

ISSN 0037-4091

# 植物防疫



1987

8

VOL 41

# りんごの病害防除に!

\*適用拡大になりました。

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

## パルノックス 水和剤



大内新興化学工業株式会社  
〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4

## 土壌調査, 植害テストおよび土壌・肥料・植物などの依頼分析

〈正確・迅速〉

### ● 土壌調査, 植害テスト

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

### ● 依頼分析

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

### ● モノリス(土壌断面標本)の作成

特殊樹脂加工による永久保存標本の作成

### ● 花粉・微化石分析調査

古環境、地質時代の解明に顕著な実績をあげています

### ● 骨材の岩石・品質鑑定(薄片作製)

パルノ・サーヴェイ株式会社

地質調査業者 質 60-982  
計量証明事業 群馬県 環 第17号

本社 〒103 東京都中央区日本橋室町2-1 三井中3号館  
TEL 03(241)4566(代) FAX 241-4597  
研究所 〒375 群馬県藤岡市岡之郷字戸崎559-3  
TEL 0274(42)8129 FAX 0274-42-7950



# 除草剤イノベーション。



## 水田除草剤の歴史に新しい1ページがひらかれた。

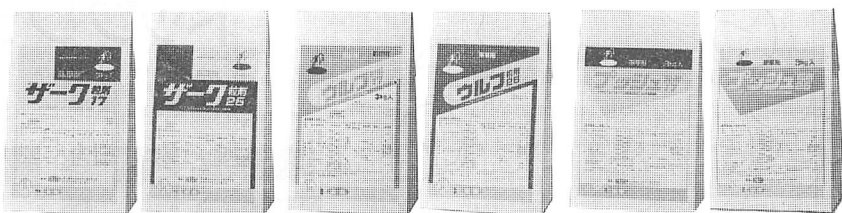
デュポン社が開発した画期的な水田除草剤、スルホニル尿素系除草剤DPX-84<sup>※</sup>をベースに、いま「ザーク」「ウルフ」「ブッシュ」誕生。

※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<sup>®</sup>** 粉剤10

幼苗腐敗症・褐条病に

**カスミン<sup>®</sup>** 粒剤

新発売 苗立枯病・褐条病に

**フタパロン** 粉剤

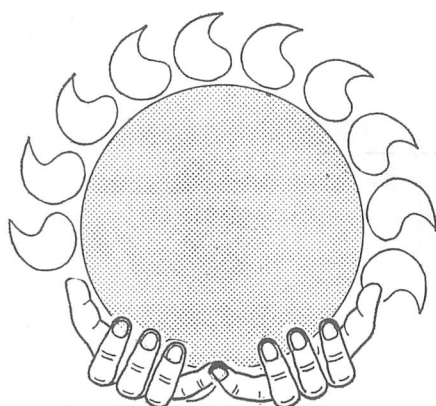


農協  
経済連  
全農



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 8 号  
昭和 62 年 8 月号

## 目次

|                              |                       |    |
|------------------------------|-----------------------|----|
| 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 |
| 新刊紹介                         | 人事消息                  | 10 |
| 次号予告                         |                       | 10 |



## 「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

- いもち病に理想の複合剤  
**ヒノラフサイド**<sup>®</sup>
- いもち病の予防・治療効果が高い  
**ヒノザン**<sup>®</sup>
- いもち・穂枯れ・カメムシなどに  
**ヒノバイジット**<sup>®</sup>
- いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに  
**ヒノラフバイバッサ**<sup>®</sup>
- 紋枯病に効果の高い  
**モンセレン**<sup>®</sup>
- いもち・穂枯れ・紋枯病などに  
**ヒノラフモンセレン**<sup>®</sup>
- イネミス・カメムシ・メイチュウに  
**バイジット**<sup>®</sup>
- イネミスゾウムシ・メイチュウに  
**バサジット**<sup>®</sup>
- イネミス・ドロオイ・ウンカなどに  
**ガンサイド**<sup>®</sup>
- イネミス・ウンカ・ツマグロヨコバイに  
**D.S. タイシストンガンサイド**<sup>®</sup>  
和剤

- さび病・うどんこ病に  
**バイレオン**<sup>®</sup>
- 灰色かび病に  
**ユーパレン**<sup>®</sup>
- うどんこ病・オンシツコナジラミなどに  
**モレスタン**<sup>®</sup>
- 斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに  
**アントラコール**<sup>®</sup>
- もち病・網もち病・炭そ病などに  
**バイエシホルドウ**<sup>®</sup>  
[クスラヒットホルテ]
- コナガ・ヨトウ・アオムシ・ハマキムシ・スリップスに  
**トクチオン**<sup>®</sup>
- ミナミキイロアザミウマに  
**ホルスターール**<sup>®</sup>
- 各種アブラムシに  
**アリルメート**<sup>®</sup>
- ウンカ・ヨコバイ・アブラムシ・ネグダなどに  
**タイシストン**<sup>®</sup>
- アスバラガス・馬鈴しょの雑草防除に  
**センコル**<sup>®</sup>



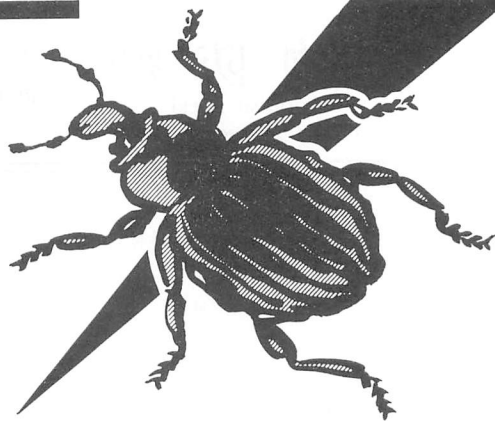
®は登録商標

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



タケダ

\* 農薬は正しく使いましょう。



低コスト稲作に最適！

# 薬剤費が安く、 イネミズゾウムシを 経済的に防除できます。

■育苗箱施用及び床土混和に

## パダン<sup>®</sup>粒剤4

- 田植当日、育苗箱施用あるいは床土混和处理により越冬成虫の産卵数の減少および幼虫の防除ができます。
- イネミズゾウムシとニカメイチュウ、イネドロオイムシ、イネハモグリバエ、ツマグロヨコバイ等にも防除効果があります。

■本田の防除には

## パダン<sup>®</sup>ハツサ<sup>®</sup>粒剤

- パダン粒剤4の箱施用とパダンハツサ粒剤の本田施用との体系防除により、イネミズゾウムシ防除が一段と効果的にできます。
- イネミズゾウムシとコブノメイガ、ニカメイチュウ、イネドロオイムシ、イネツトムシ、ウンカ類等の同時防除にも最適です。

# グラジオラスアザミウマの発生と防除

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 よし吉 ざわ沢 おきむ治  
 農林水産省横浜植物防疫所 はや早 せ瀬 たけし猛  
 茨城県立園芸試験場 なかがき中垣 しろう至郎・ふじの藤野 のぶひろ宣博\*

## はじめに

1986年6月、農林水産省農業環境技術研究所昆虫分類研究室宮崎昌久博士\*\*が茨城県園芸試験場内の作物に寄生するアザミウマの調査を行ったさい、グラジオラスから採集された個体の中に *Thrips simplex* (MORISON) “gladiolus thrips” が含まれていることがわが国において初めて確認された (MIYAZAKI and KUDO, 1987)。また、ほぼ同時期に静岡県においても同じ種が静岡聖光学院 工藤 巖博士により確認され、その後両氏によりグラジオラスアザミウマの和名が与えられた。

本種は世界に広く分布しグラジオラスの主要な害虫となっていることから、わが国においても的確な防除対策を講じなければグラジオラスの被害が拡大することが予想されるので、以下に本種の形態、生態、被害の症状、防除法など現在までの知見をまとめ、その参考に供したい。

本文に入るに先立ち、アザミウマの同定を初めアザミウマについて多くのご教示を賜った宮崎昌久博士、工藤巖博士、全国の発生調査に御協力をいただいた各都道府県の関係機関ならびに種苗会社の方々に厚く御礼申し上げます。

第1表 グラジオラスアザミウマ発生確認府県名及び市町村数 (1987年4月1日現在)

| 府県名 | 市町村数 | 府県名 | 市町村数 | 府県名 | 市町村数       |
|-----|------|-----|------|-----|------------|
| 秋田  | 1    | 静岡  | 6    | 福岡  | 1          |
| 茨城  | 10   | 愛知  | 1    | 鹿児島 | 2          |
| 栃木  | 1    | 京都  | 3    | 宮崎  | 1          |
| 群馬  | 3    | 兵庫  | 2    | 沖縄  | 2          |
| 千葉  | 1    | 奈良  | 1    | 合計  | 14府県 35市町村 |

\* 藤野氏は、当稿執筆中の3月26日急逝された。謹んで御冥福をお祈り申し上げます。

\*\* 現 農林水産省蚕糸試験場栽培部桑虫害研究室

Occurrence and Control of *Thrips simplex* (MORISON) in Japan. By Osamu YOSHIZAWA, Takeshi HAYASE, Shiro NAKAGAKI and Nobuhiro FUJINO

## I 発生状況

本種の国内における発生経緯については十分解明できないが、1986年9月から農林水産省の植物防疫所と全都道府県による発生調査が行われ、1987年4月現在、14府県 35市町村において本種の発生が確認されている (第1表)。

## II 形態

雌成虫：体長 1.4~1.9 mm。体色は灰褐~暗赤褐色。附節、脛節先端、触角第3節は黄色。前翅は褐色であるが、基部より 1/4 はほぼ白色。

頭部 (第1図1) は長さより幅広い。単眼前方刺毛は1対。単眼間刺毛は短く、複眼後刺毛のうち、もっとも内側にある1対よりわずかに長い程度で、前方単眼と後方単眼を結ぶ線よりわずかに内側から生ずる。触角 (第1図2) は8節。

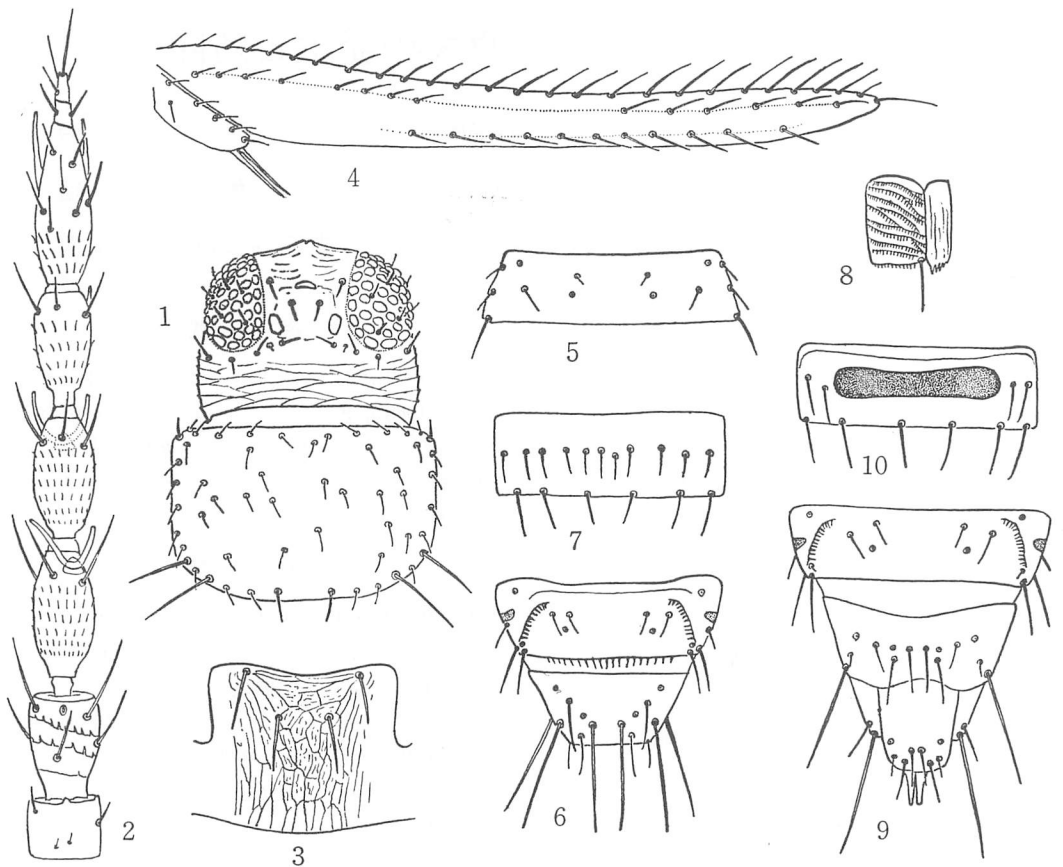
前胸背 (第1図1) 表面には、周縁のものを除いて 20~26本の刺毛を備えるが、特に長い刺毛はない。後縁角には2対の長刺毛を備え、その内側のものは外側のものより長い。それらの間の後縁には3対の刺毛を備え、中央の1対は他の2対より長い。

後胸背楯板 (第1図3) の中央は縦長の網目状となり、その網目の内部にはしわ模様がある。2対の長刺毛のうち、外側のものは前縁近くから、内側のものは前縁から離れた後方から生ずる。鐘状感覚器はない。

前翅 (第1図4) の長さは中央幅の約13倍で先端はとがる。前縁脈には 24~31本の刺毛を持つ。前脈の刺毛列は中央で広くとぎれ、通常は基半部に8本、先端半分に 5~7本の刺毛を持つ。後脈の刺毛は 10~13本。

腹部第2背板 (第1図5) の側縁には3本の刺毛がある。第5~8背板の両側部にはおのおの1列の微櫛歯を有し、第8背板後縁の櫛歯状突起は中央で弱まることなく完全である (第1図6)。第9背板には2対の鐘状感覚器がある (第1図6)。第3~7腹板は後縁に6本の刺毛と中央にやや不規則に並ぶ 9~13本の副刺毛を持つ (第1図7) が、背側板は副刺毛を持たない。第2~7背





第1図 グラジオラスアザミウマの部分形態図 (早瀬原図)

- 1: 雌—頭部と前胸部, 2: 雌—触角, 3: 雌—後胸背楯板, 4: 雌—右前翅 (周縁毛は省略),  
5: 雌—腹部第2背板, 6: 雌—腹部第8~9背板, 7: 雌—腹部第5腹板, 8: 雌—腹部第5側背板,  
9: 雄—腹部第8~10背板, 10: 雄—腹部第6腹板

側板上のしわには微毛を密布する (第1図8)。

雄成虫: 体長 1.2~1.4 mm。雌成虫に似るが, 小型で体色が薄く, 腹部第8背板 (第1図9) 後縁には櫛歯状突起がなく, 第3~7腹板には中央に横長の腺域と, その両側におおの 2~4本の副刺毛がある (第1図10)。第8腹板には腺域はないが, 中央にやや不規則に並ぶ 8~10本の副刺毛がある。

これまでの全国的な発生調査で, グラジオラスからは13種のアザミウマが発見されている。それらの中でもっとも個体数が多かったのはヒラズハナアザミウマであるが, この種は前胸背の前縁に4本の長刺毛を備え, 前翅前脈の刺毛列とはぎれることなく連続することなどにより他の12種から容易に区別できる。また, その他の12種の中でグラジオラスアザミウマに類似の種, すなわち, ①全体に暗褐色, ②触角は8節で, 第3節のみ淡色となる, ③前翅は基部から1/4は半透明の白色で, 残り

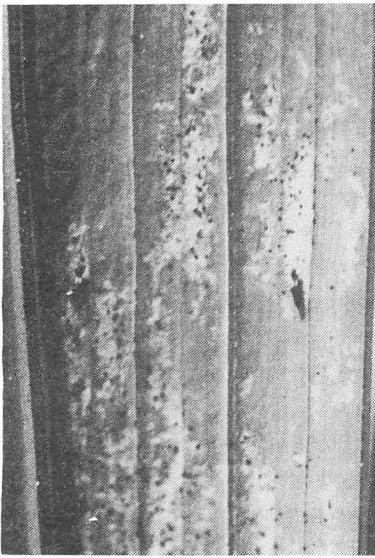
は濃い褐色, ④雌の腹部腹板には副刺毛がある, の各特徴をすべて備えるのはハナアザミウマだけであるが, この種は前翅前脈の先端刺毛が3本であり, 単眼間刺毛が前方単眼の両側方から生じることなどによりグラジオラスアザミウマと区別できる。

### III 地理的分布

国内では本州, 九州, 沖縄において発生が確認され, 国外ではヨーロッパ, アフリカ, アジア, 北・中・南アメリカ, 大洋州など広く世界中から記録されているが, アジアではインドとインドネシアから記録されているにすぎなかった。

### IV 被害の症状

球根での症状は表皮下の寄生部位を中心に白い部分が褐変し, しだいに黒化しながら球根全体に広がり腐敗し



第2図 被害葉の症状 (中垣原図)



第3図 被害花の症状 (中垣原図)

ていく。寄生虫数の割りには被害の症状が激しいことから、虫の寄生部位からの病原菌の侵入が考えられる。したがって、寄生球根での越冬中の腐敗が多くなるものと思われる。

展葉後の被害の発生は早く、地上部に新葉がでると同時に加害、吸汁されると緑色部分が不整形に白斑化し、しだいに葉全体に広がり白斑部分がつながる。白斑部分はやや陥没状態となり、黒いしみが点々と残る(第2図)。ハダニの被害は白い点の集団で白斑化し、しま模様とならず黒いしみもない。ウイルス病の場合は主に縦じまの白斑が葉全体に見られ、黒いしみは見られない。

花での被害は顕著で、第3図のように開花初期から花色が白斑化し、開花が進むと花の先端からしおれ、症状

の甚だしいものは蕾のまま出すくみ症状となり、ウイルス病に類似する。しかし、ウイルス病による症状は、花の一部が不整形に白斑化するが、開花後に白い部分の被害が進んだり、出すくみ症状となることはない。

被害は高温乾燥期で多発し、特にグラジオラスで著しい。また晩性品種や有色系品種では被害が出やすい。

## V 生態

### 1 生活史

春、球根に寄生していた越冬虫は芽の伸長に伴って地上部を加害するようになる。成虫はあまり動かず、特に開花期前では植物間の移動は少ない。卵は白色腎形で、若い茎葉の組織内、葉しょうの内面、花びらの内面などに卵の一部が表面に出るような状態で1個ずつ産み付けられる。1, 2 齢幼虫は淡黄~黄色、夏期では葉しょう内や蕾内に群居して茎葉や花卉を摂食する。十分に摂食した2 齢幼虫の多くは土中に入り前蛹を経て蛹化する。前蛹と蛹は黄橙色で、ゆっくり歩くことはできるが摂食しない。2 齢幼虫の一部は植物体上に残り、葉の先端の巻かれた内面や葉の重なり合った間などに隠れ、前蛹を経て蛹化する。新成虫は羽化後 1~2 日目には交尾し、産卵を始める。秋になると成虫は地表近くや球根上に移動し、掘り上げられた球根に附着して貯蔵庫へ運ばれる。貯蔵温度が 15°C くらいあれば増殖する。

### 2 越冬

越冬に関する詳しい報告はないが、冬期土壌温度が氷点下になるような地域では野外で越冬できない (SPEYER, 1951) といわれている。第2表はグラジオラス球根に寄生している本種を球根の低温貯蔵に用いられている 2°C で1 か月間処理した場合の生存率を見たものであるが、この条件下での生存率は成虫、蛹とも 40% 近くであり、湿度が保たれていれば表皮下の球根上での越冬は十分可能であると思われる。したがって、土壌中での掘り残し球根などでの越冬は、地表面が凍結する地帯でも十分可能と思われ、収穫後の球根でも長期間生存すると考えられる。

### 3 繁殖

生殖は両性生殖と単性生殖を行うが、後者の場合は常

第2表 球根 2°C 処理後の生存状況  
(1987. 1. 12. 茨城県園芸試験場調査)

| 処理期間                         | 調査球根 | 寄生球根 | 生存虫 |    |    | 死虫 |    |    |
|------------------------------|------|------|-----|----|----|----|----|----|
|                              |      |      | 成虫  | 前蛹 | 幼虫 | 成虫 | 前蛹 | 幼虫 |
| 1986. 12. 10<br>~1987. 1. 10 | 30   | 17   | 7   | 10 | 1  | 10 | 15 | 7  |

第3表 温度別生育期間 (日数)  
(SMITH and NELSON, 1933 より)

|               | 10°C | 15.6°C | 21.1°C | 26.7°C | 32.2°C |
|---------------|------|--------|--------|--------|--------|
| 卵 期 間         | —    | 10.0   | 6.3    | 3.6    | 4.7    |
| 幼虫 (1・2 齡) 期間 | 27.1 | 11.3   | 6.9    | 3.4    | 4      |
| 蛹 (3・4 齡) 期間  | 19.7 | 10.3   | 6.1    | 3.7    | 3.6    |
| 全 生 育 期 間     | —    | 31.6   | 19.3   | 10.7   | —      |

に雄だけを産し、親雌はその雄子虫と交尾して両性の次世代を産する。SMITH と NELSON (1933) によると、1雌当たりの産卵数は 21.1°C で最高 204 個、平均 130 個で、新成虫羽化後 2 週間で全産卵数の半分を、4 週間で約 9 割を産卵した。また、夏期の室温飼育試験ではわずかではあるが 7 週間後まで産卵を続けた個体もあったという。性比は雌が高く雄の 4 倍 (LEWIS, 1973) である。

#### 4 発 育

発育温度は 15~30°C、最適温度は 25°C である (HERR, 1934)。温度別の生育期間は第 3 表のとおりである。SMITH と NELSON (1933) によると、夏期の 1 世代平均は 2 週間で、6 月 10 日から 10 月 15 日までに 6 世代を繰り返したという。また、卵は 10°C に保たれた温度下ではふ化せず、32.2°C では相対湿度 100% の場合は 200 卵の内 7 卵だけふ化したが、相対湿度 50% ではまったくふ化しなかった。したがって、10°C と 32.2°C は生育温度の限界である。低温に対しては、卵は -0.6°C にさらされる期間が 4 日以下であれば室

温に戻した場合はふ化が見られたが、7 日以上さらされると、その後室温に戻してもふ化しなかったと報告している。

#### 5 寄主植物

諸外国ではグラジオラス、カーネーション、アイリス、フリージア、ユリ、ニンニク、バラ、ダリア、カンナなど、主に花き類約 15 種が寄主植物として記録されているが、被害の報告があるのはほとんどがグラジオラスである。わが国でも全国の発生調査で、グラジオラスのほかにその周辺は場のカンナ、バラからも発見されているが、いずれも偶発的のようである。

#### 6 天 敵

LEWIS (1973) によると、本種を捕食するものとして *Aeolothrips fasciatus* (L.) (シマアザミウマ科)、*Coleomegilla maculata floridana* LENG., *Cycloneda sanguinea* (L.) (以上、テントウムシ科)、*Orius insidiosus* (SAY), *O. tricolor* (WHITE), *O. niger* (WOLFF) (以上、ハナカメムシ科) が記録されている。

### VI 防 除 法

グラジオラスのスリップス類に適用のある登録農薬はアセフェート水和剤 (1,000 倍液) の茎葉散布及び球根の薬剤浸漬が農薬登録されている。

参考までに、1986 年の発生確認後に茨城県園芸試験場が行った球根浸漬、散布法による防除試験の結果を第 4, 5 表に示した。浸漬処理に用いた球根は越冬から 6 月の処理までガラス室内に置かれたもので、成虫が球根内

第4表 球根薬剤浸漬後の被害調査 (1986. 7. 12. 30 分浸漬, 風乾後ハウス定植)

| 供 試 薬 剤   | 希釈倍数 (倍) | 発芽 15 日後 (8/15) |      |     | 30 日後 (8/30) |      |      | 寄生虫数 |     |
|-----------|----------|-----------------|------|-----|--------------|------|------|------|-----|
|           |          | 調査株数            | 被害株数 | 同左率 | 調査株数         | 被害株数 | 同左率  | 成 虫  | 幼 虫 |
| アセフェート水和剤 | 1,000    | 180             | 0    | 0   | 143          | 0    | 0    | 0    | 0   |
| パミドチオン液剤  | 1,500    | 220             | 0    | 0   | 194          | 0    | 0    | 0    | 0   |
| イソキサチオン乳剤 | 1,000    | 215             | 0    | 0   | 203          | 0    | 0    | 0    | 0   |
| 無 処 理     | —        | 145             | 12   | 8.3 | 128          | 16   | 12.5 | 20   | 9   |

日植防委託試験成績 (未印刷)

第5表 開花初期における散布試験 (1986. 11. 22 温室内 5 反復平均)

| 供 試 薬 剤 名 | 希釈倍数 (倍) | 5 日後 (10花当たり) |      |      | 12 日後 (10花当たり) |       | 18 日後 (1 茎葉当たり) |       |
|-----------|----------|---------------|------|------|----------------|-------|-----------------|-------|
|           |          | 生虫数           | 死虫数  | 同左率  | 生虫数            | 対無処理比 | 生虫数             | 対無処理比 |
| アセフェート水和剤 | 1,000    | 0.2           | 15.2 | 98.7 | 0              | 0     | 0               | 0     |
| ク         | 500      | 0.4           | 6.6  | 94.3 | 0              | 0     | 0               | 0     |
| プロチオホス乳剤  | 1,000    | 3.6           | 17.4 | 82.9 | 0.6            | 1.0   | 2.4             | 4.3   |
| 無 処 理     | —        | 4.6           | 1.0  | 17.9 | 60.4           | (100) | 55.8            | (100) |

日植防委託試験成績 (未印刷)



に生存しているのを確認してから処理したものである。作業上浸漬時間は 30 分となったが、アセフェート水和剤の浸漬は 10 分程度で十分有効との私信（日本植物防疫協会研究部）もあり、本種の薬剤に対する感受性は高いものと思われる。散布による試験でもアセフェート水和剤の散布は処理後 18 日まで寄生が認められず、残効性も 20 日以上はあるものと思われる。また、蕾から開花初期の散布試験（品種：トラベラー）では葉害を認めていない。

その他に有効と思われる防除方法は、球根に対する貯蔵前の 50°C/5 分間の温湯浸漬、低温（2°C 程度）による貯蔵、貯蔵中に本種が発生した場合には DDVP 剤、ナフタレン、青酸ガスによるくん蒸、ほ場では植え付け前の D-D 剤の土壌かん注、エチルチオメトン剤（6 kg/10 a）の土壌施用、輪作やシルバーマルチなどが挙げられる。

### おわりに

本種の生態についてはまだ不明な点が多いが、暖地で

は土中での越冬も可能であると考えられること、単性生殖をすること、貯蔵期間中でも 15°C 以上あれば増殖できること、球根から茎、葉、花にいたるまで植物体のすべてを加害することなどから、放置すれば分布を広げ被害を与えるのは確実であると推察される。しかし、本種の寄主植物はほぼグラジオラスに限定でき、そのうえグラジオラスアザミウマの薬剤に対する感受性が高いので、管理さえ怠らなければ防除効果を相当にあげることが期待できると考える。特に、保管中の球根の管理はもっとも重要である。

### 引用文献

- 1) HERR, E. A. (1934) : Bull. Ohio. Agric. Exp. Stn. 537 : 1~64.
- 2) LEWIS, T. (1973) : Thrips, their biology, ecology and economic importance, Academic Press, London, 349 pp.
- 3) MIYAZAKI, M. and I. KUDO (1987) : Appl. Ent. Zool. 22 : 232~234
- 4) SMITH, F. F. and R. H. NELSON (1933) : J. Econ. Entomol. 26 (3) : 528~536.
- 5) SPEYER, E. R. (1951) : Proc. R. ent. Soc. Lond. (B) 20 : 53~62.

## 本会発行図書

# 農林害虫名鑑

日本応用動物昆虫学会 監修

3,000 円 送料 300 円 A5 判 本文 307 ページ ビニール表紙

日本応用動物昆虫学会の企画により、45 名の専門家が分担精検して、農林関係の重要害虫 2,215 種を収録した名鑑である。既刊の「農林病害虫名鑑（昭和 40 年）」を改訂し、編集に新しい工夫がこらされている。第 1 部では系統分類的に重要害虫（学名・和名・英名）がリストアップされ、第 2 部では農作物・果樹・花卉・林木・養蚕・貯蔵食品・繊維など 225 に分けそれぞれの害虫が示され、第 3 部は完璧な索引である。簡明、便利、かつ信頼して使える害虫名鑑であり、植物防疫の関係者にとって必携の書である。

## 新しい [植物防疫] 専用合本ファイル

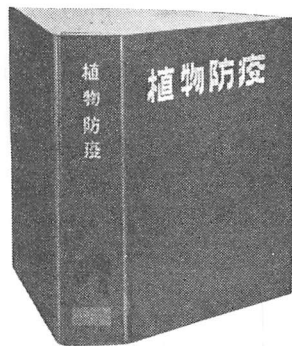
本誌名金文字入・美麗装幀

本誌 B5 判 12 冊 1 年分が簡単にご自分で製本できる。

- ① 貴方の書棚を飾る美しい外観。
- ② 穴もあけず糊も使わず合本ができる。
- ③ 冊誌を傷めず保存できる。
- ④ 中のいずれでも取外しが簡単にできる。
- ⑤ 製本費がはぶける。
- ⑥ 表紙がビニールクロスになり丈夫になった。

改訂定価 1 部 600 円 送料 350 円

ご希望の方は現金・振替・小為替で直接本会へお申込み下さい。



# イネ白葉枯病菌のレース分化と水平抵抗性検定法

農林水産省東北農業試験場 <sup>ほり</sup>堀 <sup>の</sup>野 <sup>おさむ</sup>修

## はじめに

イネ白葉枯病菌にはイネ品種に対する寄生性の異なるレースが存在し、品種の抵抗性がレースによって変動することが知られている。レースに関する研究は主として日本の白葉枯病菌を対象に進められ、日本以外のアジア各国の白葉枯病菌についてはほとんど関心が持たれなかったのが実情である。しかし、1970年代の後半になって日本とアジア各国との研究交流が盛んとなり、また各国における本病の激発状況が伝えられるようになり、レースの重要性とともに、抵抗性育種に関しては水平抵抗性を導入する必要性が認識されてきた。このような状況下で、1978年にフィリピンの国際稲研究所 (IRRI) から農林水産省熱帯農業研究センターへ白葉枯病菌の国際判別体系の確立に関する研究協力の要請があり、1982年から日本とIRRIとの共同研究が正式に発足し、現在すでに5年を経過している。

筆者は、この共同研究開始に先立ち、白葉枯病菌のレース分化とイネ品種の抵抗性との関係を明らかにするため、熱帯農業研究センターからフィリピンのIRRI、インドネシアの食用作物研究所、パングラデシュ稲研究所へ派遣され、若干の実験を行う機会に恵まれた。本稿では、これらの国に分布している白葉枯病菌のレース分化の実態を述べ、さらに1983年3月に熱帯農業試験研究推進会議において白葉枯病関係の育種・病理両分野の研究者によって検討され、合意された水平抵抗性検定のための標準品種ならびに水平抵抗性検定法について紹介する。

## I 日本—IRRI 共同研究の背景

白葉枯病に対するイネ品種の抵抗性遺伝子分析は1961年に初めて西村 (1961) により行われ、現在まで日本の研究者によって6個の抵抗性遺伝子が見いだされている。一方、IRRIにおいても日本とは独立に1972年以降、遺伝子分析が行われ7個の抵抗性遺伝子が報告されている。また、日本とIRRIではそれぞれ独自に品種と白葉枯病菌との相互関係に基づくレース及び品種群の

分類に関する研究が双方で進められ、判別体系が確立されている (第2表)。しかし、日本とIRRIの判別体系には共通の品種が含まれていないため、日本産とフィリピン産の白葉枯病菌間の病原性の異同、あるいは双方で見いだされた抵抗性遺伝子間の異同については不明であった。日本とIRRIの共同研究の最終的なねらいは、本病抵抗性遺伝子を異にする同質遺伝子系統を育成して国際レース判別品種として利用するとともに、それら同質遺伝子系統をアジア各国の抵抗性遺伝子源として役立つことにある。

## II 病原性によるレース分類と抵抗性によるイネ品種の分類

久原ら (1958) によって最初に白葉枯病菌に病原性の異なるレースの存在することが報告されて以来、本病原細菌を病原性に基づいて分類する試みが多くなされ、品種抵抗性とレースとの関係が注目されるようになった。イネ品種と白葉枯病菌の相互関係については、高坂 (1969) が白葉枯病菌を I, II, III の3群に、イネ品種を金南風群、黄玉群、Rantai Emas 群、早稲愛国群の4品種群にとりまとめた。すなわち、I 群菌は金南風群品種に対してだけ病原性を示すが、他の品種群には病原性を示さず、それらを侵すことはできない。II 群菌は金南風、黄玉の両群品種に病原性を示すが、Rantai Emas 群と早稲愛国群品種に病原性を示さない。また、III 群菌は金南風、黄玉、Rantai Emas の3群品種に病原性を示すが、早稲愛国群品種にだけ非病原性である。イネ品種と白葉枯病菌の関係についてはその後も研究が進められ、YAMAMOTO ら (1977) はインドネシア産の白葉枯病菌を高坂 (1969) の方式に従って分類した結果、日本で知られていたレースと異なる病原性を示す新しい二つのレースを見いだした。一つはこれまでのすべての品種群に病原性を示すもので、これを IV 群菌と名付け、他の一つは金南風群と早稲愛国群に病原性を示すが、黄玉群と Rantai Emas 群には病原性を示さないもので、これを V 群菌と名付けた。一方、この V 群菌に対する反応から、YAMAMOTO ら (1977) は早稲愛国群品種のうち、IV, V 群菌に対して感受性を示す品種群をこれまでの品種群名をとって早稲愛国群とし、IV 群菌に感受性、V 群菌に抵抗性を示す品種群を従来の早稲愛国群から分離し

Specialization of Races in *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* and Method of Screening for Horizontal Resistance. By Osamu HORINO

Java 群と命名した。

堀野 (1978a) は日本各地の本病罹病葉から、1973 年と 1975 年に 427 菌株を分離し、判別品種に接種してレース検定を行った。第 1 表にはわが国における各レース分布の状況を示した。2 か年の分離率から見ると、I 群菌がもっとも多く、全分離菌の 60% を占め、次いで II 群菌が 30%、III 群菌が 8% 分布していた。1973 年に採集した菌株は I, II, III 群菌だけであったが、2 年後の 1975 年には IV 群菌が 3 菌株、V 群菌が 1 菌株見いだされ注目された。特に、IV 群菌は品種に対する病原性スペクトラムが広く、すべての品種群を侵しうるので、抵抗性品種によって本病を防除する場合問題となるレースが出現したことになる。

一方、各種レースに対する反応に基づく品種の分類については、山田ら (1979) が本病抵抗性遺伝子源の探索を目的として、日本産レースを多数の内外イネ品種に接種して抵抗性検定を行った結果、これまでに知られている五つの品種群と異なる二つの品種群を発見した。一つは I~V 群菌に対して順に SRRSR (S: 感受性, R: 抵抗性)、他の一つは同様に SRRSS という反応型を示す品種群であり、前者を Elwee 群、後者を Heen Dikwee 群と命名した。これら両品種群の持つ抵抗性遺伝子型は、従来の五つの品種群のいずれとも異なることが

推定されているので、白葉枯病菌の側にもこれらに対応する遺伝子が存在すると考えるならば、これら新しい品種群を判別品種として用いることによって、これまで同一のレースに属するとされていたものが、さらに細分類される可能性がある。

### III フィリピン、インドネシア、バングラデシュに分布するレース

1976 年以降 IRRI で行われた研究では、フィリピン産白葉枯病菌の中に病原性の異なるレースの存在を認める報告が見られるようになった。REDDY と Ou (1976) は品種と菌株間に有意な交互作用が認められたことから、菌株間に質的な病原性の差のあることを示唆し、MEW と VERA CRUZ (1979) も、フィリピン産の本病原細菌の中に病原性の異なるレースの存在を確認している。HORINO ら (1981) はフィリピン及び日本産の白葉枯病菌レースの病原性を比較するため、IRRI と日本の両判別品種と双方の各レースを代表する菌株との相互反応を検討した。IRRI と日本の判別品種、各 5 品種にそれぞれフィリピン及び日本の九つのレースの代表菌株を接種し、その結果を第 2 表に示した。なお、IRRI ではフィリピンの I~V 群菌を類別する判別品種として、すべてのレースに感受性の IR 8, I 群菌にだけ抵抗性で、II, III 群菌に感受性、IV 群菌に中度抵抗性の IR 20, II 群菌だけに抵抗性で I, III, IV 群菌に感受性の Cas 209, IV 群菌にだけ感受性で I, II, III 群菌に抵抗性の IR 1545-339, I~IV 群菌のすべてに抵抗性を示す DV 85 の 5 品種を採用している。日本判別品種のうち、金南風、黄玉、Te-tep はフィリピンのすべてのレースに

第 1 表 日本における白葉枯病菌のレース分布 (堀野, 1978a)

| 年 度  | 分離菌数 | I 群菌  | II 群菌 | III 群菌 | IV 群菌 | V 群菌 |
|------|------|-------|-------|--------|-------|------|
| 1973 | 128  | 57.0% | 34.4  | 8.6    | 0     | 0    |
| 1975 | 299  | 62.2  | 28.1  | 8.4    | 1.0   | 0.3  |

第 2 表 フィリピン・日本産白葉枯病菌レースに対する IRRI・日本判別品種の反応 (HORINO et al., 1981)

| IRRI 判別品種   | 抵抗性遺伝子 <sup>b)</sup>                                     | フィリピン産レース       |    |     |    | 日本産レース |    |     |    |   |    |   |
|-------------|--|-----------------|----|-----|----|--------|----|-----|----|---|----|---|
|             |  | I               | II | III | IV | I      | II | III | IV | V | VI |   |
| IR 8        | 未同定  | S <sup>a)</sup> | S  | S   | S  | S      | R  | R   | R  | S | R  | — |
| IR 20       | <i>x<sub>a-4</sub></i>                                   | R               | S  | S   | MR | R      | R  | S   | S  | R | R  | — |
| IR 1545-339 | <i>x<sub>a-5</sub></i>                                   | R               | R  | R   | S  | R      | R  | R   | R  | R | R  | — |
| DV 85       | <i>x<sub>a-5</sub>, x<sub>a-7</sub></i>                  | R               | R  | R   | R  | R      | R  | R   | R  | R | R  | — |
| Cas 209     | <i>x<sub>a-10</sub></i>                                  | S               | R  | S   | S  | S      | S  | S   | S  | S | S  | — |
| 日本判別品種      |  |                 |    |     |    |        |    |     |    |   |    |   |
| 金南風         | +  | S               | S  | S   | S  | S      | S  | S   | S  | S | S  | S |
| 黄玉          | <i>x<sub>a-1</sub>, x<sub>a-k</sub></i>                  | S               | S  | S   | S  | R      | S  | S   | S  | R | R  | R |
| Te-tep      | <i>x<sub>a-1</sub>, x<sub>a-2</sub></i>                  | S               | S  | S   | S  | R      | R  | S   | S  | R | S  | S |
| 早稲愛国 3 号    | <i>x<sub>a-w</sub></i>                                   | R               | R  | R   | R  | R      | R  | R   | R  | S | S  | R |
| Java 14     | <i>x<sub>a-1</sub>, x<sub>a-w</sub>, x<sub>a-k</sub></i> | R               | R  | R   | R  | R      | R  | R   | R  | R | R  | R |

a) S: 感受性反応, MR: 中度抵抗性反応, R: 抵抗性反応, —: 未検定

b) IRRI 判別品種の抵抗性遺伝子はフィリピン産レースに、日本判別品種の抵抗性遺伝子は日本産レースに対する抵抗性反応によって同定された遺伝子である。



感受性を示したが、早稲愛国3号と Java 14 はフィリピンのすべてのレースに抵抗性を示した。他方、IRRI の判別品種のうち、フィリピンのすべてのレースに感受性の IR 8 は日本の II, III, V 群菌に抵抗性であったが、フィリピンの II 群菌に抵抗性の Cas 209 は日本のすべてのレースに感受性であった。また、IR 20 は日本の I, V 群菌に抵抗性、IR 1545-339 と DV 85 は日本のすべてのレースに抵抗性であった。以上のように、IRRI と日本の判別品種にはフィリピン及び日本の各レースに対して同一の反応型を示す品種はなかった。このことからわが国の判別品種で見いだされた抵抗性遺伝子と IRRI の判別品種で見いだされた抵抗性遺伝子はいずれも相異なると推定される。また、第2表に示した結果からフィリピン及びわが国に分布している各レースの病原性は互いに異なるものと考えられる。

インドネシアの白葉枯病菌レースに関する研究は、これまで日本とインドネシアとの共同研究によって進められてきた。その結果、インドネシア産白葉枯病菌は日本の五つの判別品種に対する反応型の違いにより四つのレースに分類されていた。その中の一つは日本の III 群菌と同じ病原性を示すが、他の三つは日本のレースのいずれにも相当しなかったので、IV, V (YAMAMOTO et al., 1977), VI 群菌 (HORINO and HARTINI, 1978b) と命名された。インドネシアに高率に分布している III, IV 群菌は日本に広く分布している I, II 群菌より品種に対する病原性スペクトラムが広いことが特筆される。HORINO ら (1983) は 1981 年にジャワ島全域から採集した 80 菌株を、日本・IRRI の両判別品種に接種した。その結果、インドネシア産白葉枯病菌はこれまで知られているよりも複雑な病原性の分化を示すことを確認した。インドネシア産白葉枯病菌は第3表に示したように、判別品種に対する反応型により A~I の九つのグループに類別された。日本の判別品種に対する反応型からこれまで報告されていないレース (第3表, レースG) が新たに見いだされた。このレースは金南風, 黄玉, Te-tep, Java 14 に病原性を示すが早稲愛国3号には非病原性である。また、従来インドネシアに分布する約 70% の白葉枯病菌は日本の III 群菌と同一レースであると報告されていた。しかし、インドネシアの III 群菌 (第3表, レース A~G) は IRRI 判別品種に対する反応から七つのレースに細分類されることが明らかとなった。

一方、バングラデシュ産白葉枯病菌についてもレース分化を示す証拠が MIAH (1977) によって最初に報告された。彼は同国のレースを代表する三つの菌株間には、

第3表 インドネシア産白葉枯病菌の IRRI・日本判別品種に対する反応 (HORINO et al., 1983)

| 品 種         | インドネシア産レース |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|             | A          | B | C | D | E | F | G | H | I |
| IRRI 判別品種   |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| IR 8        | S          | S | S | S | S | R | S | S | R |
| IR 20       | S          | R | R | R | R | S | S | R | R |
| IR 1545-339 | R          | R | R | R | S | R | R | R | R |
| DV 85       | R          | R | R | R | S | R | R | R | R |
| Cas 209     | S          | S | S | S | R | S | S | S | S |
| 日本判別品種      |            |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 金南風         | S          | S | S | S | S | S | S | S | S |
| 黄 玉         | S          | S | S | S | S | S | S | S | R |
| Te-tep      | S          | S | S | S | S | S | S | S | R |
| 早稲愛国3号      | R          | R | R | R | R | R | R | S | S |
| Java 14     | R          | R | R | R | R | R | S | S | R |

第4表 バングラデシュ産白葉枯病菌 20 菌株に対する判別品種の反応 (HORINO et al., 1983)

| 日本判別品種  | 反 応                  | IRRI 判別品種   | 反 応    |
|---------|----------------------|-------------|--------|
| 金南風     | S (17) <sup>a)</sup> | IR 8        | S (18) |
| 黄 玉     | S (11)               | IR 20       | S (19) |
| Te-tep  | S (11)               | IR 1545-339 | S (18) |
| 早稲愛国3号  | S ( 3)               | DV 85       | S (11) |
| Java 14 | S ( 5)               | Cas 209     | S (20) |

<sup>a)</sup> 表中の数値は供試 20 菌株中、各判別品種に対し病原性を示した菌株数。

IRRI 判別品種に対する反応型が異なるという結果を提示している。第4表は HORINO ら (1983) がバングラデシュの各地から採集した 20 菌株の日本・IRRI 判別品種に対する病原性を調べた結果である。第4表の数値は供試 20 菌株中、いくつの菌株が各判別品種に病原性を示したかを示している。わが国の判別品種の早稲愛国3号と Java 14 は IRRI 判別品種に比べてより多くのバングラデシュ産白葉枯病菌に抵抗性を示すことが注目された。供試したバングラデシュ産白葉枯病菌 20 菌株中、6 菌株は判別品種に対する病原性によって二つのレースに分類された。4 菌株は同じレースに所属し、金南風, 黄玉, IRRI の 5 判別品種に病原性を示したが、Te-tep, 早稲愛国3号, Java 14 に非病原性であった。2 菌株は金南風, IR 8, IR 1545-339, DV 85, Cas 209 に病原性を示したが、他の品種には非病原性であった。

#### IV 水平抵抗性検定のための標準品種

白葉枯病に対するイネ品種の抵抗性は発病の有無によって判定される垂直抵抗性と、発病はするが病斑拡大度によって判定される水平抵抗性に分けられる。水平抵抗

第5表 育種・病理関係者によって選定された水平抵抗性標準品種 (小川・山元, 1983)

| 抵抗性程度                           | 中・晩生品種                                    | 早生品種           |
|---------------------------------|---|----------------|
| 強<br>やや強<br>中<br>やや弱<br>弱<br>極弱 | あそみのり<br>日本晴<br>幸風<br><br>金南風, 十石<br>ヤマビコ | コシヒカリ<br>トヨニシキ |

性は多くの場合微動遺伝子の支配を受ける。水平抵抗性は、主働遺伝子に支配される垂直抵抗性とは異なり抵抗性の程度は垂直抵抗性比べて低いが、レースの変遷によって栽培品種が罹病化する可能性はないとされている。安藤ら(1973)は本病に対する量的抵抗性が病原性の異なるレースに対して非特異的であることを最初に報告した。これまで、イネ品種・系統の本病に対する水平抵抗性検定に関する多くの試験結果が報告されているが、標準品種が統一されていないため研究者によって標準品種が異なり、検定品種・系統の抵抗性程度についての比較が困難であった。1983年3月、白葉枯病抵抗性の研究に携わっている全国の育種及び病理分野の研究者が熱帯農業試験研究推進会議に招集された。この会議で熱帯農業研究センターの小川と山元(1983)から、水平抵抗性検定のための標準品種について提案があり、一部修正されたあと第5表に示したような抵抗性程度ごとの標準品種を今後検定試験に加えることが合意された。水平抵抗性の程度と標準品種は、強(あそみのり)、やや強(日本晴)、中(幸風、コシヒカリ)、やや弱(トヨニシキ)、弱(金南風、十石)、極弱(ヤマビコ)である。これらの標準品種は検定場所、熟期、遺伝子型など必ずしも最適な標準品種であると言えないかもしれないが、育種・病理関係者の共同会議において初めて選定されたことは注目される。その後、中国農業試験場病害第1研究室では水平抵抗性検定の標準品種にさらに検討を加え、抵抗性程度により、強(あそみのり)、中(日本晴、幸風)、やや弱(トヨニシキ、十石、ヤマビコ、コシヒカリ、金南風)、極弱(クジュウ、峰光)に分類し独自の標準品種を選定している(中国農試病1研, 1986)。なお、標準品種、あそみのりは黄玉群品種で、I群菌に垂直抵抗性を示すが、他の品種はすべて金南風群品種である。

## V 水平抵抗性検定法

これまで白葉枯病菌の接種法としては針接種法、浸水接種法、噴霧接種法、剪葉噴霧接種法、剪葉接種法が考案されており、試験の規模及び目的、接種箱など設備の

有無、労力事情によってそれぞれの特徴を生かして利用されてきた。これらの接種法のうち、針接種法(吉田ら, 1961)と剪葉接種法(KAUFFMAN et al., 1973)または自然発病によって水平抵抗性を検定した報告が多い。堀野と山田(1975)は噴出菌泥検鏡法による水平抵抗性検定を試み、抵抗性の品種間差異が推定できることを報告している。しかし、水平抵抗性がイネの生育の一時期だけでとらえられるものかどうか、水平抵抗性の発現機構、発生生態との関連で検討を要するという指摘もある。この観点から、松本ら(1977)は被検定品種・系統を正方植25株とし、その周囲を移植2日前に噴霧接種したイネ品種、十石で井桁にとり囲いいわゆる井桁法を考案した。井桁法はイネの全生育期間を通して表現される抵抗性を検定できる点で優れている反面、時間、労力、面積を多く必要とし、年次による検定結果の変動がかなり大きい欠点を持っている(茂木ら, 1980)。以上のように、本病に対する水平抵抗性についてもまだ統一された検定法が確立していない状態である。このような状況の下で、白葉枯病抵抗性に関する日本・IRRIの共同研究実施に際し、小川と山元(1983)は水平抵抗性検定のための接種法及び病斑測定法を熱帯農業試験研究推進会議で提案し、前項で述べた標準品種とともに承認されたので、その概要を紹介する。

接種法：剪葉接種法(葉先から5cm以内を剪葉)

接種時期：供試品種中もっとも早い品種が止葉展開した時期に接種する。

接種濃度： $10^8 \sim 10^9$  個/ml (28°C 2日間培養)

調査時期：水平抵抗性極弱の標準品種の病斑長が10~15cmに達した時期に調査する。

- 調査指数：1. 病徴なし、または剪葉部にわずかな病斑  
3. 剪葉部から葉身基部の1/4まで病斑拡大  
5. 剪葉部から葉身基部の1/2まで病斑拡大  
7. 剪葉部から葉身基部の3/4まで病斑拡大  
9. 全葉が枯死

データ表示：上記の調査指数と原データの最小-平均-最大病斑長(cm)を記入する。

調査葉数：3株以上、1株3枚以上の計9枚以上について調査する。

## おわりに

抵抗性品種を利用して白葉枯病を防除しようとする場

合、もっとも大切なことはレースに対する配慮である。本病防除のため、さらに有効な農薬の開発はもちろんのことであるが、抵抗性品種を利用することの必要性は今後ますます大きくなるものと思われる。レース分布の支配要因や病原性の変異機構に関する研究は抵抗性品種の育成、普及だけでなく、本病の発生予察、防除のうえからも重要であり今後の発展が望まれる。同一抵抗性遺伝子を持つ品種を毎年栽培すれば、その品種を侵しうる新たなレースが出現する可能性があるため、いくつかの異なる遺伝子型の抵抗性品種を育成しておくことも必要である。また、レースの変遷に対して影響を受けることの少ない水平抵抗性の研究を積極的に進めるべきである。すでに、白葉枯病量的抵抗性の遺伝解析が行われ、量的抵抗性はポリゾン支配を受けるが、その遺伝力が高いことから、選抜も効率よく行われることが明らかにされている。さらに、異なるレースに対する量的抵抗性に関して多面発現効果を持つ遺伝子群が存在すると同時に、個々のレースに対する量的抵抗性に関与する遺伝子群が相当部分連鎖した状態で存在していることも推察されている (YAMADA, 1984)。これらのことが量的抵抗性にレース特異性がないとされることの一原因となっているものと考えられ、抵抗性育種上きわめて好都合な性質であ

り、今後このような量的抵抗性の導入のための育種の体系化が望まれる。

### 引用文献

- 1) 安藤隆夫ら (1973) : 北陸病虫研報 21 : 32~35.
- 2) 中国農業試験場病害第1研究室 (1986) : 昭和60年度「超多収作物の開発と栽培技術の確立」推進会議資料 215.
- 3) 堀野 修・山田昌雄 (1975) : 北陸農試報 18 : 95~118.
- 4) ——— (1978 a) : 日植病報 44 : 297~304.
- 5) ——— and R. H. HARTINI (1978b) : Contr. Centr. Res. Agric. Bogor 44 : 1~17.
- 6) ——— et al. (1981) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 47 : 1~14.
- 7) ——— et al. (1983) : ibid. 49 : 191~199.
- 8) KAUFFMAN, H. E. et al. (1973) : Plant Dis. Reprtr. 57 : 537~541.
- 9) 高坂渾爾 (1969) : 農及園 44 : 208~212.
- 10) 久原重松ら (1985) : 日植病報 23 : 9.
- 11) 松本省平ら (1977) : 九病虫研会報 23 : 170.
- 12) MEW, T. W. and C. M. VERA CRUZ (1979) : Phytopathology 69 : 152~155.
- 13) MIAH, S. A. (1977) : IRRN 2 : 3.
- 14) 茂木静夫ら (1980) : 九病虫研会報 26 : 10~13.
- 15) 西村米八 (1961) : 農技研報 D9 : 171~235.
- 16) 小川紹介・山元 剛 (1983) : 昭和57年度熱帯農業試験研究推進会議 (試行) 資料 73~92.
- 17) REDDY, O. R. and S. H. OU (1976) : Phytopathology 66 : 906~909.
- 18) 山田利昭ら (1979) : 日植病報 45 : 240~246.
- 19) ——— (1984) : Japan. J. Breed. 34 : 181~190.
- 20) YAMAMOTO, T. et al. (1977) : Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor 28 : 1~20.
- 21) 吉田孝二・向 秀夫 (1961) : 植物防疫 15 : 343~346.

### 人事消息

(8月1日付)

安井秀夫氏 (野菜・茶業試験場施設生産部栽培システム研究室長) は野菜・茶業試験場生理生態部長に  
新井和夫氏 (同上場生理生態部生態反応研究室長) は同上場盛岡支場長に

宮原益次氏 (農業研究センター耕地利用部水田雑草研究室長) は九州農業試験場作物第一部長に  
岡崎 博氏 (食品総合研究所食品保全部マイコトキシン研究室長) は熱帯農業研究センター研究第一部併任に  
内藤文男氏 (野菜・茶業試験場盛岡支場長) は退職

### 次号予告

次9月号は下記原稿を掲載する予定です。

#### 特集：莖頂培養とウイルスフリー化

リンゴの莖頂培養とウイルスフリー化——熱処理  
および抗ウイルス剤との併用 山家 弘士  
モモ・ナシの莖頂培養とウイルスフリー化  
宗形 隆  
ブドウの莖頂培養とウイルスフリー化 貞松 光男  
オウトウの莖頂培養とウイルスフリー化

野口協一・山口幸子・大沼幸男

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

カンキツ園における温州萎縮ウイルスの伝播——防

風垣用サンゴジュの役割—— 前 博視

ハマキコウラコマユバチの寄主発見から産卵まで

成能 洋一

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

センノカミキリの生態 阿久津 喜作

病害虫発生予察情報のオンライン化 横田 敏恭

いもち病の研究に供試する菌株について 山中 達

植物防疫基礎講座

病害虫防除のための統計学 (7)

非線形最小二乗法

宮井 俊一

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



## 種子伝染性潜伏ウイルス

宇都宮大学農学部植物病理学研究室 夏 秋 知 英

種子伝染性潜伏ウイルス (cryptic plant viruses) は、テンサイ潜伏ウイルス (BCV, KASSANIS et al., 1977) やダイコン葉緑黄化ウイルス (RYEV, 夏秋ら, 1979) の報告以来ここ数年間にヨーロッパと日本で相次いで発見され、そのウイルス学的性状がほぼ解明された一群の新しい植物ウイルスである。現在では共通の性質を持つ 20 種のウイルスが知られており (第 1 表)、国際ウイルス分類委員会においては Phytocryptovirus group という名称の新しい植物ウイルスグループにすることが検討されている。この潜伏ウイルスはなんの変哲もない小球形をしているが、他の植物ウイルスとは異なり、感染植物は無病徴で、植物体中のウイルス粒子量がきわめて少ないということの特徴にしている。このため農業上問題となるような病気を作物に起こすこともなく、近年のウイルス検出技術の向上によって発見されるまで、文字どおり植物にひっそりと潜んでいたといえる。

本稿では、この潜伏ウイルスの性状や検出法などを紹介したい。

## I 潜伏ウイルスの性状

ここでは第 1 表にあげた潜伏ウイルスに共通の性状から始めて、一部のものでもしか調べられていない性状へと順に述べる。

## 1 ウイルス粒子の形態は小球形である

大きさはウイルスによって異なり、径 29~32 nm (第 1 表の S) と 37~38 nm (同 L) のものがある。第 1 表で M と示したものは両サイズの粒子が検出されたもので、2 種以上の潜伏ウイルスが混じっていると思われる。このウイルス粒子は凍結融解を繰り返しても壊れにくく、その構造は比較的安定と考えられる。また抗原としての能力も強い。

## 2 核酸成分として分節した二本鎖 RNA を含む

分節ゲノム数は 2 本か 3 本で、その分子量は粒子径 29~32 nm のもので  $0.8\sim 1.3 \times 10^6$ 、同じく径 37~38 nm のもので  $1.4\sim 1.6 \times 10^6$  の範囲に分布している。この粒子径と二本鎖 RNA の分子量の違いに基づいて、潜伏ウイルスをさらに二つのサブグループに分けることが

第 1 表 種子伝染性潜伏ウイルスの種類

| ウイルス名 <sup>a)</sup>                            |        | 種子伝染            | 粒子の直径 <sup>b)</sup> | 二本鎖 RNA | 文献          |            |
|--|--------|-----------------|---------------------|---------|-------------|------------|
| Alfalfa cryptic (temperate) virus              | ACV    | + <sup>d)</sup> | M                   | +       | 4, 19, 25   |            |
| Beet cryptic (temperate) virus 1               | BCV 1  | +               | S                   | +       | } 2, 3, 13, |            |
| Beet cryptic (temperate) virus 2               | BCV 2  | +               | S                   | +       |             | 14, 22, 25 |
| Carnation cryptic virus                        | CarCV  | +               | S                   | +       | 17, 18      |            |
| Carrot temperate virus                         | CTeV   | +               | S <sup>e)</sup>     | +       | 23          |            |
| Fescue cryptic virus                           | FCV    | +               | S                   | +       | 4           |            |
| Garland chrysanthemum temperate virus          | GCTeV  | +               | S                   | +       | 23          |            |
| Hop trefoil cryptic virus                      | HTCV   | +               | M                   | +       | 4           |            |
| Mibuna temperate virus                         | MTeV   | +               | S                   | +       | 23          |            |
| Radish yellow edge virus <sup>a)</sup>         | RYEV   | +               | S                   | +       | 20, 21, 24  |            |
| Red pepper cryptic virus 1                     | RPCV 1 | +               | S                   | +       | } 30        |            |
| Red pepper cryptic virus 2                     | RPCV 2 | +               | S                   | +       |             | 23         |
| Rhubarb temperate virus                        | RTeV   | +               | S                   | +       | 23          |            |
| Ryegrass cryptic (spherical; seed-borne) virus | RCV    | +               | S                   | +       | 4, 8, 26    |            |
| Santousai temperate virus                      | SaTeV  | +               | S                   | +       | 23          |            |
| Spinach temperate virus                        | STeV   | +               | S                   | +       | 22          |            |
| Vicia cryptic virus                            | VCV    | +               | S                   | +       | 1, 15       |            |
| White clover cryptic (temperate) virus 1       | WCCV 1 | +               | S                   | +       | } 5, 19, 25 |            |
| White clover cryptic (temperate) virus 2       | WCCV 2 | +               | L                   | +       |             |            |
| White clover cryptic (temperate) virus 3       | WCCV 3 | +               | S                   | +       |             |            |

a) 和名はダイコン葉緑黄化ウイルス以外は“植物名+潜伏ウイルス”である。

b) S は 29~32 nm, L は 37~38 nm, M は両者の混合を示す。

c) カッコ内は異名, d) +: 確認されたもの, e) 再確認の必要があるもの。

検討されている。

### 3 感染植物は無病徴である

RYEV の場合は環境条件などによってまれにダイコンの葉に葉縁黄化症状を示す。BCV では品種によって激しい萎縮症状を示すと報告されたが (KASSANIS et al., 1977), 現在では疑問視されている。これ以外の潜伏ウイルスではすべて無病徴感染と報告されている。ソラマメ潜伏ウイルス (VCV) やライグラス潜伏ウイルス (RCV) では、感染株と健全株の間で生育や収量にまったく差が認められなかった。

### 4 感染植物体内のウイルス濃度はきわめて低い

通常、感染植物葉 1g 当たり 1 $\mu$ g 以下の潜伏ウイルスしかいない。このため純化には kg 単位の葉を用いねばならず、ひいては抗血清の作製、ウイルスの理化学的性状の解明の障害となっている。

### 5 100% 近い高率で種子伝染する

潜伏ウイルスは胚と花粉のどちらでも伝搬される。交配実験において母本・父本の両方が感染していればほぼ 100% 種子伝染し、どちらか一方しか感染していない場合でも 50% ほどは種子伝染する。種子消毒はまったく効果がない。このように高率に種子伝染するにもかかわらず、汁液、昆虫、接ぎ木、ネナシカズラによって伝染しない。特に接ぎ木で伝染しない (KENTEN et al., 1980; LISA et al., 1981a; BOCCARDO et al., 1985) ことは、他の植物ウイルスと異なり、注目すべき点である。

以上の 5 項目が潜伏ウイルスの基本的性状であり、同定の基準と考えられる。逆にこの条件を満たしていないウイルスは、たとえ「潜伏」の名称が付けられていても、本当の潜伏ウイルスではない。例えばポインセチア潜伏ウイルス (PoiCV; KOENIG and LESEMAN, 1980) では種子伝染と二本鎖 RNA ゲノムが未確認である。同様にルバーブ潜伏ウイルス (RTeV) でも早急に核酸を調べる必要がある。

ところで「潜伏」に当たる英名にヨーロッパでは主に“cryptic”を、筆者らは“temperate”を用いてきた。しかし先年、ヨーロッパ産及び日本産の潜伏ウイルスを持ち寄ってイタリアのグループと筆者らが共同研究を行い、両方のウイルスが同一であることが判明したので、BCV の先名権により今後は“cryptic”を用いることとした (NATSUAKI et al., 1986)。なお、ホウレンソウ潜伏ウイルスのように筆者らが最初に記載命名したものについては、“temperate”をそのまま使用することとした。

### 6 沈降係数は 120 S 前後、浮遊密度は 1.37g/ml 前後である

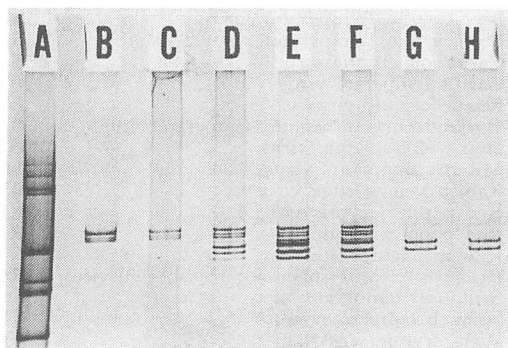
前述したように潜伏ウイルスの純化が難しいため、沈降係数、浮遊密度ともに 3~4 種のものでしか調べられていないが、ほぼ似たような値が報告されている。

### 7 外被タンパク質の分子量は 50 K~60 K である

これも RYEV (NATSUAKI et al., 1983a) と BCV (ACCOTTO and BOCCARD, 1986) の 2 種でしか報告がない。両ウイルスの二本鎖 RNA の分子量から推定すると、分子量 50 K~60 K の外被タンパク質は 1 本のゲノムの遺伝情報の約 80% に相当し、まずは妥当と考えられた。最近 Accotto ら (私信, 1987) は、BCV 1 の二本鎖 RNA を熱変性させた後に小麦胚芽の無細胞タンパク合成系で翻訳したところ、2 本のゲノム (1.36 と 1.15 $\times 10^6$ ) に対応する 67K と 52K のタンパク質を得た。このうち 52K のものは BCV 抗血清と反応し、外被タンパク質であることが判明した。このことから、BCV 1 の 2 本のセグメントのうち 1 本は外被タンパク質だけをコードしていると考えられる。

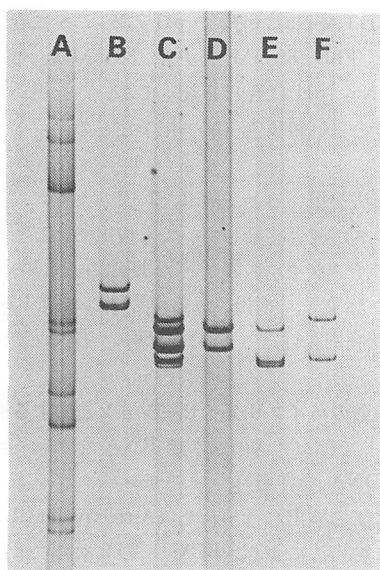
### 8 しばしば複数の潜伏ウイルスが混合感染している

現在までにテンサイで 2 種、トウガラシで 2 種、シロクロバで 3 種、ダイコンで 5 種の潜伏ウイルスが見いだされており、しばしば混合感染している。例えば、筆者は当初、多数のダイコン品種から見いだされるウイルスはすべて RYEV と同一のものと考えていたが、それらの二本鎖 RNA を調べたところ多様な電気泳動パターンが得られた (第 1 図)。そこで詳細に検討したところ、ダイコンには 5 種の潜伏ウイルスが存在し、いくつかは



第 1 図 ダイコン 6 品種の葉から抽出した二本鎖 RNA の電気泳動 (TAE 緩衝液)

A: イネ萎縮ウイルス (RDV) の二本鎖 RNA (分子量のマーカー), B: ダイコン葉縁黄化ウイルスの二本鎖 RNA, C: 秋づまり, D: 二年子, E: 平安早太り時無, F: 夏, G: 青首宮重, H: 練馬長たくわん, から抽出した二本鎖 RNA



第2図 ダイコンから見いだされた4種の潜伏ウイルスの二本鎖RNAの電気泳動(TBE緩衝液)。

A: RDV, B: RYEV, C: 葉ダイコン(RYEV 2~4が混合感染)より抽出した二本鎖RNA, D: RYEV 2, E: RYEV 3, F: RYEV 4

組み合わせられて混合感染していることが判明した。第2図にはRYEVとRYEV 2~4の二本鎖RNAの電気泳動像を示した。なおいまのところ、同一植物から分離される複数の潜伏ウイルスの間でも血清関係は認められていない。

### 9 植物体内で局在化していない

潜伏ウイルスでは植物体内での濃度が低く、小球形であるためにリボゾームと区別がつかないこともあり、超薄切片観察は困難である。RYEVでは師部柔細胞の細胞質中でviroplasmが形成され、その内外でウイルス粒子が観察された(夏秋ら, 1979)。ニンジン潜伏ウイルス(CTeV; 夏秋, 1984)とシロクロバ潜伏ウイルス(WCCV 1と2; BOCCARD et al., 1985)でも師部柔細胞中にウイルス粒子の小集塊は観察されたが、viroplasmは見いだされなかった。ほかの潜伏ウイルスではいまのところ、細胞内所在に関する報告はない。潜伏ウイルスは根、茎、葉、花弁などの植物の器官のいずれからも検出される。VCVでは葉肉プロトプラストからも粒子が検出された(ABOU-ELNASR et al., 1985)。これらのことから、潜伏ウイルスは植物体内で局在化していないが、維管束細胞で濃度が比較的高くなっていると考えられる。

## II 潜伏ウイルスの検出法

潜伏ウイルスの検出には、感染植物体中のウイルス濃度が低い、接種できないために適当な検定植物がないなど困難な点が多いが、以下の方法が用いられている。

### 1 電子顕微鏡によるウイルス粒子の検出

潜伏ウイルス感染葉をDN法で調べると、400メッシュのグリッドの一穴に数個の粒子が観察されればよいほうである。筆者らは、種子伝染の検定も兼ねて、検定したい植物の種子を消毒して滅菌水に播き、発芽後の第一葉の中肋をDN法で検定している。この方法だとウイルス濃度はやや高くなるが、どちらにしろ、DN法で潜伏ウイルス粒子を検出するには熟練を要する。

一般には100~200gの葉から純化を行うと、粒子の検出は容易になる。また粒子径の異なる潜伏ウイルスの混合感染の場合でも、その区別が付きやすくなる。潜伏ウイルスは比較的安定であるので、純化方法や緩衝液に特別のくふうはいらない。ただ純化材料に、他の植物ウイルスが混合感染していないことは当然として、菌類、細菌、ダニなどが寄生しているとそれらのウイルスも純化試料に混在してくる可能性があり、注意が必要である。特に菌類ウイルスは、粒子形態や核酸の種類が潜伏ウイルスと似ているために、問題となりやすい。

### 2 抗血清による検出

抗血清による検出方法は他の植物ウイルスと同様で、ELISA法、DIBA(Dot-ELISA)法(日比, 1984)、免疫電顕法(トラップとデコレーション)が用いられている。いずれも感度の良い方法で、粗汁液から十分にウイルスを検出できる。ただ、現在までに6種の潜伏ウイルスに対する抗血清しか作製されていない。

ところで、他の植物ウイルスに対する抗血清が潜伏ウイルスに対する抗体を含んでいた例が報告されている。CHESTERら(1983)は、ライグラスモザイクウイルス(RMV)の抗血清でライグラス類のELISA検定を行ったところ、RMV感染株と健全株の間でELISA値に差が認められないことがあった。これは、用いたRMV抗血清がライグラス潜伏ウイルス(RCV)の抗体を含み、健全と考えた株にRCVが潜伏感染していたために起きた現象である。同様に、1960年代に作製されたカーネーションエッチドリフトウイルスに対する抗血清も、カーネーション潜伏ウイルス(CCV)に対する抗体を含んでいた(LISA et al., 1981a)。作製した抗血清に、目的とするウイルスの抗体以外に潜伏ウイルスの抗体も含まれると、感度のよい血清診断法では問題となるため、純化材料に潜伏ウイルスが混合感染していないこと

を確認することが大切である。

### 3 感染葉からの二本鎖 RNA の直接抽出法

この方法は、CF-11 セルロースに 15% エタノール存在下で二本鎖 RNA のみが特異的に吸着される性質を応用したもので (DODDS and BAR-JOSEPH, 1983), 最終的には電気泳動のパターンから判定する (第 1, 2 図)。抗血清がないときは、潜伏ウイルスの検出にもっとも適している。以下に手順を具体的に述べる。

- ① 乳鉢・乳棒とともに検定葉 5g を  $-70^{\circ}\text{C}$  で凍らせ、微粉末になるようによくすりつぶす。
- ② 1% SDS を含む 10 ml の 2 倍濃度の STE 緩衝液 (100 mM NaCl, 50 mM トリス, 1 mM EDTA- $\text{Na}_2$ , pH 7.0), 10 ml の 80% フェノール (0.1% 8-ヒドロキシキノリンを含む), 9.6 ml のクロロホルム, 0.4 ml のイソアミルアルコールを加え、よくホモジナイズする。
- ③ 10,000 rpm, 10 分間の遠心分離を行う。上清をとって体積を計り、最終濃度が 15% になるようエタノールを加え、一晚  $4^{\circ}\text{C}$  に置く。
- ④ 10,000 rpm, 10 分間の遠心分離を行う。
- ⑤ 上清を試験管にとり、CF-11 セルロース (ワットマン社製) を 1.2g 加えて水中に立て、時々かく拌する。15 分後にガラスのクロマトグラフ管に流し込む。たまったセルロースを 100 ml の 15% エタノール:85% STE 緩衝液で洗う。さらに 20 ml の STE 緩衝液を流して試験管にとり、CF-11 セルロースを 1g とエタノールを 3.6 ml 加え、水中に立てながら時々かく拌する。
- ⑥ 再び別のクロマトグラフ管につめ、100 ml の 15% エタノール:85% STE 緩衝液で洗う。最後に 16 ml の STE 緩衝液で二本鎖 RNA を溶出する。植物の種類や生育段階によっては DNA が除去されない場合がある。そのときは最終溶出液に DNA 分解酵素液 (1 mg/ml) を 20  $\mu\text{l}$  と  $\text{MgCl}_2$  を 100 mg 加え、 $30^{\circ}\text{C}$  20 分間の処理を行うとよい。

⑦ 最終溶出液に 2 倍容の冷エタノールを加え、 $-20^{\circ}\text{C}$  で一晚静置する。

⑧ 10,000 rpm, 15 分間の遠心を行う。上清は捨て、真空ポンプで余分のエタノールをとばす。ベレットは見えないが、滅菌蒸留水 (10% サッカロースと 0.001% ブロムフェノールブルーを含む) を 50~100  $\mu\text{l}$  加えて遠心チューブの底をピペティングする。得られた試料は  $-70^{\circ}\text{C}$  で保存する。

⑨ 試料を 1~5  $\mu\text{l}$  とり電気泳動を行う。泳動用緩衝液には TAE (40 mM トリス, 20 mM 酢酸ナトリウム,

1 mM EDTA- $\text{Na}_2$ , 酢酸で pH 7.2~7.8 に合わせる) あるいは TBE (89 mM トリス, 89 mM ホウ酸, 3 mM EDTA- $\text{Na}_2$ , pH は合わせなくてよい) を用いる。泳動後は感度の良い銀染色 (第一化学などのキットが便利) を行う。

この方法を用いると、第 1, 2 図のように、複数の潜伏ウイルスが混合感染していても検出できる。またキュウリモザイクウイルスのような既知の一本鎖 RNA ウイルスの感染も、検出される複製型二本鎖 RNA で同定や系統判別が行え (王ら, 1986), 潜伏ウイルスと区別できる。

### 4 核酸のハイブリダイゼーション法による検出

BCV 1 ではゲノムの二本鎖 RNA をクローニングして相補 DNA を作製し、ノーザンハイブリダイゼーション法による検出が行われた (ANTONIW et al., 1986)。さらにこの方法により、BCV 1 の 2 本の二本鎖 RNA ゲノムの間で、また BCV 1 と BCV 2 のゲノムの間で塩基配列に相同性がないことが判明した。筆者らの研究室では、潜伏ウイルスの二本鎖 RNA を非放射性のフォトビオチン (FORSTER et al., 1985) でラベルし、熱変性して得られる一本鎖 RNA をプローブとしたハイブリダイゼーション (王ら, 1987b) を行っている。このような遺伝子診断法は、抗血清の作られていない潜伏ウイルスの検出に有効と思われるが、手間と時間のかかるのが欠点であろう。

## III 他の二本鎖 RNA ウイルス

二本鎖 RNA をゲノムとするウイルスには Cystoviridae, Birnaviridae, Reoviridae (科) のウイルスと菌類ウイルス (Mycoviruses) がある。Cystoviridae にはインゲンマメかさ枯病菌 (*Pseudomonas phaseolicola*) のファージ  $\phi 6$  が属している。 $\phi 6$  は径 65~75 nm の球状粒子で、分子量 5.0, 3.1,  $2.3 \times 10^6$  の 3 本のセグメントを持つ。Birnaviridae は魚やワトリの径 60 nm の球状ウイルスで、 $2.5$  と  $2.3 \times 10^6$  の 2 本のセグメントを持つ。Reoviridae にはイネ萎縮ウイルスやカイコの細胞質多核体ウイルスなどが属し、径 60~80 nm の球状粒子で 10~12 本のセグメントを持つ。これらのウイルスと潜伏ウイルスは明らかに異なる。

多くの菌類ウイルスは宿主菌に明りょうな病変を起こさず、胞子で高率に伝染し、ウイルス粒子やゲノムの大きさなどが潜伏ウイルスとよく似ている。現在、菌類ウイルスは粒子とゲノムの大きさに基づいて A から F のグループに分けられている (BUCK et al., 1984)。このうち C~E に属するものは粒子径 30~35 nm, 沈降係数

100~145 S, セグメントは2本で分子量  $0.8\sim 1.4\times 10^6$ , 外被タンパク質が 42~73K である。これらの値は潜伏ウイルスのものによく似ている。潜伏ウイルスでは理化学的性状が完全に調べられたものは少ないので、今後、両者の知見を比較して研究を進める必要がある。

ところで、潜伏ウイルスの研究過程で、ソラマメ (ABOU-ELNASR et al., 1985) やアルファルファ、シロクロバ (NATSUAKI et al., 1986) から潜伏ウイルス由来ではない二本鎖 RNA (分子量  $2\times 10^6$  以上) が検出された。一方、インゲンマメからはインゲンマメの遺伝子と塩基配列の相補的な二本鎖 RNA が見いだされ (WAKARCHUK and HAMILTON, 1985), ソラマメ (GRILL and GARGER, 1981) やトウモロコシ (SISCO et al., 1984) からは細胞質雄性不稔に関連すると思われる二本鎖 RNA が検出されている。雄性不稔と二本鎖 RNA の関連性については疑問が持たれている (BROWN et al., 1986) が、潜伏ウイルスを研究するうえでこれらの二本鎖 RNA は無視できない存在であろう。

#### IV 今後の研究課題

潜伏ウイルスは、無病徴感染、感染植物体中の濃度が低い、100% 近く種子伝染するのに他の伝染様式がない、など一般の植物ウイルスとはかけ離れた性状を有している。このような性状に小考察を加えてから、今後の研究課題を述べてみたい。

潜伏ウイルスは上記のような性状を示し、かつ植物体のどの部位にもいる。しかし接ぎ木伝染はしない。このことから、潜伏ウイルスは、植物の細胞から細胞へと移行する能力に欠け、単に植物の細胞分裂・増殖に同調して植物全体にまん延していると考えられる。また、感染植物体中でのウイルス濃度が低いことから、その増殖能力がきわめて弱いと考えられる。これらの点を解明するには、やはり潜伏ウイルスの複製過程と遺伝情報を調べる必要がある。

そこで具体的には、①プロトプラストを用いた感染実験を行う、②ウイルス粒子の RNA ポリメラーゼ活性を調べる、③遺伝子の塩基配列を調べ、多くの潜伏ウイルスに共通する配列の有無を探る、ということを考えている。これらの点が解明されれば、潜伏ウイルスの無病

徴感染と 100% 近い種子伝染という性質を生かした、まったく新しいタイプの植物への遺伝子ベクターとして利用できる可能性が開けるかもしれない。

#### 引用文献

- 1) ABOU-ELNASR, M. A. et al. (1985) : J. Gen. Virol. 66 : 2453~2460.
- 2) ACCOTTO, G. P. and G. BOCCARDO (1986) : *ibid.* 67 : 363~366.
- 3) ANTONIW, J. F. et al. (1986) : *ibid.* 67 : 2047~2051.
- 4) BOCCARDO, G. et al. (1983) : Double-Stranded RNA Viruses (COMPANS, R. W. and D. H. L. BISHOP eds.), Elsevier, New York, pp. 425~430.
- 5) ——— et al. (1985) : Virology 147 : 29~40.
- 6) BROWN, G. G. et al. (1986) : Can. J. Genet. Cytol. 28 : 121~129.
- 7) BUCK, K. W. et al. (1984) : Intervirology 22 : 17~23.
- 8) CHESTER, I. B. et al. (1983) : Ann. Appl. Biol. 102 : 325~329.
- 9) DODDS, J. A. and M. BAR-JOSEPH (1983) : Phytopathology 72 : 419~423.
- 10) FORSTER, A. C. et al. (1985) : Nucleic Acid Res. 13 : 745~761.
- 11) GRILL, L. K. and S. J. GARGER (1981) : Proc. Natl. Acad. Sci. USA 78 : 7043~7046.
- 12) 日比忠明 (1984) : 植物防疫 38 : 380~384.
- 13) KASSANIS, B. et al. (1977) : Phytopath. Z. 90 : 350~360.
- 14) ——— et al. (1978) : *ibid.* 91 : 76~79.
- 15) KENTEN, R. H. et al. (1980) : Rothamsted Exp. Sta. Rep. for 1979. part 1 p. 176.
- 16) KOENIG, R. and P. E. LESEMANN (1980) : Plant Dis. 64 : 782~784.
- 17) LISA, V. et al. (1981a) : Ann. Appl. Biol. 98 : 431~437.
- 18) ——— et al. (1981b) : Virology 115 : 410~413.
- 19) NATSUAKI, K. T. et al. (1984) : J. Agric. Sci. Tokyo Nogyo Daigaku 29 : 49~55.
- 20) 夏秋知英ら (1979) : 日植病報 45 : 313~320.
- 21) NATSUAKI, T. et al. (1983a) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 49 : 593~599.
- 22) ——— et al. (1983b) : *ibid.* 49 : 709~712.
- 23) 夏秋知英 (1984) : 宇都宮大学農学部学術報告特輯 43 : 1~80.
- 24) NATSUAKI, T. (1985) : AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 298, pp. 4.
- 25) ——— et al. (1986) : Intervirology 25 : 69~75.
- 26) PLUMB, R. T. and E. A. LENNON (1981) : Rothamsted Exp. Sta. Rep. for 1980. part 1 p. 187.
- 27) SISCO, P. H. et al. (1984) : Plant Sci. Lett. 34 : 127~134.
- 28) WAKARCHUK, D. A. and R. I. HAMILTON (1985) : Plant Mol. Biol. 5 : 55~63.
- 29) 王 蔚芹ら (1986) : 日植病報 52 : 549 (講要).
- 30) ———ら (1987a) : 同上 53 : 64 (講要).
- 31) ———ら (1987b) : 同上 54 (3) (講要) : (印刷中).

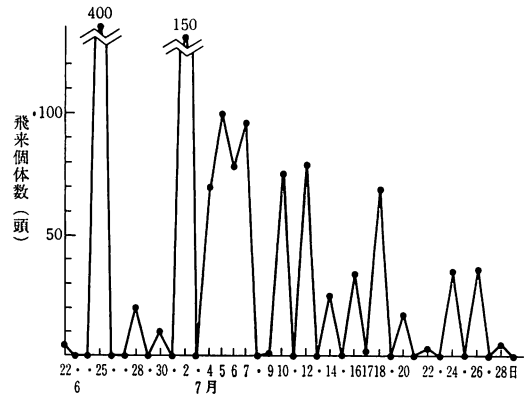


# オオクロコガネ成虫の摂食と産卵行動

茨城県農業試験場 まつ 松 い 井 たけ 武 ひこ 彦\*

## はじめに

オオクロコガネ (*Lachnosterna morosa* WATERHOUSE) は成虫が果樹、サクラなどの広葉樹の葉を摂食し、幼虫がサトイモ、サツマイモなどを食害することが知られている。オオクロコガネ成虫は夜行性で人の目につきにくく、幼虫による被害もドウガネブイブイの被害にマスクされている可能性もあり、茨城県ではあまり問題となることがない。1984年愛媛農試からオオクロコガネの出現調査依頼があった後、常陸太田市内の茨城農試職員の家の庭木にオオクロコガネ成虫の飛来が見られ、調査材料とすることができた。この調査で得られた知見を岡本 (1940)、吉岡ら (1982)、山崎と吉岡 (1983, 1984) の報告を基に取りまとめた。しかし、このコガネムシの生活史に関する疑問は大きくなるばかりである。



第1図 オオクロコガネ成虫飛来数 (1984年常陸太田市)

## I 地上部への出現行動

### 1 野外での飛来消長

常陸太田市の調査地点への飛来は1984年6月22日の調査開始以前に、6月10日ごろより少数の飛来が数回観察されていた。6月下旬から7月上旬が飛来の最盛期で、8月には終息した(第1図)。飛来は日没後の薄明時に始まり、まず雌が植物上に静止し、腹部末端から交尾器を伸ばすと雄が飛来し、マウンティング後交尾した。交尾姿勢は雄がすべて脚を離し、交尾器のみで結合

して反り返るような独特の姿勢をとった。交尾時間は10分程度で、交尾後は雌雄ともすぐに飛び去る個体が多かった。降雨時にも飛来、交尾が認められた。飛来日の推移を第1図で見ると、大部分の飛来日は暦日の偶数日であったが、飛来最盛期の6月25日、7月4~7日の連続飛来などの例外もあった。愛媛県では1979~82年の4年間ほとんど一斉に一日おきの出現(吉岡ら, 1982)が報告されている。

野外での継続的な飛来調査は1984年のみであったが、この年の6月下旬から7月上旬の気温は平年より低く、7月3日から5日の3日間一時的な高温となってい

第1表 放飼成虫の出現 (パイプハウス内集団飼育, 1984年)

| 採集日<br>(7月/日) | 放飼日<br>(7月/日) | 性 | 放飼<br>虫数 | 調 査 日 (7月) |      |      |     |      |      |      |      |      |     |      |  |  |
|---------------|---------------|---|----------|------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|--|--|
|               |               |   |          | 6          | 7    | 8    | 9   | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15  | 16日  |  |  |
| 4             | 6             | — | 47       | 40         | 0    | 8    | 0   | 23   | 0    | 19   | 0    | 22   | 0   | 24   |  |  |
| 5             | 6             | — | 99       | 5          | 33   | 5    | 0   | 27   | 3    | 50   | 1    | 48   | 0   | 32   |  |  |
| 6             | 7             | 雌 | 45       |            | 0    | 23   | 0   | 14   | 0    | 18   | 2    | 25   | 0   | 20   |  |  |
| 6             | 7             | 雄 | 38       |            | 0    | 11   | 1   | 9    | 0    | 18   | 0    | 19   | 1   | 16   |  |  |
| 7             | 9             | 雌 | 64       |            |      |      | 20  | 2    | 19   | 2    | 24   | 3    | 20  | 2    |  |  |
| 7             | 9             | 雄 | 32       |            |      |      | 8   | 0    | 8    | 1    | 12   | 0    | 12  | 0    |  |  |
| 10            | 11            | 雌 | 42       |            |      |      |     |      | 27   | 23   | 0    | 16   | 0   | 21   |  |  |
| 10            | 11            | 雄 | 22       |            |      |      |     |      | 11   | 9    | 1    | 12   | 1   | 7    |  |  |
| 出現虫数(頭)       |               |   |          | 45         | 33   | 47   | 29  | 75   | 68   | 140  | 40   | 145  | 34  | 122  |  |  |
| 出現虫率(%)       |               |   |          | 30.8       | 14.5 | 20.7 | 9.0 | 23.2 | 17.6 | 36.2 | 10.3 | 37.5 | 8.8 | 31.5 |  |  |

\* 現 農林水産省農業研究センター

Oviposition and Periodic Feeding Behavior of *Lachnosterna morosa* Waterhouse.

By Takehiko MATSUI



第3表 冬越し後の生存成虫の摂食行動

| 個体番号 | 性 | 調査月日 (1986) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   | 生存日数 |      |
|------|---|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|------|------|
|      |   | 7           |    |    |    |    |    |    | 9  |    |    |    |    |    |    | 10 |    |    |    |    |    |    | 途 |   |   |   |   |   |   |      |      |
|      |   | 16          | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |      |      |
| 26   | 雄 | -           | -  | -  | -  | +  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | +  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | -  | -  | - | - | - | - | - | - | 死 | 463  |      |
| 33   | 雌 | -           | -  | -  | -  | -  | -  | -  | +  | -  | -  | -  | -  | -  | 死  |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |      | 389  |
| 34   | 雌 | -           | -  | -  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | - | + | - | + | - | + | - |      | >488 |
| 36   | 雌 | -           | -  | +  | -  | +  | -  | -  | +  | -  | -  | +  | -  | +  | 死  |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |      | 390  |
| 38   | 雌 | -           | +  | -  | -  | +  | +  | -  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | -  | +  | - | + | - | + | - | + | - |      | >488 |

注 摂食は調査日の前夜から朝に行われている。+は摂食，-は非摂食

行動を見ると、1日おきの周期の中で1回(3日)、2回(5日)摂食をしない個体もあった。6月28日から9月23日の間、45個体中43個体が同一の出現日であり、2個体が途中で全体の周期から1日ずれた行動をとった。第2表のNo. 15の行動は8月22~24日3日連続摂食をした後、8月28、29日連日摂食以後1日おきとなり、全体のリズムからずれた。No. 19は8月9、10日の2日間は摂食せず、11日から1日おき摂食となって全体からずれた摂食日となっている。また、死亡直前に弱ったため土壌に潜入できず地表にとどまる個体もあったが、摂食の周期が乱れた個体は13個体中2個体であった。

9月23日に室温から野外の温度下へ移したため、これ以後気温の低下に伴って摂食行動は不活発となり、摂食量、回数とも減少し、1日おきの周期も崩れた。10月16日以後生存していた18個体すべてが出現しなくなったため、11月8日に野外から10°Cの恒温室へ移した。1986年4月に18個体中14個体の生存を確認している。7月15日生存していた5個体を室温下において個体飼育を続けた(第3表)。室温へ出した当初、摂食周期が乱れていたが、長期間生存した3個体は9月末まで1日おきの周期であった。しかし、No. 26は他の2個体と1日ずれた周期となった。

1984年11月21日に84年採集虫を放飼したパイプハウスにおいて、ドウガネブイブイ幼虫の密度調査を行った。床面積55m<sup>2</sup> 中試験枠32m<sup>2</sup>を掘り上げたが、このときにマークを付けた生存成虫10個体を確認している。生存成虫は地表下10cm程度の土壌中に生息していた。掘り上げ時に1個体を傷つけたため9個体を10°Cの恒温室に移し冬越しをさせ、1985年5月7日室温へ移し集団飼育後、5月30日から個体飼育を行った。このときまで生存していた5個体は1984年7月6日採集雌1、7日採集雄1、雌2、10日採集雄1であり、前年パイプハウス内での出現日がずれていたグループであったが、1985年5月25日以後死亡日まで同一出

現日となった。

## II 産卵行動

1985年6月29日から8月7日の間、85年採集虫の個体別産卵調査を行った。産卵期間は7月1日~8月6日、産卵の最盛期は7月中旬であった。採集から産卵開始までの日数は5~37日であり、産卵数、産卵期間とも個体差が大きかった(第4表)。しかし、生存日数の短い年内死亡の12個体と、11月8日まで生存した冬越しの可能性のある生存日数の長い10個体に分けると、短命のグループの産卵数は28.8±8.38となり、長命のグループの9.3±7.61に比べて多く、5%の危険率で有意な差が認められた。また、少産卵の個体は産卵開始までの日数が長い傾向が見られた。

第4表 産卵と生存日数(1985年)(松井, 1986)

| 個体番号  | 採集日から産卵開始まで(日) | 産卵期間(日) | 産卵数(個) | 生存日数(日)            |
|-------|----------------|---------|--------|--------------------|
| No. 3 | 7              | 20      | 26     | 44                 |
| 4     | 10~19          | 16~26   | 15     | 〃                  |
| 6     | 〃              | 17~27   | 51     | 38                 |
| 7     | 〃              | 11~21   | 23     | 40                 |
| 9     | 〃              | 16~26   | 31     | 41                 |
| 10    | 5              | 27      | 27     | 45                 |
| 12    | 9              | 25      | 20     | 63                 |
| 14    | 21             | 14      | 33     | 73                 |
| 15    | 7              | 28      | 28     | 72                 |
| 32    | 28             | 10      | 4      | 78                 |
| 35    | 10~19          | 23~33   | 46     | 67                 |
| 37    | 〃              | 15~25   | 42     | 35                 |
| 2     | 21             | 17      | 10     | >136 <sup>a)</sup> |
| 5     | 37             | 2       | 2      | 〃                  |
| 11    | —              | 0       | 0      | 〃                  |
| 13    | 33             | 8       | 21     | 〃                  |
| 17    | 9              | 12      | 10     | >287               |
| 31    | 29             | 18      | 7      | 〃                  |
| 33    | 31             | 1       | 1      | 389                |
| 34    | 21             | 24      | 34     | >488               |
| 36    | 37             | 5       | 3      | 390                |
| 38    | 35             | 3       | 5      | >488               |

a) 生存確認日。>136は1985年11月8日、>287は1986年4月8日、>488は1986年11月3日。

第5表 摂食行動と翌日昼の産卵数 (1985年)  
(松井, 1986)

| 摂食行動 | 延べ産卵個体数 | 総産卵数 | 平均卵数 |
|------|---------|------|------|
| +    | 34      | 60   | 1.8  |
| -    | 25      | 36   | 1.4  |

1985年5月に集団飼育後、個体飼育に移した84年採集雌成虫3個体中2個体では、産卵を6月上旬に確認している。これは前年採集後の産卵最盛期が7月中旬であったことに比べ30~40日早くなっている。また85年採集雌成虫4個体について86年個体飼育のまま産卵調査を行ったが、産卵は認められなかった。調査例が少なく問題はあるが、2年目の産卵にも交尾が必要であることが推察される。

### 1 産卵と摂食行動

産卵調査の中で7月22日から5日間と7月29日から8日間連続して産卵調査を行い、摂食行動との関連を見た。1個体の1回の産卵は1~10数個と少なく、連日産卵が続く場合と、1~4日間隔がある場合があった。摂食行動と翌日昼の産卵数(第5表)を見ると、非摂食日の翌日より、摂食日の翌日のほうが産卵個体、産卵数ともに多い傾向が見られた。集団飼育では摂食前日の日中の産卵が多い(吉岡ら, 1983)、個体飼育の結果では産卵に摂食行動のような周期性は認められなかった。

### III 成虫の生存日数

84年採集虫389個体を1984年7月上旬にパイプハウス内に放飼したところ、同年11月21日に生存成虫10個体を確認した。同一ハウスに7月下旬ドウガネブイブイ成虫400個体を放飼したが、ドウガネブイブイ成虫の生存は確認されなかった。翌年5月まで生存したオオクロコガネ成虫5個体の生存日数は室温に移してから29~37日(平均34.2日)であった。ただし、前述の産卵時期から考えると室温に出すのが早すぎたと考えられる。

85年採集虫45個体の年内死亡は28個体であった。このうち雌が12個体で生存日数は33~76日(平均52.1日)であり、雄16個体の生存日数は9~103日であったが、10日以内の1個体と100日以上2個体を

除くと28~76日(平均41.4日)であった。冬越しをさせた個体の生存日数は7月中旬に室温に出してから11~111日(平均64.8日)で、前年から通算すると平均443.6日となった。朝鮮における自然条件下での成虫越冬の可能性もあるようで(岡本, 1940)、茨城県での成虫越冬の可能性は大きい。前述の短命で多産卵、長命で少産卵に二分化しているグループも、短命で多産卵は前年長命=少産卵であり、長命で少産卵は翌年短命=多産卵になると考えると、成虫の生存日数は400~440日ぐらいで、成虫の世代が年を越して重なることが考えられる。

### おわりに

オオクロコガネ成虫の出現が48時間おきであることはコンタクトマイクロホン(松岡・山崎, 1985)によっても確認されている。しかし、2日続けての出現ないし、非出現による1日のずれが、ときにグループないし個体レベルで発生し、野外での出現が一斉に一日おきの出現となったり(吉岡ら, 1983)、異なったグループの交互の出現で連夜となったり(岡本, 1940)すると考えられる。この出現のずれが何によるかは不明であるが、単なる気象要因で左右されることはないようである。

この48時間の出現の周期がときにずれを生じながらも固定していることは確かであるが、全暗条件で30~60分早くなる(吉岡ら, 1983)。また曇雨天の暗い日は早くから出現している個体が観察されることから、光による刺激でリズムを補正していることが推察される。さらに成虫の一部がそのまま越冬し、翌シーズンに交尾、産卵をする可能性も考えられ、48時間周期の出現がオオクロコガネの生活にどのような意味があるのかは、生活史全体の解明が進む中で明らかにされるであろうと考える。

### 引用文献

- 1) 岡本大二郎(1940): 応用動物学雑誌 12: 43~45.
- 2) 松井武彦(1985): 応動昆 29 回大会講演要旨: 161.
- 3) ——— (1986): 関東々山病虫研報 33: 202~203.
- 4) 松岡隆宏・山崎康男(1985): 応動昆 29 回大会講演要旨: 162.
- 5) 吉岡幸治郎ら(1982): 愛媛農試報告 22: 35~38.
- 6) ———・山崎康男(1983): 応動昆 27: 52~54.
- 7) ——— (1984): 植物防疫 33: 202~203.

# 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 —

農林水産省農業環境技術研究所 **の 能 勢 和 夫**

有機化合物を表示するうえで化学構造式は簡明で便利であるが、二次元表現であるためにマイコンにそのまま入力することができない。化学名で記述されていれば構造式はかけるはずであるが、語数が多くなりマイコンで扱える1レコードの制限数(256バイト)を軽く超すことがよくある。また、IUPAC 規則では種々の表現が許されていて検索にも不都合である。最近、マウスでフリーハンドの構造式を入力すれば正確に分子間距離を計算し図示するソフトも売り出されているらしいが、この場合でも検索のためには別的手段が必要となる。

このような欠点を補い、コンピュータへの入力を容易にかつ正確に実行するために、化学構造式の線形表記法が普及している(例 Pesticide Manual, The British Crop Protection Council)。実際に利用してみるとなかなか便利である。利用者が多くなり相互に WLN で話が通じればいっそう便利になるので、その概略を紹介したい。

根本文献 (SMITH, E. G. ち “The Wiswesser Line-Formula Notation (WLN), 1976. Cherry Hill, N. J.) が手もとにないので、Merk Index 9th ed (MISC-110) に忠実に従って説明したあとで、いくつかの農薬の WLN 名を例記した。

## I Wiswesser 線形表記法 (Wiswesser Line Notation, WLNと略) に使われる記号

- 1) A~Z の 26 大文字
- 2) 0~9 の算用数字; O (オー) と 0 (ゼロ) とを区別する
- 3) 4 句読点 (&—/\*)
- 4) 空の字間

## II 元素記号と基記号


ほとんどの元素記号はなじまれているとおりに WLN でもそのまま用いる。ただし、2字からなる記号は一で挟んで示す(例 リチウム—LI—)。

WLN of Pesticide—a Language of Chemical Structure for Computer—. By Kazuo Nose

第1表 標準元素記号と異なる WLN 記号

| 元素記号 | WLN 記号 | 元素記号 | WLN 記号 | 元素記号 | WLN 記号 |
|------|--------|------|--------|------|--------|
| Br   | E      | Cl   | G      | K    | —KA—   |
| U    | —UR—   | V    | —VA—   | W    | —WO—   |
| Y    | —YT—   |      |        |      |        |

第2表 共通分子部分の WLN 記号

| 共通部分  | WLN 記号 | 共通部分   | WLN 記号 | 共通部分  | WLN 記号 |
|---|--------|--|--------|---|--------|
| $\begin{array}{c}   \\ -N+- \\   \end{array}$                                     | K      | $\begin{array}{c}   \\ -C- \\   \end{array}$ | X      | $\begin{array}{c}   \\ -CH- \\   \end{array}$ | Y      |
| -NH-  | M      | -OH  | Q      | =C<   | Y      |
|  | R      | ·≡·  | U      | ·≡·   | UU     |
| O=C<  | V      | O= =O  | W      | -NH <sub>2</sub>                              | Z      |

第1表及び第2表に例外の記号と基を示してある。K, U, V, W, Y は他の用途のために本来の元素記号から外され、また2字からなるハロゲンは使用頻度が高いので1字で表される。

数字は分枝も置換基もないアルキル基を表している(例—CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>—及び—CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> は数字2で表す)。

Cは1個のヘテロ原子に多重結合しているか(例1)、他の2個の炭素に二重結合している(例2)分枝のない炭素原子を表すのに使う。

多重結合が、

- 1) アルキル鎖と他の基の間に
- 2) 一つの=C<(Y 記号) 基と他の間に
- 3) 第3第4の原子とそれぞれ一重結合している2個の原子の間に

ある場合 U(二重結合) UU(三重結合) で表す。

- 例1 N≡C—CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> は NC2  
 例2 CH<sub>2</sub>=C=CH<sub>2</sub> は 1UCU1  
 例3 CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>C≡CH は 3UU1  
 例4 CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>-N=N-CH<sub>3</sub> は 2NUN1

## III 直鎖化合物の表記

化合物を記号表記する手順に3段階がある。

- 1) 二次元の化学構造 (structural diagram) を



&-/012345...10 11 12...ABCD...XYZ\*  
 前方順位 後方順位  
 記述順後 記述順前

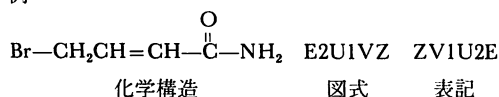
第1図 アルファメリック優先順位

WLN 記号によって図式 (graphic formula) に翻訳する。

- 2) 径路を選択する。
- 3) 図式を線形表記に変換する。

記号には第1図に示す優先順位 (alphameric hierarchy) があり、この後方順位から開始するように径路を選ぶ (後方選択則)。

例5

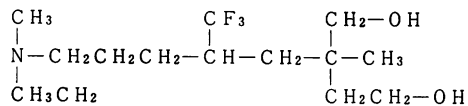


#### IV 分枝化合物の表記

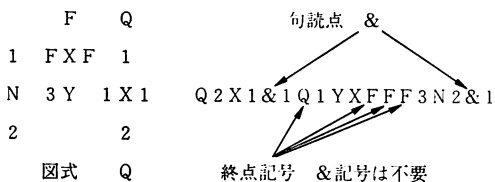
主径路は、その中に分枝点の記号をもっとも多く含むような構造を通るように選び、その中に側鎖が折り畳まれるようになる。最良径路の始点は直鎖化合物の場合と同様に後方選択則によって決められる。その径路に従って一つの分枝記号に出会ったら、分枝点での鎖を次の順序で記述していく。

- 1) 最小の分枝記号を持つ側鎖
- 2) 最小の総原子記号を持つ側鎖
- 3) 後方順位の記号を与える側鎖

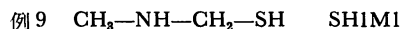
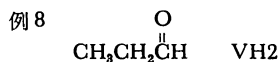
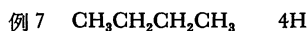
例6



化学構造



(-NH<sub>2</sub>) の利用によって示唆される。Hを記述しなければならぬときは、Hがその鎖の端にある場合でもHが結合している原子または基の直後に置く。

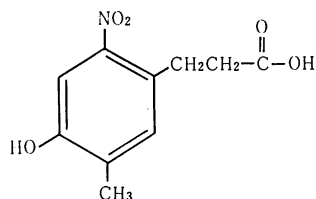


#### V ベンゼン誘導体の表記

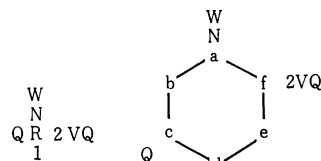
ベンゼン環は単一記号Rで表す。H記号と同じく後方選択則から除外され、この規則が適用されるすべての他の記号に従属して記述される。

幾何学的にベンゼン環は終点としても結合点としても分枝点としても働く。結合 (2置換体) や分枝 (≥3置換体) として働く場合、置換の位置は番地で区別する。番地記号の前には必ず空字間を置く。それ以外の記述法は非環式化合物の場合と同様である。A番地 (WLN表示の際明記する必要はない) は記述を開始した記号または記号鎖の結合している位置とする。他の番地は連続的に環を回って、記述に際し、R記号の後に挙げられる最初の基にできるだけ低い番地を与えるように付ける。R記号の後に挙げられる最初の基の選定順位は置換基記号のアルファメリック優先順位の高い順であり番地順ではない。

例10



構造式



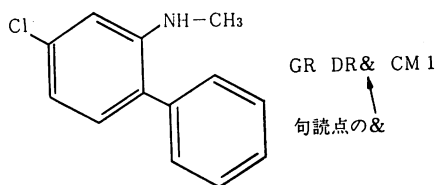
図式

番地づけ

WNR CQ D1 F2VQ

多置換ベンゼン環の置換基の一つがベンゼン環自身の場合は、側鎖の終わりを示すアンパサンドを置いてから元の環中の他の基を続いて記述する。

例 11



## VI 単環化合物の表記

ベンゼン環と違って、他の単環系はもっと複雑な記述が必要となる。WLN では L..J (炭素環), D..J (キレート), T..J (ヘテロ環) のように、L, D, T で始まり J で終わるカッコを用いる。側鎖の番地と記号を J に続いて記述する。

単環系の幾何学的構成は L, D, T 記号に続いて下記の順に J の前に記号を挙げることによって記述して表す。

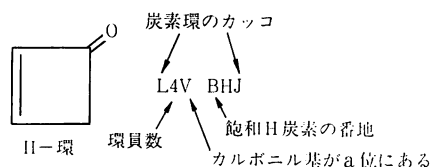
第一に環の構成原子数を示す数字 (10 以上の数は一で囲む)

第二に環の構成基の記号 (V, Y を含め環の番地径路にある原子や基の記号)

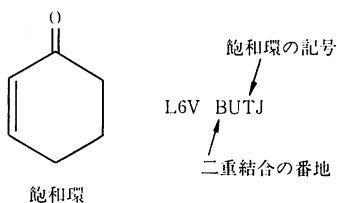
第三に飽和記号

飽和については 3 個の状態が可能である。4 個の他の原子と結合している炭素原子が環中にまったくない場合と 1 個の場合は、& の記号を与える。このような炭素原子が一つの環ではその番地に続いて H を書く。このような炭素原子を 2 個以上含む環には T を書き、WLN の定義では飽和として扱う。独立した飽和炭素の位置は、逆に飽和環の中の不飽和基 (U または UU) の番地を利用して間接的に表す。もし H, U, UU, T のような記号が書いてなければ最大不飽和環と見なす。

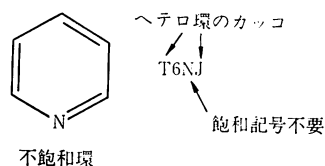
例 12



例 13

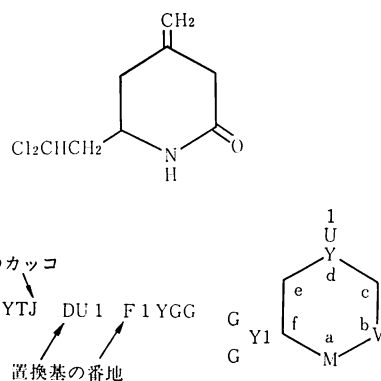


例 14



番地記号 A の記述は A 位にある環構成員や不飽和環については省略する。環径路にあってこれに隣接する環構成員の番地も省略する。隣接構成員については最初の構成員の番地だけが必要である。番地は環を回るにつれて第一に環構成員に関する番地、第二に環構成員の記号、第三に環置換基の番地が最小のアルファベットの組のように配属する。

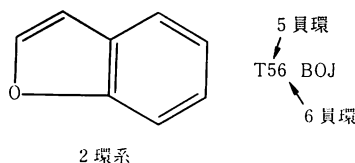
例 15



## VII 多環系の表記

幾何学的に多環系は数点で結合している閉鎖ループである。2 環系に対しては環の大きさを示す数字を L..J, D..J, T..J カッコの中に記述し、系の骨格を定義する (例 16)。

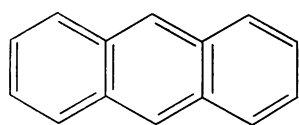
例 16



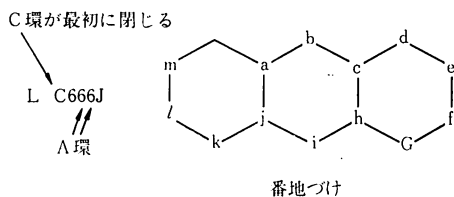
より複雑な系では L..J, T..J カッコの中に構造上の特徴を示す記号を次の順に書き込む。

1) 融合番地 (fusion locants) 融合番地はその環の最初の番地である。融合番地の合計が最低になるように経路をたどり、A 番地以外の融合番地を閉じる順に列記し、次に環の員数をその順に記述する。

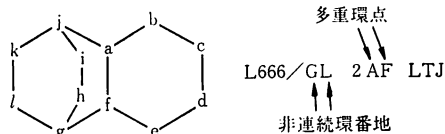
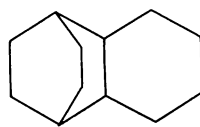
例 17



構造式



例 20

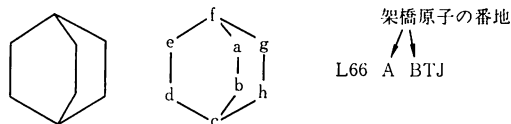


上記5個の幾何学的項目を記述した後、環を閉じるカッコ（J記号）の前に環構成員と飽和を表す記号を記述する。ある環が飽和で他が不飽和の場合後者を & で示す。全環が WLN 流に飽和の場合は T1 個を記述し、すべてが不飽和の場合は飽和記号は置かない。

2) 非連続的環番地 場合によっては環員数の次に/を置き空空間なしに1対の番地を記述し、これが非連続的番地であることを明白に示す(例20)。

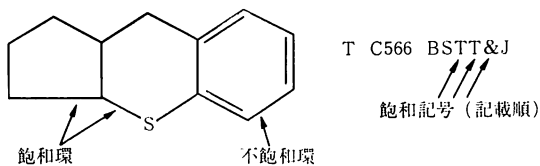
3) 架橋番地 2以上の環に共有されていて、ただ2個の異なる環原子にそれぞれつながっている最短原子鎖の中の原子の番地をアルファベットの降順に記述して表す。

例 18



架橋構造式

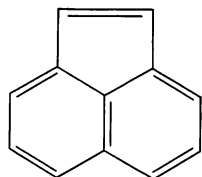
例 21



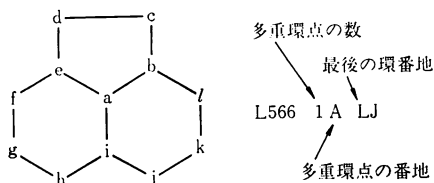
4) 多重環点 3以上の環によって共有されている原子は空空間に続き、この原子数、空空間なしでその番地を記述する(例19, 20)。

5) 最終環原子の番地 多重環点を持つ環では、多重環点の直後に最終環原子の番地を記述する。

例 19



多重環点を持つ構造式



### VIII 農薬の WLN 名の例

CVMP : GR BG DG EYUIGOP&01&01

サリチオン : T66 BOPO EHJ CS C01

ケルセン : QXR DG&R DG&XGGG

酸化フェンブタズ : 1X1&R&1-SN-1X1&1&R&  
1X1&1&R& O-SN-01X1&  
1&R&1X1&1&R&1X1&1&  
R

ベンゾエピン : T C755 A EOSO KUTJ AG AG  
BG FO JG KG LG

カルタップ : ZVSIY1SVZNI&1

ミルネブ : T6NYS EMTJ BUS D1 F1 A2- AT6  
NYS EMTJ BUS D1 F1

トルクロホス : GR CG E1 BOPS&01&01 (Rの  
置換基は分枝の順位則による)

ジメチリモール : T6N CNJ BN1&1 DQ E4 F1  
(ヘテロ環の置換基は番地の ABC  
順)

イソプロチオラン : T5SYSTJ BUYVOY1&1&VO  
Y1&1

トリシクラゾール : T B556 BN DNN GSJ L1

ピフェノックス: GR CG DOR DNW CV01

プロメトリン: T6N CN ENJ BS1 DMY1&1F  
MY1&1

オキサジアゾン: T5NNVOJ BR DG EOY1&1&E  
X1&1&1

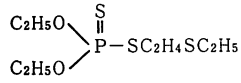
ピラゾレート: T5NNJ B1 E1 COSWR D1& DVR  
BG DG

アロキンジム: L6V BUTJ BY3&UN02U1 CQ  
E1 E1 FV01 &-NA-

アンシミドール: T6N CNJ EXQR D01&- AL3JT

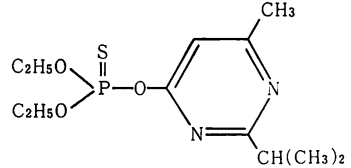
ジケグラック: T B556 CO EO GO JO LOTJ D1  
D1 FVQ K1 K1 &-NA-

エチルチオメトン



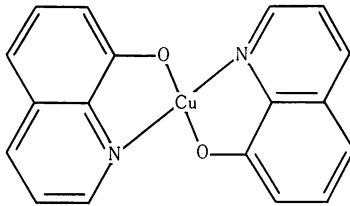
2 S 2 SPS & O2 & O2  
SがOに優先する

ダイアジノン



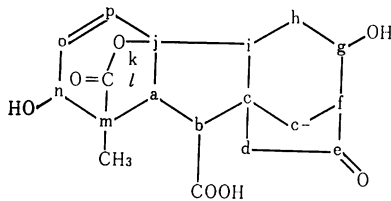
T6N CNJ BY1&1 DOPS & O2 & O2 F 1  
ヘテロ環が優先する

オキシシン銅



キレート環のカッコ: D566 1 A L BND-CU-OJ  
2環の結合点の番地: C-& CD566 1 A L BND-CU-OJ  
最終環番地: CD566 1 A L BND-CU-OJ  
多重環点数: D566 1 A L BND-CU-OJ  
キレート結合記号: BND-CU-OJ  
スピロ結合記号: C-& CD566 1 A L BND-CU-OJ  
多重環点番地: CD566 1 A L BND-CU-OJ

ジベレリン酸



ヘテロ環のカッコ: T C 5 C6556/C-F/JP C- 3 ACJ P CX EY JXOV OUTJ BVQ EU 1 FQ M 1 NQ  
5員C環が最初に閉じる: T C 5 C6556/C-F/JP C- 3 ACJ P CX EY JXOV OUTJ BVQ EU 1 FQ M 1 NQ  
最終環番地: C- 3 ACJ P CX EY JXOV OUTJ BVQ EU 1 FQ M 1 NQ  
非連続番地: T C 5 C6556/C-F/JP C- 3 ACJ P CX EY JXOV OUTJ BVQ EU 1 FQ M 1 NQ  
多重環点数と番地: C- 3 ACJ P CX EY JXOV OUTJ BVQ EU 1 FQ M 1 NQ

## 暖地におけるダイズモザイク病まん延の特徴

農林水産省九州農業試験場 中野正明

これまで、ダイズのウイルス病については、北日本を中心に研究が行われ、多くの成果が報告されている。しかし、暖地で発生するウイルスの種類やその発生生態については、まだその全容が明らかにされていない。筆者らは転換畑へのダイズの導入を機会に、1979年以來九州におけるダイズのウイルス病の発生生態と防除法について試験を行ってきた。ウイルス病は薬剤防除が困難であるため、耕種的方法により被害を回避することが重要である。このためには、ウイルス病の発生及び被害を量的にとらえ、それらに関与する種々の要因の重要性を明らかにしようとして、的確な被害回避手段を選択し、最終的にはそれを実施する基準を数値で明示する必要がある。筆者らの試みはまだ中途であり、問題も多いが、本稿では九州のダイズに発生するウイルス病の中でもっとも発生が多いダイズモザイクウイルスを中心に、まん延を量的にとらえ、九州でのモザイク病の発生とまん延の特徴を明らかにしようとした。

## I 九州のダイズから分離されるウイルス

高橋ら(1980)は九州のダイズから、ダイズモザイクウイルス(SMV)、ダイズ萎縮ウイルス、アルファルファモザイクウイルス(AMV)、インゲン南部モザイクウイルス類似ウイルスを分離している。筆者らもSMV、AMVのほかに、インゲン黄斑モザイクウイルス及びインゲンモザイクウイルス-ダイズ系統(BCMV-S)(中野ら, 1983)の発生を認めている。これらのうち、九州で作付けの多い秋ダイズ(7月中旬播種, 8月下旬開花, 11月中旬収穫)のウイルス病として重要なものは、SMVとBCMV-Sであった。

SMVは、高橋ら(1980)の東北地方での試験によって5系統に類別されている。これらのうちA系統は通常フクユタカ、アキヨシ、アキシロメに全身感染は認められない。しかし筆者らの分離株の中に、A系統と判定されるもの、上記3品種に全身感染する系統が見いだされた(中野ら, 1982)。昭和60年にはこれら3品種で九州のダイズの86%の作付面積を占めており、この反応の違いは無視できない。そこで九州においては、第1表

第1表 九州の品種によるSMVとBCMV-Sの判別

| ダイズ品種                  | S M V                |        |        |                     | BCMV-S                   |
|------------------------|----------------------|--------|--------|---------------------|--------------------------|
|                        | 1群                   | 2群     | 3群     | 3 <sup>N</sup> 群    |                          |
| ヒュウガ<br>アキヨシ<br>アキセンゴク | S <sup>a)</sup><br>R | S<br>S | S<br>S | S<br>S <sup>N</sup> | S<br>S <sup>N</sup><br>R |
| 高橋らの判別                 | A, B                 | A      | C      | D, E                | —                        |

a) Sは全身感染, Rは全身感染せず, 肩のNはえそを伴う病徴。

に示したようにアキヨシを含めた判別方法が適当であると考えた。フクユタカ、アキヨシ、アキシロメは1群に抵抗性であり、現在のところSMVの発生は少ない。しかし、低い頻度ながらこれらの品種に感染する系統も分離されるため、今後の流行に注意する必要があると考えられる。

BCMV-SはPotyvirus群に属するウイルスで、フクユタカ、アキヨシ、アキシロメなどの品種に葉脈えそ、えそ斑点、黄化、落葉、莢のえそや奇形が生じる。ヒュウガやホウギョクなどでの病徴はモザイク、巻葉で、ウイルス粒子の形態、寄生範囲、アブラムシ伝搬性、種子の表面に褐斑を生じさせることなどの性状はSMVとよく似ている。しかしダイズでの種子伝染性は認められず、血清学的にBCMVに近いことから、BCMV-Sとした。

## II ほ場でのまん延の記述

ほ場のようなある区画におけるウイルス病のまん延について考える場合、その区画の外部からのウイルスの侵入と、その区画の内部の発病株から他の株への伝染とが起っていると考えられる。よって、区画内での病株の増加は、外部からの侵入による増加と内部での伝染による増加との和であると考え解析する必要がある。伝染源が内部でも外部でも、区画内で新たに発病した株は次の内部の伝染源となる。

VAN DER PLANK (1963) は、内部の伝染源のみに依存して発病が増加していく過程を、発病が可能な部分に対する発病部分の割合をxとして、

$$\frac{dx}{dt} = rx(1-x) \quad (1)$$

The Features of Soybean Mosaic Virus Spreading in the Warmer Part of Japan. By Masaaki NAKANO



と表すことを提案している。ここで、 $r$  を apparent infection rate (見かけの伝染速度) と呼び、見かけ上発病部分から単位時間内に伝染される病気の量を示している。この考えかたによれば、新たに発病した部分は、それ以前の発病部分と共に、次の伝染源になるので、病気は複利的に増加する。しかし、発病が多くなるにつれて未発病の部分が小さくなるため、飛散する病原体の量が同じでも病気の増加は鈍る。SMV のように、全身感染した発病株が枯死あるいは極端に萎縮することなく、次の伝染源としての能力を長く持ち続けるようなウイルス病の場合、内部の伝染源のみに注目すれば、 $x$  を発病株率としてこの考えかたが適用できると考えられる。時刻  $t$  と発病株率  $x$  とは、

$$\log \frac{x}{1-x} = a + rt \quad (a \text{ は定数}) \quad (2)$$

と線形化できる。2回の観測値から求めた  $r$  を2点伝染速度と呼び、3回以上の観測値の  $t$  と  $\log \frac{x}{1-x}$  との回帰係数から求めた  $r$  を多点伝染速度と呼んでいる(清沢, 1985)。

VAN DER PLANK はさらに、感染してから伝染源となり始めるまでの期間を  $p$  とし、

$$\frac{dx_t}{dt} = Rx_{t-p}(1-x_t) \quad (3)$$

と表し、 $R$  を Basic infection rate と呼んでいる。この場合の  $x_t$  は時刻  $t$  において感染している株率である。このモデルのほうがより実際のシステムに近いと考えられる。この式に区画外からのウイルスの侵入量  $B_t$  を加え、

$$\frac{dx_t}{dt} = Rx_{t-p}(1-x_t) + B_t(1-x_t) \quad (4)$$

とすれば、本病のようなウイルス病の、ほ場でのまん延が記述できよう。以上のような考えかたに立って、次に SMV のまん延について考えてみたい。

### III ほ場外の伝染源のまん延への影響

SMV は種子伝染性のウイルスであり、種子伝染率は 0~50% 程度である。この保毒種子が第一次伝染源であり、ダイズ以外の植物の伝染源としての役割は小さいものと考えられている。越水と飯塚(1963)は東北地方において、保毒していない種子を播種した隔離ほ場での発病がほとんどないことから、本病の伝染源はほとんどほ場内部にあるとしている。筆者らは 1982 年に、ほ場内の伝染源からのまん延とほ場外伝染源からの侵入、まん延との大きさの比較を試みた。ほ場内の伝染源として、性状が SMV に近い BCMV-S の発病苗を初生葉期に 1% の株率で植え込んだ試験区を設けた。8月下旬の発

病株率は 7.4% で、この全株について病原が SMV, BCMV-S のいずれであるかを ELISA 法(根岸ら, 1983)により検定した。病株を植え込まない対照区での BCMV-S の発生が 0.2% と低かったことから、試験区での BCMV-S の発生は初期には場内に植え込んだ伝染源からのまん延、SMV の発生はほ場外の伝染源の影響と考えられる。結果は BCMV-S 単独が 80%, SMV 単独が 10%, 両ウイルスの混合感染が 10% であり、ほ場でのまん延について、ほ場外の伝染源の影響は小さく、初期には場内にあった伝染源の影響が大きいと結論された。

### IV アブラムシ媒介の問題

SMV の媒介虫としては 31 種のアブラムシが報告されている。このうちの重要な媒介種や、有翅、無翅それぞれの役割の大きさなどを明らかにする必要がある。アブラムシにより非永続的に伝搬されるウイルス病に対して、殺アブラムシ剤が顕著な防除効果を示した事例は少ない。このことは、その作物に寄生しているアブラムシが伝搬にはあまり寄与していないことと、飛来してくるアブラムシによる伝搬を薬剤では阻止できていないことを示唆している。筆者らは、寄生している無翅のダイズアブラムシが伝搬に寄与する程度を知るために、浸透性殺虫剤エチルチオメトン処理し、寄生を阻止した試験区で SMV のまん延を調査した(中野ら, 1987)。初めに 5% の株率で病株を植え込んでおくと、1か月後までまったくアブラムシの寄生は認められないにもかかわらず、平均 58% の発病株率となり、無処理区との有意差も認められなかった。越水と飯塚(1963)は、硫酸=コチン剤の毎週散布による防除区での発病が対照区よりもかえって増加したことを述べている。これらのことから、寄生しているダイズアブラムシの無翅虫は株間の伝搬にほとんど寄与していないものと考えられた。

IRWIN と GOODMAN (1981) は、アメリカ・イリノイ州でダイズに寄生し増殖するアブラムシが生息しないことから、ゆきずりの有翅アブラムシが媒介の主体であると考えている。さらに、実際には場で SMV を伝搬している種とその効率を明らかにするために、発病ほ場の風下に張ったネット上で捕らえたアブラムシの保毒の有無をダイズ苗への接種により調べている。その結果 5 種のアブラムシで保毒虫の 93% が占められ、中でもマメアブラムシがもっとも重要であると報告している(HALBERT et al., 1981)。わが国において、ほ場での媒介に重要な役割を果たす種については今後明らかにしていく必要がある。

### V 幼苗暴露法

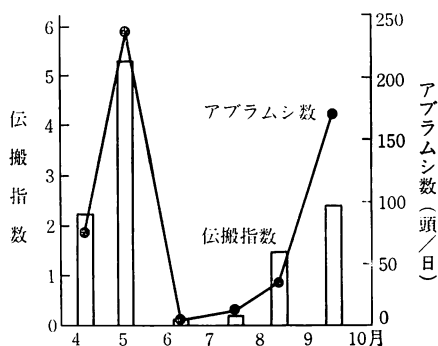
幼苗暴露法は、網室内などで育苗した苗を数日間屋外に暴露した後に回収して発病を調べる方法で、ある地点でのウイルスの感染の時期やその大きさを知る方法として有用である。感染苗のウイルス濃度が高まる前、すなわち二次伝染が始まる前に回収すれば、得られた値は(4)式の  $B_t$  に当たると考えられる。MADDENら(1983)はこの方法を用いて、トウモロコシの maize dwarf mosaic virus の発生とトラップされるアブラムシの種類と数との関係を重回帰により解析し、疫学上重要なアブラムシの種を考察している。筆者らはこの幼苗暴露法を改変し、健全苗の間に1~数株の病株を置くことにより、病株から周囲の健全株への伝搬数を数え、区画内での伝染の大きさの目安とすることを考えた。試験区における1病株1日当たりの発病数を伝搬指数と呼ぶことにすると、(4)式のRと同じ考えかたの値となる。

1984年の試験では、196株のヒュウガの苗と4株のSMV接種発病苗とを4日間暴露した。第1図に示したように、春と秋にSMVは急激にまん延し、6月から8月上旬の間はまん延が少ない。前述のように、は場でのまん延に大きな役割を果たしているのは、有翅アブラムシであると考えられることから、黄色水盤に捕そくされた全有翅アブラムシ数と伝搬指数とを見ると、相関係数は0.99と高い相関関係が認められた。

幼苗暴露法は、ウイルスの伝搬に関与する種々の条件のうち植物体や伝染源の条件をほぼ均一にでき、時間的な断面でとらえることができる点が特長である。筆者らは、本病のまん延に対する薬剤処理の影響を本法により調査しているが(中野ら, 1987)、今後植物体の大きさとまん延との関係などの解析や、自然条件下における各媒介種の伝搬への寄与の程度を明らかにするための実験系としても利用できるものと考えている。

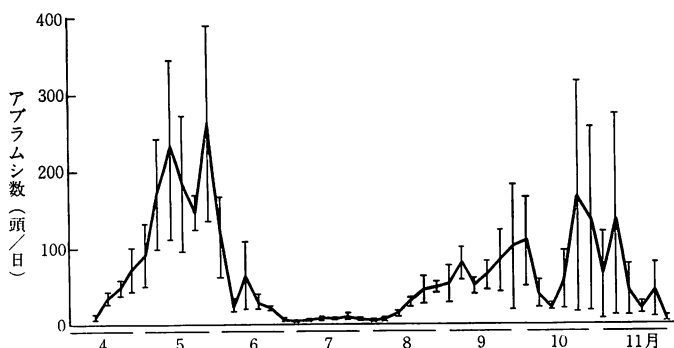
### VI 九州における発生の特徴

以上の試験結果から、伝染源としてはは場内の初期の病株が重要であること、有翅アブラムシがSMV伝搬の主体であり、幼苗暴露法による発病数と黄色水盤に捕そくされる有翅アブラムシ数との間には高い相関関係があることなどがわかった。第2図に当場(福岡県筑後市)は場における有翅アブラムシの発生消長を示したが、夏期の有翅アブラムシの捕そ

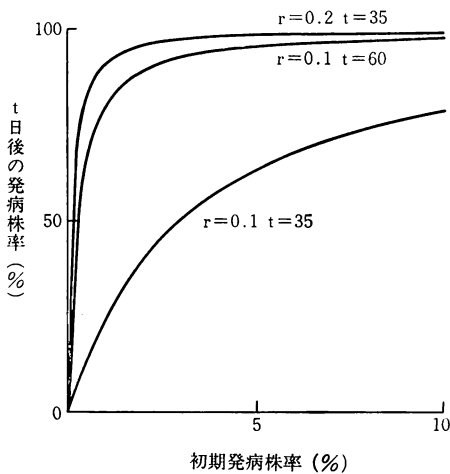


第1図 幼苗暴露法によるSMVの時期別の伝搬指数と黄色水盤によるアブラムシ捕そく数(1984年)

く数は1日平均10頭以下で、他の時期と比べ非常に少なく、年次間の変動も小さい。このとき、幼苗暴露法による伝搬指数は0.1~0.2と非常に低い。このように筑後では、6月下旬から8月上旬までは有翅アブラムシが少なく、伝染も少ない時期といえる。発生予察事業などの有翅アブラムシのデータによれば、長崎、熊本、鹿児島でもほぼ同様の消長が認められることから、九州の広い範囲で同じ状況にあると考えられ、九州の秋ダイズの標準的な作期は、開花前までの伝染が少なく、生育前半の感染を回避しているといえる。筑後での標準播き(7月中・下旬播種)の開花期ごろまでのほ場での多点伝染速度を見ると、1981年0.073(伝染源はBCMVS)、1982年0.10(BCMVS)、1983年0.062(SMVA)で、いずれも0.1以下であった。これに対して1983年の遅播き(8月10日播種)では、伝染源の病株を植え込んから5週間後までの多点伝染速度は0.161で標準播きの約2.6倍であった。第3図に初期発病株率と(1)



第2図 有翅アブラムシの消長(筑後, 1984~86年平均) 内径30cm, 深さ13cm, 地表に設置した黄色水盤による。縦線は標準誤差



第3図 見かけの伝染速度 ( $r$ ) を一定としたときの初期発病株率と  $t$  日後の発病株率との関係 (計算値)

式に基づき伝染速度を一定として計算した 35 日後, 60 日後の発病株率を示したが, 見かけの伝染速度  $r$  が 0.2 を超えると, 初期発病株が 1% でもあれば計算上は 35 日後にはほとんどの株が発病する。また初期発病株率 1% で  $r$  が 0.1 であっても 60 日後には 80% 以上の発病となる。東北地方では出芽から開花までの期間が長く 60~70 日であるため, 初期発病株率が低くても開花期の発病株率はかなり高くなると考えられる。一方, 九州の秋ダイズでの  $r$  は 0.1 以下で, 出芽から開花までも 35~40 日と短いため, 初期発病株率を低くすることにより開花期ごろまでの発病も低くできると考えられる。飯塚 (1973) は, 本ウイルスの種子伝染は開花期までの感染により起こり, 開花期後の感染では起こらないことを報告している。このことから, 生育前半の感染を回避することは, 種子伝染を少なくすることにつながる

り, 保毒種子を第一次伝染源としている本病の翌年の発生を抑制することになる。

## VII 今後の問題

以上のことから, 本病防除の基本は, 種子の保毒率が上昇し被害が生じる前に, 無病種子に更新することにあると考えられる。種子更新の時期を明示するためには, 発病の経過と種子の保毒率や被害との関係などを量的にとらえ, 発病を被害許容水準以下に抑えるための種子の保毒率を明らかにする必要がある, 現在検討中である。また, 種子の保毒率の検定を容易に行う方法の開発も併せて行う必要がある。ダイズに限らず他の作物の非永続伝搬性ウイルス病についても, 総合的な防除法を確立するために, 発生生態と防除に関する種々の手段を量的に解析し評価することが必要である。

## 引用文献

- 1) HALBERT, S. E. et al. (1981): *Ann. Appl. Biol.* 97: 1~9.
- 2) 飯塚典男 (1973): *東北農試研報* 46: 131~141.
- 3) IRWIN, M. E. and R. M. GOODMAN (1981): In *Plant Diseases and Vectors: Ecology and Epidemiology* (MARAMOROSCH, K. and K. F. HARRIS eds.). Academic Press, New York. pp. 181~220.
- 4) 清沢茂久 (1985): *植物疫学*, 博友社, 東京, pp. 157~191.
- 5) 越水幸男・飯塚典男 (1963): *東北農試研報* 27: 1~103.
- 6) MADDEN, L. V. et al. (1983): In *Plant Virus Epidemiology: The Spread and Control of Insect-Borne Viruses* (PLUMB, R. T. and J. M. THRESH eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 159~168.
- 7) 中野正明ら (1982): *九病虫研究会報* 28: 24~25.
- 8) ————ら (1983): 同上 29: 6~8.
- 9) ————ら (1987): 同上 33: 投稿中.
- 10) 根岸寛光ら (1983): 同上 29: 9~12.
- 11) 高橋幸吉ら (1980): *東北農試研報* 62: 1~130.
- 12) VAN DER PLANK, J. E. (1963): *Plant Diseases: Epidemics and Control*. Academic Press, New York. pp. 1~58.

## 本会発行図書

### 土壌病害に関する国内文献集 (II)

北海道大学農学部 宇井格生 編

A 5判 166 ページ 1,200 円 送料 250 円

昭和 41 年に発行した同書 (I) に続いて 41 年から 50 年までの 10 年間に主要学術雑誌などに掲載された文献をすべて網羅して 1 冊にまとめたもの。内容は, I ウイルス, II 細菌, III 菌類の各々による病害, IV 各種病害, V その他, VI 土壌処理, 薬剤防除の分類によって掲載してある。

## 中国雲南省訪問記

—— 水稻育種の日中共同研究を視察して ——

農林水産省農業環境技術研究所 <sup>やま</sup>山 <sup>だ</sup>田 <sup>まさ</sup>昌 <sup>お</sup>雄

昨年(1986)8月26日から9月8日まで、初めて中国を訪れ、主として雲南省のイネを見て回った。いささか旧聞に属するもので気が引けるが、編集委員会のご依頼があったので、興味深く感じた事をいくつか紹介してみよう。

出張目的は、「原生遺伝資源利用 共同研究のための研究管理調査」とある。農水省の熱帯農業研究センターと雲南省農業科学院とが、「遺伝資源の利用による水稻の耐冷・耐病・多収性品種の育成」に関する共同研究を昭和57年度より実施している。「耐病性」の内容はいもち病であり、そこで筆者が、耐冷性育種に詳しい東北農試佐藤裁一部長と共に、熱研センターより派遣されたわけである。

成田から上海へ中国民航機で2時間55分、上海に一泊して、雲南省の省都昆明まで、さらに3時間10分の旅である。

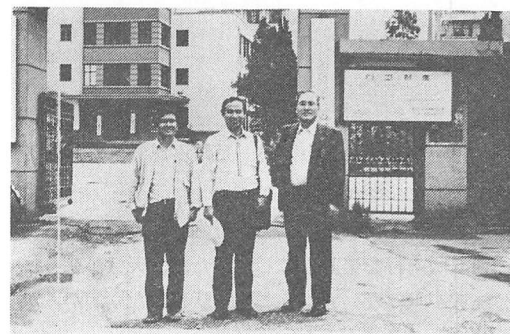
## I 雲南の地勢・気候

雲南省は三国志で有名な諸葛孔明の南征の舞台である。中国の南西端に位し、西はビルマ、南はラオス、ベトナムと境を接している。面積は約39万km<sup>2</sup>、日本全土とほぼ等しい。北西部が高く、南東部が低い。北西の西藏自治区との境にある梅里雪山は6,740mで周年雪をいただき、南東のベトナム国境の河口県の標高は76mという。このような大きな標高差は、亜寒帯から熱帯にわたる気候差をもたらし、多様な生物相を形成する。遺伝資源の宝庫といわれるゆえんである。

昆明市は滇池という大きな湖のほとりにある。台北とほぼ同じ緯度だが1,900mの高地なので寒暑の差が小さく、もっとも暑い8月の平均気温が20.6°C、もっとも寒い1月で9.5°Cであり、春城とも呼ばれる。ブーゲンビリアが満開で、8月末というのにタケノコを見た。ホテルの売店ではマツタケを売っていた。季節感の少ない所である。

## II 雲南の人々

雲南省の人口は3,200万余。昆明市は192万とい



第1図 雲南省農業科学院の門前で

向かって右から筆者、東北農試佐藤栽培第一部長、熱研センター堀末研究員

う。市街地はウィークデーにもすごく人が多いが、郊外に出ると広い耕地に人の姿も見えない。雲南省は少数民族のつぼと言われ、23の少数民族が省人口の30%を占めている。観光地には美しい民族衣裳を着た娘さんが、原色の糸で細かい刺しゅうをした手芸品を売っている。民族衣裳を貸して写真を撮らせると商売もあった。農作業帰りのおばあさん達も、野良着の上に刺しゅうをしたベルトを巻いたり、頭きんをかぶったりしている。

## III 雲南の農業、稲作

雲南省の耕地面積は約280万haで、水田はその中の約100万ha。稲作は標高100mから2,300mに及び、60%が1,400m以上という。粳稻(ジャポニカ型)が70%、籼稻(インディカ型)は30%で標高の低い所に作られている。2,000m近くまでは両型が混在し、それ以上ではジャポニカだけとなる。イネのふるさとと言われるこの地域には、両者の中間型のイネがあり、一穂に両型のもみが着いているものもあるという。1,700m以上では冷害を受けることが多く、昆明市内の水田でも不稔粒が普通に見られる。雲南には多収地域が多く、10a当たり1tを超える記録をしばしば得ている。1984年に鶴慶県(標高1,400m)の桂朝2号で、10a当たり玄米収量1,348kgという記録がある。問題は冷害といもち病で、共同研究の成果が強く期待されている。

出張目的にある「原生遺伝資源利用」という言葉が大変気に入っていた。技術会議の局長室に、楯淵氏が雲南



第2図 昆明市郊外一足踏み脱穀風景



第3図 昆明市内一街頭の朝飯風景

の奥地の西双版纳で採ってきた野生イネの鉢があった。その西双版纳行を楽しみにしていたが、天気が悪くてプロペラ機が飛ばないということで駄目になり、がっかりした。

さてイネの病害であるが、走り回った割にはあまり語る自信が無い。共同研究の内容が育種であり、長期派遣されている2人の若い日本の育種家に育種の現地は場を引っ張り回されたのが実態だからである。今年は低温でいもちが少ないといわれたが、それでも各地でかなり激しい穂いもちを見た。紋枯病が少ないのは気温が高くないからであろう。褐色葉枯病、葉しょう褐変病と思われるものも見られた。籾稲に白葉枯病の多発している所もあった。

#### IV 共同研究について

共同研究の主眼は、雲南の品種と日本品種を交配して、耐冷性やいもち病抵抗性と多収性を結合することであり、すでにいくつかの奨励可能な品種が育成されている。その仕事の中で、東北農試から岩野正敬、藤田佳克両氏が短期派遣されて、雲南のいもち病菌レースの分布、病原性の変異、雲南品種のいもち病抵抗性遺伝子型の推定などの研究を行ってきた。今までの成績では、同一菌株の病原性が接種試験の回次ごとに異なることが多く、中国側は菌の変異によるものと見ていた。しかし、藤田氏は、病原性の変動が見られる品種が、関東51号、ツユアケ、ヤシロモチなどに偏っていること、同一病斑からとった菌株を同時に接種したものは同一の病原性を示すことなどから、病原性の変異ではなく、接種時の環境条件の差によるものとしている。

この6月から、岩野氏が2年間の任期で再び派遣されている。研究環境の改善を前提として、岩野氏の活躍が大いに期待されるところである。

#### V 中国あれこれ

中国の印象は、とにかく広いこと、それなのに人が多いことである。日曜でないのに街は人であふれている。休日は交代制なので、といわれてなおさら、人の多さに驚く。観光地は若いカップルと、盛装させた子供1人を連れた若夫婦が大部分である。現在中国の人口は約11億。子供を1人に抑えていることはよく知られている。日本語の政府広報誌にこうあった。「中国では子を生む事さえ政府の制限を受けるのかと、中には腹を立てる人がいるかもしれないが、考えて頂きたい。耕地面積が世界の耕地面積の7%しかないのに、世界人口の22%を占める人民を生活させるには、人口の増加を抑制しなければ、中国の近代化を達成できないばかりでなく、世界に重い負担をかけるに違いない。従って計画出産を押し進める事は中国の確固とした政策である…」と。

各省と上海市に農業科学院があり、日本の地域農試に当たる。雲南農業科学院 (Yunnan Academy of Agricultural Sciences) の場合は、その中に糧食作物研究所、植物保護研究所など12の研究所がある。全職員数2,031名、うち研究員441名、高級研究員24名とあ



第4図 昆明市郊外一自由市場風景

る。院長の呉自強先生は病理が専門である。農科院の間の人事交流はほとんど無いらしい。広い中国では転動も容易ではないからだろうか。

杭州市郊外に建設中の中国水稻研究所を訪れた。ここは中国全体の研究所で、IRRIを凌駕するものを1988年までに作る予定である。現在は杭州市内の住宅団地に事務所があり、34km離れた富陽県に12の研究部門、1,000名の職員を擁する庁舎を建設している。312haの試験水田は整備が進み、ハイブリッドライスを含む多数の品種が見事にそろった生育を示していた。ここの副所長章一華氏は病理の専門家であった。

どこへ行っても、空港や駅に農科院の車が迎えに来てくれる。研究所への車中で迎える通訳と雑談ははずむ。

良い通訳がいて良かったと思っていると、先方に着いてもいち病の話を始めると途端に話が通じなくなる。こちらの用語が漢字で書いてもわからないのである。「私は野菜が専門なので」というような事になる。通訳というものはなんと難しいものか、とつくづく思った。

滞在中、3食とも中国料理に終始したが、意外にしつこくなく飽きなかった。多様なキノコ料理が楽しかった。そのうえ1元が40円余りという円高のおかげで、ごちそうをたくさん食べることができて大満足であった。それでも5kgほどやせて帰って来たのだから、雲南特産プーアル茶のおかげであろうか。もっとも帰ったらたちまち元に戻ったのではあるが。

## 新刊紹介

### 『稲いもち病』

山中 達・山口富夫 共編

定価 4,500円 (〒300円)

A5判, 365ページ

(株)養賢堂

わが国における稲いもち病は、防除対策が進んだ今日でも多発年には50万トンに達する被害があり、依然として稲の最大の病害であることに変わりはない。一時期にくらべると最近はいもち病についての研究者も減少し、研究発表の数も少なくなったと言われているが、私の手許にあるここ数年の別刷を整理してみると、やはりいもち病に関する別刷が群を抜いて多く、わが国のいもち病についての研究の蓄積は世界に冠たるものがあると言える。

これだけ多くの研究が蓄積されていながら、いもち病に関する専門書としては、古く「伊藤誠也：稲熱病並に稲熱病文献抄録集、1943、養賢堂」、「逸見武雄：稲熱病の研究、1949、朝倉書店」がある程度で、最近の成果を網羅した成書がなく、いつも不便な思いをしていたところである。2年程前だったと思うが、これまでもいもち病一筋に研究を続けてこられた、山中 達、山口富夫両博士が中心になって、いもち病に関する専門書の発行が計画されていると聞いて、実は心待ちにしていたところであったが、本年6月に「稲いもち病」が上製A5版、365頁、定価4,500円の立派な成書として養賢堂から上

梓された。

- 第1章 いもち病—その発生と研究の歴史 (小野小三郎)
- 第2章 病徴 (茂木静夫)
- 第3章 いもち病菌の形態・分類・宿主範囲・イネ以外の植物のいもち病 (八重樫博志・山中達)
- 第4章 いもち病の生理とその生産する毒素 (大畑貫一・佐藤善司)
- 第5章 発生生態 (吉野嶺一・鈴木穂積・加藤 肇)
- 第6章 被害解析 (勝部利弘)
- 第7章 病原性と抵抗性 (山田昌雄・浅賀宏一・松山宣明)
- 第8章 発生予察と防除 (堀 真雄・橋本 晃・三浦春夫・山口富夫)
- 第9章 アジアにおけるいもち病 (加藤 肇・吉野嶺一・茂木静夫)

という内容で、執筆者はいうまでもなく、これまでもいもち病研究の第一線で活躍されている人達である。いずれも最近までの研究成果を網羅し、要領よくわかり易く記述されている。執筆者が多いと、どうしても不統一なところが目につくものであるが、それが全く感じられないのは、編集者の手腕と努力によるものと感心させられる。

病原菌の完全時代、宿主範囲、発生生態などについてはとくに重点を置いてまとめられており、また発生予察では、新しいシミュレーション予察法、防除に関しては薬剤耐性の問題なども詳しく紹介されていて大変に役立つ。植物保護関係者の必携の書として、おすすめしたい。

(梶原敏宏)



# 抗幼若ホルモン活性物質

— 最近の話題 —

九州大学農学部農芸化学科農薬化学教室 <sup>くわ</sup>桑 <sup>の</sup>野 <sup>えい</sup>栄 <sup>いち</sup>一

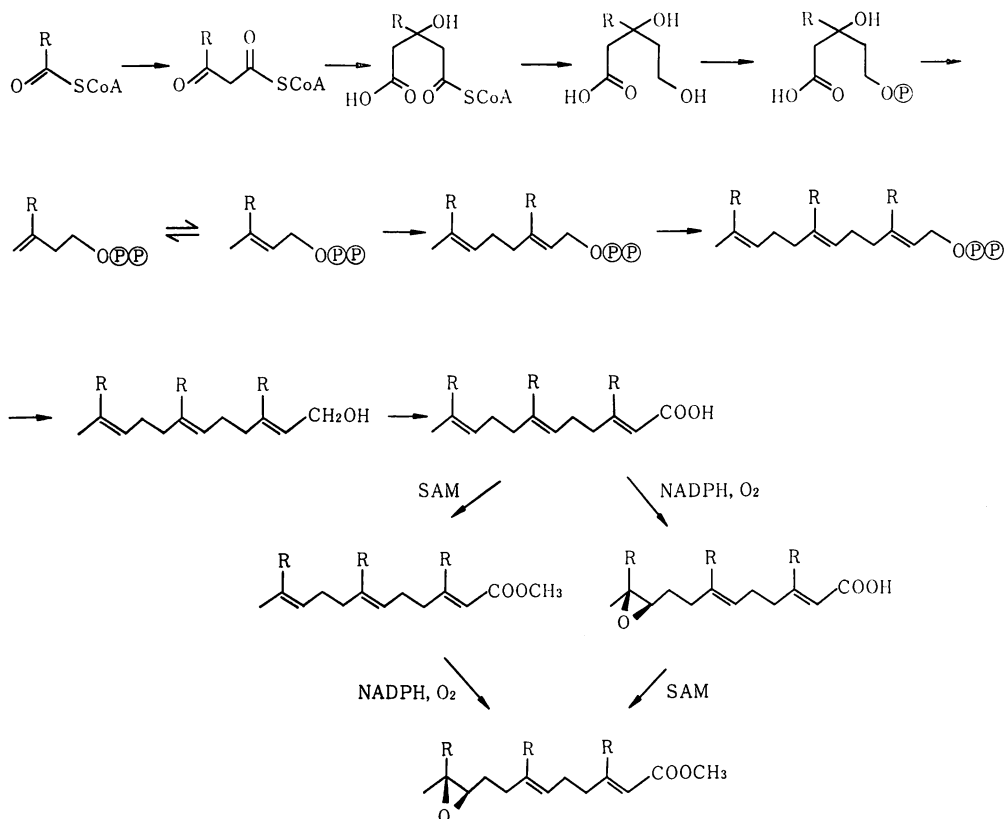
## はじめに

幼若ホルモン (JH) は変態の抑制, 卵巣の成熟促進, 前胸腺の刺激などの作用を有するほか, 休眠, フェロモンの生合成, 体色の変化などにも関与しており, 昆虫のライフサイクルで重要な役割を果たしている。このような JH 作用を抑制する物質, すなわち抗 JH 活性物質は, 昆虫生理の研究に役だつばかりでなく, JH が昆虫特有のホルモンであることから, 選択的害虫防除剤としても期待されている。現在までに種々の抗 JH 活性物質が発見されているが, いずれも効果が弱く, 完全変態, 不完全変態の両昆虫に強い活性を示す化合物は見いださ

れていない。これらの抗 JH 活性物質についてはすでに総説 (桑野, 1985; STAAL, 1986) があるので, 重複をできるだけ避けて, 最近の研究内容について述べてみたい。

## I 生合成阻害剤

JH はアラタ体でメバロン酸あるいはホモメバロン酸を経由するテルペノイド生合成経路によって合成され (第1図), 体液中の JH 結合タンパク質によってエステラーゼなどによる分解から保護され, 作用部位まで運搬されていることが明らかとなっている (SCHOOLEY, 1985)。したがって, 抗 JH 活性物質は作用機構的に主



第1図 JH の生合成経路 (R=CH<sub>3</sub> または C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)

として次の三つに分類される。

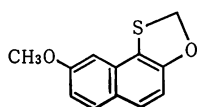
① JH を合成するアラタ体に作用するもの (precocene 類), あるいはアラタ体の JH 生産を制御する脳に作用するもの。

② JH 生合成阻害剤 (FMeV, compactin, allyl alcohol 誘導体など)

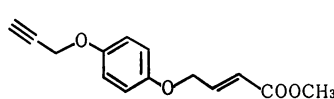
③ JH 結合タンパク質あるいはレセプター部位の阻害剤 (EMD)。

この中で, 生合成阻害剤の研究が盛んに行われており, アラタ体の器官培養系やアラタ体中の粗酵素を用いて進められている。

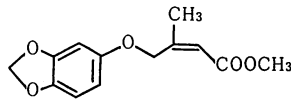
Brooks ら (1984, 1985) は, ワモンゴキブリ (*Periplaneta americana*) のアラタ体を使用し, JH III 生合成に及ぼす各種化合物の影響を調べ, 化合物 (1), (2), (3) などに強い阻害活性を認めている。残念ながら, これらの化合物の *in vivo* での活性は報告されていない。



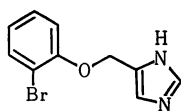
(1)



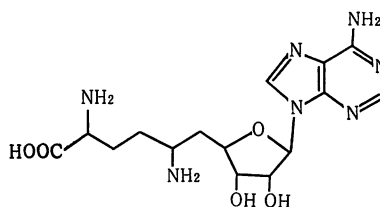
(2)



(3)



(4)



Sinefungin

JH 生合成経路の後半部分であるエポキシ化とメチルエステル化の過程は, ほ乳動物には見られず昆虫に特有のものであることから, この段階の阻害剤は特異性の高い抗 JH 活性物質になると思われる。エポキシ化が NADPH 依存性エポキシダーゼによって行われることから, HAMMOCK ら (1978) は, 抗酸化剤や mixed function oxidase (mfo) の阻害剤など 70 種の化合物について, *in vitro* でゴキブリのアラタ体エポキシダーゼに対する阻害活性を検討し, 4-(2-bromophenoxy)imidazole (4) がもっとも強い活性 ( $I_{50}=4 \times 10^{-7} M$ ) を示すことを見だしている。しかし, *in vivo* で抗 JH 活性を示す化合物を得るには至っていない。

メチルエステル化は, S-adenosyl methionine (SAM) が関与する farnesoic acid methyltransferase (FMT) が触媒する反応であり, 抗生物質 sinefungin がバッタ (*Locusta migratoria*) アラタ体中の FMT を *in vitro* で阻害することが明らかにされている。また, バッタに注射すると, 卵巣の発育を著しく抑制するが, この場合 JH 活性物質 methoprene を投与しても卵巣の発育が回復しないことから, JH 生合成系 FMT の特異的な阻害剤ではなく, 一般的な methyltransferase の阻害によるものと思われる (FERENZ et al., 1986)。

生理活性物質全般にいえることであるが, *in vitro* で

強い活性を示しても *in vivo* で活性が認められないことが多い。*in vivo* では化合物が作用点に到達するまでに種々の要因 (皮膚の透過性, 生体内での解毒機構など) が大きく影響してくる。

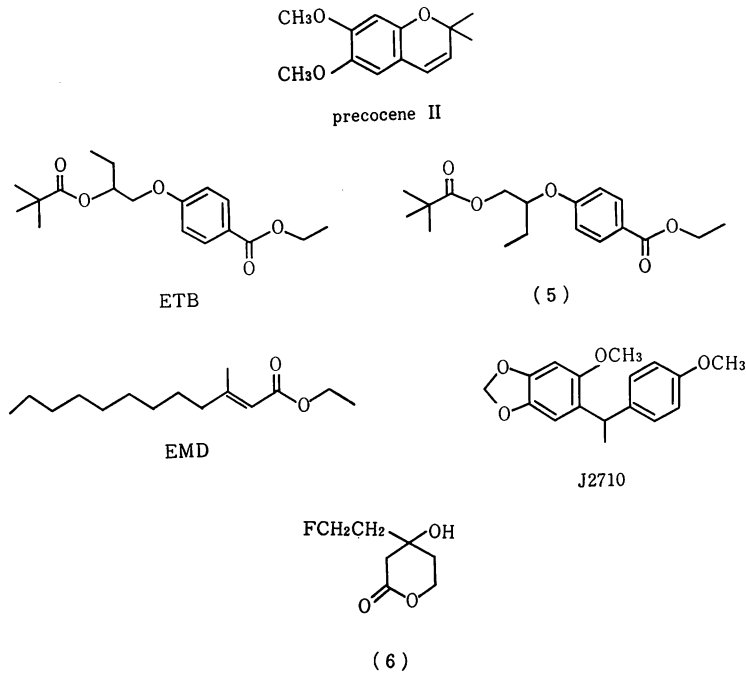
## II 抗 JH 活性物質の家蚕に対する活性

抗 JH 活性物質のアッセイは *in vitro* 系のほか, 種々の昆虫を使った生物検定法が使用されている。抗 JH 活性物質のもっとも明確な生物検定法の一つは, 若齢幼虫に化合物を処理して, アラタ体を摘出した場合と同様な早熟変態を起こすかどうかについて検討し, さらにその作用が JH あるいは methoprene など JH 活性物質を投与することにより打ち消されるかどうかを調べることである。このような生物検定には内分泌学的研究の蓄積が多い家蚕を用いるのが適していると思われる。現在までに発見されている抗 JH 活性物質は特異性が高く, 狭い範囲の昆虫にしか有効でなく, それぞれの化合物の活性の比較は行われていない。そこで, すでに抗 JH 活性が報告されている化合物の中で, 家蚕に対する活性が検討されている化合物について述べてみたい。

Precocene II は不完全変態昆虫, 特にカメムシ類やバッタなどの半翅目及び直翅目, その他同翅目昆虫に対して活性を示すが, 鱗翅目昆虫に対してほとんど効果が

ないと報告されている (STAAL, 1986)。家蚕 4 齢幼虫に経口的に処理すると, 800 ppm でわずかに早熟変態が生

じるが, 局所施用では活性を示さない (ASANO et al., 1984)。



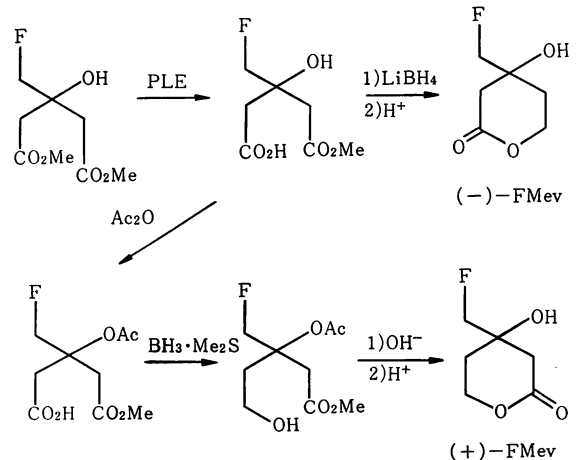
ETB は *in vitro* で JH 生合成経路の前半部分を阻害し, *in vivo* でも体液中の JH 量を減少させる効果があるが, 投与量によっては逆に JH 活性も認められている (KRAMER, 1981)。木口ら (1984) は, 3 齢家蚕に ETB を 1~50  $\mu\text{g}$  局所施用すると早熟変態が誘起されるが, 100  $\mu\text{g}$  以上の高用量では活性が消失することを認めている。また, 4 齢幼虫に処理した場合, まったく早熟蛹化を生じない。筆者ら (未発表) は, ETB の各種誘導体を合成し家蚕に対する活性を検討した結果, 化合物 (5) にも ETB と同等の活性を見込んでいる。

タバコスズメガ (*Manduca sexta*) に対して高濃度で抗 JH 活性を示す EMD は, *in vitro* での JH 生合成阻害活性や *in vivo* において体液中の JH 量を減少させる効果がないことから, レセプター部位などにおける拮抗阻害と考えられている (KRAMER, 1981)。EMD は家蚕に対して局所施用でまったく早熟変態を誘起せず, 弱い殺虫活性を示すにすぎない (筆者ら, 未発表)。

1,3-Benzodioxole 誘導体 J2710 は, GALLERIA 生物検定法で, JH III と拮抗的に作用することが報告されており, ある種の昆虫に対して産卵を抑制

する効果及び卵巣の発育を阻害する活性が認められているが (VAN MELLAERT et al., 1983), J2710 及び類縁化合物には家蚕の早熟変態を誘起する活性はまったく認められない (筆者ら, 未発表)。

QUISTAD ら (1981) は, コレステロール生合成阻害剤である FMev がタバコスズメガなどの鱗翅目昆虫に対



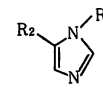
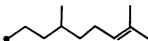


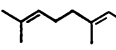
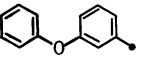
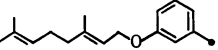


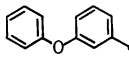
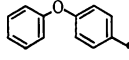
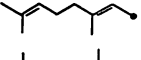
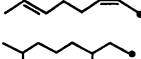
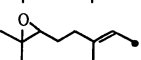
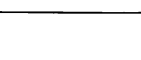
第2図 ブタ肝臓エステラーゼを用いた FMev 両鏡像体の合成

して、局所施用、摂食法いずれでも早熟変態を誘起することを見いだしている。FMev は JH 生成系のメパロン酸あるいはホモメパロン酸のリン酸化を阻害すると考えられている。首藤ら (1987) は、ブタ肝臓エステラーゼ (PLE) を用いて FMev の両鏡像体を第 2 図のように合成し、4 齢家蚕に対する早熟変態誘起活性を調べた結果、(-) 体のみ活性を認めており (ED<sub>50</sub>: 95 μg/幼虫)、(+ ) 体には活性がないことを明らかにしている。JH 0, I, II の前駆体はホモメパロン酸であるが、そのフッ素化合物 (6) は家蚕に対してまったく早熟変態を誘起しない。

### III イミダゾール化合物の抗 JH 活性

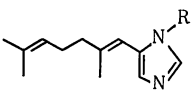






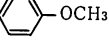


家蚕の早熟変態を指標として抗 JH 活性物質が検索され、局所施用及び摂食法のいずれでも強い活性を示す化

第 1 表 イミダゾール化合物の 4 齢家蚕に対する早熟変態誘起活性

|    |   | ED <sub>50</sub> (μg/幼虫) |
|---|---|--------------------------|
| R <sub>2</sub>  | R <sub>1</sub>  |                          |
| CH <sub>3</sub>   |                     | > 40                     |
|  | " (KK-22)   | 5.0                      |
|  | "   | > 40                     |
|  | "   | 35.7                     |
|  | i-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>   | > 40                     |
|   | "   | > 40                     |
|  | CH <sub>2</sub> -  | > 40                     |
|  | "   | > 40                     |
|  | "   | > 40                     |
|  | " (KK-42)   | 0.6                      |
|  | "   | 21.7                     |
|  | "   | 1.4                      |
|  | "   | 8.4                      |

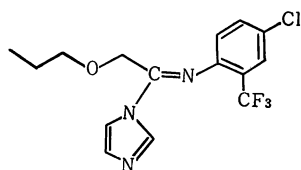
合物 1-citronellyl-5-phenylimidazole (KK-22) (KUWANO et al., 1984) と 1-benzyl-5-[(E)-2,6-dimethyl-1,5-heptadienyl]imidazole (KK-42) (KUWANO et al., 1985) が発見されている。これらの化合物の構造と活性の関係は詳細に検討されている。イミダゾール環の 1 位あるいは 5 位にある JH 類似のテルペン鎖は活性発現に必須であり、phenyl 基や phenoxyphenyl 基に変えると活性は急激に減少する。5 位の置換基が 2,6-dimethyl-1,5-heptadienyl の場合、E 体 (KK-42) は Z 体の約 36 倍の活性を示しており、二重結合を還元したり、末端

第 2 表 1-置換-5-[(E)-2,6-dimethyl-1,5-heptadienyl]imidazole の 4 齢家蚕に対する早熟変態誘起活性

|                                      | ED <sub>50</sub> (μg/幼虫) |
|---|--------------------------|
| R   |                          |
| CH <sub>3</sub>   | 17.5                     |
| C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>   | 5.8                      |
| n-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>   | 3.5                      |
| n-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>   | 3.1                      |
| n-C <sub>5</sub> H <sub>11</sub>  | 2.4                      |
| n-C <sub>6</sub> H <sub>13</sub>  | 4.2                      |
| i-C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>   | 6.4                      |
| i-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>   | (KK-80) 1.8              |
| s-C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>   | 1.9                      |
| i-C <sub>5</sub> H <sub>11</sub>  | 3.5                      |
| cyclo-C <sub>5</sub> H <sub>9</sub>   | 3.6                      |
| cyclo-C <sub>6</sub> H <sub>11</sub>  | 6.6                      |
| CH <sub>2</sub> CH=CH <sub>2</sub>  | 1.8                      |
| CH <sub>2</sub> -                  | (KK-42) 0.6              |
| CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> -  | 2.9                      |
| CH <sub>2</sub> -                  | 3.0                      |
| CH <sub>2</sub> -                  | 0.9                      |
| CH <sub>2</sub> -                  | 1.9                      |
| CH <sub>2</sub> -                  | 1.0                      |
| CH <sub>2</sub> -                  | 1.7                      |
| CH <sub>2</sub> -                  | S(-) (KK-56) 2.6         |
| CH <sub>3</sub> -                  | R(+) 1.3                 |

二重結合をエポキシ化すると活性は低下する(第1表)。さらに、5位を(E)-2,6-dimethyl-1,5-heptadienyl基に固定し、1位の置換基と活性の関係が調べられている(第2表)。アルキル基の場合では、isobutyl, sec-butyl, allyl基に強い活性が見られるが、KK-42の約1/3程度の活性である。また、benzyl基に塩素、フッ素、メチル、メトキシ基などを導入した場合、あるいはphenethylや $\alpha$ -methylphenyl基にすると、活性はKK-42より低下しており、結局、KK-42が家蚕に対してもっとも強い活性を示すことがわかっている。

なお、赤井ら(1984)は、非テルペン構造を有するNF114(triflumizole)を家蚕3齢期あるいは4齢期に経口投与(300 ppm)すると、早熟変態がほぼ100%生じることを認めている。この化合物は経皮的には活性を示さないが、KK-22やKK-42などとは構造が異なっており、これをリード化合物として新しい活性物質の発見が期待できる。



NF114 (triflumizole)

KK-42を家蚕若齢幼虫に1回局所施用した場合、早熟蛹化はすべて4齢期間で起こり、2齢または3齢幼虫に処理しても3齢期で蛹化するものは見られない。各齢へのKK-42の処理時期と早熟変態誘起活性の関係を見ると(第3表)、2齢に対して活性は弱く、3齢2日目以降に投与した場合に強い活性が表れる。4齢では後半に施用するほどKK-42に対する感受性が低下し、4日目では80  $\mu$ g/gでもまったく早熟蛹化は生じない。桜井(1983)は家蚕体液中のJH量は2日目から急激に減

第3表 家蚕各齢に対するKK-42の早熟変態誘起活性

| 処 理 時 期 |       | ED <sub>50</sub> ( $\mu$ g/g) |
|---------|-------|-------------------------------|
| 齢       | 脱皮後日数 |                               |
| 2 齢     | 0     | >80                           |
|         | 1     | 56.7                          |
|         | 2     | 32.2                          |
| 3 齢     | 0     | 17.8                          |
|         | 1     | 3.6                           |
|         | 2     | 3.6                           |
| 4 齢     | 0     | 4.4                           |
|         | 1     | 8.6                           |
|         | 2     | 25.3                          |
|         | 3     | >80                           |

第4表 KK-42 経口投与がアワヨトウ5齢幼虫に及ぼす影響

| 濃 度 (ppm) | 供試虫数 (死虫数) | 早熟変態した虫数 |
|-----------|------------|----------|
| 0         | 16(0)      | 0        |
| 100       | 16(0)      | 2        |
| 250       | 16(0)      | 5        |
| 500       | 16(0)      | 14       |
| 1000      | 16(0)      | 16       |

少し、4日目では検出レベル以下になることを認めており、このJH量の消長とKK-42に対する感受性の低下は一致しているように思われる。なお、KK-42の早熟変態誘起作用はJH Iあるいはmethopreneによって抑制されるが、JH IIIにはまったくそのような回復作用は認められていない(KUWANO et al., 1985)。

KK-42は家蚕のほか、家蚕に近縁な天蚕(ヤママユガ, *Antheraea yamamai*) (談ら, 1985)及びクス蚕(*Dityoploca japonica*) (筆者ら, 未発表)に対しても早熟変態を誘起する。最近、八木ら(1987)はアワヨトウ(*Leucania separata*)5齢幼虫期間にKK-42を経口投与すると早熟変態が生じることを認めている(第4表)。これはKK-42が農業害虫に対して活性を示した初めての例であり、興味深い。鱗翅目以外の昆虫に対する活性は明らかにされていない。

KK-42の作用機構はまだ解明されていないが、EDWARDらはゴキブリアラタ体を使った*in vitro*生合成系において、KK-42は $10^{-5}$ MでJH合成を阻害するといっている(私信)。数多くの置換イミダゾール化合物が昆虫mfoやラット肝臓mfoを阻害することが明らかにされており、その作用機構はmfoにおけるシクロームP-450の活性中心に存在するヘム鉄に、イミダゾール環の3位の窒素が配位することによるものと考えられている(WILKINSON et al., 1974)。KK-42が酸化酵素の関与するエポキシ化の段階を阻害しているかどうかについては不明である。

最近、山下ら(1987)は家蚕の蛹化直後にKK-42を施用すると、羽化が著しく遅れ、卵巣の発育が阻害されることを見だし、これらの発育阻害は20-hydroxyecdysoneによって回復されることを認めている。また、*in vitro*前胸腺培養系において、KK-42がecdysteroidの分泌を強く抑制する( $I_{50}=1$  nM)ことが明らかにされている。このように微量で抗ecdysone作用を示す化合物が発見されたことは非常に興味深く、前述の抗JH活性とともにKK-42の詳細な作用機構の解明が期待される。

#### IV イミダゾール化合物の養蚕業における応用研究

前述したように、KK-42 による家蚕の早熟変態は4齢で起こる(3眠蚕)。この4齢幼虫が作る繭糸が5齢(4眠蚕)のものに比べかなり細いことに着目して、絹織物の新しい素材として、微細絹糸を生産することが考えられている。このような実用的な観点から、KK-42 による多量の3眠蚕の誘導実験が行われ、得られた3眠蚕繭の線糸試験及び強伸度などの繊維性能試験、さらに、絹織物を試作し、その性能試験などが行われている(神田ら, 1985)。

家蚕のほかに繭が絹糸として利用されているものに天蚕がある。その繭は独特の美しい光沢を有しており、繊維の強伸力も家蚕のものに比べ優れている。天蚕は蛹期に夏眠し、卵期で休眠越冬する一化性昆虫である。卵休眠は家蚕のそれとは異なり、前幼虫期で休眠に入り、その休眠打破には60日以上の冷蔵が必要とされ、休眠卵の有効な随時ふ化は困難とされていた。談ら(1986)は卵休眠が前幼虫態であることから、JHが休眠に関与しているのではないかと考え、休眠卵に対するKK-42の効果について検討し、明確な休眠覚せい作用を認めている(第5表)。産下後、25°Cで2か月間保存した休眠卵は25°Cのままではまったく休眠覚せいは起きないが、KK-42を投与すると休眠が打破される。塗布濃度が高くなると休眠覚せいに要する日数は短縮され、覚せい率は高くなるが、高薬量では毒性のため幼虫が死亡し、ふ化率は低くなる傾向を示している。また、KK-42単独よりも低温処理(5°C)が加わることにより休眠覚せい率及びふ化率は高まっている。第1表及び第2表に示す種々のイミダゾール化合物について休眠打破効果が検討

第5表 天蚕卵に対するKK-42の休眠覚せい作用

| 処理温度               | 薬量<br>( $\mu\text{g}$ ) | 覚せいに<br>要した<br>平均日数 | 覚せい率<br>(%) | ふ化率<br>(%) |
|--------------------|-------------------------|---------------------|-------------|------------|
| 25°C <sup>a)</sup> | 0                       | —                   | 0           | 0          |
|                    | 5                       | 24.4                | 50          | 50         |
|                    | 10                      | 21.1                | 70          | 70         |
|                    | 50                      | 9.8                 | 67          | 56         |
|                    | 100                     | 8.2                 | 90          | 0          |
| 5°C <sup>b)</sup>  | 0                       | 23.6                | 50          | 50         |
|                    | 5                       | 21.2                | 100         | 100        |
|                    | 10                      | 17.1                | 100         | 100        |
|                    | 50                      | 11.7                | 100         | 90         |
|                    | 100                     | 6.7                 | 100         | 11         |

a) 産下後 25°C, 2か月間保存した卵

b) 産下後 25°C で1か月, さらに 5°C で1か月間保存した卵

され、KK-56 と KK-80 が KK-42 に匹敵する活性を示している。現在、このようなイミダゾール化合物を用いて、天蚕卵の随時ふ化法の確立が進められている。

#### おわりに

Precocene I, II が発見されてすでに10年以上経過しているが、初めに述べたようにまだ本物の抗JH活性物質は見いだされていない。合成阻害剤の研究が盛んに行われているが、各段階の酵素レベルでの研究はやっと始まったばかりといてよく、これからの研究に待つところが大きい。JHレセプターについては研究例が少なく不明な点が多いが、今後、レセプターに関する情報が集積されると、レセプター部位の阻害剤をデザインすることも可能になると思われる。近年、コンピュータ支援ドラッグデザインの技術が急速に進歩してきており、新しい合理的アプローチによるドラッグデザインによって本物の抗JH活性物質が開発されることを期待したい。

#### 引用文献

- 1) 赤井 弘ら (1984) : 日蚕雑 53 : 545~546.
- 2) ASANO, S. et al. (1984) : J. Pesticide Sci. 9 : 503~509.
- 3) BROOKS, G. T. et al. (1984) : *ibid.* 9 : 755~758.
- 4) ——— et al. (1985) : Pestic. Sci. 16 : 132~142.
- 5) FERENZ, H.-J. et al. (1986) : Agric. Biol. Chem. 50 : 1003~1008.
- 6) HAMMOCK, B. D. et al. (1978) : Pestic. Biochem. Physiol. 9 : 39~47.
- 7) 神田俊男ら (1985) : 蚕糸試験場報告 30 : 123~149.
- 8) KIGUCHI, K. et al. (1984) : J. Insect Physiol. 30 : 499~506.
- 9) KRAMER, S. J. et al. (1981) : Juvenile Hormone Biochemistry, Elsevier/North-Holland Biomedical Press, 425 pp.
- 10) KUWANO, E. et al. (1984) : Agric. Biol. Chem. 48 : 3115~3119.
- 11) ——— et al. (1985) : *ibid.* 49 : 483~486.
- 12) 桑野栄一 (1985) : 農薬の生有機化学と分子設計 (共著), ソフトサイエンス, 東京, 411 pp.
- 13) QUISTAD, G. B. et al. (1981) : Nature 289 : 176~177.
- 14) SAKURAI, S. (1983) : J. Insect Physiol. 29 : 919~932.
- 15) SCHOOLEY, D. A. et al. (1985) : Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology Vol. 7, Pergamon Press, Oxford, 363 pp.
- 16) 首藤 晶ら (1987) : 日本農芸化学会昭和62年度大会要旨集, p. 518.
- 17) STAAL, G. B. (1986) : Ann. Rev. Entomol. 31 : 391~429.
- 18) 談 恩智ら (1985) : 日本蚕糸学会第55回講演要旨集, p. 80.
- 19) ———ら (1986) : 日蚕雑 55 : 305~308.
- 20) VAN MELLAERT, H. et al. (1983) : Ent. Exp. Appl. 33 : 83~88.
- 21) WILKINSON, C. F. et al. (1974) : Pestic. Biochem. Physiol. 4 : 299~312.
- 22) 八木繁実ら (1987) : 投稿中.
- 23) 山下興亜ら (1987) : 投稿中.



## 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

農林水産省林業試験場 <sup>ふじ</sup>藤 <sup>た</sup>田 <sup>かず</sup>和 <sup>ゆき</sup>幸

## はじめに

ノンパラメトリック統計法の紹介をテーマにした原稿の執筆を依頼されたとき、数ページのスペースにどんな内容を私なりに盛り込むことができるかを考えてみた。そこで参考にしたのは、近年出版され、よく利用されている生物学、あるいは農学のための統計学書の内容である。生物学出身の著者の手になるものも何点かある(例えば、ソーカルとロルフ, 1973; 石居, 1975)。それらはかなりのスペースをノンパラメトリック統計法の紹介に当てており、計算のやりかたはもちろん、どんな場合に使用すればよいかということが、わかりやすく解説してある。さらに、ノンパラメトリック統計法の応用だけではなく、その理論も解説してある日本語の本も、訳書を含めて4~5冊は手に入る状態だし、動物行動学へのノンパラメトリック統計法の応用については私自身も参加して別の場所で述べた(粕谷・藤田, 1984)。このように、ノンパラメトリック統計法の学習に関しては、自習も十分できる環境が整ってきているといえるのではないだろうか。

そんな中での本稿の主題は、ノンパラメトリック法をまだご存じない方、また一応ご存知の方を対象に、自習可能な統計学書を「見て、利用する」のではなく、なんとか、「読んで、理解する」ための糸口を作ることに置きたいと考えた。統計学を利用するためには、それぞれの方法の前提、それに伴う適用の限界がわかって使わなければならない。さらに、方法のからくりについてのある程度の知識は必須であろう。また、宮井(1987)が、この講座の冒頭で述べているように、パーソナル・コンピュータの爆発的普及に伴って、からくりについて、あるいは計算のやりかたについてさえもユーザーはつんぼさじきに置かれているというのが現状ではないかと思われる。その点、ますますユーザーが意識的に学習する必要性が高まっているのではないだろうか。「見て、利用する」というのはあくまで「慣れる」段階であるくらい

に思っていたきたい。

## I ノンパラメトリックとは

ノンパラメトリック統計法 (Non-parametric statistical method, Parameter-(Distribution-) free statistical method) と書かれる場合もある。以後「ノンパラメトリック法」と呼ぶ)は文字どおりには、母数 (Parameter) によらない、あるいは分布 (Distribution) によらない検定法、ということである。それに対して、分布や母数による方法として、パラメトリック統計法と目される、広い意味での分散分析法がある(以後「分布による方法」と呼ぶ)。統計検定に広く使用されている、 $t$  検定とか  $F$  検定もその中に含まれる。ノンパラメトリック法とは異なり、標本が属する母集団が正規分布などの理論「分布」に当てはまることを仮定するため、平均とか分散といった、「母数」の推定を行うのである。

前記のソーカルとロルフ(1973)には「分散分析法に代わるノンパラメトリック法」という言いかたがされている。「代わる」ということばは、

- ① 分散分析法(分布による方法)は、優れた統計的手法であるが、それを使用できない場面がある。
  - ② その場合の対策の一つとして、ノンパラメトリック法の利用があり、分布による方法よりも優れたいくつかの特色を持っている。
- ということだと解釈される。

## II ノンパラメトリック法の特色

一分布による方法が使えない場面一

ノンパラメトリック法は、母集団の分布を仮定しないことにより、分布による方法より優れた点がある(もちろん、欠点はある)。

一つはその適用範囲の広さである。ノンパラメトリック法に属する多くの検定法は、標本値の絶対的な大きさがわかっている「間隔」や「比率」データのみならず、「順位」データのように相対的な関係しかわからない場合にも適用できる。それは、後で述べる多くの検定法がデータの値の大きさを無視して、大小関係のみを問題にするためである。さらにいくつかの検定法では、大小関

第1表 主なノンパラメトリック法の種類とそれに対応する分散分析法の種類 (粕谷・藤田, 1984)

| 目 的   | ノンパラメトリック法  | 分布による方法  |
|---|---|--|
| 2標本の比較<br>(対応のある場合)<br>三つ以上の標本比較<br>(対応のある場合)<br>2変数の相関 | MANN-WHITNEY の $U$ 検定 (WILCOXON の順位和検定)<br>WILCOXON の符号化順位検定<br>KRUSKAL-WALLIS の検定<br>FRIEDMAN の検定<br>KENDALL の順位相関係数 | $t$ 検定<br>対応2試料 $t$ 検定<br>一元配置分散分析<br>二元配置分散分析<br>積率相関係数 |

係のない「分類」データにも適用可能である。

二つめの特色は、計算の容易さである。コンピュータ・プログラムに組んでしまえば同じかもしれないが、計算がやさしいということは、この方法の原理が理解しやすいことの一つのあかしでもある。

三つめの特色は、「汚れた」データに対する頑健性 (Robustness) である。つまり、検定を行うにあたって、データに対してうるさい条件を言わないのである。

ある処理の効果を調べるため、処理区と対照区、あるいは各処理区間の値の違いを検定するためには、 $t$  検定を用いるのが通常のやりかたであると思われる。しかし、「君のデータでは  $t$  検定に合わないから止めたほうがいいよ」と、統計に詳しい人から言われ、何を指摘されているのがよく理解できなかった経験を持つ読者も多いのではないか。分布による方法を適用するにあたっては、以下の条件が満たされなければならないので、実際にどれかの条件をクリアしていない汚れたデータだったと考えられる。むしろ、標本が無作為に抽出されていることが客観的に認められることが検定を行うための大前提となることは言うまでもない。

① 分布の正規性：集められたデータが、正規分布をしている母集団からの標本とは認められないと判断されれば、分布による方法は使えない。

② 等分散性：推定した、おのおのの標本の分散が、検定の結果、等しくないと判断されれば次には進めない。

③ 効果の加法性：ある処理を行った標本値は対照区の標本値にある値を加えた (正でも負の値でもよい) と考えられない場合も検定はできない。処理の乗法性が考えられる場合、すなわちある処理によって値は何倍になると考えられるときには使用できないことになる。

ノンパラメトリック法を採用するのはいいのだけれど、上の条件に当てはまるデータ (もちろんデータが絶対的な大きさで表されている、間隔、比率データ) に対して分布による方法とノンパラメトリック法の検出力 (検定したい仮説—対立仮説を採用する確率) に差があるのではないかという心配が生じる。値の大小関係にだ

け着目して、順位データに「落とす」という作業で情報を減らしているノンパラメトリック法の場合、分布の位置の違いに関して分布による方法ほどの検出力はないのは当然である。しかし、それによってわたしたちが利用する際、不都合が生じなければいいのであって、実用上も問題がないとされている (石居, 1975)。検出力の高い方法が、それゆえに厳しい使用条件があることを考えれば、より広い範囲でノンパラメトリック法の使用が奨励されてもよいと思われる。

第1表には、よく使われるノンパラメトリック法の検定法の種類とそれに対応する分布による方法を示した。ここに挙げたノンパラメトリック法はいずれも、「ならべかえ」とか「順位」による方法 (詳細は後述) であり、それぞれもともと単純な対立仮説に対応する方法である。このほかにも、検定を行おうとする対立仮説によっては、より厳しい使用条件を持つものがある (詳細は、例えば、柳川, 1982 を参照されたい)。

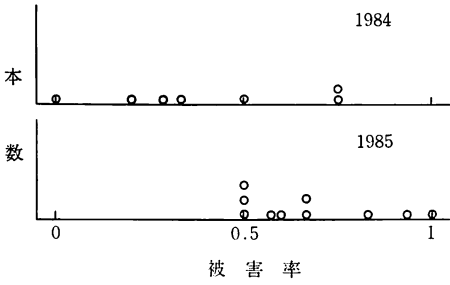
### III ノンパラメトリック法の計算例

#### —WILCOXON の (順位和) 検定—

日本の造林地の多くはスギ、ヒノキ林であり、近年材質劣化を起こすスギカミキリの被害が全国的にクローズ・アップされ、防除を目指した研究が進められている (小林・柴田, 1985)。1年一化のスギカミキリ幼虫の死亡率は林分ごとあるいは年ごとに変動が大きく、その要因の一つとして雨量に関係したスギのヤニの浸出量が指摘されている (雨が多い年はヤニが多く、そのためにヤニにまかれて死亡する幼虫の割合が高いと考えられている)。

第1図は野淵ら (1987) が示したデータで、1984, 85年に茨城県千代田村の林業試験場千代田試験地のスギに人工的に接種されたスギカミキリ1齢幼虫で、スギ粗皮内にせん入できた個体のうち粗皮内で死亡した割合を木ごとに見たものである (1984年7本, 85年10本)。

ここでは1984, 85年の死亡率の差の有意性を見たい (雨量の多い85年の死亡率が84年のそれよりも高いと言いたい) のであるが、第1図を一見して、先



第1図 スギカミキリ幼虫のせん入後の粗皮下死亡率(野淵ら, 1987)

に述べた、分布による方法における正規性、等分散性の仮定はとてもクリアーしそうもない、と感じられる(もちろん、厳密には検定を行わなければならない。その方法については、例えば柴田(1981)などを参照されたい)。

分布による方法が使えないとなれば、方策はとりあえず二つほど考えられる。一つは、仮定を満足すべく変数変換を繰り返しながら、分布による方法をなんとかして使おうとするやりかた、もう一つが、ノンパラメトリック法(この場合、MANN-WHITNEYの方法、あるいはWILCOXONの順位和検定)を使うやりかたである。本稿の本題から外れる変数変換については、統計学書を参照していただきたい。

後者のノンパラメトリック法であるが、ここではWILCOXONの(順位和)検定を説明したい。MANN-WHITNEYの方法も本質的にはまったく同じであるが、計算のやりかたが若干異なる(詳しくは、ソーカルとロルフ(1973)、粕谷と藤田(1984)などを参照されたい)。どちらを使うかは、いま手もとにどんな数表があるかによる。もし、WILCOXON検定のための数表が見つからない場合は、この方法をやめて、MANN-WHITNEYの方法(これも、数表が見つければの話)を採用すればよい。どちらにしても、数表なしで検定するのは、やってできないことはないが、骨の折れる仕事である。また、計算もできるかぎり数表が利用しやすい手順で行うのが労力もかからない。例えば、野淵ら(1987)は、1984年に7本、85年に10本調べたが、このままだと、数表が使いつらいので(前者のほうが標本数が多ければそのまま数表を使うことができる)、計算時の混乱を避けるためにも、初めから85年のデータを先に持ってきたほうがよい。本稿は柳川(1982)の巻末の数表に従って計算を行う。

(順位による検定の考えかた)

第2表に計算に使用する数値を示した。85年の死亡率、 $x$ の分布関数を $F(x)$ 、84年の死亡率、 $y$ の分布関

第2表 検定例に用いる数値(野淵ら, 1987を計算の都合上一部改編)

| i  | 1985年    |           |       | 1984年             |          |       |
|----|----------|-----------|-------|-------------------|----------|-------|
|    | 死亡数/せん入数 | $x_i$     | $r_i$ | 死亡数/せん入数          | $y_i$    | $s_i$ |
| 1  | 10/12    | 0.833     | 15    | 0/7               | 0        | 1     |
| 2  | 5/10     | 0.5       | 6     | 2/6               | 0.333    | 4     |
| 3  | 4/6      | 0.667     | 12.5  | 2/7               | 0.286    | 3     |
| 4  | 3/5      | 0.6       | 9     | 5/8 <sup>a)</sup> | 0.625    | 10.5  |
| 5  | 6/9      | 0.667     | 12.5  | 3/4               | 0.75     | 14    |
| 6  | 4/7      | 0.571     | 8     | 1/5               | 0.2      | 2     |
| 7  | 2/4      | 0.5       | 6     | 5/8 <sup>b)</sup> | 0.625    | 10.5  |
| 8  | 3/6      | 0.5       | 6     |                   |          |       |
| 9  | 3/3      | 1         | 17    |                   |          |       |
| 10 | 14/15    | 0.933     | 16    |                   |          |       |
| 計  | m=10     | $W_r=108$ |       | n=7               | $W_s=45$ |       |

a) 本来の値は 4/8, b) 本来の値は 6/8

数を $G(y)$ とする。ここでは、85年の死亡率が高いことが言いたいので、帰無仮説 $H_0: F=G$ の対立仮説 $H_1: F>G$ に対する検定を行う。第2表に示したように、観測値、 $x_1, x_2, \dots, x_m, y_1, y_2, \dots, y_n$ の小さいものから付けた順位を $r_1, r_2, \dots, r_m, s_1, s_2, \dots, s_n$ ( $m=10, n=7$ )とする。

ここで、 $r_2, r_7, r_8$ が、また $s_4, s_7$ 、そして $r_3, r_5$ が同じ値で、同一順位である。同じ順位が $F, G$ にまたがらない場合は、計算のやりかたを変更する必要はない。また、例えば $r_2, r_7, r_8$ に対しては5, 6, 7としても、三つとも6(=(5+6+7)/3)という順位を付けても検定の結果は変わらない。 $s_4, s_7$ の場合とか $r_3, r_5$ の場合も同様で、おのおの10, 11あるいは12, 13という順位を付けても、それぞれを、10.5, 10.5, 12.5, 12.5としてもよい。今回は第2表のようにする。

問題は、同一順位が $F, G$ にまたがる場合で、順位付けかたは第2表のとおりでよいが、そのまま検定を進めていけば、検出力が落ちることを覚悟しなければならない。それがいやなら、正規近似を使った別の道筋を採用することになる(詳細は粕谷と藤田(1984)を参照されたい)。

ここで、WILCOXONの方法のからくりの入門的部分を説明しよう。中学や高校時代に、数学で順列組合せを習ったことは覚えていらっしゃるだろうか。この方法に限らず、第1表に出てくるノンパラメトリックの方法は、順列組合せそのものだと思っていただいて差し支えなく、原理が理解しやすいと言ったのはそのためである。ただし、同じノンパラメトリック法に分類されている検定法の中にも、例えば、KOLMOGOROV-SMIRNOV法などのように、まったく異なった発想から出発している方法もある。

第2表の順位を小さいものから並べると、

$$s_1, s_6, s_3, s_2, r_2, r_7, r_8, r_6, r_4, s_4, s_7, r_3, r_5, s_5, r_1, r_{10}, r_9$$

となる。ただし、下線は同一順位を表す。また、 $x$  に属する10の順位( $r_1 \sim r_{10}$ )をすべて加えて、その値を $W_x$ とすると、108となる。同様に $y$  ( $s_1 \sim s_7$ )について、総和を $W_y$ とすると、45となる。

17個の文字をランダムに並べた場合、その並べかたは17! (約355兆)とおりある。この検定法の考えかたの骨子は、この17個をランダムに並べたと仮定して、上のような並びかた、及びこの並びかたより85年のほうが高くなる並びかたが起こる確率(対立仮説を、85年のほうが84年より高いとしているためである)を求めることである。標本値に「順位」を付けて、それらを「並べかえる」だけなので、正規分布も、またその母数である平均も分散も出てこないのである。ノンパラメトリック法の中でもっとも単純な検定法がFISHERの並べかえ検定(正確確率検定)である。すべての並べかたのうち、条件に合う並べかたを一つ一つ丹念に見ていく方法で、標本数が限られていれば、有効な方法である。WILCOXONの方法も原理的には同じであるが、順位を使うこと、また数表を使って容易にできるように工夫されている点で異なっているだけである。

上で述べたWILCOXONの方法の骨子は具体的には、17個の文字をランダムに並べたという仮定のもとで、 $W_y$ が45以下になる並べかたが17!とおりのうち、どれだけあり、その確率( $P_0$ )がどれだけかを調べることである。すなわち、

$$P_0(W_y \leq 45) = P_0(W_x \geq 108)$$

を求めることであり、この確率が有意確率である。有意確率は危険率とも呼ばれるが、これは、誤って帰無仮説を棄却して対立仮説を採用する危険の度合いを示しているためである。もし、ある判断基準によって、非常に起こりにくいと判断されるときには、帰無仮説を棄却して、対立仮説を採用しなければならない。その基準が有意水準である。特にどれだけしなければならないという決まりがあるわけではなく、通常は5%とか1%に設定される。

(計算)

それでは、実際に検定を行ってみよう。なお、有意水準は5%とする。ここで、求める有意確率が、

$$P_0(W_y \geq T)$$

という形になっていれば、そのままよいが、今回のように、

$$P_0(W_y \leq 45)$$

という形になっている場合には、上のような形にしなければならぬ。

1)  $T$ を求める。 $W_y$ の分布は $H_0$ の条件で、

$$n(m+n+1)/2 = 7 \times (10+7+1)/2 = 63$$

に関して対称である。だから、

$$63 - 45 = T - 63$$

である $T$ について、

$$P_0(W_y \leq 45) = P_0(W_y \geq T)$$

が成立する。これを利用すると、

$$T = (63 - 45) + 63 = 81$$

となり、有意確率 $P_0(W_y \geq 81)$ を求めればよいことになった。

2) 有意確率を求める。数表で、 $m=10, n=7$ の場合の有意確率を調べると、0.044とある。すなわち、対立仮説 $H_1: F > G$ を採用した結果、それが誤りである危険率は4.4%ということになる。有意水準を5%と設定したので、この結果から、帰無仮説は棄却され、対立仮説が採用される。

さて、たいていのWILCOXON検定のための数表は、 $m \leq 10$ かつ $n \leq 10$ の場合であって、標本数がそれ以上の場合には使えない。その場合には、下の式によって $W_y$ の分布が正規近似できることを利用して、 $P_0$ の近似値を求めることになる。

$$P_0(W_y \geq T) = 1 - \Phi\left(\frac{T - n(m+n+1)/2 - 1/2}{\sqrt{mn(m+n+1)/12}}\right)$$

$\Phi$ は標準正規分布(平均0, 分散1)の分布関数であり、たいていの統計学書に数表がある。

一見して、「なぜ、せっかくノンパラメトリック法を使ったのに、正規分布を使うのか、それならば、変数変換を使う分布による方法と同じではないか」と思われる方がいるかもしれないが、この場合は、データの分布を正規変換したのではなく、あくまで、ノンパラメトリック法の枠の中で、 $W_y$ の分布について行っていることをご理解願いたい。

(問題点のまとめ)

他のノンパラメトリックな方法にも当てはまるが、標本数が多くなる場合、数表が膨大になることもあって、正規近似を使うことが一般的である。また、同一順位の個体が異なる標本にまたがる場合、正規近似で切り抜けている。そのため、標本数が小さい場合にはできれば、並べかえ検定を行うのが良策である(柳川, 1982)。近似になれば、多少結論が弱くなるのはやむを得ず、他の方法(例えば、データの分布関数の正規変換)と天秤にかけなければならない場面も考えられる。

分布の位置の違いに関して WILCOXON の方法の検出力は分散分析にそれほど劣らず、実用上問題はないが、分布の形の違いには敏感ではない。二つの分布が違うことを言いたい、しかし分布関数の位置は変わらない、そんなときには、WILCOXON の方法のかわりに、同じくノンパラメトリック法でありながらまったく異なった検定法の、KOLMOGOROV-SMIRNOV の方法を使えばよい。

### おわりに

草稿を読んでご意見をいただいた新潟大学教育学部粕谷英一博士に厚く御礼申し上げます。

以下に、ノンパラメトリック統計法に関する記述のある主な文献を挙げた。このうち、いくつかはコンピュータ・プログラムが掲載してあるが、BASIC、その他のプログラム言語を学習した人、これから学習するつもりの方は文献の記述にしたがって、是非ご自身でプログラミングされることをお勧めする。

### 参考文献

- 1) J. ハエック (1969): (丘本 正・宮本良雄・古後楠徳訳), ノンパラメトリック統計学, 日科技連, 東京, 190 pp.
- 2) 石居 進 (1975): 生物統計学入門=具体例による解説と演習=, 培風館, 東京, 290 pp.
- 3) 粕谷英一・藤田和幸 (1984): 動物行動学のための統計学 (伊藤嘉昭監修), 東海大学出版会, 東京, 131 pp.
- 4) 小林一三・柴田叡一 (1985): スギカミキリの被害と防除法, 分かりやすい林業研究解説シリーズ No. 77, 林業科学技術振興所, 東京, 88 pp.
- 5) E. L. レーマン (1975): (鍋谷清治・刈谷武昭・三浦良造 訳), ノンパラメトリックスー順位にもとづく統計的方法一, 森北出版, 東京, 484 pp.
- 6) 宮井俊一 (1987): 植物防疫 41: 70~73.
- 7) 野淵 輝ら (1987): 98 回日林論 (印刷中).
- 8) 柴田義貞 (1981): 正規分布一特性と応用一, 東大出版会, 東京, 322 pp.
- 9) S. ジーゲル (1956): 藤本照 訳), ノンパラメトリック統計学—行動科学のために—, マグロウヒルブック, 東京, 344 pp.
- 10) R. R. ソーカル・F. J. ロルフ (1973): (藤井宏一 訳) 生物統計学, 共立出版, 東京, 449 pp.
- 11) 柳川 堯 (1982): ノンパラメトリック法, 培風館, 東京, 259 pp.

## 「植物防疫」総目次

B 5 判 63 ページ 定価 1,200 円 送料 200 円

昭和 22 年 4 月に創刊された雑誌「農業」(農業協会発行) から「農業と病虫」へと経てきた雑誌「植物防疫」の創刊号から第 36 巻 (昭和 57 年 12 月号) までの総目次。項目別に見やすく編集。植物防疫研究者の必読雑誌である「植物防疫」の総目次をという御要望にこたえて発行!

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

### 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

# 紹介 新登録農薬

〔殺虫剤〕

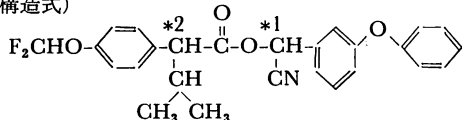
フルシトリネート乳剤 (61.10.28 登録)

本剤はアメリカン・サイアナミッド社により開発された合成ピレスロイド剤である。作用機構は他のピレスロイドと同様に神経毒として、強い接触毒作用と食毒作用を有する。

商品名：ベイオフ乳剤

**成分・性状：**製剤は (RS)- $\alpha$ -シアノ-3-フェノキシベンジル=(S)-2-(4-ジフルオロメトキシフェニル)-3-メチルブチレート 5.0% を含有する 黄赤色 澄明可乳化油状液体である。純品は淡黄色粘ちょう液体で比重 (22°C) 1.189, 沸点 108°C (0.35 mmHg), 弱いエステル臭がある。溶解度 (g/l, 21°C) はアセトン 820, ヘキサン 90, n-プロパノール 780 以上, キシレン 1,810, 水 0.0005 である。熱安定性は 37°C で 1年間, 25°C で 2年間は分解しない。酸・アルカリ性に対しては, 半減期 (35°C) は pH 3 で 43.3 日, pH 6 で 30.5 日, pH 9 で 2.6 日であり, 光に対してはやや不安定である。

(構造式)



適用作物・適用害虫名及び使用方法：第1表参照。

使用上の注意事項：

① 蚕に対し長期間毒性があるので、散布された薬剤が飛散し、桑に付着する恐れのある所では使用を避ける

こと。

② 本剤の使用に当たっては使用量、使用時期、使用方法を誤らないように注意し、特に初めて使用する場合には病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：

(急性毒性) 医薬用外劇物。

① 取扱いは十分注意すること。万一誤って飲み込んだ場合には吐き出させ、安静にして直ちに医師の担当を受けさせること。本剤使用中に身体に異常を感じた場合には、安静にして直ちに医師の担当を受けること。

② 本剤は目に対して刺激性があるので、目に入らないように注意すること。万一、目に入った場合には直ちに水洗し、医師の担当を受けること。

③ 本剤はのど、鼻、皮膚などを刺激する場合があるので注意すること。

④ 夏期高温時の使用を避けること。

⑤ 散布の際は防護マスク、手袋、不浸透性防除衣などを着用するとともに防護クリームを使用すること。また散布液を吸い込んだり、浴びたりしないように注意し、作業後は直ちに身体を洗い流し、うがいをするとともに衣服を交換すること。

⑥ かぶれやすい体質の人は、作業に従事しないようにし、施用した物との接触を避けること。

⑦ 作業時に着用していた衣服などは他のものとは分けて洗濯すること。

(魚毒性) C類。

魚毒性が強いため、散布された薬剤が水田、河川、湖沼、海域及び養殖池などに飛散または流入する恐れのある場所では使用せず、これら以外の場所でも一時に広範囲に使用しないこと。また散布に使用した器具、容器の洗浄水、使用残りの薬剤及び空ビンなどは水に流さず、魚介類に影響を及ぼさない所に処理すること。なお、本剤はごく低濃度でも魚介類に影響を及ぼすので特に注意

第1表 フルシトリネート乳剤 (ベイオフ乳剤)

| 作物名  | 適用害虫名  | 希釈倍数                    | 使用時期     | 本剤及びフルシトリネートを含む農薬の総使用回数 | 使用方法 |
|------|--|-------------------------|----------|-------------------------|------|
| キャベツ | アオムシ<br>コナガ<br>アブラムシ類<br>ヨトウムシ<br>タマナギンウワバ   | 1,000 倍<br>～<br>1,500 倍 | 収穫7日前まで  | 4回以内                    | 散布   |
| はくさい | アオムシ<br>コナガ<br>アブラムシ類<br>ヨトウムシ<br>タマナギンウワバ   |                         | 収穫21日前まで |                         |      |
| だいこん | アオムシ<br>コナガ<br>アブラムシ類<br>ヨトウムシ<br>ダイコンシンクイムシ |                         | 収穫30日前まで | 3回以内                    |      |
| てんさい | ヨトウムシ  |                         | 収穫14日前まで | 4回以内                    |      |

すること。

また、本剤のほか、フルシトリネート水和剤（ペイオフ水和剤、ペイオフ顆粒水和剤）、フルシトリネート・PAP乳剤（チーフメイト乳剤）、カルタップ・フルシトリネート水和剤（フローピア水和剤）、フルシトリネー

ト・メソミル水和剤（キーデックス水和剤）、クロルピリホス・フルシトリネート水和剤（レピスター水和剤）が同時に登録された。

各々の適用害虫名及び使用方法：第2表～第7表参照。

第2表 フルシトリネート水和剤（ペイオフ水和剤）

| 作物名  | 適用害虫名  | 希釈倍数                  | 使用時期     | 本剤及びフルシトリネートを含む農薬の総使用回数 | 使用方法 |
|------|--|-----------------------|----------|-------------------------|------|
| りんご  | キンモンホソガ<br>シンクイムシ類<br>ハマキムシ                          | 1,000倍<br>～<br>1,500倍 | 収穫14日前まで | 5回以内                    | 散布   |
| もも   | シンクイムシ類<br>モモハモグリガ                                   |                       | 収穫14日前まで | 4回以内                    |      |
| かんきつ | ミカンハモグリガ   |                       | 収穫21日前まで |                         |      |
| 茶    | チャノコカクモンハマキ<br>チャノホソガ<br>チャノキイロアザミウマ<br>チャノミドリヒメヨコバイ |                       | 摘採14日前まで | 2回以内                    |      |

第3表 フルシトリネート水和剤（ペイオフ顆粒水和剤）

| 作物名  | 適用害虫名  | 希釈倍数                  | 使用時期     | 本剤及びフルシトリネートを含む農薬の総使用回数 | 使用方法 |
|------|--|-----------------------|----------|-------------------------|------|
| りんご  | キンモンホソガ<br>シンクイムシ類<br>ハマキムシ                          | 1,000倍<br>～<br>1,500倍 | 収穫14日前まで | 5回以内                    | 散布   |
| もも   | シンクイムシ類<br>モモハモグリガ                                   |                       | 収穫14日前まで | 4回以内                    |      |
| かんきつ | ミカンハモグリガ   |                       | 収穫21日前まで |                         |      |
| 茶    | チャノコカクモンハマキ<br>チャノホソガ<br>チャノキイロアザミウマ<br>チャノミドリヒメヨコバイ |                       | 摘採14日前まで | 2回以内                    |      |

第4表 フルシトリネート・PAP乳剤（チーフメイト乳剤）

| 作物名  | 適用害虫名                  | 希釈倍数   | 使用時期         | 本剤のみを使用する場合の使用回数 | 使用方法 | フルシトリネートを含む農薬の総使用回数 | PAPを含む総使用回数 |
|------|------------------------|--------|--------------|------------------|------|---------------------|-------------|
| キャベツ | コナガシ<br>アオムシ類<br>アブラムシ | 1,000倍 | 収穫<br>7日前まで  | 4回以内             | 散    | 4回以内                | 4回以内        |
| はくさい | コナガシ<br>アオムシ類<br>アブラムシ |        | 収穫<br>21日前まで | 4回以内             |      | 4回以内                | 4回以内        |
| だいこん | コナガシ<br>アオムシ類<br>アブラムシ |        | 収穫<br>30日前まで | 3回以内             | 布    | 3回以内                | 4回以内        |

|     |  |         |              |       |            |       |       |
|-----|--|---------|--------------|-------|------------|-------|-------|
| みかん | ミカン<br>ハモグリガ<br>ヤノネ<br>カイガラムシ<br>チャノキイロ<br>アザミウマ | 1,000 倍 | 収穫<br>21日前まで | 4 回以内 | 散<br><br>布 | 4 回以内 | —     |
| 茶   | チャノコカク<br>モンハマキ<br>チャノホンガ                        |         | 摘採<br>21日前まで | 2 回以内 |            | 2 回以内 | 2 回以内 |

第5表 カルタップ・フルシトリネート水和剤（フロビア水和剤）

| 作物名            | 適用害虫名  | 希釈倍数                    | 使用時期         | 本剤のみを使用する場合の使用回数 | 使用方法 | 本剤及びカルタップを含む農薬の総使用回数 | 本剤及びフルシトリネートを含む農薬の総使用回数 |
|----------------|--|-------------------------|--------------|------------------|------|----------------------|-------------------------|
| キャベツ           | アオムシ<br>コナガ                                  | 1,000 倍                 | 収穫<br>14日前まで | 4 回以内            | 散    | 4 回以内                | 4 回以内                   |
| はくさい           | アブラムシ類                                       | 1,500 倍                 | 収穫<br>21日前まで | 3 回以内            |      | 3 回以内                | 4 回以内                   |
| 茶<br>(覆下栽培を除く) | チャノコカク<br>モンハマキ<br>チャノホンガ<br>チャノキイロ<br>アザミウマ | 1,000 倍<br>～<br>1,500 倍 | 摘採<br>14日前まで | 2 回以内            | 布    | 2 回以内                | 2 回以内                   |

第6表 フルシトリネート・メソミル水和剤（キーデックス水和剤）

| 作物名            | 適用害虫名                              | 希釈倍数(倍)                  | 使用時期         | 本剤のみを使用する場合の使用回数 | 使用方法 | 本剤及びフルシトリネートを含む農薬の総使用回数 | 本剤及びメソミルを含む農薬の総使用回数 |
|----------------|------------------------------------|--------------------------|--------------|------------------|------|-------------------------|---------------------|
| キャベツ           | アオムシ<br>コナガ                        | 1,000<br>～<br>1,500<br>倍 | 収穫7日<br>前まで  | 3 回以内            | 散    | 4 回以内                   | 3 回以内               |
| はくさい           | ヨトウムシ<br>アブラムシ類                    |                          | 収穫21日<br>前まで | 2 回以内            |      | 4 回以内                   | 2 回以内               |
| てんさい           | ヨトウムシ                              |                          | 収穫14日<br>前まで | 4 回以内            | 布    | 4 回以内                   | 5 回以内               |
| 茶<br>(覆下栽培を除く) | チャノコカク<br>モンハマキ<br>チャノキイロ<br>アザミウマ |                          | 摘採21日<br>前まで | 2 回以内            |      | 2 回以内                   | 2 回以内               |

第7表 クロルピリホス・フルシトリネート水和剤（レピスター水和剤）

| 作物名 | 適用害虫名                              | 希釈倍数               | 使用時期         | 本剤のみを使用する場合の使用回数 | 使用方法       | クロルピリホスを含む農薬の総使用回数 | フルシトリネートを含む農薬の総使用回数 |
|-----|------------------------------------|--------------------|--------------|------------------|------------|--------------------|---------------------|
| りんご | キンモンホンガ                            | 1,000 ～<br>1,500 倍 | 収穫14日<br>前まで | 2 回以内            | 散<br><br>布 | 2 回以内              | 5 回以内               |
|     | シンクイムシ類<br>ハマキムシ類<br>ギンモン<br>ハモグリガ | 1,000 倍            |              |                  |            |                    |                     |



## 新しく登録された農薬 (62.6.1~62.6.30)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号〔登録業者(会社)名〕、対象作物:対象病虫害:使用時期及び回数などの順。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号 16828~16837 まで計 10 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』

#### ジェノクロル水和剤〔ペンタック〕

ジェノクロル 50.0%

ペンタック水和剤 (62.6.10)

16828 (アグロ・カネショウ)

カーネーション (ガラス温室): ニセナミハダニ, ばら (ガラス温室): ハダニ類

#### インキサチオン粒剤

インキサチオン 0.50%

カルモック (62.6.10)

16832 (三共)

キャベツ・はくさい・レタス・だいこん: ネキリムシ類: 播種時又は定植時 2 回, たばこ: ネキリムシ類: 移植時

### 『殺菌剤』

#### バリダマイシン粉剤

バリダマイシン 0.30%

サンケイバリダマイシン粉剤 DL (62.6.10)

16830 (サンケイ化学)

稲: 紋枯病: 14 日

#### バリダマイシン液剤

バリダマイシン 3.0%

サンケイバリダマイシン液剤 (62.6.10)

16831 (サンケイ化学)

稲: 紋枯病・疑似紋枯病・赤色菌核病菌・褐色菌核病菌・褐色紋枯病菌: 14 日, 林木苗・スギ・ヒノキ・アカマツ: くものす病, しょうが: 紋枯病: 14 日 4 回, いちご: 芽枯病: 14 日 3 回, たばこ(苗床): 腰折病: は種後, ふき: 白絹病: 7 日・植付時 5 回, レタス: すそ枯病: 7 日 3 回, ばれいしょ: 黒あざ病: 植付前 1 回, てんさい: 苗立枯病菌(リゾクトニア菌): 育苗中期, 稲(箱育苗): 苗立枯病・白絹病菌・リゾクトニア菌: は種時~発病初期

#### トリシクラゾール水和剤

トリシクラゾール 20.0%

武田ビームゾル (62.6.10)

16834 (武田薬品工業)

稲: いもち病: 21 日 4 回, 但し, 本田期 3 回

### 『殺虫殺菌剤』

#### BPMC・バリダマイシン粉剤

BPMC 2.0%, バリダマイシン 0.30%

サンケイバクサバリダシン粉剤 DL (62.6.10)

16829 (ケンケイ化学)

稲: ツマグロヨコバイ・ウンカ類・紋枯病: 14 日 5 回

#### クロルピリホスメチル・メプロニル粉剤

クロルピリホスメチル 2.0%, メプロニル 3.0%

レルダンバシタック粉剤 DL (62.6.10)

16833 (クミアイ化学工業)

稲: 紋枯病・ニカメイチュウ・コブノメイガ・イネツトムシ: 45 日 2 回

#### カルタップ・NAC・バリダマイシン粉剤

カルタップ 2.0%, NAC 2.0%, バリダマイシン 0.30%

パダンナックバリダ粉剤 2 DL (62.6.24)

16836 (武田薬品工業)

稲: ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・フタオビコヤガ・ウンカ類・コブノメイガ・イネツトムシ・紋枯病: 21 日 5 回

### 『植物成長調整剤』

#### コリン液剤

コリン 30.0%

サンキャッチ液剤 30 S (62.6.24)

16837 (三菱瓦斯化学)

かんしょ: 肥大促進: 苗植付後 30~50 日 1 回

### 『その他』

#### ピーチフルアペースト剤

ピーチフルア 1.8%

モモシंगाード (62.6.24)

16835 (アース製薬)

りんご・もも・なし: 交尾阻害: モモシクイガ雄成虫: 成虫発生初期から終期まで

植物防疫

昭和 62 年

8 月号

(毎月 1 回 1 日発行)

—禁 転 載—

第 41 巻 昭和 62 年 7 月 25 日印刷  
第 8 号 昭和 62 年 8 月 1 日発行

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 遠藤 武雄

印刷所 株式会社 双文社印刷所  
東京都板橋区熊野町 13-11

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

— 発 行 所 —

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号 郵便番号 170

社 団法人 日本植物防疫協会

電話 東京 (03) 944-1561~6 番  
振替 東京 1-177867 番

新発売!

少薬量で (フロアブル…1.6%)  
(乳剤…1.4%)

大きな効果

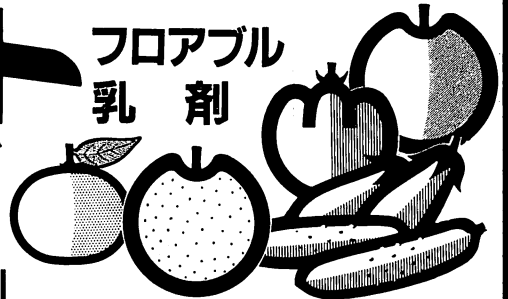
果樹・野菜・茶などの広範囲の害虫防除に  
—新合成ピレスロイド剤—

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



●黒星病・赤星病・うどんこ病などの防除に

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

# 植物ウィルス検出システム

## ポテト ウィルス測定キット

|        |            |              |         |
|--------|------------|--------------|---------|
| 647411 | ポテト 葉巻ウィルス | 約1000～5000回分 | ¥52,000 |
| 649350 | ポテト Aウィルス  | 約1000～5000回分 | ¥52,000 |
| 661350 | ポテト Mウィルス  | 約1000～5000回分 | ¥52,000 |
| 649368 | ポテト Sウィルス  | 約1000～5000回分 | ¥52,000 |
| 661368 | ポテト Xウィルス  | 約1000～5000回分 | ¥52,000 |
| 647420 | ポテト Yウィルス  | 約1000～5000回分 | ¥52,000 |

## 植物ウィルス標識抗体

|        |                               |       |         |
|--------|-------------------------------|-------|---------|
| 807958 | AP標識アップルモザイク・ウィルス抗体           | 500回分 | ¥20,000 |
| 814300 | AP標識ビートネクロティック・イエローベイン・ウィルス抗体 | 500回分 | ¥20,000 |
| 807966 | AP標識エルビニア抗体                   | 500回分 | ¥20,000 |
| 807974 | AP標識トマトリングスポット・ウィルス抗体         | 500回分 | ¥20,000 |

●各使用説明書は弊社バイオケミカル課までご請求下さい。

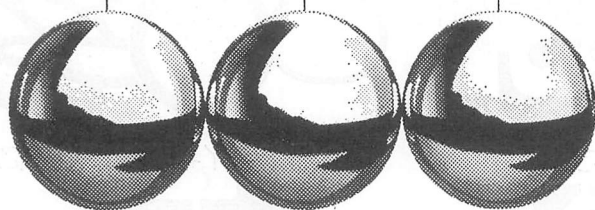
**BMY**

★高品質と信頼性を保証する有効期限

ベリンガー・マンハイム山之内株式会社

〒105 東京都港区虎ノ門3丁目10番11号 虎の門MFビル10号館

バイオケミカル課 TEL.03-432-3155



他病害虫との  
同時防除が  
やりやすい。

最も  
タイムリーに  
散布できる。

防除プランが  
たてやすい。

散布適期の  
幅が  
広いから…

# 幅を効かせて、颯爽の登場。

モンカットは、日本農薬の研究所から生まれた、最新の紋枯病防除剤です。治療・予防の両効果とも優れ、しかも残効性が長い。特に、散布適期の幅が広く、安全性の面でも優れているので、使い易さは抜群。単剤およびいもち病や各種害虫の同時防除剤を豊富に揃えました。高い効果・長い残効性・広い散布適期幅と、紋枯病防除に“文句ナシ”の効きめで、颯爽の登場です。

- 単剤● 粉剤DL/水和剤/顆粒水和剤
- 混合粉剤●モンカットラブサイド/フジワンモンカット/アプロードバッサモンカット/アプロードダイアモンカット/モンカットラブサイドスミ/フジワンモンカットスミ

紋枯病にモン句なし。  
**モンカット**<sup>®</sup>



モンカットのシンボルマークです。

®:「モンカット」は日本農薬(株)の登録商標です。



日本農薬株式会社  
〒103 東京都中央区日本橋1-2-5栄太楼ビル

# きれいな空気で快適作業。

農薬散布作業時の粉じん・ミストをシャットアウト。



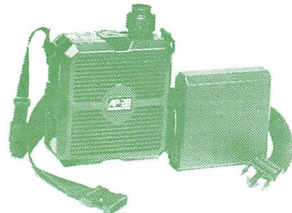
EBフード

電動ファン付粉じん用呼吸保護具

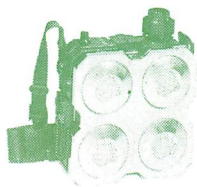
## AP-28 シリーズ

電動ファン付粉じん用呼吸保護具AP-28シリーズは電動ファンと高性能フィルタによって空気中に浮遊している粉じん(ダスト、ヒューム、ミスト)を除去した清浄空気を着用者の顔面まで送ります。このため呼吸が楽で作業の能率が向上します。アラーム付のAタイプ、大風量のCタイプがございます。

詳細については「電動ファン付粉じん用呼吸保護具」カタログをご請求ください。



AP-28Aタイプ送気ユニット・バッテリー



AP-28Cタイプ送気ユニット



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) FAX03(255)1030

労働安全衛生保護具の製造・販売  
出張所・駐在員：札幌・室蘭・仙台・郡山・水戸  
岩槻・千葉・横浜・新潟・富山・静岡  
名古屋・四日市・大阪・神戸・倉敷・広島  
宇部・新居浜・北九州・福岡・大分・長崎

## 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



63年本格販売

今年の試販結果は大好評!!

# チカラのウルコ

頑固な雑草に必殺一発パンチ!  
話題の低コスト除草  
一発処理除草剤

クミアイ

水田用除草剤

## ウルコ

### 粒剤



農協・経済連・全農



クミアイ化学工業株式会社



デュポン ジャパン リミテッド



## 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