeicola* BERK. et COOKE, 父島, 母島): 周年本病病斑が宿主葉上に見られるが(第4図)、被害は小さい。本病名も渡邊(1977)に従った。

(18) シマゲワ (*Morus australis* POIR.)

1) 褐色さび病 (*Uredo morifolia* SAWADA, 父島, 母島): HARADA (1979) は母島において本病を確認し、本調査で父島にも分布することが明らかとなった。周年発生が見られるが、冬期の発生は比較的少ない。

## 5 熱帯果樹

(19) パパイヤ (*Carica papaya* L.)

1) 軟腐病(疫病)\* (*Phytophthora nicotianae* VAN BREDA DE HAAN var. *parasitica* (DASTUR) WATERHOUSE, 父島, 母島): 夏期完熟に近い着生果及び追熟中の収穫果に発生し、水浸斑上にヤニとともに白いカビ(遊走子のう柄及び遊走子のう)を形成する。

2) 苗立枯病\* (*Phytophthora* sp., 母島): 本病は育苗時及び定植後間もない排水不良畑において、多雨時に発生が著しい。若い株ほど本病に激しく侵され、一畑が全滅に至る被害も見られた。

3) 黒かび病\* (*R. stolonifer*, 父島): 収穫後の完熟果の果梗部あるいは傷口より水浸状の病斑が広がり、その上に無数の黒い胞子のうが形成される(第5図)。病原菌は前出のメロン黒かび病菌と同種であるが、病名の記録がないのでパパイヤ黒かび病(rhizopus rot)と命名したい。

4) うどんこ病\* (*Ovulariopsis caricae* SAWADA, 父島, 母島): ハウス内で育苗中の幼苗に発生し、葉裏に分生子が形成される。被害は軽く定植後は発病が見られなかった。

5) 炭そ病 (*Glomerella cingulata* (STONEMAN)

SPAULDING et SCHRENK (*Colletotrichum gloeosporioides* PENZIG), 父島, 母島): 年間を通じて多雨時の後に多発し, 大きな被害が出ている。収穫後果実の追熟に伴って発生し, 暗色の陥没病斑中に肉色ないしピンク色の分生子塊を形成する。

(20) バナナ (*Musa acuminata* COLLA × *Musa balbiana* COLLA)

1) 炭そ病\* (*Gloeosporium musarum* COOKE et MASSEE (*Colletotrichum musae* (BERK. et CURT.) v. ARX), 父島): 着生果, 収穫果のいずれにおいても完熟に至ると頻繁に発生し, 黒色病斑上に肉色の分生子塊を形成する。

(21) レイシ (*Litchi chinensis* SONN.)

1) 黒かび病\* (*R. stolonifer*, 父島): 着生果の裂果部より発病し, 白色の胞子のう柄をそう生してその先端に黒色の胞子のうを形成する。病原菌はメロン黒かび病菌と同種であるが, 報告がないので, レイシ黒かび病 (rhizopus rot) と命名したい。

(22) バンレイシ (*Annona squamosa* L.)

1) 黒かび病\* (*R. stolonifer*, 父島): 追熟中の収穫果の傷口あるいは裂果部より発病し, 黒色の胞子のうを群生する。病原菌は前出の黒かび病菌と同種であるが, 記録がないので, バンレイシ黒かび病 (rhizopus rot) と命名したい。

2) 炭そ病\* (*Colletotrichum gloeosporioides* PENZIG, 父島): 果実表面に大型の暗色病斑を形成し, その上に肉色の分生子塊を形成する。病原菌種名は WEBER (1973) 及び KRANZ ら (1977) に従ったが, 病名の記録がないので, バンレイシ炭そ病 (anthracnose) と命名したい。

(23) トゲバンレイシ (*Annona muricata* L.)

1) 黒かび病\* (*R. stolonifer*, 父島): 冬期, 高温過湿状態のビニルハウス内で幼果に発生し, 落下, 腐敗に至る。前出の黒かび病菌によって引き起こされるが, 報告がないので, トゲバンレイシ黒かび病 (rhizopus rot) と命名したい。

2) 炭そ病\* (*C. gloeosporioides*, 父島): バンレイシ炭そ病菌と同種の菌により発病し, 果実表面の大型暗色病斑上に肉色の分生子塊を形成する。病名の報告がないので, トゲバンレイシ炭そ病と命名したい。

(24) パラミツ (*Autocarpus heterophylla* LAM.)

1) 黒かび病\* (*R. stolonifer*, 父島): 本病はメロンなどの黒かび病菌と同種の菌により引き起こされ, 幼果あるいは成熟果の裂果部に発生し, 罹病幼果は落果, 腐敗する。未報告の病気であるため, パラミツ

黒かび病 (rhizopus rot) と命名したい。

(25) アボカド (*Persea americana* MILLER)

1) 炭そ病\* (*G. cingulata* (*C. gloeosporioides*), 父島): パパイア炭そ病菌と同種の菌により, 着生果及び収穫果で発病する。果梗部からの発生が多く, 暗色病斑上に肉色の分生子塊を形成する。

(26) マンゴー (*Mangifera indica* L.)

1) 炭そ病\* (*Gloeosporium mangiferae* P. HENN., 父島): 果実のほか周年葉及び若枝を侵す。また 1~3 月花房の形成, 開花期に花が感染し, 着果が妨げられるため被害が大きい。

以上, 41 の病気のうち, 小笠原諸島初記録のものは病名 (\*印) が 30 種類であり, 病原菌では 17 種であった。また, 3 種の病原菌について 6 種の新宿主を明らかにし, 10 の病名を新たに提案した。

## おわりに

今回ここで紹介した菌類病は, 筆者の乏しい経験と知識により 5 年足らずの間に同定し得たもので, 小笠原諸島の作物病のごく一部にすぎない。同諸島の農業は現在日々発展を遂げており, 新作物の導入や施設化などによる栽培様式の変化に伴って, 新たな病害の発生が懸念される。また, 温暖な同諸島では年間を通して露地栽培が可能であるため, ウリ類のうどんこ病の例に見られるように, 畑に常時宿主があって病原菌の生存・増殖にはかえって都合の良い場合も少なくない。今後同諸島の植物病原菌類相及び作物菌類病の発生病態などを詳細に調査, 研究することにより, 現地の実状に即した総合的病害防除が可能となる。最後に, 本調査を様々な形で支えていただいた諸先生方, 先輩の方々, 東京都の関係諸氏及び現地の方々に厚く御礼申し上げる。

## 引用文献

- 1) HARADA, Y. (1979): Trans. Mycol. Soc. Japan 20: 44~50.
- 2) ——— and K. KATUMOTO (1981): ibid. 22: 409~411.
- 3) 飯嶋 勉 (1974): 東京都小笠原支庁産業課小笠原亜熱帯農業センター昭和 46・47 年度試験成績書, 95~96.
- 4) KATUMOTO, K. and Y. HARADA (1979): Trans. Mycol. Soc. Japan 20: 411~428.
- 5) KRANZ, J. et al. (1977): Diseases, pests and weeds in tropical crops. John Wiley & Sons, New York, 666 pp.
- 6) 佐藤豊三 (1987): 東京農試研報 20: 19~38.
- 7) 志田俊郎ら (1982): 日植病報 48: 702~704.
- 8) 梅沢幸治 (1969): 小笠原農業調査報告, 東京都, pp. 59~94.
- 9) 渡邊龍雄 (1977): 熱帯の果樹と作物の病害, 養賢堂, 東京, 308 pp.
- 10) WEBER, G. F. (1973): Bacterial and fungal diseases of plants in the tropics. University of Florida Press, Gainesville, 673 pp.

# 交信かく乱剤 (性フェロモン) による茶園の ハマキムシ類の広域防除

静岡県茶業試験場 <sup>い</sup>池 <sup>だ</sup>田 <sup>ふ</sup>二 <sup>み</sup>三 <sup>た</sup>高

## はじめに

チャハマキ及びチャノコカクモンハマキは、チャの葉をつづり合わせて食害する主要害虫であり、両種はほぼ同時期に年4世代を経過する。このため、各世代ごとに最少1回の薬剤防除が必要であるが、両種に発生するずれが生じた場合は、1世代に2回の防除を行うこともある。したがって、同一薬剤が連用されることも多く、薬剤の感受性の低下を早期に招き、薬剤のみによる防除では、両種の密度を経済的被害許容水準以下に抑えることが困難な地域が生じているのが現状である。

こうしたことから、静岡県茶試は、農水省茶試とともに、性フェロモンを用いて交尾阻害を行う、交信かく乱法による防除法の研究を行ってきた。一連の研究成果として、チャハマキには3種、チャノコカクモンハマキには4種の物質からなる性フェロモンがあるが、共通物質である(Z)-11-Tetradecenyl Acetateの単一成分のみで交信かく乱には十分の効果があること、この成分を充てんした交信かく乱剤(商品名:ハマキコン)を1回に10a当たり300~400本、年間1,000本の処理をすることにより、両種の密度低下が図られること、また、処理面積は広いほど効果の高いこと、などが明らかとなり、実用化された(堀川, 1985; 大泰司ら, 1985; 大泰司, 1986; 玉木ら, 1983)。

そこで、静岡県島田市の初倉地区の茶栽培地帯では、1985年以降全栽培面積522haにおいて、ハマキコンの処理を行ってハマキムシ類の防除を実施している。ここでは、静岡県茶試、静岡県農試、中部及び志太榛原農林事務所、ハマキコン普及会、島田市農協により防除効果を検討したので、その結果の概要と問題点について述べたい。

## I 調査地の栽培概要

ハマキコンを使用した防除法が行われているのは、古くからチャの栽培地帯で知られる牧の原台地の島田市初

倉地区522ha(農家戸数652戸)である。この地区の茶園は牧の原台地の平たん地に多いが、わずかに台地周辺の傾斜地にもチャは栽培されている。品種はほとんどが“やぶきた”で、4月下旬から一番茶の摘採が始まり、10月上旬の秋番茶まで年4回の茶期がある。主要害虫はチャハマキ、チャノコカクモンハマキ、ヨモギエダシヤク、チャノミドリヒメヨコバイ、チャノキイロアザミウマであり、農協を中心とした防除組織が農家に対して、毎月防除指針を出して防除の徹底を図っている。

## II 1985年の防除効果

### 1 交信かく乱剤(ハマキコン)の処理方法及び調査方法

1985年には、ハマキコンを第1回目3月下旬~4月上旬に400本/10a、第2回目7月下旬に300本/10aを各茶畝の摘採面下に1.7~1.8mおきに1本ずつ折り出してつるした。

フェロモンの蒸散量は、ハマキコン中の残液量を適宜測定して推定した。

茶園内で交信かく乱が十分に行われているかを調査するため、ハマキコン処理区内の1茶園とハマキコン無処理の隣接町村の1茶園において、チャハマキの性フェロモンをつけたトラップ、チャノコカクモンハマキの性フェロモンをつけたトラップ、誘引源のないブランクのトラップを、おのおの3個ずつ各世代の成虫発生期につけて誘殺数を調査した。また、茶園における雌成虫の真の交尾率を知るために、第二世代成虫発生期に雌成虫を採集して解剖し、精包数から交尾の有無、回数を調査した。

防除効果については、ハマキコン処理区から51茶園を選定し、25×100cm枠を用い、1茶園10か所について幼虫数を各世代ごとに調査した。また、参考としてハマキコン無処理の隣接町村S地区の10茶園について同様の調査を行った。調査茶園は各世代とも同一茶園とし、中~成熟幼虫期に調査を行った。

なお、薬剤防除については、すべて県防除基準に従い、島田市農協が例年どおりに指導した。

### 2 調査結果及び考察

島田市初倉地区のハマキコン処理区及び隣接町村S地

Control of the Smaller and Oriental tea tortrix moths in the Tea Field by Communication Disruption Using (Z)-11-Tetradecenyl Acetate. By Fumitaka IKEDA

第1表 交信かく乱剤処理及び無処理区における各区 1 m<sup>2</sup> 当たりの幼虫数（1985年）

区 種 類	越冬世代幼虫	第一世代幼虫	第二世代幼虫	第三世代幼虫	第四世代幼虫
処 理 区 A	10.4±15.4	6.9± 8.2	11.1 ±11.8	12.3±21.1	15.4±20.2
	H 6.2±10.0	0.3± 0.5	0.4 ± 1.1	0.4± 0.8	1.2± 2.9
無処理区 S	A 25.1±20.1	50.1±38.1	58.9 ±70.5	36.0±32.8	25.2±28.3
	H 8.5± 7.2	3.2± 3.8	0.04± 0.1	0.9± 1.1	2.1± 2.9

A：チャノコカクモンハマキ，H：チャハマキ，±：S.D

第2表 交信かく乱剤処理区における交信かく乱の効果

区	ト ラ ッ プ	種名	越冬世代成虫	第一世代成虫	第二世代成虫	第三世代成虫
処 理 区	ブ ラ ン ク	A	16	18.3	76	68
		H	0	0	0.3	0
	Aのフェロモン	A	71	20	41	35
		H	0	0	1	0
	Hのフェロモン	A	25	25	74	94
		H	1	0	0	1
無 処 理 区	ブ ラ ン ク	A	52	39.3	46	50
		H	0	0	0	0
	Aのフェロモン	A	295	122	34	222
		H	0	0	0	0
	Hのフェロモン	A	25	52	43	68
		H	62	17	10	6

A：チャノコカクモンハマキ，H：チャハマキ  
数字は各トラップ1個当たりの誘殺合計

区の無処理区における幼虫の発生数は第1表のとおりであった。ハマキコン処理区一帯は、いずれかの種類及び世代が多発生をする常発地帯であり、1985年のコカクモンハマキの発生は、牧の原地帯全体に中～やや多い発生を示した。栽培体系や防除体系は異なり正しい比較にはならないが、隣接町村S地区でも各世代にわたり発生が多いにかかわらず、ハマキコン処理区では第一世代から第四世代とも中程度の発生となり、多発生にはならなかったことから、相対的にハマキコンの効果があったものと推察された。ただし、ハマキコンの処理は2回のため、10月の第三世代成虫発生期にはフェロモンは完全に消失したので、第四世代幼虫は薬剤による防除のみ

で行われた。

チャハマキについては第一世代以降激減し、過去の経験上かつてないほどの低密度で経過したので、ハマキコンによる効果が著しいものと推定された。

茶園における両種の性フェロモンを誘引源としたトラップへの誘引数は、第2表の結果となり、ハマキコン処理区でのコカクモンハマキの誘殺数は、いずれのトラップ間にも差が認められなかったことから、見かけ上の交信かく乱は十分行われていたものと推定されたが、チャハマキについては発生数が少なく不明であった。

一方、茶園から採集した雌成虫の交尾率と精包数は第3表のとおりであった。茶園における成虫の採集は容易にできず十分な調査はできなかったが、処理区の平均交尾率は、ほぼ70%前後でやや高い値となった。しかし、無処理区と比較して有意に少なく、交尾回数を示す精包数も明らかに少なく、ハマキコンによる交尾阻害の高いことが推察された。反面、成虫の多発生時には茶園における産卵量もかなり多くなる可能性もあることが示唆された。チャハマキについては、発生数が少なく未調査に終わった。

ハマキコンの残液量を調査して、10a当たりの1日のフェロモン蒸散量を求めた結果は第1図のとおりである。4～7月にかけては平均180mg/日/10aとなり、目標値より約70mg/日/10a少なかったが、この原因については不明であった。しかし、7～8月には常時350mg/日/10a以上の値となり、十分量が確保されたと考えられた。このように年2回のハマキコン処理では、越冬世代幼虫～第二世代成虫まではカバーできるが、第三

第3表 交信かく乱剤処理区及び無処理区におけるコカクモンハマキの交尾率

区 (地区名)	越冬世代成虫			第一世代成虫			第二世代成虫		
	調査雌数	交尾率 (%)	精包数 (個)	調査雌数	交尾率 (%)	精包数 (個)	調査雌数	交尾率 (%)	精包数 (個)
処 理 区 (南原) (谷口原) (吹木) (原の平)	165	73.9	1.3	—	—	—	—	—	—
	12	50.0	1.0	105	65.7	1.2	—	—	—
	72	66.7	1.2	64	67.2	1.1	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	102	73.5	1.3
無 処 理 区	112	89.3	1.9	48	93.8	1.9	—	—	—

第4表 交信かく乱剤処理区及び無処理区における 1m<sup>2</sup> 当たりの幼虫数 (1986年)

区 種 類	越冬世代幼虫	第一世代幼虫	第二世代幼虫	第三世代幼虫	第四世代幼虫	
処 理 区	A	10.9±10.4	6.8± 7.8	20.7±26.1	13.0±14.0	27.9±32.0
	H	2.4± 1.9	1.3± 1.8	1.2± 1.9	0.6± 0.9	2.4± 2.6
無処理区 S	A	20.9±25.1	9.6±15.2	30.0±40.4	6.4± 8.2	22.7±38.1
	H	7.6±10.1	0.3± 2.5	9.5±19.1	0.5± 1.2	6.1±12.2
無処理区 N	A	12.8±18.0	2.8± 3.5	20.6±35.7	7.3±12.3	2.7± 3.8
	H	9.8± 7.9	2.3± 4.8	9.0±12.9	12.3±18.7	15.8±22.4

A: チャノコカクモンハマキ, H: チャハマキ, ±: S. D

世代成虫には効果は期待できず, 年3回の処理が必要であった。

### III 1986年の防除効果

#### 1 交信かく乱剤 (ハマキコン) の処理方法及び調査方法

1986年は, ハマキコンを第1回目3月下旬, 第2回目6月下旬, 第3回目9月上旬にそれぞれ300本/10aずつを処理した。処理方法, 交信かく乱の有無を知るためのフェロモントラップによる調査, 茶園での蒸散量を推定するためのハマキコン内の残液量調査は, すべて前年と同様の方法で行った。

防除効果については, 茶園の管理較差とは場間変動を少なくするため, 茶園点数を増加させる方法を採用した。したがって, 1茶園につき25×100cmの枠1か所の幼虫調査とし, ハマキコン処理区では160茶園を調査園とした。参考のため, 隣接町村の無処理区のS地区及びN地区を選定し, それぞれ40茶園で調査を行った。調査茶園は各世代とも同一茶園とし, 中~成熟幼虫期に調査を行った。なお, 薬剤防除については, すべて県防除

基準に従い島田市農協が例年どおりに指導した。

#### 2 調査結果及び考察

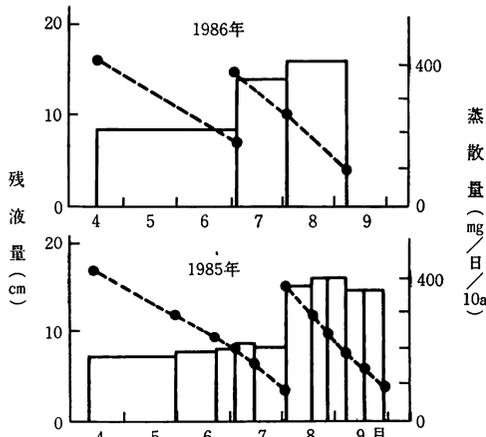
チャノコカクモンハマキは, 無処理区では, 前年より第二世代と第四世代の発生が多くなった。第二世代は, 処理区及び周辺地区を含む牧の原一帯に多発生となり, その関連で前年より全体に密度が上がったこと, また, 第四世代を対象に初めてハマキコンを処理したため, 一般の薬剤防除を控えた園が多かったことや, 同時期の薬剤散布が遅れたことなどから, 多発生を招いたものと考えられた。周辺地区の無処理地区S地区とはほぼ同程度, N地区とは第四世代を除けば特に著しい差はなく, ハマキコン処理区ではこれまでに多発生が継続していたことを考慮すれば, 現状の密度はハマキコンによる効果によるものと推定される。なお, 第四世代の多発生に見られるように, ハマキコン処理でも, 当面は一般の薬剤防除は必要であることが示唆された(第4表)。

チャハマキについては, 処理区は, 前年同様に各世代とも低密度で推移した。2年間にわたり, チャハマキがこのように低密度で経過したことは, これまでにない現象であること, 無処理区のS及びN地区ではかなりの発生があり, 一般にはチャハマキの減少期とは言えないことなどから, チャハマキに対するハマキコンの効果は非常に高いものと推察される(第4表)。

また, ハマキコンの残液量調査からフェロモン量は4~5月にかけては, 210mg/日/10aとなり, 本数は前年より10a当たり100本少なかったが, フェロモン量は多かった(第1図)。しかし, 目標値より低いので, さらに100本/10aの追加が望まれる。なお, フェロモントラップを利用した交信かく乱調査の結果では, いずれも十分に交信かく乱が行われていた(表略)。

### IV 総合考察

島田市初倉地区でハマキコンが採用された背景には, ハマキムシの多発生が昭和40年代より継続し, 近年防除がますます困難になってきたことによるが, 多発生の継続している主な原因として次の諸点があげられる。



第1図 ハマキコン内の残液量 (折れ線) とフェロモンの推定蒸散量 (ヒストグラフ)

第5表 チャノコカクモンハマキに対するメソミル水和剤のLC<sub>50</sub> (1986年) (中部病害虫防除所, 茶試)

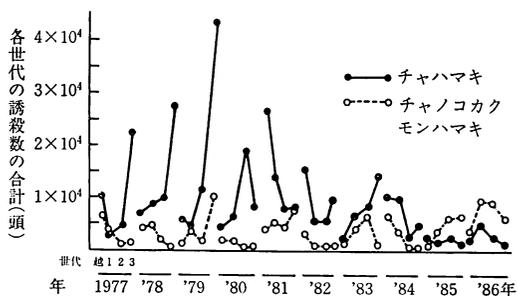
調査場所	LC <sub>50</sub> (ppm)
ハマキコン処理区	
島田市初倉地区 (1)	741.98
〃 (2)	805.29
〃 (3)	750.23
〃 (4)	860.22
ハマキコン無処理区	
椋原町N地区	751.11
〃 S地区	290.20

メソミル, イソキサチオンをはじめとするハマキムシの有効薬剤は, 1970年代には主要薬剤として使用されたが, 1980年代から感受性の低下がいわれ始め, 近年は著しい感受性の低下が見られる(第5表)。このためハマキムシの多発生茶園が増加するとともに, 全体的にも防除回数の増加が見られること, また, 昭和40年代以降, 急速に茶園の新植, 改植が進み, ほとんどが優良品種である「やぶきた」となり, 葉層も厚く, 薬剤がかかりにくいなど, ハマキムシにとっては良好な生育環境となっていること, 一方では管理不良園が散在し, ハマキムシの発生源となっていること, 広大な茶園となり雑木林などの未耕地が減少し, 在来天敵による影響も低下したことなどが原因となっているものと推定される。また, 近年, 農作物の残留農薬の問題が指摘されていることから, 安全で省農薬の期待できるハマキコンの導入に踏み切ったものと考えられる。

2か年間の広域処理により, どの程度の効果があったかについては, 初倉地区の全茶園 522 ha にハマキコンを処理したので, 同一栽培管理体系及び防除体系の中で無処理区を設けることができなかったことから, 正確にハマキコンの効果を求めることは難しいが, 諸調査の結果及び過去の発生状況を基に考察を加えると, 次のようになる。

2か年の調査結果(第1, 4表)から, チャハマキについては処理を行って以来, 確実に密度は低下し, これまでの初倉地区のチャ栽培では, かつてないほどの低密度で推移し, 1987年も同様の傾向が継続している。

ハマキコン処理区内にある誘殺灯においては, 第2図に見られるように, チャハマキの誘殺数は1984年までは, 毎年いずれかの世代の総誘殺が必ず10,000頭以上を超えたが, 1985年以降急減し, その傾向は3年目に入った1987年も続いている。誘殺灯による誘殺数が茶園の幼虫密度を確実に反映しているとは限らないが, このようにチャハマキの誘殺数が60年以降激減している



第2図 島田市初倉地区(南原)におけるハマキムシ類の誘殺年次変動

所は, 静岡県内ではここだけであり, この現象はハマキコンによる茶園での発生量の減少にもとづくものと考えられる。

チャノコカクモンハマキに対する効果については, 誘殺灯の誘殺数からはチャハマキほどの誘殺数の減少は認められない。しかし, ほ場における被害についてみると, ハマキコン処理前は茶園全体の茶株面が褐変するほどの被害園も発生したが, 処理後この2か年間は, このような被害園も見られないことから, ハマキコンによる効果がかなり強く関与しているものと推察される。2か年の調査結果(第1, 4表)では, 1m<sup>2</sup>当たり10頭以上の幼虫発生の世代があった。現在, 発生予察の基準としては, 1m<sup>2</sup>当たりのチャハマキ及びチャノコカクモンハマキの中発生は, 3~10頭となっているため, ハマキコン処理区では, チャノコカクモンハマキの場合, ほとんどが多発生に該当する。しかし, これらの基準は県下全体の平均値として作成されたもので, ハマキコン処理地区の茶園の生育状況は県下でももっとも良好であり, 樹勢もおう盛であることから, 処理区の農家段階では1m<sup>2</sup>当たり20頭ぐらいまでは中発生と容認をしているのが現状であり, その意味においては2か年間の各世代の発生数は, ハマキコンによりかなり密度抑制された結果と推定される。

参考として, ハマキコン処理区の隣接町村S地区とN地区を無処理区として同様の調査を行った結果(第1, 4表), S地区では1985年は処理区よりいずれも多い発生となった。しかし, 1986年は, S地区N地区ともに処理区より少ない発生の世代があった。農家では慣行防除にさらに上乘せしてハマキコンを処理している現状から, 栽培管理技術や防除技術の異なる他の地域と認識しつつも, 処理区では常に低い密度であることを期待しているため, チャノコカクモンハマキに対してはさらに効果の高い方法が望まれている。

## V 今後の問題点

現在、島田市初倉地区の 522 ha の広域処理をはじめ、県内の各地においても集団でハマキコンを処理する茶園があり、静岡県でも国の事業助成（高度防除利用促進事業）を受けて、各地で実証試験を行っているが、いずれも現段階では慣行防除に上乗せで行っている。特にハマキコンの処理を実施またはこれから行おうとする地域は、各種薬剤に対して感受性の低下が著しく、薬剤による防除ではハマキムン類を経済的被害許容水準以下に抑えることが困難な地域が多い。また、こうした地域は他の害虫の発生も関連して多く、ハマキムン類を対象とした薬剤を1回省くことによる防除効果の低下や、他害虫の発生が懸念され、積極的に防除回数を減らそうとしている農家はほとんどない。当面はハマキコンの効果により防除回数そのものの増加は抑えられると考えられるので、数年間の試行の中で徐々に減少させることを考えていくべきであろう。早急に可能な方法としては、前述のように、チャハマキ及びチャノコカクモンハマキの発生は必ずしも一致しないので、それぞれに防除を行うケースもあるが、ハマキコン処理園ではチャハマキに対しては著しく有効のためチャハマキの防除は無視し、チャノコカクモンハマキのみを対象に各地区における薬剤の感受性検定を行い、有効薬剤を1回のみ適期防除を行う決断が必要である。このためには、的確な予察情報の提供が必要となるが、島田市初倉地区では、現有6基、新設

4基の誘殺灯により本年度から静岡県茶試と病害虫防除所の指導により予察を開始したので、近い将来、集落単位的的確な情報が提供可能であり、今後の成果が期待される。

また、ハマキムン類に対しては顆粒病ウイルス（G. V）による防除も実用化に近く、現在、静岡県では国の高度防除確立事業の中で試験中であるが、G. V とハマキコンの併用区では、それぞれの単独処理より高い効果が期待できるので、将来は複数の生物的防除と組み合わせることにより、薬剤防除なしでハマキムン類のコントロールが可能と考えられる。

さらに現状のハマキコンの処理は、静岡県では 10 a 当たり第1回 400 本、第2回及び第3回 300 本の合計 1,000 本を基準とし、各世代の密度低下を図るように指導を行っている。しかし、初倉地区で見られるように初年度は第3回目を省略、次年度は第1回目を 300 本/10 a と少なくしているが、これはハマキコンの価格が農家にとっては高価と判断されていることに由来する。また、年3回の処理は、労働的にも改善の余地があるので、この点は安価でかつ簡便に1回の処理で行えるよう企業努力に期待したい。

## 引用文献

- 1) 堀川知廣 (1985) : あたらしい農業技術 (No. 118), 静岡県農業水産部.
- 2) 大森司 誠・堀川知廣 (1985) : 茶研報 62 : 55~57.
- 3) ——— (1986) : 今月の農業 9 : 64~67.
- 4) 玉木佳男ら (1980) : 応動昆 24 : 22~28.

## 本会発行図書

### 侵入を警戒する病害虫と早期発見の手引

A 5 判, 126 ページ 口絵カラー 8 ページ

定価 2,600 円 送料 250 円

監修 農林水産省横浜植物防疫所

海外からの病害虫の侵入・定着を阻止するには、港での検疫とともに、不法持ち込み等による侵入病害虫の早期発見が極めて重要です。

本書は、この観点から多くの人に侵入病害虫に対する警戒心と目による協力をお願いするため、横浜植物防疫所が中心になってまとめた、当面我が国への侵入が警戒される 54 病害虫の解説書で、それぞれの、既発生病害虫との相違点を述べた“発見のポイント”を中心に、図録を付して、1 病害虫で見開き 2 ページとし、図鑑としても、第一線での検索用としても使いやすいうように工夫した書です。

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

## ミバエ類の性フェロモン

沖縄県ミバエ対策事業所 久 場 洋 之

昆虫類の複雑な生活様式には、様々な化学的信号が存在している。その中に配偶行動における化学的信号、すなわち性フェロモンがある。この性フェロモンの研究は、BUTENANDT らのカイコガに続いて様々な昆虫で行われてきた。世界的な重要害虫を多く含むミバエ類でも、その配偶行動に性フェロモンが関与していることが強く示唆されている。ミバエ類では主として雄が性フェロモンを分泌し雌を誘引する。以下に、ミバエ科 (Tephritidae) の *Dacus* 属, *Anastrepha* 属, *Ceratitis* 属, *Rhagoletis* 属などの性フェロモンの研究状況を述べてみたい。

## I 配偶行動と性誘引

1 *Dacus* 属

ウリミバエ (*Dacus cucurbitae*) やミカンコミバエ (*D. dorsalis*), クインスランドミバエ (*D. tryoni*) の雄が、性成熟した雌を誘引することは室内実験によって確かめられている (KOBAYASHI et al., 1978; FLETCHER, 1969)。またウリミバエでは野外網室に処女雌を放飼し、そこへ雄の入った小さな網籠を置くと、薄暮になって網籠内の雄が翅振動を始めたとき多数の雌が籠に集まることが観察されている (KUBA et al., 1984)。これら *Dacus* 属の雄は求愛時に翅振動 (wing vibration) を行い、そして頻繁に後脚で腹部末端をたたくようなあるいは拭き払うような行動を示す (FLETCHER, 1969; KUBA and KOYAMA, 1982; ARAKAKI et al., 1984)。これらの行動は体表にフェロモンを塗り付け、翅振動による空気の流れて雌にフェロモンを吹きかけたり、フェロモン成分の蒸発を促進させる働きを持つものと考えられる。ウリミバエとミカンコミバエでは多数の雄の入ったケージから発煙が観察されている (杉本, 1979; OHINATA et al., 1982)。この発煙現象は薄暮の交尾時間帯に起こり、また煙自体に雌に対する誘引作用があることから、この煙は性フェロモンであると思われる。クインスランドミバエの雌は卵巣成熟後、交尾時間帯の薄暮時に雄に対して最大の誘引反応を示すが、交尾後雌はフェロモンに反応しなくなる。そして最初の交尾から約4週間後に雌は反応性を回復する (FLETCHER and GIANNAKAKIS, 1973)。

雌が性フェロモンを出す唯一のミバエとしてオリーブミバエ (*D. oleae*) が知られている。雌のフェロモン放出による雄の誘引は本種の交尾時間帯と一致する。雌は羽化後2日目から雄を誘引し始め、一方雄は3日目から反応し始める。そして7~11日齢で雌の雄に対する誘引性は最大に達する。また交尾した雌は誘引性を何週間も失う (HANIOTAXIS, 1974)。ところがこのオリーブミバエの雄は他の *Dacus* 属と同様に翅を振動させ性フェロモンを放出する (MAZOMENOS, 1984)。これに対する雌の反応も交尾の起こる薄暮に最大となり、雌は交尾後しばらくの間反応性を消失する (FLETCHER and GIANNAKAKIS, 1973)。このように雌雄とも性フェロモンを分泌し互いに誘引し合うこの種の配偶行動の詳細は不明であるが、おそらく他の *Dacus* 属とは様相が異なるであろう。

2 *Ceratitis* 属

チチュウカイミバエ (*Ceratitis capitata*) の雄は葉1枚を縄張りとして占有し、翅を振動させてコーリングを行う。そのとき、腹部両端を膨らませ、さらに肛門に水滴状の袋を形成する (LOHSTE and ROCHE, 1960)。またこの袋を頻繁に葉の裏に塗り付ける行動を示す (PROKOPY and HENDRICH, 1979)。こうしてフェロモンを放出し雌を誘引する。雌が雄に近づくと雄は翅を前方に動かしフェロモンを雌に吹きかけるようである (ARITA and KANESHIRO, 1983)。

3 *Anastrepha* 属

カリブミバエ (*Anastrepha suspensa*) やメキシコミバエ (*A. ludens*) の性成熟した雄は、チチュウカイミバエと同様にコーリング時に腹部第3, 4, 5節の側板部を膨張させ腹部の両側に小さな袋を形成し、そして肛門部にも薄い膜の袋を膨らませ、さらに激しく翅を振動させフェロモンを放出する (NATION, 1972)。また雄の有機溶媒抽出物や雄のいるケージに数日間置いてあった戸紙は雌を誘引する (NATION, 1972)。

カリブミバエの雄のフェロモンは野外で粘着トラップを用いた誘引試験において雌雄を同等に誘引した (PERDOMO et al., 1976)。したがって、このフェロモンはまた集合フェロモンとしても機能しているものと考えられる。

4 *Rhagoletis* 属

温帯種の *Rhagoletis* 属ではリンゴミバエ (*Rhagoletis pomonella*) とヨーロッパアウトウミバエ (*R. cerasi*) が、葉上でのコーリング中に雄がフェロモンを放出し雌を誘引すると考えられている。PROKOPY (1975) はリンゴミバエの雄のにおいが処女雌に対して誘引性を持つことを明らかにしたが、配偶行動においてこのにおいの役割が実際に雌誘引なのか、あるいは催淫 (aphrodisiac) かどうかは不明であるとしている。ヨーロッパアウトウミバエでも雄が雌を誘引することが確認された。本種は日中に交尾を行すが、誘引性のピークも同時時間帯である。また雌の反応はケージに入れた雄の数に比例した。雌は交尾後数日間反応性を失う (KATSOYANNOS, 1982)。これらの *Rhagoletis* 属では他のミバエ類に見られた翅振動は報告されていない。また産卵にきた雌に対する強制交尾を伴う果実上での交尾時に、フェロモンが放出されるかどうかは不明である。

5 その他

ババイアミバエ (*Toxotrypana curvicauda*) や *Rioxa pornia*, *Spathulina tristis* でも雄がコーリングするとき翅を振動させ、腹部両端を肥大させる行動を示し、雌を誘引することが観察されている (LANDOLT and HENDRIGHS, 1983; LANDOLT et al., 1985; PRITCHARD, 1967; FREIDBERG, 1982)。

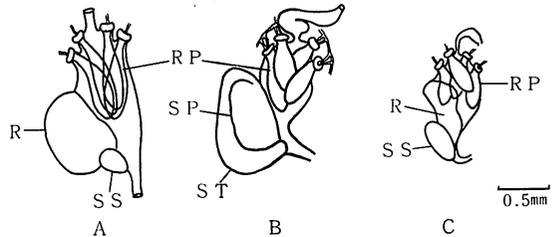
II 性フェロモンの分泌腺

ミバエ類の雄の性フェロモン分泌腺と思われる器官を第1表に示した。

1 直腸腺

クインスランドミバエやミカンコミバエ, ウリミバエ, オリーブミバエの雄の性フェロモンに関連していると考えられる腺は直腸に存在する (FLETCHER, 1968, 1969; SCHULTZ and BOUSH, 1971; NATION, 1981; ECONOMOPOULOS et al., 1971)。

FLETCHER (1968, 1969) や FLETCHER と GIANNAKAKIS (1973) は、クインスランドミバエのフェロモン分泌腺の機能と構造についての研究を行った。それによると、フェロモンは直腸の後部壁に発達した腺から分泌される。成熟した雄ではこの直腸腺は分泌嚢とフェロモンを放出する前に分泌物を蓄えておく貯蔵器官から構成される (第1図A)。このようなフェロモン貯蔵器官は *Dacus* 属に特徴的なものである。フェロモンは羽化後2



第1図 *Dacus* 属の雄成虫の直腸腺

A: クインスランドミバエ, B: ウリミバエ, C: オリーブミバエ

(R: フェロモン貯蔵器官, SS: 分泌嚢, RP: 直腸突起, SP: 分泌嚢 (secretory pouch), ST: 分泌管)

(A: FLETCHER, 1968, B, C: SCHULTZ and BOUSH, 1971)

第1表 ミバエ類の雄のフェロモン分泌腺

種名	側板腺	肛門腺	唾液腺	直腸腺	報告者
<i>Anastrepha suspensa</i>	+	-	+	-	NATION, 1981
<i>A. ludens</i>	+	-	+	-	〃
<i>A. fraterculus</i>	+	-	+	-	〃
<i>A. obliqua</i>	+	-	+	-	〃
<i>A. striata</i>	+	-	+	-	〃
<i>A. nigrifascia</i>	+	-	+	-	〃
<i>A. manihoti</i>	+	-	+	-	〃
<i>Ceratitidis capitata</i>	+	+	+	-	〃
<i>C. rosa</i>	+	+	+	-	〃
<i>Dacus cucurbitae</i>	-	-	-	+	〃
<i>D. dorsalis</i>	-	-	-	+	〃
<i>D. tryoni</i>	-	-	-	+	〃
<i>D. oleae</i>	-	-	-	+	〃
<i>Rhagoletis pomonella</i>	-	-	-	-	〃
<i>R. juglandis</i>	-	-	-	-	〃
<i>Rioxa pornia</i>	+	-	?	-	〃
<i>Spathulina tristis</i>	+	-	?	-	FREIDBERG, 1982
<i>Toxotrypana curvicauda</i>	+	-	?	-	LANDOLT et al., 1985

日目から検知されるが、大多数の雄の貯蔵器官は羽化後12~14日で分泌物で満たされる。この貯蔵器官内の分泌物の量と性的活性の開始には強い相関が見られた。性的に受けいれ可能な雌は貯蔵器官の粗抽出物に対して、ちょうど生きた雄に反応するときのように産卵管を伸展させたり産卵管で探るような特異的な行動を示す。

KOBAYASHI ら (1978) は、ミカンコミバエの雄の直腸腺が同種の雌にかなりの誘引性を持つことを示した。一方、ウリミバエの直腸腺は雌に対してわずかな誘引性しか示さなかった。しかし、ウリミバエの雄の肛門から出た液体は雌に対して強い誘引性があり、これに対する雌の反応はクインスランドミバエと同様であった(小山, 未発表)。またミカンコミバエの雌はウリミバエの直腸腺や生きた雄に反応を示す (KOBAYASHI et al., 1978)。これはこれら2種の性フェロモンの構成物が構造的に類似していることを示唆するものである。

第1図に示したとおり、*Dacus* 属では直腸腺にフェロモン貯蔵器官が存在するが、ウリミバエの直腸腺は他の *Dacus* 属の種と若干異なり明りょうな貯蔵器官は見られず、より複雑な構造を示す (SCHULTZ and BOUSH, 1971) (第1図B)。オリーブミバエの雄の直腸腺も雌に比べてよく発達し、貯蔵器官を有する (ECONOMOPOULOS et al., 1971; SCHULTZ and BOUSH, 1971) (第1図C)。

*Dacus* 属以外のミバエの雌では、フェロモンを分泌していると思われる発達した直腸腺は存在しない (NATION, 1981) (第1表)。

## 2 側板腺及び唾液腺

チチュウカイミバエやカリブミバエなどの *Anastrepha* 属の雄の性フェロモンに関与すると考えられている分泌腺は、腹部第3, 4, 5節に位置する発達した上皮分泌細胞からなる側板腺 (pleural gland) と、雌には見られない複雑に発達した唾液腺 (salivary gland) である (NATION, 1972, 1974)。そして腹部両端を膨らませ、さらに直腸を反転させて薄い膜状の小袋を作りフェロモンを拡散させる (NATION, 1974, 1981)。パパイアミバエや *Rioxa pornia*, *Spathulina tristis* の雌も同様な分泌腺を有している (LANDOLT et al., 1985; PRITCHARD, 1967; FREIDBERG, 1982)。

## 3 肛門腺

チチュウカイミバエの雌には、さらにフェロモンを分泌すると考えられている *Ceratitis* 属特有の肛門腺が存在する (LHOSTE and ROCHE, 1960; NATION, 1981)。これは第7腹節にあり分泌物は表皮へと吐き出されるが、その機能は不明である。

NATION (1981) は、リンゴミバエを含む2種の *Rha-*

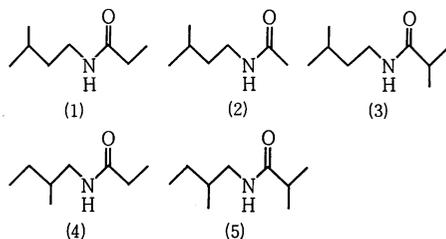
*goletis* 属の雄のフェロモン分泌腺を調査したが、雄に特有な腺は見えなかった。明らかに性的2型の唾液腺や側板腺は存在しない。そこで *Rhagoletis* 属のフェロモンを分泌している細胞は体細胞とほとんど見分けがつかないために見落としていた可能性があり、おそらくある細胞によって消化管で生産されていると考えた。

これらのミバエ類の雌のフェロモン受容器についてはほとんど研究されていない。NAKAGAWA ら (1973) や SUZUKI と KOYAMA (1981) は、それぞれチチュウカイミバエとウリミバエの雌の触角切除実験を行い、触角を切除された雌がほとんど交尾できなかったこと、そして生きた雄に誘引されなかったことから、触角がフェロモンの受容器であると考えた。ROBACKER ら (1986) は、メキシコミバエの触角電図 (electroantennogram: EAG) によりフェロモンの反応試験を行った結果、行動的反応と強い相関を見いだした。また FLETCHER (1968, 1969) は、クインスランドミバエの雄のフェロモン分泌器官と思われる直腸腺を汚紙にしみこませ雌の反応を観察したところ、雌はその汚紙に集まり、産卵管を伸展させ汚紙にこすりつけるような行動を示した。これと同じ行動はウリミバエでも観察されている (小山, 未発表)。このことから、産卵管にフェロモンに反応する化学受容器の存在が示唆される。

## III 性フェロモンの化学構造

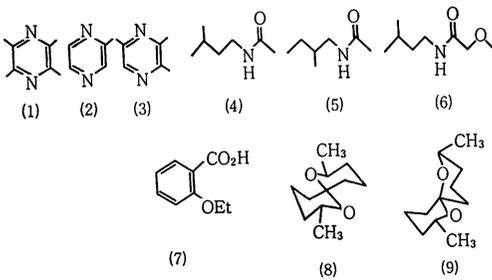
### 1 *Dacus* 属

BELLAS と FLETCHER (1979) は、クインスランドミバエとその近縁種の *D. neohumeralis* の直腸腺の内容物から、6種の aliphatic amides を同定した (第2図)。これらの amide の混合物は単に雌の近距離誘引反応を示



- (1) N-3-methylbutylpropanamide
- (2) N-3-methylbutylacetamide
- (3) N-(3-methylbutyl)-2-methylpropanamide
- (4) N-2-methylbutylpropanamide
- (5) N-(2-methylbutyl)-2-methylpropanamide

第2図 クインスランドミバエ (*Dacus tryoni*) と *D. neohumeralis* の性フェロモン(雄) (BELLAS and FLETCHER, 1979)



- (1) tetramethylpyrazine (♂)  
 (2) methylpyrazine (♂)  
 (3) 2,3,6-trimethylpyrazine (♂)  
 (4) N-3-methylbutylacetamide (♂♀)  
 (5) N-2-methylacetamide (♂)  
 (6) 2-methoxy-N-3-methylbutylacetamide (♂)  
 (7) 2-ethoxybenzoic acid (♂)  
 (8) (E,E)-2,8-dimethyl-1,7-dioxaspiro[5,5]undecane (♀)  
 (9) (Z,E)-2,8-dimethyl-1,7-dioxaspiro[5,5]undecane (♀)

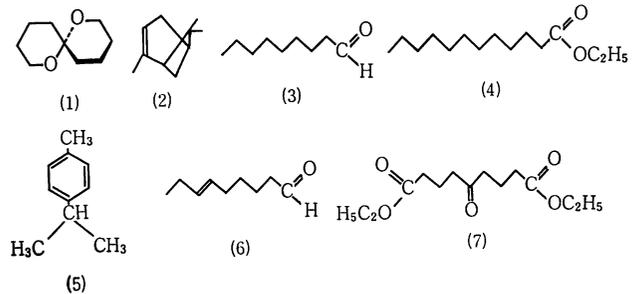
第3図 ウリミバエ (*Dacus cucurbitae*) の性フェロモン ((1)~(7): BAKER et al., 1982, (4), (8), (9): BAKER and BACON, 1985)

しただけであった。交雑が可能な両種の様々な amide の割合は似ているが、*D. neohumeralis* の交尾はクインスランドミバエの性的活性が抑制される高照度時に起こるため、両種は性的に隔離状態にあるものと考えられる。

BAKER ら (1982) もウリミバエの直腸腺分泌物からの揮発性物質を分析し、3種の amide と3種の pyrazine 誘導体そして 2-ethoxy benzoic acid を同定した(第3図)。そのうちの N-3-methylbutylacetamide は、クインスランドミバエと *D. neohumeralis* と共通の化合物であり、ウリミバエ雌に対して飛しょう活動を喚起することが確認されたが、他の化合物の役割は不明であった。一方、OHINATA ら (1982) は、ウリミバエとミカンコミバエの雄から出される「煙」をミリポアフィルターで捕集し分析した結果、直腸腺分泌物とは異なる化合物を見いだした。「煙」は主としてリン酸三ナトリウムとリン酸三カリウムの無機物から成る。これらの無機物の割合はウリミバエで 65%、ミカンコミバエで 90% であった。ウリミバエではそのほかに昆虫の体表ワックス成分のような3種の直鎖の飽和炭化水素 ( $C_{25} \sim C_{29}$ ) や不飽

和のラクトンが同定されたが、前者は生物活性試験で活性がなく、後者はサンプルが足りず試験されていない。ミカンコミバエの場合主な有機化合物はある種の amide で、生物活性試験ではわずかに雌を誘引した。これらの「煙」自体は雌に対して誘引性を示す。

オリブミバエの雌のフェロモンの化学構造について、BAKER ら (1980) や MAZOMENOS と HANIOTAXIS (1981) は、直腸腺分泌物から次の四つの化合物を同定した(第4図)。すなわち、1,7-dioxaspiro[5,5]undecane (スピロケタール)、 $\alpha$ -pinene、n-nonanol 及び ethyl dodecanoate であり、これらは雄をある距離から誘引する。そのうち量的かつ生物活性的に主要な化合物はスピロケタールであり、これだけで野外でトラップを用いて雄を誘引できる。また GARIBOLDI ら (1982) は、性成熟した雌から cold-trap で揮発性物質を集め分析し、E-6-nonen-1-ol と p-cymene を同定した(第4図)。これらの化合物は両性に対して誘引と催淫作用を示した。一方、オリブミバエの雄は雌と同じスピロケタールを生産し、さらにその直腸腺に diethyl-5-oxononadiate が存在するが、これらは実験室において両方とも雄に誘引性があつた (MAZOMENOS and POMONIS, 1982)。HANIOTAXIS ら (1986) は、オリブミバエの生産するスピロケタールがラセミ体として放出され、雄は R-(-)-enantiomer だけに反応し、雌は S-(+)-enantiomer だけに反応することを報告した。雄の場合は長距離の誘引性を示し、雌では近距離の捕そく (arrestant)



- (1) 1,7-dioxaspiro[5,5]undecane (♂♀)  
 (2)  $\alpha$ -pinene (♀)  
 (3) n-nonanol (♀)  
 (4) ethyl dodecanoate (♀)  
 (5) p-cymene (♀)  
 (6) E-6-nonen-1-ol (♀)  
 (7) diethyl-5-oxononadiate (♂)

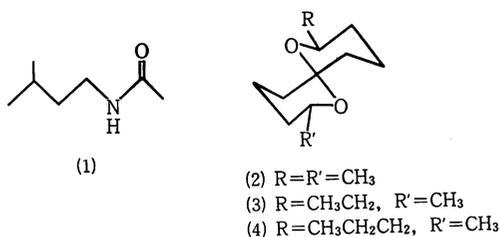
第4図 オリブミバエ (*Dacus oleae*) の性フェロモン ((1)~(4): BAKER et al., 1980, (1)~(4): MAZOMENOS and HANIOTAXIS, 1981, (5), (6): GARIBOLDI et al., 1982, (1), (7): MAZOMENOS and POMONIS, 1982)

と催淫として機能しているという。また人工飼料で飼育した雄はスピロケタールを生産できないが、オリーブ果実で飼育すると生合成が可能となり生産するようになる。さらに野外で採集した雄の持つスピロケタールの量は季節的に大きく異なる (MAZOMENOS and POMONIS, 1982)。

最近ウリミバエとミカンコミバエの雌から揮発性物質が発見された (BAKER and BACON, 1985)。彼らは性成熟した雌を 50 頭ガラス容器に入れ、これに空気を通して揮発性物質を活性炭に吸着させ分析を行った。両種の分泌した揮発性物質の主成分は雄でも見られる N-3-methylbutylacetamide であり、さらにオリーブミバエに見られるようなスピロ化合物のいくつかが同定された (第 3 図, 第 5 図)。これらのスピロ化合物は雌の直腸腺では生産されていないこと、雄にも存在しないことが確認されているが、その役割については不明である。これらの揮発性物質が性フェロモンとして機能しているのかどうか疑問が残るが、今後の研究に期待したい。

2 Ceratitis 属

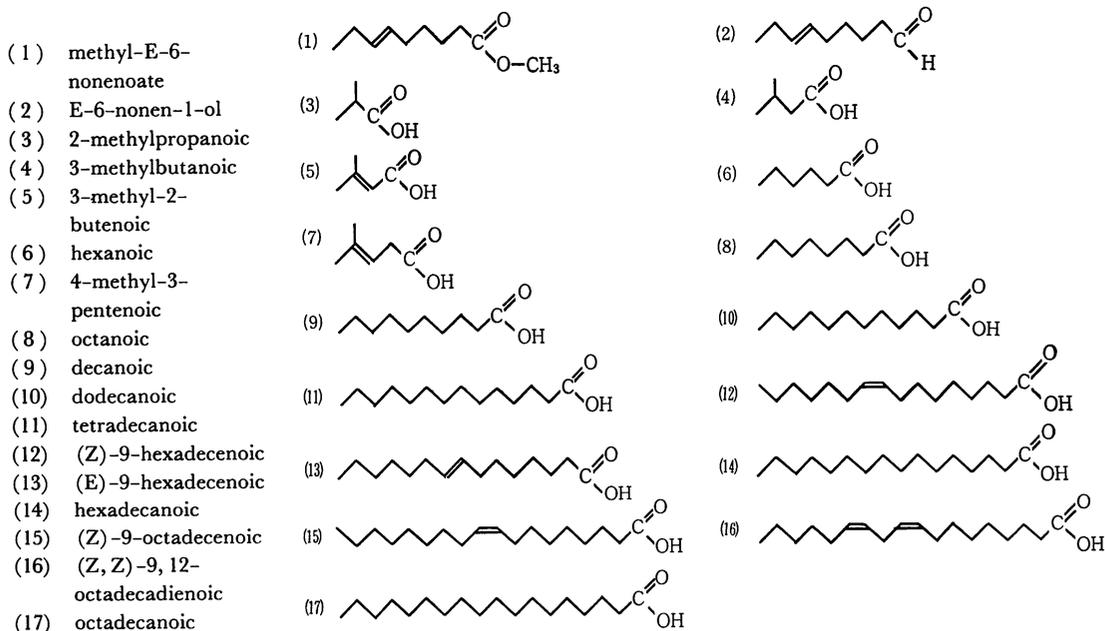
JACOBSON ら (1973) は、チチュウカイミバエの雌から性フェロモンと思われる化合物 methyl-E-6-nonenate と E-6-nonen-1-ol を同定した (第 6 図)。これらは実験室内では単独でも雌に対する誘引性や性的興奮作



- (1) N-3-methylbutylacetamide
- (2) (E, E)-2, 8-dimethyl-1, 7-dioxaspiro[5, 5]undecane
- (3) 8-ethyl-2-methyl-1, 7-dioxaspiro[5, 5]-undecane
- (4) (E, E)-8-methyl-2-propyl-1, 7-dioxaspiro[5, 5]undecane

第 5 図 ミカンコミバエ (*Dacus dorsalis*) の性フェロモン (雌) (BAKER and BACON, 1985)

用を示すが、野外網室で雌を誘引するためには両化合物のほかにある酸性物質が必要とされる。OHINATA ら (1977) は、cold-trap で雌から出される物質を集め、塩化メチレン可溶分画成分を分析し、15 種類の酸性物質を同定した (第 6 図)。そして以前に同定されたフェロモン構成物質と組み合わせて野外で処女雌に対する誘引性をテストした。その結果、有望そうな組み合わせでは



第 6 図 チチュウカイミバエ (*Ceratitls capitata*) の性フェロモン (雌)  
 ((1), (2) : JACOBSON et al., 1973, (3)~(17) : OHINATA et al., 1977)

予想外に多数の雄を誘引したが、雌は誘引されなかった。一方、実験室でテストすると雄と同様に雌にも強い反応を示した。おそらく野外での雌の誘引にはフェロモン以外の刺激、例えば聴覚や視覚刺激との協調が必要とされるのかもしれない。

### 3 *Anastrepha* 属

NATION (1983) は、メキシコミバエの雄の腹部抽出物から (Z)-3-nonenol と (Z,Z)-3,6-nonadienol を同定した。さらに BATTISTE ら (1983) によって腹部抽出物から2種のラクトンが同定された(第7図)。彼らはこれらのラクトンを anastrephin 及び epianastrephin と呼んだ。これらのラクトンは光学異性体として存在する。(Z)-3-nonenol, (Z,Z)-3,6-nonadienol 及び (S,S)-(-)-epianastrephin のそれぞれが実験室での生物活性試験でメキシコミバエの雌の行動的反応を引き起こすが、(Z)-3-nonenol は (Z,Z)-3,6-nonadienol の行動的効果を阻害する。しかし、どちらのアルコール化合物も epianastrephin と協調効果を示した (ROBACKER and HART, 1985)。EAG による反応試験では、雌雄とも同じ程度に6種の化合物に反応した。もっとも強い反応を示したのは (S,S)-(-)-epianastrephin であり、(S,S)-(-)-anastrephin は (R,R)-(+)-anastrephin よりも反応が強く、(Z,Z)-3,6-nonadienol は (Z)-3-nonenol よりも強い反応を示した。また (Z,Z)-3,6-nonadienol と (Z)-3-nonenol の組み合わせは、(Z,Z)-3,6-nonadienol だけのときの反応よりも弱かった。このように、EAG の結果は行動観察の結果とかなり相関があった (ROBACKER et al., 1986)。カリブミバエの性フェロモンもメキシコミバエとまったく同じ4種の化合物から

構成される (BATTISTE et al., 1983)。

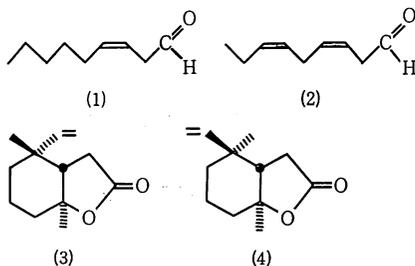
### 4 *Rhagoletis* 属

*Rhagoletis* 属では性フェロモンの分泌腺が特定されていないことから、化学的研究はまだ行われていないようである。

### おわりに

以上、ミバエ類の性フェロモンについて述べてきたが、まだ不明な点が多く、特に配偶行動におけるフェロモンの各構成物質の役割についてはほとんど解明されていないのが現状である。近年、雄が集団でコーリングする様式すなわちレックが、*Rhagoletis* 属以外の主要なミバエ類の配偶システムにおいて認められてきている (PROKOPY and HENDRICHs, 1979; KUBA and KOYAMA, 1986; IWAHASHI and MAJIMA, 1986 など)。PROKOPY と HENDRICHs (1979) は、このレックの適応的意義は雄が集まることによりある場所から発散する性フェロモンの量的増大を図り、雌を誘引しやすくすることであると考えた。また、チチュウカイミバエやカリブミバエ、メキシコミバエの雄の分泌するフェロモンは同種の雄も誘引する (OHINATA et al., 1977; PERDOMO et al., 1976)。この現象はレックを形成するための集合フェロモンとしても雄の性フェロモンが機能していることを示唆するものである。一方、不妊虫放飼法において野生虫に対する不妊虫の性的競争力の問題とからんで、雌による配偶者選択が最近議論されるようになってきた (BURK and WEBB, 1983; IWAHASHI and MAJIMA, 1986)、選択の対象となる形質には雄の性フェロモンも当然含まれるであろう。したがって、今後不妊虫放飼法における品質管理 (quality control) にとって、増殖虫あるいは不妊虫と野生虫との性フェロモンの構造や構成比、分泌量の相違など、また性フェロモンに対する雌の反応の比較が重要になると考えられる。現にオリーブミバエの雌では、餌の違いが主要なフェロモン成分の生産に大きく影響することがわかっている (MAZOMENOS and POMONIS, 1982)。

ミバエ類の防除及びモニタリングには、ウリミバエのキュウレアやミカンコミバエのメチルオイゲノールといった雄を誘引する強力な雄誘引剤が広く用いられている。これらはパラフェロモンとも呼ばれるが、性フェロモンとは次の点で異なる。①薄暮の交尾時間帯とは異なる朝から昼にかけて誘引される。②フェロモンを出す雌が誘引される。③生殖器とは関係のない口吻でなめたりする行動を示す。④植物に由来するものでありミバエ自体からは検出されない。ミバエ類に対するこれらのパラ



- (1) Z-3-nonen-1-ol  
 (2) Z,Z-3,6-nonadien-1-ol  
 (3) anastrephin  
 (4) epianastrephin

第7図 カリブミバエ (*Anastrepha suspensa*) とメキシコミバエ (*A. ludens*) の性フェロモン(雄) ((1), (2) : NATION, 1983, (3), (4) : BATTISTE et al., 1983)

フェロモンの生物学的役割は不明である。一方、性フェロモンについてはほとんど実用化されていない。しかし、チチュウカイミバエの methyl(E)-6-nonenate は同種の雌の誘引剤としてパラフェロモンであるトリモデルアと同等の誘引力を有するという (OHINATA et al., 1979)。またオリーブミバエの性フェロモンについては、ギリシャのミバエ研究グループが精力的に野外試験を行っており (HANIOTAXIS et al., 1977 など)、その主要構成物質であるスピロケタルは市販段階にある。

今後、強ちに雌を誘引できる性フェロモンの研究が進展すれば、ミバエ類の根絶防除に新たな素材を提供することができるであろうし、また侵入警戒調査あるいは防除効果判定のためのモニタートラップの誘引剤としても有用となるであろう。

## 引用文献

- 1) ARAKAKI, N. et al. (1984) : Appl. Entomol. Zool. 19 : 42~51.
- 2) ARITA, L. H. and Y. KANESHIRO (1983) : Proc. Hawaii Entomol. Soc. 24 : 205~210.
- 3) BAKER, R. et al. (1980) : J. Chem. Soc. Chem. Comm. 1106 : 52~53.
- 4) ——— et al. (1982) : Experimentia 38 : 232~233.
- 5) ——— and A. J. BACON (1985) : ibid. 41 : 1484~1485.
- 6) BATTISTE, M. A. et al. (1983) : Tetrahedron Letters 24 : 2611~2614.
- 7) BELLAS, T. E. and B. S. FLETCHER (1979) : J. Chem. Ecol. 5 : 795~803.
- 8) BURK, T. and J. C. WEBB (1983) : Ann. Ent. Soc. Am. 76 : 678~682.
- 9) ECONOMOPOULOS, A. P. et al. (1971) : ibid. 64 : 1112~1116.
- 10) FLETCHER, B. S. (1968) : Nature (London) 219 : 631~632.
- 11) ——— (1969) : J. Insect Physiol. 15 : 1309~1322.
- 12) ——— and A. GIANNAKAKIS (1973) : ibid. 19 : 1147~1155.
- 13) FREIDBERG, A. (1982) : Entomol. Gen. 7 : 273~285.
- 14) GARIBOLDI, P. et al. (1982) : Experimentia 38 : 441~444.
- 15) HANIOTAKIS, G. E. (1974) : Environ. Entomol. 3 : 82~86.
- 16) ——— et al. (1977) : Ent. Exp. & Appl. 21 : 81~87.
- 17) ——— et al. (1986) : J. Chem. Ecol. 12 :
- 18) IWAHASHI, O. and T. MAJIMA (1986) : Appl. Entomol. Zool. 21 : 70~75.
- 19) JACOBSON, M. et al. (1973) : J. Med. Chem. 16 : 248~251.
- 20) KATSOYANNOS, B. I. (1982) : Z. Angew. Entomol. 94 : 187~198.
- 21) KOBAYASHI, R. M. et al. (1978) : Environ. Entomol. 7 : 107~112.
- 22) KUBA, H. and J. KOYAMA (1982) : Appl. Entomol. Zool. 17 : 559~568.
- 23) ——— (1985) : ibid. 20 : 365~372.
- 24) ——— et al. (1984) : ibid. 19 : 367~373.
- 25) LANDOLT, P. J. and J. HENDRICHES (1983) : Ann. Entomol. Soc. Am. 76 : 413~417.
- 26) ——— et al. (1985) : ibid. 78 : 751~755.
- 27) LHOSTE, J. and A. ROCHE (1960) : Bull. Soc. Entomol. Fr. 65 : 206~209.
- 28) MAZOMENOS, B. E. (1984) : J. Insect Physiol. 30 : 765~769.
- 29) ——— and G. E. HANIOTAXIS (1981) : J. Chem. Ecol. 7 : 437~444.
- 30) ——— and J. G. POMONIS (1982) : CEC/IOBC Symp./Athens 96~103.
- 31) NAKAGAWA, S. et al. (1973) : J. Econ. Entomol. 66 : 583~584.
- 32) NATION, J. L. (1972) : Ann. Entomol. Soc. Am. 65 : 1364~1367.
- 33) ——— (1974) : ibid. 67 : 731~734.
- 34) ——— (1981) : Int. J. Insect Morphol. & Embryol. 10 : 121~129.
- 35) OHINATA, K. et al. (1977) : J. Environ. Sci. Health A12 : 67~78.
- 36) ——— et al. (1979) : J. Econ. Entomol. 72 : 648~650.
- 37) ——— et al. (1982) : J. Environ. Sci. Health A17 : 197~216.
- 38) PERDOMO, A. J. et al. (1976) : Environ. Entomol. 5 : 1208~1210.
- 39) PROKOPY, R. J. (1975) : Can. Entomol. 107 : 905~908.
- 40) ——— and J. HENDRICHES (1979) : Ann. Ent. Soc. Am. 72 : 642~648.
- 41) PRITCHARD, G. (1967) : J. Austr. Entomol. Soc. 6 : 127~132.
- 42) ROBACKER, D. C. and W. G. HART (1985) : Ent. Exp. & Appl. 39 : 103~108.
- 43) ——— et al. (1986) : ibid. 40 : 123~127.
- 44) SCHULTZ, G. A. and G. M. BOUSH (1971) : J. Econ. Entomol. 64 : 347~349.
- 45) 杉本 渥 (1979) : 応動昆 23 : 40~42.
- 46) SUZUKI, Y. and J. KOYAMA (1981) : Appl. Entomol. Zool. 16 : 164~166.

植物防疫基礎講座

病害虫防除のための統計学 (8)

# 多変量解析——データの隠れた構造を読む

農林水産省食品総合研究所 **まつ なが りゅう し**  
**松 永 隆 司**

## はじめに

ある測定対象 (サンプル点) について、その持ついくつかの属性が測定されたとする。その属性を測定項目と呼ぶ。例えば、ある時期のある水田 (サンプル点) で観察される病害虫の種類 (項目) ごとの数 (観測値)、というような場合である。もし、水田が  $n$  箇所あり、病害虫の種類が  $s$  種類であれば、第 1 表のような ( $s \times n$ ) 行列が得られる。これを観測値行列、 $X$  と呼ぶことにする。

多変量解析とは、このようなデータを基に、項目間あるいはサンプル点間に内在するある関係 (もしあれば) を明らかにする手法である。これを解析の目的によって大別すると、次のようになる。

① データを要約して、解釈しやすいようにする。そのため、項目あるいはサンプル点に重みを与え、サンプル点あるいは項目の重み付き平均値 (スコア) を求め

る。

② ある項目 (目的変数) を他の項目 (説明変数) によって予測する。ある学生の英語の点数を、国語と社会の点数で予測するというようなケースである。

このように、データの要約と予測とに分けられ、前者のための手法として、主成分分析法、正準分析法、クラスター分析法、後者として、重回帰分析法、判別関数法、因子分析法などが数えられる。しかし厳密な区別があるわけではなく、同一手法でも①と②の目的を使い分けたりすることができる。本稿では、これらの手法を網羅的に解説するのではなく、データの要約という側面に注目する。そして、その中心的な役割を果たす主成分分析法について、その周辺の話題も交えながら説明する。多変量解析法一般については、ANDERSON (1958)、奥野ら (1971)、竹内と柳井 (1972) を参考にされたい。

## I 主成分分析法とは

第 1 表に示される原データは、 $s$  次の縦ベクトル ( $s$  個の数字を縦に並べたもの) が、 $n$  個集まったものである。一番上の数値を、 $s$  次元空間の第 1 軸の座標、二番目を第 2 軸の座標、...として空間にプロットすれば、観測値行列  $x$  は、 $s$  次元空間の  $n$  個の点の集まり (点群) となる。また、縦、横を入れ換えて  $n$  次元空間の  $s$  個の点群とも考えられるが、さしあたっては、 $s$  次元空間の  $n$  個の点であると考えておく。例えば、観測値行列

$$x = \begin{pmatrix} 20 & 26 & 27 & 28 & 31 & 33 & 39 & 41 & 42 & 48 & 50 \\ 50 & 45 & 60 & 50 & 46 & 55 & 35 & 25 & 33 & 24 & 28 \end{pmatrix} \dots (1)$$

は、 $2$  行  $\times$   $11$  列であり、二次元空間の  $11$  個の点の集まりである。二次元であるから第 1 図 (a) のように図示することができる。

空間上の点はサンプル点と 1 対 1 に対応しており、点の空間座標がわかれば、もとの観測値がわかる。したがって、観測値行列に隠されている関係 (構造) を探るといことは、空間上の点の集まりかた (点の配置パターン) から、その関係を見いだすことと同じである。この場合、先の例のように、サンプル点の観測項目が  $2$  ( $s = 2$ ) までならば、紙上に各項目を横軸、縦軸にとり、観測値をプロットすることで、点の配置パターンを見る

第 1 表  $s$  個の観測項目がある  $n$  個のサンプル点での観測値の一覧表 (2 重枠で囲まれた部分を観測値行列  $X$  とする)

サンプル点 項目						行の 和	行の 平均値
	1	2	3	.....	n		
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	.....	$x_{1n}$	$r_1$	$\bar{x}_1$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	.....	$x_{2n}$	$r_2$	$\bar{x}_2$
3	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	.....	$x_{3n}$	$r_3$	$\bar{x}_3$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
s	$x_{s1}$	$x_{s2}$	$x_{s3}$	.....	$x_{sn}$	$r_s$	$\bar{x}_s$
列の和	$c_1$	$c_2$	$c_3$	.....	$c_n$	$N$	
列の平均値	$\bar{x}_{.1}$	$\bar{x}_{.2}$	$\bar{x}_{.3}$	.....	$\bar{x}_{.n}$		

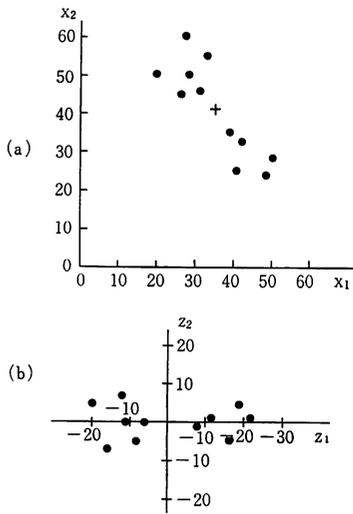
$x_{ij}$ : 第  $j$  サンプル点での第  $i$  項目の観測値

$r_i = \sum_{j=1}^n x_{ij}$ : 第  $i$  項目の観測値の和,

$c_j = \sum_{i=1}^s x_{ij}$ : 第  $j$  サンプル点の観測値の和,

$N = \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^n x_{ij}$ : 観測値の総和

Multivariate Analysis for the Ordination of Data.  
By Ryuji MATSUNAGA



第1図 観測値行列のプロットと、その主成分分析結果

(a) : 本文 (1) 式のプロット, “+” は点群の重心  $(\bar{x}_1, \bar{x}_2)$ , (b) : その中心化主成分分析による第一主成分, 第二主成分のスコアのプロット.

PIELOU (1984) より引用.

ことができる。しかし、4項目以上ある場合は全体を見ることは不可能である。そこで、この見えない点群の配置パターンを、できるだけその原形を残しながら見えるようにする工夫が必要である。観測値を一定の規則に従って処理、加工することによって、サンプル点を順序づける（一次元に落とす）とか、より低次の空間に位置づけるかして、隠された構造を明らかにすることを **ordination** (座標づけ) という。多くの項目からなる多数のサンプル点の観測値は数字の羅列である。それをただ見ているだけでは内在する特殊な構造は、あったとしても見えてくるものではない。そこで、観測値を一定のルールに従って変換し、その構造を視覚的に認知できるように要約する。これを **ordination** というわけである。主成分分析はこの **ordination** の中心的役割を果たす多変量解析の一手法である。

## II 主成分分析の原理とデータの前処理

主成分分析は観測値行列  $X$  をどう前処理するかによって、四つの場合が考えられる。すなわち、

- ① 観測値,  $x_{ij}$  を行 (場合によっては列) の平均値,  $\bar{x}_i$  の周りに展開した,

$$y_{ij} = x_{ij} - \bar{x}_i$$

を分析対象とする (中心化),

- ② 観測値の行 (場合によっては列) の標準偏差を 1 に統一する。すなわち,  $x_{ij}$  を行の標準偏差,  $\sigma_i$  で割った,

$$y_i = x_{ij} / \sigma_i,$$

を分析対象とする (規準化),

か否かで、それぞれ「する」、「しない」の組み合わせがある。それぞれに応じた特徴があり、結果の解釈が異なってくる。

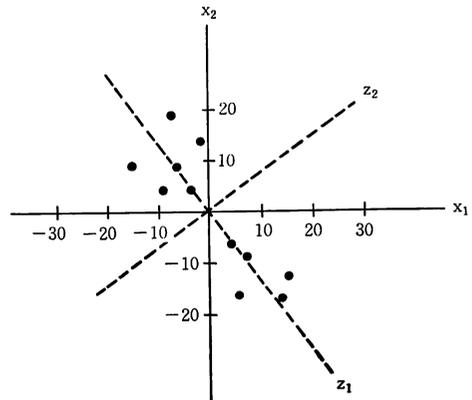
ところで、前処理後の主成分分析の考えかた、手法は同じである。分析結果を正しく解釈するうえでも手法についての基本的理解は役にたつはずである。そこで主成分分析の原理を述べることにする。

まず、前処理した結果得られる行列を、データ行列、 $Y$  と呼ぶことにする。

$$Y = \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1n} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Y_{s1} & Y_{s2} & \dots & Y_{sn} \end{pmatrix} \dots \dots \dots (2)$$

ここでも、縦ベクトル、すなわち、 $Y$  の各列は、 $s$  次元空間の 1 点に対応し、 $Y$  は  $s$  次元空間の  $n$  個の点群である。例えば、(1) 式の観測値行列を中心化処理したデータ行列は、第 2 図のようにプロットすることができる。

主成分分析の基本は、空間の原点はそのままにして、座標軸を原点を中心に回転させ、もとの軸とは異なる互いに直交する新しい  $s$  本の座標軸を作ることにある。この回転の結果、新しい座標軸から見た  $n$  個の点の座標は、もとの座標とはまったく異なってしまふ。しかし、各軸が直交しているので、新しい座標による空間上の点の配置パターンそのものは不変である。このような性質



第2図 中心化したデータのプロットと、その第一主成分 ( $z_1$ ), 第二主成分 ( $z_2$ ) の方向 (PIELOU (1984) より引用)

を持つ新しい座標は、座標軸の直交回転によって作られる。すなわち、(s×s) 直交行列をAとしたとき、

$$Z = AY,$$

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{s1} & z_{s2} & \dots & z_{sn} \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1s} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{s1} & a_{s2} & \dots & a_{ss} \end{pmatrix},$$

$$z_{ij} = \sum_{k=1}^s a_{ik} y_{kj} \dots \dots \dots (3)$$

という変換によるZの縦ベクトルが、対応する点の新しい座標である。ところで、直交行列は無数にあり、どれを選ぶかは、新しい座標の性質によるべきである。新しい座標によって、点の配置パターンが見やすくなる必要がある。

主成分分析では次のような条件を要求する。

① 第1軸 (z<sub>1</sub> 軸) 上の座標、(z<sub>11</sub>, z<sub>12</sub>, z<sub>13</sub>, ..., z<sub>1n</sub>) のバラツキがもっとも大きく、次いで第2軸 (Z<sub>2</sub> 軸)、第3軸 (Z<sub>3</sub> 軸)、...第s軸 (Z<sub>s</sub> 軸) となること。すなわち、

$$\sum_{j=1}^n z_{1j}^2 \geq \sum_{j=1}^n z_{2j}^2 \geq \dots \geq \sum_{j=1}^n z_{sj}^2.$$

② 異なる軸の座標の積和が0であること。すなわち、

$$\sum_{j=1}^n z_{1j} \cdot z_{mj} = 0, \text{ for } l \neq m.$$

この条件を視覚的に解釈すると、Z<sub>1</sub> 軸は原点を通り n 個の点をもっとも散らばっている方向となる (第一主成分という)。そして、z<sub>2</sub> 軸は z<sub>1</sub> 軸と直交し、点の配置パターンを示すうえで z<sub>1</sub> 軸と重複することがない方向で、かつ、その方向に沿った点のバラツキがもっとも大きい方向として定められる (第二主成分)。以下、z<sub>3</sub>, z<sub>4</sub>, ..., z<sub>s</sub> 軸はこの性質を維持しながら決められてゆく。中心化したデータ行列を用いるならば、他の軸と互いに無相関で、その方向に沿った分散がもっとも大きくなるような軸を順次求めるということになる。

ところで、このようなs個の軸 (主成分という) はどのようにして求められるのであろうか。主成分分析の①, ②の条件は、直交変換後の点群の座標の積和行列、ZZ' を考えるとわかりやすい。

$$ZZ' = (AY)(AY)' = A(YY')A' = P, \dots \dots \dots (4)$$

とするとき、ZZ' の第 ij 要素は、 $\sum_{k=1}^n z_{ik} \cdot z_{jk}$  であるから、z<sub>1</sub> 軸の座標と、z<sub>j</sub> 軸の座標の積和である。したがって、Pが対角行列 (左上から右下にかけての対角要素を除く他の要素がすべて0である行列) であり、対角要素を λ<sub>1</sub>, λ<sub>2</sub>, ..., λ<sub>s</sub> とするとき、λ<sub>1</sub> ≥ λ<sub>2</sub> ≥ ... λ<sub>s</sub> が成り立てば条件は満たされる。ところで、データ行列の積和

行列、YY' は対称行列 (第 ij 要素と第 ji 要素が等しい) であるから、次のように分解できる。

$$YY' = U' \Lambda U, \dots \dots \dots (5)$$

U: 直交行列、YY' の固有ベクトル行列という

Λ: 対角行列、その第 i 対角要素、λ<sub>i</sub> を YY' の第 i 固有値という。

そこで、データ行列の積和行列、YY' の固有値解析 (固有値と固有ベクトルを求めること) を行い、一番大きい固有値に対応する固有ベクトルを第1行に、二番目のそれを第2行に、...第s番目のそれを第s行に持つような固有ベクトル行列、Uを作る。そして(3)式の直交変換、Aとして、このUを用いれば、新しい座標の積和行列は、(4)式、(5)式と、直交行列の性質、UU' = I とから

$$ZZ' = U(YY')U' = UU' \Lambda UU' = \Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1 & & 0 \\ & \lambda_2 & \\ 0 & & \lambda_s \end{pmatrix} \dots (6)$$

が成り立つので、主成分分析の条件を満たすことができる。したがって、分析結果の解釈を別にすれば、主成分分析は、データ行列の積和行列を作り、その固有値と固有ベクトルを求めることに帰着する。

空間の座標軸を、YY' の固有ベクトル行列、Uによって回転させると、その結果、空間上の点群の座標は変わり、新座標は Z=UY と書くことができる。ここで

$$Z = \begin{pmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} & \dots & z_{1n} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} & \dots & z_{2n} \\ z_{31} & z_{32} & z_{33} & \dots & z_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{s1} & z_{s2} & z_{s3} & \dots & z_{sn} \end{pmatrix}, U = \begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} & u_{13} & \dots & u_{1s} \\ u_{21} & u_{22} & u_{23} & \dots & u_{2s} \\ u_{31} & u_{32} & u_{33} & \dots & u_{3s} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{s1} & u_{s2} & u_{s3} & \dots & u_{ss} \end{pmatrix}$$

$$\text{ただし、} \sum_{k=1}^s u_{ik}^2 = 1.$$

と書いたとき、Zの第j列が、第j番データ点の新しい座標であり、Zの第i行: (z<sub>11</sub> z<sub>12</sub>...z<sub>1n</sub>) が n個の点の第i軸座標 (第i主成分スコア) である。また、z<sub>ij</sub> =  $\sum_{k=1}^s u_{ik} \cdot y_{kj}$  であるから、第j番点の第i主成分のスコアは、もとの座標の、第i固有ベクトルによる重みつき平均値であることがわかる。

さて、データ点の配置パターンを視覚化するには、各点を二次元平面に投影する。ここで第一主成分を横軸、第二主成分を縦軸に持つ平面が投影面としてもっとも優れていると主成分分析は主張する。なぜならば、点配置パターンでもっとも変動の大きい方向と、それと無相関で次に変動の大きい方向をとれば、二次元平面の中ではもっともよく点配置パターンの変動を反映するからである。実際には、第一、第二主成分だけでなく、第一と第

三、第二と第三、…の組み合わせでできる平面にも投影して、点群の特殊なパターンを見いだすことが行われている。投影は、主成分を縦、横軸にとり、各点の対応する主成分スコアを、軸の座標としてプロットすればよい。

(1)式の行列  $X$  を中心化したデータ行列、 $Y$  の積和行列  $YY'$  の  $\frac{1}{n}$  倍  $(\frac{1}{n}YY' = X$  の分散・共分散行列)

の固有値行列、固有ベクトル行列はそれぞれ、

$$\Lambda = \begin{pmatrix} 211.7 & 0 \\ 0 & 16.3 \end{pmatrix}, U = \begin{pmatrix} 0.593 & -0.806 \\ 0.806 & 0.593 \end{pmatrix}$$

であり、新しい座標 (主成分スコア) は

$$Z = \begin{pmatrix} -16.1 & -8.6 & -20.0 & -11.4 & -6.4 & -12.5 \\ -6.7 & -4.9 & 4.8 & -0.3 & -0.3 & 6.7 \\ 7.2 & 16.4 & 10.6 & 21.4 & 19.4 \\ -0.3 & -4.6 & 0.9 & 0.4 & 4.4 \end{pmatrix}$$

である。これをプロットしたのが第1図 (b) である。もともと二次元のデータなので、視覚的には第1図 (a) 以上に得るところはないが、固有ベクトルの要素 (項目ごとの重み)、すなわち、 $U$  の第1行、第2行が、 $z_1, z_2$  軸の性格を項目との関係から考える手段となる。また、 $\lambda_1/(\lambda_1 + \lambda_2) = 211.7/288 = 0.929$  から、第一主成分が、データの全分散の 93% を説明していることがわかる。

### 1 観測データの中心化 (分散・共分散行列による分析)

観測値を中心化することは、 $s$  次元空間の原点を  $n$  個のサンプル点群の重心に平行移動し (第1図 (a) の+印)、そこを新しい原点とすることである。このときの積和行列  $YY'$  の  $(ij)$  要素は

$$(YY')_{ij} = \sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j) = n \cdot \text{Cov}(x_i, x_j)$$

であるから、観測値の分散・共分散行列に基づく主成分分析は、中心化処理をした場合になる。また固有値は、積和行列のその  $1/n$  となるので、そのままでスコアの分散を示すことになる。固有値の総和、 $V = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_s$  は、観測値の全分散と等しく、したがって、 $\lambda_k/V$  は、第  $k$  主成分がデータのバラツキを説明する割合であり、寄与率と呼ばれる。また、第  $k$  主成分スコアと、第  $1$  項目の観測値との相関係数は

$$r(z_k, x_1) = \sqrt{\lambda_k} \cdot u_{k1} / \sqrt{V(x_1)},$$

$V(x_1)$ : 第1項目の分散……………(7)

であり、因子負荷量という。この相関係数の2乗を、各主成分について和をとると、

$$\sum_{k=1}^s r^2(z_k, x_1) = 1$$

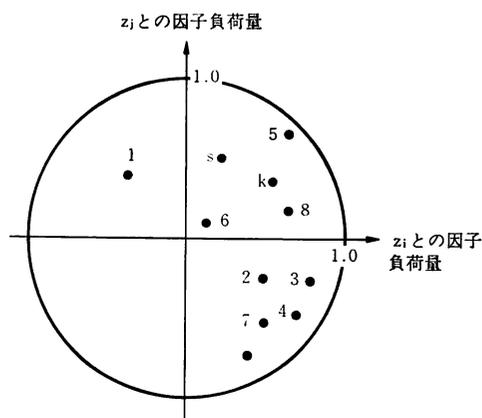
が成り立つ。そこで、第3図のように、第  $i$  主成分との

因子負荷量を横軸、第  $j$  主成分とのそれを縦軸の座標として、 $s$  個の項目についてプロットすると、半径1の円内に収まる。ここで第5項目のように円周に近い位置を占める点は、第  $i$ 、第  $j$  という二つの主成分によってよく説明される項目であり、原点に近いほど、この両者と無関係であることが示される。

このように、分散・共分散行列による主成分分析は、積和ではなく、分散という概念で扱えるのでなじみやすい。しかし、原点を平行移動することによって、項目ごとの観測値の大小が意味を持たなくなるとか、原点が点群の重心に移るので、点配置の特殊パターンが見えにくくなる場合があるので注意する必要がある。これが起きるのは、サンプル点がかかなり異質なグループから成り立ち、あるグループの特定項目の観測値が異常に偏っている、他のグループでは別の項目が異常に偏っているような場合である。人工的な例であるが、PIELOU (1984) による例を引用する。観測値行列

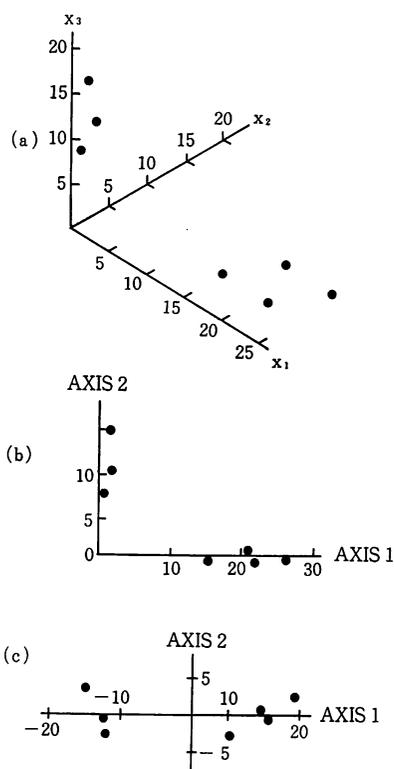
$$X = \begin{pmatrix} 15 & 18 & 21 & 24 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 10 & 5 & 10 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 8 & 15 & 10 \end{pmatrix}$$

を三次元的に表現すると第4図 (a) となる。ここで、中心化しない、 $XX'$  の主成分分析から同 (b) を得る。一方、中心化した場合の分析結果は同 (c) である。7 点の配置パターンを知るうえで、(b) のほうがはるかに優れていることがわかる。NOY-MEIR (1973) はデータの偏りの尺度として、非中心化主成分分析の固有ベクトルを用い、第  $k$  主成分について、正符号のベクトル要素を  $u_+$ 、負符号の要素を  $u_-$  としたとき、



第3図 第  $i$ 、第  $j$  主成分と、各観測項目の因子負荷量の散布図

各点の近くの数字が項目番号であり、各点は第  $i$ 、第  $j$  主成分との因子負荷量を座標として持つ。



第4図 偏ったデータの非中心化主成分分析と中心化主成分分析

(a) : 原データの三次元的プロット, (b) : 非中心化主成分分析の第一, 第二主成分によるプロット, (c) 中心化主成分分析による第一, 第二主成分によるプロット  
(b) のほうが, (c) よりも原配置パターンを忠実に表している。

$$\alpha = 1 - \frac{\sum u_i^2}{\sum u_i^2 + \dots + \sum u_n^2} \leq \frac{\sum u_i^2}{\sum u_i^2} \text{ のとき, } \dots \dots \dots (8)$$

$$\alpha = 1 - \frac{\sum u_i^2}{\sum u_i^2 + \dots + \sum u_n^2} > \frac{\sum u_i^2}{\sum u_i^2} \text{ のとき}$$

を提唱している。理論的根拠はないが、 $\alpha > 0.9$  ならば偏りのあるデータであるという。

## 2 観測データの規準化

この前処理により、観測値行列は  $s$  次元空間で各軸方向の分散が 1 である、丸くなった点群として再配置される。主成分分析はこの再配置された後の点群について行われるので、1 の場合とは、結果の解釈はかなり異なる。通常、中心化した後規準化される (正規化)。その場合は、観測値の相関係数行列の固有値解析を行うことになる。中心化されているので、1 の特長も欠点も受け継いでいる。第  $k$  固有値を  $\lambda_k$  とすれば、第  $k$  主成分の寄与率は  $\lambda_k/s$  となる。

規準化の是非はデータの性質、解析の目的によって定まるが、

① 異なる項目の測定単位が、出現数、重量、比率などのように互いに比較にならない場合とか、

② サンプル点を特徴づけるうえで重要であるが、観測値の絶対値の小さい項目があり、絶対値が大きく、変動の大きい項目によって、その違いが隠されてしまう場合、などに必要である。ただし、ノイズのような項目も同等に扱うことになるので注意する必要がある。

## III 主座標分析

主座標分析 (Principal Coordinate Analysis) はサンプル点間の異質性の度合いを決めることから始まる。これは、点間のユークリッド距離でも、曲面上の道程でも、類似度の逆数でも、何でもかまわない。さて、第  $i$ 、第  $j$  サンプル点間の異質性を  $d(i, j)$  としよう。この  $d(i, j)$  をユークリッド距離とみなして、 $n$  次元ユークリッド空間に、おのおのの点間の距離ができるだけ  $d(i, j)$ , ( $i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, n$ ) に一致するように  $n$  個の点を配置する。このようにして配置された点群の主成分分析を行うのが、主座標分析である。

それは、行列  $B$  の第  $ij$  要素、 $b_{ij}$  が

$$b_{ij} = -\frac{1}{2}d^2(i, j) + \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^n d^2(k, j) + \frac{1}{2n} \sum_{k=1}^n d^2(i, k) - \frac{1}{2n^2} \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n d^2(k, l), \dots (9)$$

であるような対称行列  $B$  の固有値分析によって行われる。すなわち、 $B$  の固有ベクトル行列を  $U$ 、固有値行列を  $\Lambda$  とすると、

$$C = \Lambda \frac{1}{2} U, \dots \dots \dots (10)$$

で与えられる  $C$  の  $ij$  要素、 $c_{ij} = \sqrt{\lambda_i} \cdot u_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n$ ) が、第  $j$  番サンプル点の第  $i$  主成分のスコアである。 $B$  は通常縮退している。また負の固有値があれば、空間上の距離が、異質性  $d(i, j)$  と完全には一致していないことを示す。

この方法は、観測値の情報が 100% 利用されないという点で主成分分析には劣る。また、主成分軸の現実的な意味もほとんどなく、ただサンプル点の配置パターンのみが意味を持つ。その配置パターンをサンプル点間の異質性の度合いのみで視覚化させるところに、この方法の特長がある。

## IV RA 解析 (Reciprocal Averaging Analysis)

この面白い呼び名は、項目に与えるべきスコアとサ

ンプル点に与えるべきスコアを、交互に、他の重み付き平均として求める、反復計算法のやりかたに由来している。主成分分析は、測定項目に重み（固有ベクトル）を付け、各サンプル点ごとにスコアを与える方法であるといえる。これは、観測値行列の縦と横を入れ換えてみれば、サンプル点に重みを付け、項目ごとのスコアを与える方法ともなる。

RA法は、サンプル点のスコアと、項目のスコアを、観測値行列の各要素の二つの属性の観測値とみなして、その相関が最大になるように両スコアを決める方法である。そのためか、**Correspondence Analysis**とも呼ばれる。第*i*項目に与えられるべきスコアを、 $p_i$  ( $i=1, 2, \dots, s$ )、第*j*サンプル点に与えられるべきスコアを  $q_j$  ( $j=1, 2, \dots, n$ ) と置いて、第1表の略号を用いたとき、

$$r = \frac{1}{N} \sum_i \sum_j x_{ij} \cdot p_i \cdot q_j$$

を最大にするように、 $p_i, q_j$  を求めるわけである。

このようなスコアは、固有値解析によっても求めることができる (HILL, 1973)。まず、( $s \times n$ ) 行列Mを、その *ij* 要素、 $m_{ij}$  が第1表の略号を使って、

$$m_{ij} = x_{ij} / \sqrt{r_i \cdot c_j}$$

for  $i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, s \dots \dots \dots$  (11)

となるように作る。この行列の積和行列、

$$P = MM'$$

の固有値行列、固有ベクトル行列を  $U_P, \Lambda_P$  とするとき、

$$V = \sqrt{N} \cdot U_P \cdot \begin{pmatrix} 1/\sqrt{r_1} & & 0 \\ & 1/\sqrt{r_2} & \\ 0 & & \ddots \\ & & & 1/\sqrt{r_s} \end{pmatrix} \dots \dots (12)$$

の第*k*行が、項目の求める第*k*主成分スコアとなる。同様に、

$$Q = M'M = P'$$

の固有ベクトル行列を  $U_Q, \Lambda_Q$  とするとき、

$$W = \sqrt{N} \cdot U_Q \cdot \begin{pmatrix} 1/\sqrt{c_1} & & 0 \\ & 1/\sqrt{c_2} & \\ 0 & & \ddots \\ & & & 1/\sqrt{c_n} \end{pmatrix} \dots \dots (13)$$

の第*k*行が、サンプル点の求める第*k*主成分スコアである。いうまでもなく、 $\Lambda_P, \Lambda_Q$  の固有値は等しい。また  $\lambda_1=1$  であり、 $V$  及び  $W$  の第1行の要素はすべて1である。したがって、第二主成分以後のスコアが意味

を持つ。両者の第*k*主成分スコアを用いたときの相関係数は  $\lambda_k$  となる。

この方法は、観測項目、サンプル点の重みを他と無関係に求めるのではなく、観測値を行と列の両面から同時に見ながら全体としてもっとも調和のとれた両者の重みを見いだすバランスのよい手法である。環境特性に一定の傾斜を与え、それに応じた観測値を人工的に作るシミュレーション実験 (GAUCH et al., 1977) では、中心化主成分分析は感度に優れているが、観測値にノイズを与えるとかく乱されやすく、スコアは傾斜を正しく反映しなくなる。一方、RAは、はるかにノイズに強く、安定していることが確かめられている。

### おわりに

観測値がサンプル点ごとに変動するという事は、偶然のいたづらを除いて、サンプル点間の何か本質的な特性の違いを反映していると考えられる。サンプル点の本質にかかわる特性は、どの観測項目についても、多少なりとも反映するとすれば、一項目だけでなく、多項目を同時に考えたほうが、その違いをより鮮明にできるはずである。主成分分析は、データの変動する方向を、各項目の重み付き平均、すなわち、主成分として提示する強力な統計手法である。しかし、計算そのものは、現在ではパソコン上でも可能である。問題は提示された主成分の現実的意味をどう解釈するかにある。それは統計的手法の範ちゅうを離れて、専門家の深い洞察力にかかわる事柄である。主成分分析が、その正しい洞察力が発揮される契機となれば、その役割は十分に果たされたと言えるのではなからうか。

おわりにあたり、文献その他で有益な助言を賜った、農林水産省農業環境技術研究所、宮井俊一氏に深謝致します。

### 引用文献

- 1) ANDERSON, T. W. (1958) : An introduction to multivariate analysis. John Wiley, New York, 374 pp.
- 2) GAUCH, H. G. et al. (1977) : J. Ecol. 65 : 157~174.
- 3) HILL, M. O. (1973) : ibid. 61 : 237~251.
- 4) NOY-MEIR, I. (1973) : ibid. 61 : 329~341.
- 5) 奥野忠一ら (1971) : 多変量解析法, 日科技連, 東京, 430 pp.
- 6) PIELOU, E. C. (1984) : The interpretation of ecological data. John Wiley, New York, 263 pp.
- 7) 竹内 啓・柳井晴夫 (1972) : 多変量解析の基礎, 東洋経済新報社, 東京, 326 pp.

## 登録の失効した農薬

近年の農薬登録の失効状況について、別表のように、用途別、五十音順（又は ABC 順）に取りまとめたので、大方の参考に供する。

なお、昭和 56 年 12 月 31 日以前に失効したものについては、本誌第 36 巻第 6 号（昭和 57 年 6 月号）41 ページに掲載されている。

農薬検査所企画調整課

失効農薬一覧表（昭和 57 年 1 月 1 日から昭和 62 年 9 月 30 日まで）

農 薬 名		登録年月日	失効年月日	主 な 適 用
有効成分の種類	代表的商品名			
【殺虫剤—11 種類】				
イソチオエート	ホスドロン	47. 2. 19	59. 1. 14	なす・すいか：アブラムシ類・ハダニ類、はくさい・キャベツ・きゅうり・トマト・ばれいしょ：アブラムシ類
クロルフェナミジン	スパノン，ガルエクロン	41. 12. 27	57. 5. 29	りんご：リンゴハダニ・ナミハダニ，水稻：ニカメイチュウ，キャベツ・はなやさい：コナガ・アオムシ他
クロルプロピレート	クロルマイト	39. 4. 23	62. 5. 30	りんご・なし：リンゴハダニ・ナミハダニ他，みかん：ミカンハダニ・ミカンサビダニ
クロルメタンスルホン酸アミド	クミトックス	47. 7. 19	59. 7. 19	ばら・カーネーション・きく：ハダニ類
ジアリホール	トーラック	47. 6. 30	59. 1. 10	みかん：ミカンハダニ・ミカンサビダニ・ヤノネカイガラムシ若令幼虫
松脂合剤	松脂合剤	23. 10. 30	61. 2. 27	みかん・かき等落葉果樹・庭木：ルビーロウムシ・カメノコカイガラムシ
メカルバム	ベスタン	35. 12. 3	62. 5. 13	稲：ツマガロヨコバイ・ウンカ類・イネドロオイムシ他，みかん：ミカンハダニ・ミカンアブラムシ他，茶：ハダニ類他
CYP	シュアサイド	41. 9. 17	58. 11. 28	稲：ニカメイチュウ・ツマガロヨコバイ他，キャベツ・はなやさい：アオムシ・コナガ・ヨトウムシ他，茶：コカクモンハマキ他
EDC	ネマホルン (EDB との混合剤)	42. 8. 28	61. 2. 21	すいか・きゅうり・きく：ネコブセンチュウ・ネグサレセンチュウ
EPBP	エッセブン	39. 4. 24	58. 10. 24	豆類：タネバエ，きゅうり・すいか：ウリハムシ幼虫・タネバエ，キャベツ・はくさい：カブラヤガ若令幼虫
TCE	スケルカット	42. 3. 7	59. 4. 6	庭木：クワコナカイガラムシ・リンゴワタムシ・ナシワタムシ
【殺菌剤—1 種類】				
フォルベット	フォルベット	44. 7. 28	60. 2. 19	ばれいしょ・きゅうり・プリムラ：疫病・べと病・灰色かび病，しゅんぎく：炭そ病
【除草剤—4 種類】				
石油	石油	40. 11. 10	57. 8. 17	にんじん・みつば：メヒシバ・ハコベ・アカザ・ツユクサ・スズメノカタビラ・スベリヒユ・タデ類

バラコート (ジメチルサルフェ-ート)	バラゼット	53. 10. 31	59. 10. 31	桑：畑地一年生雑草
メトキシフェノン	カヤメトン	51. 1. 13	59. 4. 26	稚苗移植水稻：ノビエ等の水田一年生雑草
NIP	ニップ	38. 1. 23	57. 6. 30	水稻：水田一年生雑草及びマツバイ，らっかせい・にんじん・かんしょ：畑地一年生雑草

## [植物成長調整剤—4種類]

オキシエチレン高級アルコール	OEDグリーン	39. 3. 21	60. 3. 21	かんきつ・たばこ・茶：苗の植えいたみ防止・活着促進
ドデシルベンゼンスルホン酸塩	ブルー	49. 2. 18	61. 2. 18	てっぼうゆり：摘蕾
トリヨード安息香酸	ジョンカラー	43. 9. 21	58. 9. 21	りんご（国光）成木：摘葉
マレイン酸ヒドラジドジエタノールアミン塩	MH-30, OMH-30	38. 12. 25	58. 3. 15	たまねぎ・ぼれいしょ：貯蔵中の発芽防止，たばこ：腋芽抑制

## [忌避剤—3種類]

クレゾール	ニーガス，モグラン	29. 8. 2	58. 3. 19	いのしし・もぐら・野そ
ジアリルジスルフィド	バラトリー	45. 10. 15	61. 1. 11	からす・むくどり・すずめ
チオソルベント	クレチオ	34. 9. 22	61. 9. 22	えぞのうさぎ・えぞやちねずみ

## 本会発行図書

## 農薬ハンドブック 1985年版

農業環境技術研究所 農薬動態科等担当官執筆

定価 4,200 円 送料 300 円 B6判 682 ページ 美装幀 ビニールカバー付

現在市販されている農薬を殺虫剤，殺菌剤，殺虫殺菌剤，除草剤，殺そ剤，植物成長調整剤，忌避剤，誘引剤，展着剤などに分け，各薬剤の作用特性，使用上の注意，製剤（主な商品名を入れた剤型別薬剤の紹介），適用病害虫などの解説を中心とし，ほかに一般名・商品名，化学名・化学構造式・物理化学的性質，毒性・魚毒性を表とした農薬成分一覧表，農薬残留基準・農薬登録保留基準・農薬安全使用基準の解説，毒性の分類，農薬中毒の治療法，薬剤名・商品名・一般名・化学名よりひける索引を付した植物防疫関係者座右の書!!

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

## 新しく登録された農薬 (62.10.1~62.10.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号〔登録業者(会社)名〕、対象作物：対象病害虫：適用時期及び回数などの順。但し、除草剤については適用雑草：使用方法を記載。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号 16861~16901 まで計 41 件)

なお、アンダーラインのついた種類名は新規のもので〔 〕内は試験段階時の薬剤名である。

### 『殺 虫 剤』

#### ジフルベンズロン水和剤

ジフルベンズロン 23.5%

デミリン水和剤 (62. 10. 21)

16864 (アグロ・カネシユウ)

りんご：キンモンホソガ・シンクイムシ類：30 日 3 回、  
なし：シンクイムシ類・ナシチビガ：30 日 3 回、か  
き：カキノヘタムシガ：30 日 2 回、かんきつ：ミカ  
ンハモグリガ：30 日 2 回、茶(覆下栽培を除く)：チ  
ャノホソガ：摘採 7 日前まで 1 回

### 『殺 菌 剤』

#### フェナリモル水和剤〔EL-222〕

フェナリモル 12.0%

ルビゲン水和剤 (62. 10. 21)

16865 (塩野義製薬)、16866 (日産化学工業)、16867 (日  
本イーライリリー)

なし：黒星病・赤星病：21 日 3 回、りんご：黒星病・  
赤星病・うどんこ病：21 日 3 回、かき：うどんこ病：  
21 日 3 回、いちご：うどんこ病：前日 3 回、メロン・  
ピーマン・きゅうり：うどんこ病：前日 4 回、すい  
か・かぼちゃ：うどんこ病：3 日 4 回、たばこ・ば  
ら：うどんこ病

#### ジクロメジン粉剤〔SF-7531〕

ジクロメジン 1.2%

モンガード粉剤 DL (62. 10. 21)

16868 (三共)、16869 (北海三共)、16870 (九州三共)

稲：紋枯病：14 日 3 回

#### ジクロメジン・フサライド粉剤〔SF-7706〕

ジクロメジン 1.2%、フサライド 2.5%

ラブサイドモンガード粉剤 DL (62. 10. 21)

16876 (三共)

稲：紋枯病・いもち病：21 日 3 回

#### トルクロホスメチル水和剤

トルクロホスメチル 50.0%

リゾレックス水和剤 (62. 10. 21)

16882 (住友化学工業)、16883 (北興化学工業)、16884  
(山本農薬)

てんさい：根腐病・葉腐病：30 日 4 回、ばれいしょ：黒  
あざ病：貯蔵前または植付け前 1 回種いも浸漬(10 分  
以内)、麦類：雪腐小粒菌核病：根雪前 2 回、レタス：  
すそ枯病：は種時土壌灌注・7 日 3 回、トマト・きゅ  
うり・なす：苗立枯病(リゾクトニア菌)：は種時 1 回  
土壌灌注、種子粉衣、ふき：白絹病：21 日 2 回、株元  
灌注、きく：白絹病：株元灌注

#### トルクロホスメチル粉剤

トルクロホスメチル 5.0%

リゾレックス粉剤 (62. 10. 21)

16885 (住友化学工業)、16886 (北興化学工業)、16887  
(山本農薬)

てんさい：苗立枯病(リゾクトニア菌)：は種前 1 回、  
トマト・なす・きゅうり：苗立枯病(リゾクトニア  
菌)：は種前 1 回、ふき：白絹病：定植前 1 回

#### トルクロホスメチル・ヒドロキシソキサゾール粉剤

トルクロホスメチル 5.0%、ヒドロキシソキサゾール  
4.0%

リゾレックスH粉剤 (62. 10. 21)

16888 (三共)、16889 (北海三共)、16890 (住友化学工  
業)

てんさい：苗立枯病：は種時 1 回

#### グアザチン・トリクロホスメチル水和剤

グアザチン 15.0%、トリクロホスメチル 25.0%

リゾレックスベフラン水和剤 (62. 10. 21)

16891 (北海三共)

麦類：紅色雪腐病・雪腐大粒菌核病・雪腐小粒菌核病：  
根雪前 1 回

#### フルトラニル水和剤

フルトラニル 20.0%

モンカットフロアブル (62. 10. 2)

16863 (日産化学工業)

稲：紋枯病：14 日 3 回：散布・空中散布

### 『殺虫殺菌剤』

#### BPMC・MEP・ジクロメジン粉剤〔SC-7707〕

BPMC 2.0%、MEP 2.0%、ジクロメジン 1.2%

スミバッサモンガード粉剤 DL (62. 10. 21)

16871 (三共)

稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コ  
ブノメイガ・カメムシ類：紋枯病：14 日 3 回

#### イソキサチオン・BPMC・ジクロメジン粉剤〔SC-8014〕

イソキサチオン 2.0%、BPMC 2.0%、ジクロメジン  
1.2%

カルバッサモンガード粉剤 DL (62. 10. 21)

16872 (三共)、16873 (九州三共)

稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・紋  
枯病：14 日 3 日

#### チオシクラム・ジクロメジン粉剤〔SC-7705〕

チオシクラム 2.0%、ジクロメジン 1.2%

エビセクトモンガード粉剤 DL (62. 10. 21)

16874 (三共)、16875 (九州三共)

稲：紋枯病・ニカメイチュウ・コブノメイガ・イネツトムシ：14日3回

**イソキサチオン・ジクロメジン・フサライド粉剤**〔SC-8016〕

イソキサチオン 2.0%，ジクロメジン 1.2%，フサライド 2.5%

ラブサイドカルモンガード粉剤 DL (62. 10. 21)

16877 (三共)，16878 (九州三共)

稲：ニカメイチュウ・いもち病・紋枯病：21日3回

**イソキサチオン・NAC・ジクロメジン粉剤**〔モンガードカルホスナック粉剤 DL〕

イソキサチオン 2.0%，NAC 2.5%，ジクロメジン 1.2%

カルナックモンガード粉剤 DL (62. 10. 21)

16879 (三共)，16880 (九州三共)

稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コブノメイガ・紋枯病：14日3回

**MEP・ジクロメジン・フサライド粉剤**〔SC-8206〕

MEP 3.0%，ジクロメジン 1.2%，フサライド 2.5%

ラブサイドスミモンガード粉剤 DL (62. 10. 21)

16881 (三共)

稲：ニカメイチュウ・いもち病・紋枯病：21日3回

### 『除草剤』

**MCPP・MDBA・2,4 PA 液剤**〔TG-72〕

MCPP 12.0%，MDBA 2.5%，2,4 PA 26.0%

トリメック F 液剤 (62. 10. 2)

16861 (日本農薬)，16862 (東洋グリーン)

日本芝：畑地一年生広葉雑草：雑草生育期，雑草茎葉散布

**メトラクロール乳剤**

メトラクロール 45.0%

デュアル乳剤 (62. 10. 21)

16892 (日本チバガイギー)，16893 (武田薬品工業)，

16894 (北海三共)

とうもろこし：畑地一年生雑草：播種発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：全域，かんしょ：畑地一年生雑草：挿苗後 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：全域，えだまめ・大豆・らっかせい：畑地一年生雑草：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：全域，いんげんまめ・さやいんげん：畑地一年生雑草：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：北海道・東北，てんさい (移植栽培)：畑地一年生雑草：定植後 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：北海道，キャベツ：定植後 (雑草発生前)：1

回：畦間株間土壌散布：全域，だいこん・にんじん：畑地一年生雑草：播種直後 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：全域

**プロメトリン・メトラクロール水和剤**

プロメトリン 20.0%，メトラクロール 30.0%

コダール水和剤 (62. 10. 21)

16895 (日本チバガイギー)，16896 (武田薬品工業)

とうもろこし：畑地一年生雑草：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：北海道，えだまめ・大豆：畑地一年生雑草：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：全域，小豆：畑地一年生雑草：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：北海道，さやいんげん・いんげんまめ：畑地一年生雑草：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：北海道，らっかせい：畑地一年生雑草：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：関東以西，たまねぎ：畑地一年生雑草：定植活着後又は中耕除草後 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：北海道

**プロメトリン・メトラクロール粉粒剤**

プロメトリン 1.0%，メトラクロール 2.0%

コダール細粒剤 F (62. 10. 21)

16897 (日本チバガイギー)，16898 (武田薬品工業)

とうもろこし・えだまめ・大豆：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：北海道を除く全域，にんじん：畑地一年生雑草：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：全域，キャベツ・はくさい：畑地一年生雑草：定植後 (雑草発生前) 1回：畦間株間土壌散布：全域，はくさい：畑地一年生雑草：定植前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：全域，らっかせい：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：全域，らっかせい：畑地一年生雑草：マルチ前・播種前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：全域，らっかせい：畑地一年生雑草：マルチ前・播種前 (雑草発生前)：1回：土壌混和：全域，桑：畑地一年生雑草：春期萌芽前及び夏切後 (雑草発生前)：全面土壌散布：全域

**アトラジン・メトラクロール水和剤**

アトラジン 15.0%，メトラクロール 25.0%

ゲザノンフロアブル (62. 10. 21)

16899 (日本チバガイギー)，16900 (武田薬品工業)，

16901 (クマイ化学工業)

とうもろこし：畑地一年生雑草：播種後発芽前 (雑草発生前)：1回：全面土壌散布：全域，とうもろこし：畑地一年生雑草：生育期 (とうもろこし 2~4 葉期)：1回：全面土壌散布：北海道

## 協 会 だ よ り

### ○昭和 62 年度地区植物防疫連絡協議会を開催す

10月5日から関東・東山地区を皮切りに、下記日程で開催した。

関東・東山地区	10月5日	神奈川県
九州地区	10月14日～15日	福岡県
東海・北陸地区	10月15日～16日	石川県
近畿地区	10月21日～22日	大阪府
中国・四国地区	10月27日	広島県
北海道・東北地区	10月27日	北海道

会議は、植物防疫事業をめぐる最近の状況及び昭和63年度植物防疫関係予算の説明に始まり、今年の病害虫の発生とその防除対策、植物防疫推進上の諸問題(①水田農業確立運動・農業効率使用防除体系確立、②マイナー作物等農業登録の適用拡大等)、都道府県植物防疫協会

の事業、日本植物防疫協会の事業及び関係団体の事業などについての協議が行われた。

また九州地区は14日午後、東海・北陸地区は15日午前、近畿地区は21日午後、中国・四国地区は27日午前に植物防疫協会事務局打ち合わせ会が開かれ、協会事業の実施上の問題点、組織強化対策等について協議と情報の交換が行われた。

なお、来年度は北海道・東北地区が福島県、関東・東山地区が千葉県、東海・北陸地区が岐阜県、近畿地区が滋賀県、中国・四国地区が岡山県、九州地区が熊本県で開催が予定されている。

### 人 事 消 息

(10月16日)

皆川 望氏(環境研環境生物部微生物管理科線虫小動物研主研)は農林水産技術会議事務局研究調査官〔目標担当〕に

### 次 号 予 告

次1月号は下記原稿を掲載する予定です。

新年を迎えて	加藤 肇
北日本のツマグロヨコバイ大発生機構	平野 耕治
イネ墨黒穂病とその病原菌	兼平 勉・土佐佳史・篠原正行
害虫の密度推定法——実用上の問題点をめぐって——	久野 英二
ラッカセイ斑紋ウイルス病の発生と防除	下長根 鴻
ユキヤナギアブラムシのバイオタイプ	駒崎 進吉
イネいもち病菌菌糸に形成される付着器	八重樫博志・松田 泉・佐藤善司
生態特性からみた促成栽培イチゴにおけるハダニの効率的防除	井上 雅央

植物防疫所が実施している果樹母樹検疫——ウイルス病検査の現状と問題点——	長尾 記明
第11回ICPP(国際植物防疫会議)について	持田 作
昭和62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
植物防疫基礎講座	
病害虫防除のための統計学(9)	
質的データの解析法——対数線型モデルについて——	宮井 俊一
植物ウイルス病の血清学的診断法(1)	
凝集反応法——赤血球凝集反応とラテックス凝集反応——	高橋 義行
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	

## 植 物 防 疫

第 41 卷 昭和 62 年 11 月 25 日印刷  
第 12 号 昭和 62 年 12 月 1 日発行

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

昭和 62 年

12 月 号

(毎月 1 回 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

— 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 日 本 植 物 防 疫 協 会

電 話 東 京 (03) 944-1561~6 番  
振 替 東 京 1-177867 番

— 禁 転 載 —

# 「植物防疫」第41巻

## 月別総目次

1987年(昭和62年)1~12月号

### 1月号

新年を迎えて……………山田昌雄…1  
馬毛島におけるトノサマバッタの大発生  
……………田中章・  
原次夫・永島田義則・池田和俊・池浦孫次郎…2  
メロン毛根病の発生とその病原細菌……………塩見敏樹…4  
ナミハダニのケルセン抵抗性……………河野哲…8  
ダッチアイリスの黄化腐敗病  
……………堀本圭一・一谷多喜郎・小玉孝司…13  
処理平均の多重比較にかかわる問題点について  
……………大竹昭郎…18  
農業資材費低減化技術確立事業の成果(昭和58年度  
~昭和60年度実施分)……………鈴木照磨…24  
昭和61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…28

### 2月号

ポルドウ液100年の足跡(3)——薬理と薬害——  
……………向秀夫…1  
カミキリムシ類の配偶行動……………岩淵喜久男…6  
IPMのための簡易発生調査法——存在頻度率の利  
用……………矢野栄二…12  
トマト果実腐敗症の発生とその原因……………富川章…18  
日本産アワノメイガ属(*Ostrinia*)の種の同定と寄主植  
物……………服部伊楚子・六浦晃…24  
植物防疫基礎講座/病害虫防除のための統計学(1)  
……………病害虫防除における統計的方法…宮井俊一…32  
昭和61年度に試験された病害虫防除薬剤  
イネ・ムギ殺虫剤……………岸野賢一…36  
殺菌剤……………加藤肇…37  
野菜・花きなど殺虫剤……………田中清…39  
殺菌剤……………竹内昭士郎…40  
土壌殺菌剤……………荒木隆男…41  
カンキツ殺虫剤……………是永龍二…42  
殺菌剤……………小泉銘冊…43  
落葉果樹(リンゴ・オウトウを除く)  
殺虫剤……………井上晃一…44  
殺菌剤……………佐久間勉…46  
リンゴ・オウトウ殺虫剤……………奥俊夫…47  
殺菌剤……………工藤晟…47  
茶樹殺虫剤……………刑部勝…49  
殺菌剤……………成澤信吉…50  
クワ殺虫剤、蚕への影響……………菊地実…51  
殺菌剤……………高橋幸吉…51  
新しく登録された農薬(61.12.1~12.31)……………31, 35

### 3月号

特集:永年作物の紋羽病  
紋羽病の研究の現状と今後の問題点……………佐久間勉…1  
リンゴ紋羽病の発生実態と発生生態……………福島千万男…3  
リンゴ紋羽病の薬剤防除……………荒井茂充…8  
ナシ白紋羽病のイソプロチオラン剤による防除  
……………梅本清作…12

桑園における白紋羽病の防除……………小島 暁…17  
クワ紋羽病の発生生態と制御……………久保村安衛…22  
北海道におけるダイズシストセンチュウのレース—十  
勝地域を中心として—……………清水 啓…27  
生果実の蒸熱処理によるミバエ類の殺虫方法  
……………杉本民雄・砂川邦男…34  
抗菌微生物を用いた土壌病害の防除  
……………木嶋利男・有江 力…39  
カブリダニの交尾と生殖行動……………天野 洋…44  
植物防疫基礎講座

病害虫防除のための統計学(2)  
分布様式とサンプリング(1)……………塩見正衛…48  
新しく登録された農薬(62.1.1~1.31)……………33, 47

### 4月号

特集:アブラムシ  
昭和62年度植物防疫事業の概要……………岩本 毅…1  
植物防疫研究課題の概要……………河部 暹…3  
特集:アブラムシ  
アブラムシのモルフとその発現決定機構  
……………河田和雄…5  
電気泳動法によるアブラムシの遺伝的変異の検出—  
モモアカアブラムシを中心に—……………高田 肇…10  
アブラムシの薬剤抵抗性……………浜 弘司…15  
野菜アブラムシ類防除の現状と問題点……………谷口達雄…21  
アブラムシのプレバート作製法——新しいPVA  
法の紹介——……………宮崎昌久…26  
ブドウ芽枯病(新称)の発生とその病原菌  
……………深谷雅子・工藤 晟・加藤作美・田中寛康…30  
岡山県の促成栽培ナスにおける青枯病の発生実態と防  
除法……………伊達寛敬・那須英夫・畑本 求…35  
ヨーロッパにおける土壌病害の生物的防除に関する研  
究現状……………内記 隆…40  
ポルドウ液100年の足跡(4)——戦後の足跡——  
……………向 秀夫…43  
植物防疫基礎講座  
病害虫防除のための統計学(3)  
分布様式とサンプリング(2)……………塩見正衛…50  
新しく登録された農薬(62.2.1~2.28)……………57

### 5月号

特集号:微生物の分類と保存  
農業微生物の分類と保存……………大畑貫一…1  
菌類の分類研究の現状と問題点……………椿 啓介…3  
植物病原糸状菌の簡易検索法……………浜屋悦次…9  
植物ウイルス分類研究の現状と将来展望  
……………栃原比呂志…15  
土壌細菌の分類・同定法……………加藤邦彦…19  
放線菌の分類研究の現状と問題点……………宮下清貴…23  
植物寄生性線虫の種を巡る問題……………皆川 望…29  
農林水産省微生物ジーンバンクについて……………松本和夫…33  
植物病原細菌・糸状菌の保存法……………土屋行夫…37  
植物ウイルスの保存法……………福本文良…41  
新しく登録された農薬(62.3.1~3.31)……………8

### 6月号

イネウシカ類の吸汁害——トビイロウンカとセジロウ  
ウンカの違い……………野田博明…1  
稲作技術の変遷と病害の発生変動(1)……………大畑貫一…7  
ジャガイモ乾腐病の原因菌と病原性  
……………戸正勝・陶山一雄…12  
農薬の生理活性に及ぼす光学特異性……………上野雅子…17  
リンゴにおけるモモンクタイガの防除を巡る諸問題  
……………成田 弘…23

媒介昆虫の培養細胞における植物ウイルスの感染・増殖……………木村郁夫…29

ハダニ類における有機スズ剤抵抗性の現状と問題点——茶寄生カンザワハダニを中心として——……………刑部 勝…34

新しく命名・改訂された線虫の学名及び和名……………大島康臣・湯原 巖…38

ポルドウ液の発見者ミヤルデ教授の若き日の肖像……………中村廣明…40

植物防疫基礎講座  
病害虫防除のための統計学(4)  
多重比較……………佐々木昭博…41

新しく登録された農薬(62.4.1~4.30)……………53

7月号

サツマイモ立枯病とその病原菌……………鈴木孝仁…1

ニカメイガの薬剤抵抗性……………昆野安彦…6

稲作技術の変遷と病害の発生変動(2)……………大畑貫一…12

イネいもち病の発生要因の変化……………横田敏恭…17

短期輪作によるイチゴ萎黄病の被害軽減とその要因……………岡山健夫・小島博文・小玉孝司・堀本圭一…19

畑害虫の耐寒性……………本間健平・筒井 等・坂上昭一…24

ワタミヒゲナガゾウムシのカンキツ果実への加害と生態……………藤井 浩…30

幼若ホルモン活性物質——最近の研究——……………波多腰信・中山 勇…33

土壌害虫防除の諸問題——コガネムシの幼虫を巡って——……………内藤 篤…42

植物防疫基礎講座  
病害虫防除のための統計学(5)  
探索的データ解析……………岩元明久…48

紹介 新登録農薬……………32, 52

新しく登録された農薬(62.5.1~5.31)……………16

8月号

グラジオラスアザミウマの発生と防除……………吉沢 治・早瀬 猛・中垣至郎・藤野宣博…1

イネ白葉枯病菌のレース分化と水平抵抗性検定法……………堀野 修…6

種子伝染性潜伏ウイルス……………夏秋知英…11

オオクロコガネ成虫の摂食と産卵行動……………松井武彦…16

農業化学構造式の線形表記法——コンピュータ入力のための……………能勢和夫…20

暖地におけるダイズモザイク病まん延の特徴……………中野正明…25

中国雲南省訪問記——水稻育種の日中共同研究を視察して——……………山田昌雄…29

抗幼若ホルモン活性物質——最近の話題——……………桑野栄一…32

植物防疫基礎講座  
病害虫防除のための統計学(6)  
ノンパラメトリックな検定法……………藤田和幸…38

紹介 新登録農薬……………43

新しく登録された農薬(62.6.1~6.30)……………46

9月号

特集: 茎頂培養とウイルスフリー化  
リンゴの茎頂培養とウイルスフリー化——熱処理及び抗ウイルス剤との併用——……………山家弘士…1

モモ・ナシの茎頂培養とウイルスフリー化……………宗形 隆…6

ブドウの茎頂培養とウイルスフリー化……………貞松光男…12

オウトウの茎頂培養とウイルスフリー化……………野口協一・山口幸子・大沼幸男…17

沖縄本島におけるシロガシラの侵入と被害の状況……………金城常雄・西村 真・中村和雄…22

カンキツ園における温州萎縮ウイルスの伝搬——防風垣用サンゴジュの役割——……………前 博視…27

ハマキコウラコマユバチの寄主発見から産卵まで……………戒能洋一…31

抗血清を利用した糸状菌病の診断……………君島悦夫・小林慶範・西尾 健…36

センノカミキリの生態……………阿久津喜作…43

病害虫発生予察情報のオンライン化……………横田敏恭…48

いもち病の研究に供試する菌株について……………山中 達…51

植物防疫基礎講座  
病害虫防除のための統計学(7)  
非線型最小二乗法……………宮井俊一…52

紹介 新登録農薬……………47, 56

新しく登録された農薬(62.7.1~7.31)……………5

10月号

シロイチモジマダラメイガの産卵行動……………服部 誠…1

イネ葉しょうの濡れ時間と紋枯病の病斑進展……………武田真一…7

クリタマバチ防除の現状と問題点……………行徳 裕…11

わが国のダイズ細菌病……………西山幸司…15

アメリカンロヒトリの定位行動……………廣岡芳年…19

タバコ立枯病の風雨による二次伝染……………原 秀紀・小野邦明…25

ミナミキイロアザミウマの物理的防除法……………鈴木 寛…29

カブリダニに対するハダニの「防御」——錯綜した捕食—被害者の関係——……………斎藤 裕…35

紹介 新登録農薬……………42

新しく登録された農薬(62.8.1~8.31)……………6

11月号

特集号: 害虫の長距離移動  
長距離移動性害虫の研究の展望……………桐谷圭治…1

害虫の移動と気象……………清野 裕・大矢慎吾…4

害虫の移動追跡技術……………岸野賢一・日高輝展…9

害虫の移動と環境……………平井一男…13

害虫の移動個体の生理・生化学と遺伝的変異……………藤條純夫…20

害虫の移動予知システムモデル……………法橋信彦…25

セジロウカの長距離移動に関する日中共同研究……………桐谷圭治・平井剛夫…29

アワヨトウの移動……………大内義久…34

ハスモンヨトウの移動……………内藤 篤…37

コナガの移動……………岡田利承…41

コブノメイガの移動——特に水田からの移入を中心にして——……………和田 節…45

ウンカ類の移動予知……………渡邊朋也…49

紹介 新登録農薬……………3, 8, 19, 52

新しく登録された農薬(62.9.1~9.30)……………44

12月号

特集: 暖地・亜熱帯のウイルス病  
九州及び南西諸島作物ウイルス病の特色と防除の諸問題……………新海 昭…1

沖縄県における野菜ウイルス病の発生と防除……………外間教男…6

パパヤのウイルス病……………与那覇哲義…10

オペラント箱内でのハトの採餌行動——餌場の枯渇回避としての過少対応と抗負荷選択——……………渡辺 茂…15

小笠原諸島の作物菌類病……………佐藤豊三…20

交信かく乱剤(性フェロモン)による茶園のハマキムシ類の広域防除……………池田二三高…24

ミバネ類の性フェロモン……………久場洋之…29

植物防疫講座  
病害虫防除のための統計学(8)  
多変量解析——データの隠れた構造を読む——……………松永隆司…36

登録の失効した農薬……………農薬検査所企画調整課…42

新しく登録された農薬(62.10.1~10.31)……………44

# 「植物防疫」第41巻

## 項目別総目次

1987年(昭和62年)1~12月号

### 植物防疫行政

- 昭和62年度植物防疫事業の概要……岩本 毅… 4-145  
植物防疫研究課題の概要……河部 暹… 4-147

### 病害虫全般

- 昭和61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… 1-28  
病害虫発生予察情報のオンライン化…横田敏恭… 9-454

### 病 理

- メロン毛根病の発生とその病原細菌 …塩見敏樹… 1-4  
ダッチアイリスの黄化腐敗病  
……堀本圭一・一谷多喜郎・小玉孝司… 1-13  
トマト果実腐敗症の発生とその原因…富川 章… 2-56  
紋羽病の研究の現状と今後の問題点…佐久間勉… 3-91  
リンゴ紋羽病の発生実態と発生生態  
……福島千万男… 3-93  
リンゴ紋羽病の薬剤防除……荒井茂充… 3-98  
ナシ白紋羽病のイソプロチオラン剤による防除  
……梅本清作… 3-102  
桑園における白紋羽病の防除……小島 暁… 3-107  
クワ紋羽病の発生生態と制御……久保村安衛… 3-112  
抗菌微生物を用いた土壌病害の生物学的防除  
……木嶋利男・有江 力… 3-129  
ブドウ芽枯病(新称)の発生とその病原菌  
……深谷雅子・工藤 辰・加藤作美・田中寛康… 4-174  
岡山県の促成栽培ナスにおける青枯病の発生実態と防  
除法……伊達寛敬・那須英夫・畑本 求… 4-179  
農業微生物の分類と保存……大畑貫一… 5-203  
菌類の分類研究の現状と問題点……椿 啓介… 5-205  
植物病原糸状菌の簡易検索法……浜屋悦次… 5-211  
植物ウイルス分類研究の現状と将来展望  
……栃原比呂志… 5-217  
土壌細菌の分類・同定法……加藤邦彦… 5-221  
放線菌の分類研究の現状と問題点……宮下清貴… 5-225  
植物寄生性線虫の種を巡る問題……皆川 望… 5-231  
農林水産省微生物ジーンバンクについて  
……松本和夫… 5-235  
植物病原細菌・糸状菌の保存法……土屋行夫… 5-239  
植物ウイルスの保存法……福本文良… 5-243  
稲作技術の変遷と病害の発生変動(1)  
……大畑貫一… 6-255  
ジャガイモ乾腐病の原因菌と病原性  
……戸正勝・陶山一雄… 6-260  
媒介昆虫の培養細胞における植物ウイルスの感染・増  
殖……木村郁夫… 6-277  
サツマイモ立枯病とその病原菌……鈴木孝仁… 7-307  
稲作技術の変遷と病害の発生変動(2)  
……大畑貫一… 7-318  
イネいもち病の発生要因の変化……横田敏恭… 7-323  
短期輪作によるイチゴ萎黄病の被害軽減とその要因  
……岡山健夫・小島博文・小玉孝司・堀本圭一… 7-325  
イネ白葉枯病菌のレース分化と水平抵抗性検定法

- ……堀野 修… 8-366  
種子伝染性潜伏ウイルス……夏秋知英… 8-371  
暖地におけるダイズモザイク病まん延の特徴  
……中野正明… 8-385  
リンゴの茎頂培養とウイルスフリー化——熱処理及び  
抗ウイルス剤との併用……山家弘士… 9-407  
モモ・ナシの茎頂培養とウイルスフリー化  
……宗形 隆… 9-412  
ブドウの茎頂培養とウイルスフリー化  
……貞松光男… 9-418  
オウトウの茎頂培養とウイルスフリー化  
……野口協一・山口幸子・大沼幸男… 9-423  
カンキツ園における温州萎縮ウイルスの伝搬——防風  
垣用サンゴジュの役割——……前 博視… 9-433  
抗血清を利用した糸状菌病の診断  
……君島悦夫・小林慶範・西尾 健… 9-442  
いもち病の研究に供試する菌株について  
……山中 達… 9-457  
イネ葉しょうの濡れ時間と紋枯病の病斑進展  
……武田真一… 10-471  
わが国のダイズ細菌病……西山幸司… 10-479  
タバコ立枯病の風雨による二次伝染  
……原 秀紀・小野邦明… 10-489  
九州及び南西諸島作物ウイルス病の特色と防除の諸問  
題……新海 昭… 12-569  
沖縄県における野菜ウイルス病の発生と防除  
……外間教男… 12-574  
パパヤのウイルス病……与那覇哲義… 12-578  
小笠原諸島の作物菌類病……佐藤豊三… 12-588

### 昆 虫

- 馬毛島におけるトノサマバツタの大発生  
……田中 章・原 次夫・永島田義則・池田和俊・  
池浦孫次郎… 1-2  
ナミハダニのケルセン抵抗性……河野 哲… 1-8  
処理平均の多重比較にかかわる問題点について  
……大竹昭郎… 1-18  
カミキリムシ類の配偶行動……岩淵喜久男… 2-44  
IPMのための簡易発生調査法  
——存在頻度率の利用——……矢野栄二… 2-50  
日本産アワノメイガ属(*Ostrinia*)の種の同定と寄主  
植物……服部伊楚子・六浦 晃… 2-62  
生果実の蒸熱処理によるミバエ類の殺虫方法  
……杉本民雄・砂川邦男… 3-124  
カブリダニの交尾と生殖行動……天野 洋… 3-134  
アブラムシのモルフとその発現決定機構  
……河田和雄… 4-149  
電気泳動法によるアブラムシの遺伝的変異の検出—モ  
モアアブラムシを中心にして—……高田 肇… 4-154  
アブラムシの薬剤抵抗性……浜 弘司… 4-159  
野菜アブラムシ類防除の現状と問題点  
……谷口達雄… 4-165  
アブラムシのプレバート作製法——新しいPVA法  
の紹介——……宮崎昌久… 4-170  
イネウシカ類の吸汁害——トビイロウシカとセジロウシ  
カの違い——……野田博明… 6-249  
リンゴにおけるモモンクイガの防除を巡る諸問題  
……成田 弘… 6-271  
ハダニ類における有機スズ剤抵抗性の現状と問題点  
——茶寄生カンザワハダニを中心として——  
……刑部 勝… 6-262  
ニカメイガの薬剤抵抗性……昆野安彦… 7-312  
畑害虫の耐寒性  
……本間健平・筒井 等・坂上昭一… 7-330  
ワタミヒゲナガゾウムシのカンキツ果実への加害と生

態	藤井 浩	7-336
幼若ホルモン活性物質——最近の研究——		
.....	波多腰信・中山 勇	7-339
土壌害虫防除の諸問題——コガネムシの幼虫を巡って——	内藤 篤	7-348
グラジオラスアザミウマの発生と防除	吉沢 治・早瀬 猛・中垣至郎・藤野宜博	8-361
オオクロコガネ成虫の摂食と産卵行動	松井武彦	8-376
抗幼若ホルモン活性物質——最近の話題		
.....	桑野栄一	8-392
ハマキコウラコマユバチの寄主発見から産卵まで	戒能洋一	9-437
センノカミキリの生態	阿久津喜作	9-449
シロイチモジマダラメイガの産卵行動	服部 誠	10-465
クリタマバチ防除の現状と問題点	行徳 裕	10-475
アメリカシロヒトリの定位行動	廣岡芳年	10-483
ミナミキイロアザミウマの動物防除法	鈴木 寛	10-493
カブリダニに対するハダニの防御——錯綜した被食—捕食者の関係——	斉藤 裕	10-499
長距離移動性害虫の研究の展望	桐谷圭治	11-515
害虫の移動と気象	清野 豁・大矢慎吾	11-518
害虫の移動追跡技術	岸野賢一・日高輝展	11-523
害虫の移動と環境	平井一男	11-527
害虫の移動個体の生理・生化学と遺伝的変異	藤條純夫	11-534
害虫の移動予知システムモデル	法橋信彦	11-539
セジロウンカの長距離移動に関する日中共同研究	桐谷圭治・平井剛夫	11-543
アワヨトウの移動	大内義久	11-548
ハスモンヨトウの移動	内藤 篤	11-551
コナガの移動	岡田利承	11-555
コブノメイガの移動——特に水田からの移出を中心に——	和田 節	11-559
ウンカ類の移動予知	渡邊朋也	11-563
交信かく乱剤(性フェロモン)による茶園のハマキムシ類の広域防除	池田二三高	12-592
ミバエ類の性フェロモン	久場洋之	12-597

**線 虫**

北海道におけるダイズシストセンチュウのレース——十勝地域を中心として——	清水 啓	3-117
新しく命名・改訂された線虫の学名及び和名	大島康臣・湯原 巖	6-280

**鳥 獣 類**

沖縄本島におけるシロガシラの侵入と被害の状況	金城常雄・西村 真・中村和雄	9-428
オペラント箱内でのハトの採餌行動	渡辺 茂	12-583

**農 薬**

農業資材費低減化技術確立事業の成果(昭和58年度～昭和60年度実施分)	鈴木照磨	1-24
ボルドウ液100年の足跡(3)——薬理と薬害——	向 秀夫	2-39
ボルドウ液100年の足跡(4)——戦後の足跡——	向 秀夫	4-187
農薬の生理活性に及ぼす光学特異性	上路雅子	6-265
農薬化学構造式の線形表記法——コンピュータ入力のための——	能勢和夫	8-380

**委託試験**

昭和61年度に試験された病害虫防除薬剤		
イネ・ムギ殺虫剤	岸野賢一	2-74
殺菌剤	加藤 肇	2-75
野菜・花きなど殺虫剤	田中 清	2-77
殺菌剤	竹内昭士郎	2-78
土壌殺菌剤	荒木隆男	2-79
カンキツ殺虫剤	是永龍二	2-80
殺菌剤	小泉銘冊	2-81
落葉果樹(リンゴ・オウトウを除く)		
殺虫剤	井上晃一	2-82
殺菌剤	佐久間勉	2-84
リンゴ・オウトウ殺虫剤	奥 俊夫	2-85
殺菌剤	工藤 晟	2-85
茶樹殺虫剤	刑部 勝	2-87
殺菌剤	成澤信吉	2-88
クワ殺虫剤, 蚕への影響	菊地 実	2-89
殺菌剤	高橋幸吉	2-89

**植物防疫基礎講座**

試験方法の解説		
病害虫防除のための統計学(1) 病害虫防除における統計的方法	宮井俊一	2-70
病害虫防除のための統計学(2) 分布様式とサンプリング(1)	塩見正衛	3-138
病害虫防除のための統計学(3) 分布様式とサンプリング(2)	塩見正衛	4-194
病害虫防除のための統計学(4) 多重比較	佐々木昭博	6-289
病害虫防除のための統計学(5) 探索的データ解析	岩元明久	7-354
病害虫防除のための統計学(6) ノンパラメトリックな検定法	藤田和幸	8-398
病害虫防除のための統計学(7) 非線型最小二乗法	宮井俊一	9-458
病害虫防除のための統計学(8) 多変量解析——データの隠れた構造を読む——	松永隆司	12-604

**新しく登録された農薬**

61.12.1~12.31	2-69, 73
62.1.1~1.31	3-123, 137
62.2.1~2.28	4-201
62.3.1~3.31	5-210
62.4.1~4.30	6-301
62.5.1~5.31	7-322
62.6.1~6.30	8-406
62.7.1~7.31	9-411
62.8.1~8.31	10-470
62.9.1~9.30	11-558
62.10.1~10.30	12-612

**新登録農薬の紹介**

紹介 新登録農薬	7-338, 358, 8-403, 9-453, 462
.....	10-506, 11-517, 522, 533, 566

**登録失効農薬**

登録の失効した農薬	農業検査所企画調整課	12-610
-----------	------------	--------

**諸会議印象記など**

ヨーロッパにおける土壌病害の生物的防除に関する研究現状	内記 隆	4-184
中国雲南省訪問記——水稻育種の日中共同研究を視察して——	山田昌雄	8-389

**随想その他**

新年を迎えて	山田昌雄	1-1
ボルドウ液の発見者ミヤルデ教授の若き日の肖像	中村廣明	6-288

果樹・野菜・茶などの広範囲の害虫防除に  
—新合成ピレスロイド剤—

新発売!

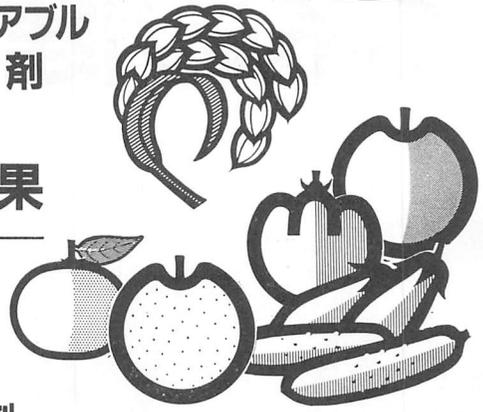
増収を約束する

日曹の農薬

日曹 **スカウト** フロアブル乳剤

少薬量で (フロアブル…1.6%)  
(乳剤…1.4%)

大きな効果



- 稲の種子消毒こ、  
果樹の黒星病・赤星病・うどんこ病防除に

**トリフミン**® 水和剤

- 果樹・いちごのハダニ防除に

**ニッソラン**® 水和剤

- 畑作のイネ科雑草除草に

**ナブ**® 乳剤



日本曹達株式会社

本社 〒100 東京都千代田区大手町2-2-1  
支店 〒541 大阪市東区北浜2-90  
営業所 札幌・仙台・信越・東京・名古屋・福岡・四国・高岡

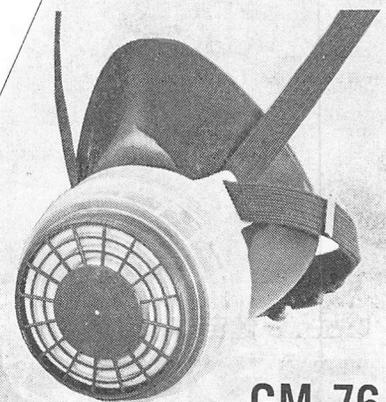
くん蒸作業・薬剤散布にシゲマツの  
防毒マスク

シゲマツのマスクが大切な健康を  
守ります。



**GM-131**  
隔離式防毒マスク  
国検合検第45号

くん蒸作業に大好評



**GM-76**  
UIHフィルタ付  
直結式小型

乳剤  
粉剤の散布に

株式会社 **重松製作所**

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

# イネの健康、大切に。



いもち病・健苗・ムレ苗

**フジワン**<sup>®</sup>

もんがれ病

**モンカット**<sup>®</sup>

ウンカ・ヨコバイ

**アプロード**<sup>®</sup>



日本農薬株式会社  
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

®は日本農薬の登録商標です。

## 農業技術

B5判 定価400円(〒45円)  
(1年〒共4,800円)

昭和21年創刊 農業技術についての月刊総合雑誌

## 農業技術研究の課題と展望

第I巻 農業技術研究の原点を求めて 第II巻 21世紀の農業技術をめざして 川嶋良一著 A5判 各約300頁 定価各1700円 〒各250円(2冊で300円)

農水省農事試験場長、技術会議事務局長、農研センター所長等を歴任された著者が、これまで各誌に執筆された諸稿を体系的にまとめたもの。農業技術関係者の必読書

## 農林水産研究とコンピュータ

斎尾乾二郎他編著 A5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

## 【新刊】野菜種類・品種名考

西 貞夫監修 22氏執筆 B6判 406頁 定価2,200円

第一部として野菜とは何か、野菜の種類、品種の分化等を、第二部として主要34野菜の起源と伝播、栽培の歩み、品種改良の経過、代表的品種の来歴・名の由来等を解説。

## 最新作物生理実験法

北條良夫・石塚潤爾編 大学・試験研究機関  
新進気鋭の研究者24氏執筆

A5判(上製) 416頁 定価3,500円 〒300円

作物の形態と機能を体系的に関連づけ、多くの研究領域で基本的な最新の生理実験技法を解説、農学系、生物系の学生・院生、農業関係研究者の常備実験書

## 実験以前のこと—農学研究序論

小野小三郎著 B6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 B6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 B6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、あわせて各果樹の起源、渡来と定着の状況を果樹育種専攻14氏が解説

〒114 東京都北区西ヶ原  
1-26-3

(財団法人) 農業技術協会

振替 東京 8-176531  
Tel (03) 910-3787

# 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。
- ❖作物の初期生育が旺盛になります。
- 安全性が確認された使い易い殺虫剤

- ❖広範囲の土壌病害、センチュウに高い効果があります。
- ❖粒剤なので簡単に散布できます。
- 各種ハダニにシャープな効きめのダニ剤

## 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

## バイデン

乳剤

- 澄んだ水が太陽の光をまねく / 水田の中期除草剤

## キノンドー

水和剤80  
水和剤40

## 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

# チカラのウルコ

頑固な雑草に必殺一発パンチ!

63年本格販売

62年の試販結果は、  
大好評!!

話題の低コスト除草  
一発処理除草剤



農協・経済連・全農

クミアイ化学工業株式会社



## 調和をめざすカヤクの農薬



ひときわ冴えた効きめが自慢

- シクロサルU粒剤
- ダイアジノン粒剤
- カヤフォス粒剤
- カヤベスト粉剤
- ハタクリン粉剤
- パウナックスM粒剤
- バサグランSM粒剤

日本化薬株式会社

〒100 東京都千代田区丸の内1-2-1  
TEL. 03-212-4360

昭和六十二年十一月九日  
発行(毎月一回) 郵便物  
認行

定価五〇〇円(送料五〇円)