

ISSN 0037-4091

# 植物防疫

昭和六十三年二月二十五日印刷 第四十二卷 第三号

1988

3

VOL 42

特集 ネズミ

# 強力4駆に実力派新登場

## 共立スピードスプレーヤ

### SSV-660F



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

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

	株式会社 <b>共立</b>
	共立エコ物産株式会社 〒181 東京都三鷹山下連雀7-5-1 ☎0422-19-5911(代表)

# りんごの病害防除に!

\*適用拡大になりました。

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

# ピルノックス

 水和剤

大内新興化学工業株式会社  
〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4

# 除草剤イノベーション。



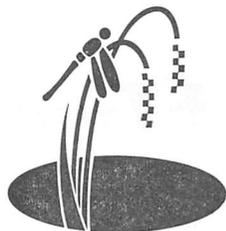
## 水田除草剤の歴史に新しいページがひらかれた。

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

※DPX-84の一般名はベンスルフロンメチル。

新発売

(登録番号順)



水田除草、新時代。

**プッシュ**® 粒剤  
**ザーク**® 粒剤

**ウルフ** 粒剤  
**ゴルボ**® 粒剤

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

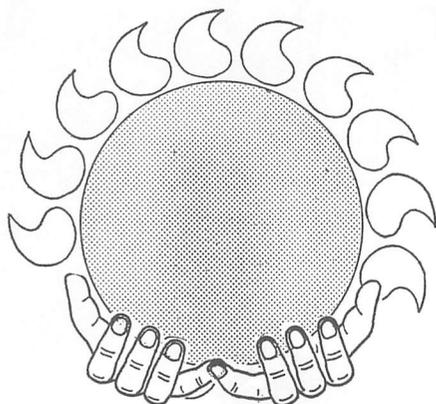
デュポン ジャパン



デュポン ジャパン リミテッド 農業事業部

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

# 線虫剤と伴に30年



線虫剤の  
トップブランド

# テロン<sup>\*</sup>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)

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<sup>\*</sup>T** 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

**コタパロン** 粉剤



農協  
経済連  
全農



北興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本石町4-4-20

# 植物防疫

Shokubutsu bōeki  
(Plant Protection)

第 42 卷 第 3 号

昭和 63 年 3 月号

## 目次

### 特集：ネズミ

ネズミ 個体群の変動機構——エゾヤチネズミを中心として——	桑畑 勤	1
農耕地及び果樹園におけるハタネズミの被害と駆除 ——水田転換りんごわい性樹園を中心として——	高沼 重義	7
ネズミの防除薬剤——最近の動向——	草野 忠治	13
ネズミ防除のための不妊剤の利用	北原 英治	20
アザミウマ類のハウスミカン果実（成熟果）への加害	川村 満	24
トルコギキョウのウイルス病	亀谷 満朗	27
宮古群島・奄美大島におけるウリミバエの根絶の経過と駆除確認調査	前田朝達・桐野 嵩・垣花廣幸・永吉正昭	31
カンキツタターリーフウイルス研究の現状と課題	宮川 経邦	35

### 植物防疫基礎講座

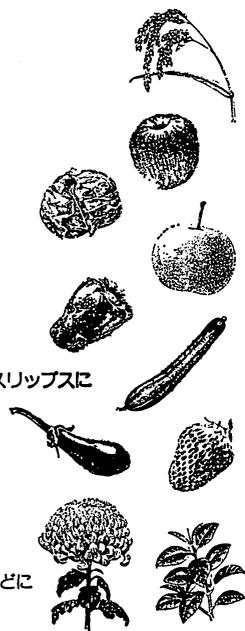
植物ウイルス病の血清学的断診法（3） 实用診断の現状と展開	匠原監一郎	41
新しく登録された農薬（63.1.1～1.31）		45
人事消息	19, 46	次号予告
出版部より	46	



## 「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®**
- いもち病の予防・治療効果が高い  
**⑧ ヒノザン**
- いもち・穂枯れ・カメムシなどに  
**⑧ ヒノバイジット**
- いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに  
**⑧ ヒノラフバイバッサ**
- 紋枯病に効果の高い  
**⑧ モンセレン**
- いもち・穂枯れ・紋枯病などに  
**⑧ ヒノラフモンセレン**
- イネミズ・カメムシ・メイチュウに  
**⑧ バイジット**
- イネミズ・ソウムシ・メイチュウに  
**⑧ バサジット®**
- イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに  
**⑧ ガンサイド**
- イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに  
**⑧ D.S. 5イシストン・ガンサイド**  
粒剤

- さび病・うどんこ病に  
**⑧ バイトン**
- 灰色かび病に  
**⑧ ユーパレン**
- うどんこ病・オンシツコナジラミなどに  
**⑧ モレスタン**
- 斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに  
**⑧ アントラコール**
- もち病・網もち病・炭そ病などに  
**⑧ バイエルホルドウ**  
[クスラビットホルテ]
- コナガ・ヨトウ・アオムシ・ハマキムシ・スリップスに  
**⑧ トクチオン**
- ミナミキイロアザミウマに  
**⑧ ホルスタール**
- 各種アブラムシに  
**⑧ アリルメート**
- ウンカ・ヨコバイ・アブラムシ・ネダニなどに  
**⑧ 9イシストン**
- アスパラガス・馬鈴しょの雑草防除に  
**⑧ センコル**

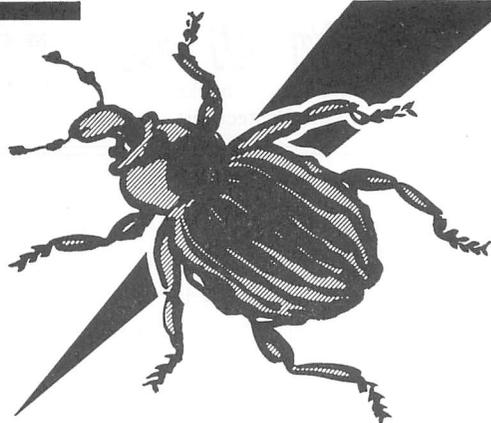


®は登録商標

日本特殊農薬製造株式会社  
東京都中央区日本橋本町2-4 ☎ 103



\* 農業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、イネドロオウムシ、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>バツサ<sup>®</sup>粒剤

- パダン粒剤4の箱施用とパダンバ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、イネドロオウムシ、イネツトムシ、ウンカ類等の同時防除にも最適です。

特集：ネズミ〔1〕

# ネズミ 個 体 群 の 変 動 機 構

——エゾヤチネズミを中心にして——

農林水産省林業試験場 くわ はた つとむ  
桑 畑 勤

## はじめに

筆者に与えられた課題は生活様式の異なる多種のネズミの個体群変動機構を論じることであるが、これは筆者の力の及ぶところではない。そこで、筆者が以前に研究したことのあるエゾヤチネズミ個体群の変動機構、特に、際立った高密度個体群がどのように形成され、それがどのように崩壊するか、その変動過程で働く要因を分析し、責任を果たそうと思う。

## I 調査地

筆者が研究を行った野幌トドマツ天然林は、石狩平野に接した低い丘陵地に成育する。この天然林には、幾つかの特徴的な複層針広混交林がある。林冠をなす植生と土壌条件の組み合わせによって林床の優占種が決定され、クマイザサ、オシダ、ユズリハ、イヌガヤ、イワガラミなどの各群落が形成される。

エゾヤチネズミの好適な生息条件には林床植生がよく繁茂していることが必要である。トドマツ天然林でのクマイザサ群落は、この条件に適合していて、四季を通じて非常に安定した環境を構成していたので、ここに個体群変動の長期的研究を行うための調査地を設定した。

## II 個体数の変動形式

1958年から1964年までの7年間にわたるエゾヤチネ

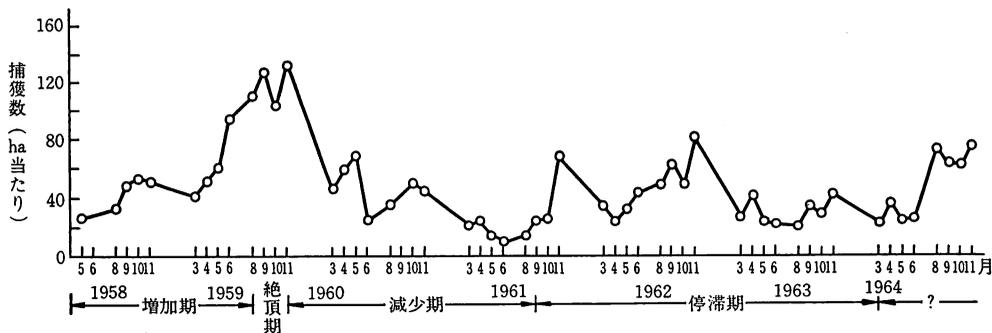
ズミの個体群変動を第1図に示した。この変動を、以下のように増加、絶頂、減少、停滞の四つの変動相に区分した。

1958年から1959年8月までの増加期においては、冬の生存率が非常に高く、1958年秋までに増加した個体数は大きく減少することなく越冬し、その活発な春繁殖によって個体数の著しい増加を導き、際立った高密度個体群につながる非常にはっきりした増加過程をたどった。

1962年と1964年の個体数変動には増加の傾向が認められるが、いずれも際立った高密度個体群に至らず、通常みられる季節変化の範囲にあったので、これらの年は増加相に加えなかった。しかし、1964年の秋には高密度個体群が全道各地で発生したので、1962年と異なる状況にあったと考えられるが、1965年の調査がないため1964年の変動相を確定することができなかった。

際立った高密度個体群が発生した1959年8月から同年11月までの期間を絶頂期とし、これ以外の季節変化で生じた各年のピークは絶頂期として区分しない。同様に減少期についても、季節変化による減少と高密度個体群の発生後の減少とを区別した。したがって、1959年11月から1961年8月までを減少期とした。

減少期から次の増加期までの間で、個体数が一定の範囲で季節変化する期間を停滞期とした。第1図では、



第1図 野幌トドマツ天然林におけるエゾヤチネズミの個体数変動

Population Dynamics of Voles with Special Reference to the Red-backed Vole, *Clethrionomys rufocanus bedfordiae*. By Tsutomu KUWAHATA

1961年8月から1963年11月までがそれに当たる。

### III 個体群変動における「越冬個体群」\* と「当年個体群」\*\* の特性

#### 1 繁殖期における役割

エゾヤチネズミ個体群の変動は二つの集団、つまり、「越冬個体群」と「当年個体群」の働きによって決定される。

秋繁殖が終わった後、繁殖休止期に入る11月に形成される「越冬個体群」は、積雪下でゆっくりと発育し、翌春5月(早い年は4月)に始まる春繁殖の母体となる。このときの「越冬個体群」の数と繁殖能力が個体群変動の動向を決める重要な要因となる。

「越冬個体群」はその多くが8月までに死亡するため、夏繁殖の主力は4月または5月生まれの「春仔」になる。6月生まれの「春仔」は一般的にはまだ繁殖しない。

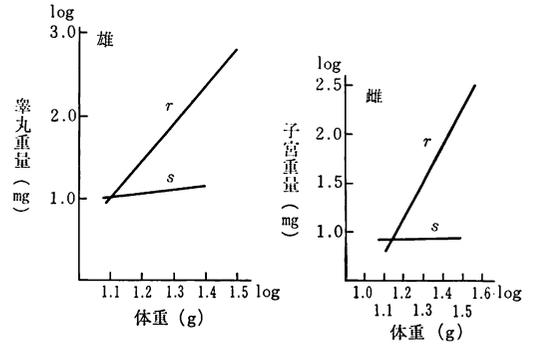
秋繁殖では「越冬個体群」の役割は低い。「越冬個体群」の10月の全個体群に占める割合は、雄では平均約5%、雌では約8%であったが、両性とも11月までにはほぼ死亡する。しかし、「越冬個体群」は高密度個体群以外では生存期間中常に繁殖に参加していることが特徴であり、「当年個体群」と異なる点である。

秋繁殖は成体(体長105mm以上)の「春仔」が主になるが、増加相では特に亜成体(体長95~104mm)の「夏仔」がこれに参加することがあり、注目される。

#### 2 「当年個体群」でみられる二つの発育型

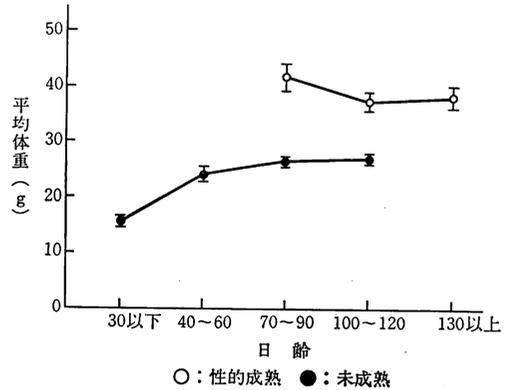
一般に「春仔」の発育は早熟型、「秋仔」は晩熟型、「夏仔」は両者の中間的発育を示すといわれている(太田, 1984)。しかし、実際の発育は生まれたときの生活条件(社会的環境も含む)に影響されるから、「春仔」であっても必ずしも早熟型の発育を示すとは限らない。

個体数が増加してある密度レベルに達したとき、齢に対する体重及び体重に対する生殖器官(睾丸と子宮)重量の増加に対して同一齢個体間で抑制が起こる。これを発育の抑制と呼ぶことにした(第2~4図, 太田, 1984)。早熟性のr型発育は、体重の増加に伴って生殖器官

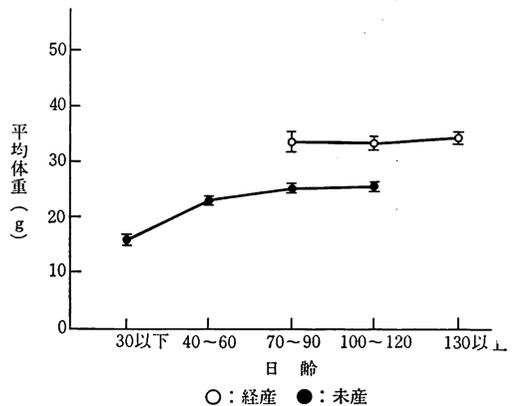


r: 早熟性の発育, s: 晩熟性の発育(抑制された発育)

第2図 「当年個体群」の発育の抑制



第3図 雄の平均成長曲線



第4図 雌の平均成長曲線

\* 積雪期当初(11月)のネズミ集団は、ほとんどが性的未成熟の個体(必ずしも同齢群とは限らない)のみ構成されている。この集団は、翌年の個体群の動向を左右するきわめて大きな要因なので、この集団(コホート)を「越冬個体群」と呼ぶ。

\*\* 「当年個体群」とは、その年の繁殖期間内で生まれた個体の総称であるが、生まれた月、または季節によって発育に違いがあるため、同月齢群、または季節齢群(例えば、「春仔」: 4~6月生まれ、「夏仔」: 7~8月生まれ、「秋仔」: 9~10月生まれ)に区分して呼ぶ。

も増加する。例えば、雄では体重が log 1.5 (約 30g)、雌では log 1.4 (25g) で、それぞれ性的に成熟する。しかし、晩熟性のs型では、体重が大きくなってでも生殖器官はあまり増加せず、幼若状態のままである(第2図)。

このような発育は生殖器だけでなく、体重にもみられる(第3~4図)。発育が抑制された雄の平均体重は25gと30gの間、雌では25g以下で、それ以上には増加しない。

個体群に発育の抑制が生じ、多くの年齢群で晩熟性の個体が増えると、繁殖に参加する新しい個体の供給が途絶えるため、個体群での繁殖個体はしだいに少なくなり、出産数が減る。つまり、個体群における発育抑制の発生は繁殖が低調になる前兆といえる。

#### IV 繁殖と個体群変動相との関係

エゾヤチネズミの繁殖期を、春、夏、秋の三つの季節に細分し、BUJALSKA et al. (1968) の等式、 $\nu_r = L \cdot \bar{N}_p \cdot T / t_p$  を用いて、季節別繁殖期の出産数を推定した。 $\nu_r$  は出産数、 $L$  は平均胎児数、 $\bar{N}_p$  は平均妊娠個体数、 $T$  は日数、 $t_p$  は妊娠期間である。推定出産数が多いほど繁殖が活発であったとすると、第5図の推定出産数は個体群変動相とよく一致している。

増加相では、春、夏、秋の各出産数がそろって多い。1964年を除く他の変動相では夏の出産数が春、秋のそれらと比べて少ないのに対して、増加相ではそれがみられない。これは4月、5月生まれの「春仔」の繁殖が活発であったことを示している。

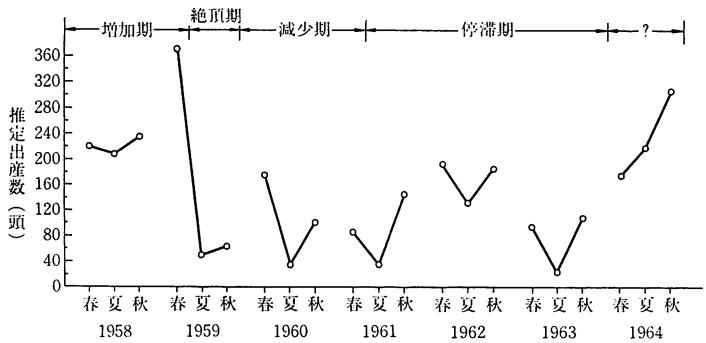
1959年8月と9月の絶頂相には、1頭の妊娠個体もいなかった。6月下旬の妊娠個体数から夏の出産数を、また、10月上旬の妊娠個体数から秋の出産数を、それぞれ推定した結果でも、夏と秋の出産数は非常に少なかった。

1960年の春から1961年の夏までの減少相での出産数をみると、1960年の春の「越冬個体群」の数(第1図)が他の年のそれと比べて最も多かったにもかかわらず、推定出産数はそれほど多くなかった。この後、夏、秋、そして翌年、春、夏と出産数は少なく、減少相の特徴がよく現れている。

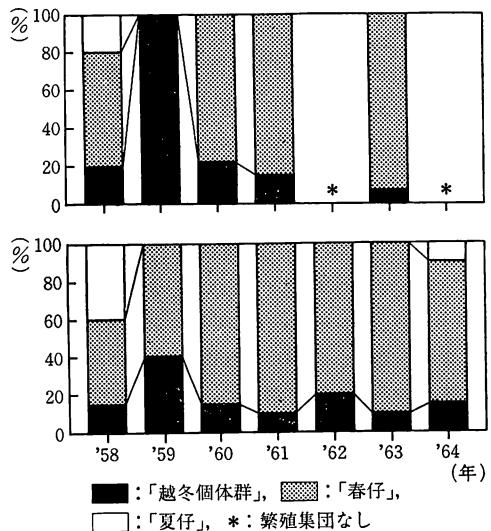
#### V 増加相でみられる特異現象

増加相では三つの特異現象がみられた。

第一は、秋繁殖が非常に活発であった中で、特に注目される現象は、体長95mmから104mmまでの亜成体に属する「夏仔」が10月の繁殖集団に参加していたことである(第6図)。この現象は1958年の増加相だ



第5図 個体群変動相と出産数との関係



第6図 10月の個体群における繁殖集団の年齢群構成(上:雄,下:雌)

けでなく1964年にもみられるから、繁殖が非常に活発になる個体群と結び付いた特異現象なのかもしれない。

第二は、1958年11月から1959年5月までの「越冬個体群」の生存率、88.2%が、他の年の生存率、29.6~58.7%と比べて明らかに高かったことである。このため、前年秋までに増加した個体数がほとんどそのまま冬を越したので、春の「越冬個体群」の数は例年と比べて大きかった。

第三は、1958年11月の「越冬個体群」の生殖器が、雌、雄ともに他の年より明らかに大きかった。この差は積雪期間中にさらに大きくなり、翌1959年の春繁殖が例年より1か月以上も早く開始され、第二の現象と結合して、個体数の著しい増加を導いたことである。

このような特異な現象がなぜ生じたのか? これらの

現象がすべて同じ要因に基づいたものと断定はできないが、要因分析の結果では、個体群の外的要因、つまり食物や気候などによるのではなく、いずれも個体群の内的要因による可能性が大きいことが考えられた(桑畑, 1984)。紙面の制限のため、第一の現象、すなわち、10月の個体群での「夏仔」の早熟性の*r*型発育(第2図)が起こった要因についてだけ以下に検討する。

「当年個体群」の繁殖に影響を及ぼす要因として食物(あるいは栄養)と個体群密度の二つがあげられている。このうち、食物要因は個体群構造—社会的要因と切り離して分析することができない。なぜなら、個体群構造—社会的要因は食物要因を通じて働くからである。しかし、「当年個体群」の発育抑制に対して食物要因があまり重要な働きをしていないという否定的事実がある。それは発育抑制個体が長期にわたって体重の増加を抑制していたことからである(第3, 4図)。もし、この抑制が食物要因によるものであったならば、長期間は生存できないはずである。

それでは個体群密度、つまり密度依存的要因はどうであろうか? 個体群密度と発育抑制との関係を検討したところ、個体群での発育抑制は必ずしも同じ密度レベルで起こっていないことがわかった。

1958年の増加相、1960年の減少相、1962年の停滞相の各年の10月の個体群での「夏仔」の発育を体重( $x$ )と睾丸重量( $y$ )の相対成長式で表すと、1958年は、 $\log \hat{y} = 4.827 \log x - 4.2653$ 、1962年は、 $\log \hat{y} = 4.827 \log x - 5.3843$ 、1960年は、 $\log \hat{y} = -3.342 \log x + 5.8380$ となった。

1958年の個体群密度は54頭/haであったが、すべての「夏仔」は明らかに早熟性の*r*型発育を示した。しかし、1960年と1962年の密度は、それぞれ51頭/haと47頭/haで、1958年の密度より低いにもかかわらず、それらは晩熟性の*s*型発育を示していた(第2図)、つまり、増加相と他の相では「夏仔」の発育が質的に異なるものと考えられる。

## VI 絶頂相における繁殖の抑制

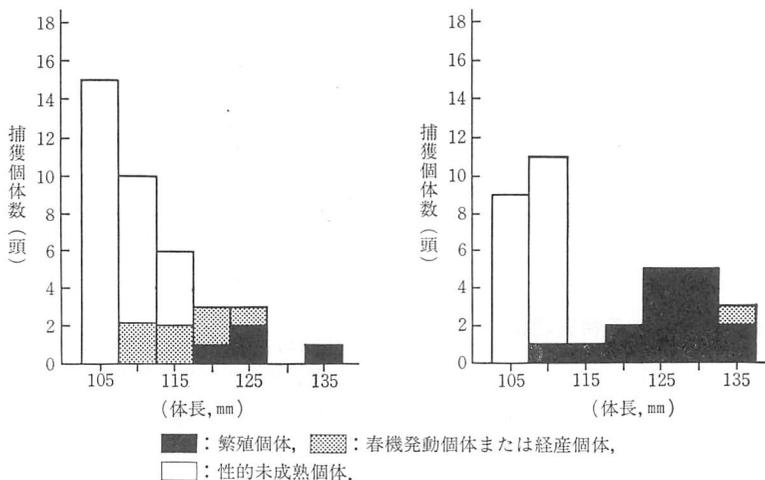
絶頂期は1959年8月から11月までであり、個体群密度が最高になった8月と9月の個体群からは1頭の繁殖個体もみられなかった。しかし、個体群密度がやや低下した10月には、再び繁殖個体が出現した。

そこで絶頂相を、①6月個体群、②8, 9月個体群、③10月個体群の三つの段階に区分して、それぞれの個体群において繁殖の抑制がどのように起こったかを分析した。

### 1 第一段階(絶頂相直前)

春繁殖によって6月の個体群密度はかなり増加したが、また、際立った高密度には達していない。しかし、繁殖の抑制はすでに始まっていた。亜成体—幼体の若齢群の雌雄には、ともに*s*型の発育抑制(第2図)がみられたが、成体では体長階の比較的小さい個体、すなわち、雄では115mm以下、雌では110mm以下で非常にはっきりした繁殖抑制がみられ、大部分の個体が性的未成熟の状態であった(第7図)。

一方、繁殖個体の出現状態をみると雌雄間に違いがある。雄の繁殖個体は体長階120mm以上に分布するが、



第7図 絶頂相直前(6月)における成体の繁殖抑制(左:雄, 右:雌)

そこには性的未成熟段階を脱した春機発動段階\*の個体も出現した。ところが雌では体長階 115 mm 以上のところには繁殖(妊娠または哺乳中)個体のみが分布していた。このような雌雄間の違いが彼らの縄張行動の違いによるのであろうか(河田・斉藤, 1987)?

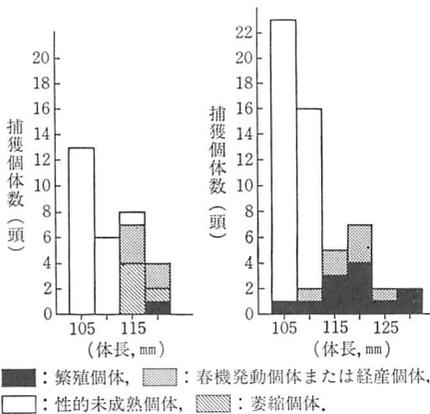
2 第二段階(際立った高密度時)

個体群密度が際立って高くなった8月と9月の個体群には、繁殖個体が全くいなかった。個体群の体長階分布は6月のそれとほとんど変わっていない。それにもかかわらず、すべての個体でなぜ繁殖抑制が起こったのか、ここでの問題である。

絶頂相直前(6月)の密度段階での繁殖抑制には、まだ個体相互間の社会的要因が重要な働きをしていたが、密度が際立って高くなった段階では、この社会的要因は無効になってしまうと考えられる。つまり、密度増加に対する繁殖抑制の起こり方には段階性が認められるのである。

3 第三段階(密度のやや減少時)

個体群密度がやや減少した10月の個体群に繁殖個体が出現した(第8図)。雄では、体長階 110 mm 以下はすべて性的未成熟個体であった。115 mm 以上では1個体を除いたすべての個体が性的未成熟段階を脱しており、最大体長階に属する4個体のうち1個体は繁殖状態にあった。



第8図 絶頂相個体群(10月)における成体の繁殖抑制(左:雄,右:雌)

\* 雄の性的成熟過程は三つの段階に区分される。すなわち、睪丸重量 200mg 以下:性的未成熟, 睪丸重量 200mg 以上;貯精のう重量 250mg 以下:春機発動, 睪丸重量 200mg 以上;貯精のう重量 250mg 以上:性的成熟(桑畑, 1984)。

一方、雌については、110 mm 以下の体長階では大部分の個体が性的未成熟状態にあり、わずかに2頭だけが繁殖状態にあった。115 mm 以上の個体はすべて繁殖(妊娠または哺乳中)個体か経産個体のいずれかである。経産個体は春に繁殖したことのある個体である。体長からみると、繁殖個体も経産個体と同一齢群に属すると考えられるから、これらの繁殖個体も春には繁殖を行っていた可能性がある。つまり、繁殖の状態からみて成体の中を体長の小さい若齢群と大きい老齢群とに分けることができる。

BUJALSKA et al. (1970) は密度依存的要因よりも個体群構造—社会的要因を重視し、「越冬個体雌が一定数以上生息する場合は若齢雌の性的成熟が抑制されること、また、それがホームレンジの排他性と関連していること」を示唆したが、この示唆の正しさを SAITOH (1981) が実験によって証明した。彼は「排他的なホームレンジを持つ雌だけが繁殖でき、それを持っていない雌は性的成熟が抑制されること」(斉藤, 1984) を明らかにした。

BUJALSKA と斉藤による社会構造と繁殖抑制との結び付きの解明は、個体群変動機構の研究にとって非常に価値あるものであるが、しかし、この解明は個体群における繁殖抑制機構のほんの一部にすぎない。排他的ホームレンジを持たないと考えられている雄の繁殖抑制機構、また、密度依存的要因と個体群構造—社会的要因との関係など、解明しなければならない問題は多くあるが、この中で、特に重要なのは CHRISTIAN 説(ストレス説)の位置付けであろう。

CHRISTIAN 説は際立った高密度個体群の崩壊過程を SELYE のストレス説に基づいて体系化したものである(CHRISTIAN, 1971)が、この説には二つの問題がある。一つは、個体群高密度—社会的ストレス—密度依存的要因を一括して論じていること、他の一つは、生体内での繁殖抑制機構を脳下垂体—副腎システムに限定していることである。実際には、神経機構とホルモン分泌機構に関する広範な研究が必要であると思う。

VII 減少相における繁殖の抑制

1960年5月の「越冬個体群」による春繁殖の開始は非常に遅れた。例年であれば「越冬個体群」の大部分が、すでに繁殖しているのに、この年の雄の性的成熟率は雄全体の50%、雌の妊娠率は雌全体の15%で極度に低かった。

6月にはほぼ例年の繁殖状態まで回復したが、このときの「越冬個体群」の死亡率が高く、5月の1/3の個体数でしか繁殖を行うことができなかった。このように、

「越冬個体群」による春繁殖が低調であったため、個体数の増加はほとんどなく、むしろ減少傾向さえみられた(第1図)。

「越冬個体群」と同様に、「春仔」による繁殖も悪い。8月の成体雄の性的成熟率は5%、成体雌の妊娠率は0%であった。亜成体—幼体の発育状態は雌だけについて把握することができた。体重( $x$ )と子宮重量( $y$ )との相対成長式は、 $\log y = 0.708 \log x + 0.0936$ であり、明らかにS型の発育(第2図)を示した。この年の秋繁殖が低調であったのも、「春仔」の繁殖の低調が原因であったと思われる。

翌1961年の「越冬個体群」の春繁殖はほぼ例年どおり開始された。しかし、5月から6月にかけての死亡率が特に雌で高かったため、6月の妊娠個体数はわずか2頭/haで非常に繁殖が低調であった。

以上のように、減少相での個体数の減少は激減型でなく、低調な繁殖活動によって生じたことが特徴である。

なぜ、低密度下で繁殖活動が活発に行われないのか? この問題に対して一つの実験がある。BOONSTRA がカナダのブリティッシュコロンビア州で行ったハタネズミの実験結果を、「減少相の個体群から適当な数の個体を取り、新しい地域に移しても減少を続けた」と齊藤(1984)が紹介している。この実験の結果は、食物、気候、そして個体群密度など、繁殖を行うための条件が好適であっても、個体の質がこの条件にこたえることができなければ、繁殖活動は低調になることを示唆している。

減少相の個体群は主に絶頂相の中で発育抑制を受けた個体で構成される。したがって、減少相の個体の質と

は、発育抑制個体の生理的機構のことになる。このような個体の生理的機構がどんなものであるかを明らかにするためには、個体群密度がかなり高くても、なお発育抑制が起こらない増加相の発育抑制を示さなかった個体の生理的機構を対比してみる必要があるであろう。増加要因、または減少要因、としての生理的機構が同時に解明できる利点があると思う。

## おわりに

エゾヤチネズミ個体群の変動機構は主に繁殖抑制の起こり方にあることを述べたが、それは決して単純ではなく、変動相ごとに、それぞれ異なったものであった。つまり、同種内での社会的関係から個体の質まで非常に広範囲にわたるものであった。

このような変動機構を研究する場合、一気に全面的解決を図るのではなく、仮説を一つ一つ検証して、積み重ねることが必要であると思う。

## 引用文献

- 1) 太田嘉四夫(1984):北海道産野ネズミ類の研究(共著),北海道大学図書刊行会,札幌,400pp.
- 2) BUJALSKA, G. et al. (1968): Acta Theriologica 13: 415~425.
- 3) ——— (1970): ibid. 15: 381~412.
- 4) CHRISTIAN, J. J. (1971): Biology of Reproduction 4: 248~294.
- 5) 河田雅圭・齊藤 隆(1987):サイエンス 10: 74~85.
- 6) 桑畑 勤(1984):林試研報(327):1~81.
- 7) SAITOH, T. (1981): Journal of Animal Ecology 50: 79~87.
- 8) 齊藤 隆(1984):哺乳類科学(49):1~20.

## 次号予告

次4月号は下記原稿を掲載する予定です。

昭和63年度植物防疫事業の概要	岩本 毅
植物防疫研究課題の概要	河部 暹
病害虫分野におけるメッシュ気候値の利用	中沢 啓一
キウイフルーツの花腐細菌病の発生と防除	橋 泰宣
カキクダアザミウマの発生変動と寄生菌	松本 要
輪作と薬剤によるキャベツ根こぶ病の防除	武藤 正義
輸入検疫で発見されるミバエ類	一戸 文彦・金田 昌士
ムギ類におけるムギダニの発生生態と防除法	村上 正雄・神田 徹

アメリカにおける病原微生物による雑草防除研究の

現状	行本 峰子
1987年のトビイロウンカの発生の特徴	
——九州を中心として——	寒川 一成
1987年のトビイロウンカの発生の特徴	
——島根県の場合——	野田 博明
植物防疫基礎講座	
果樹に寄生するアザミウマ類の見分け方	川村 昌昭
アブラナ科野菜根こぶ病菌休眠胞子の簡易定量法	高橋 賢司・山口 武夫

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

特集：ネズミ〔2〕

# 農耕地及び果樹園におけるハタネズミの被害と駆除

——水田転換リンゴわい性樹園を中心として——

長野県農事試験場 こう ねま しげ よし  
高 沼 重 義

## はじめに

農耕地における野その被害は今に始まった事ではない。しかし、最近はどこへいっても野その被害を耳にするし、農家にとっての被害意識としては高い位置を占めるようになってきた。このことは水田再編対策事業の推進により、商品性の高い作物が栽培されるようになって、栽培作物のわずかな被害といえども、栽培農家の経済に直接影響を与えることによる。現在、水田転換作物として果樹・野菜・花きなどが栽培され、それぞれ被害が問題視されているが、この中で長野県としては、リンゴわい性樹園の被害について調査を行い、対策を検討しているので概要を報告する。

## I リンゴわい性樹園におけるハタネズミの被害

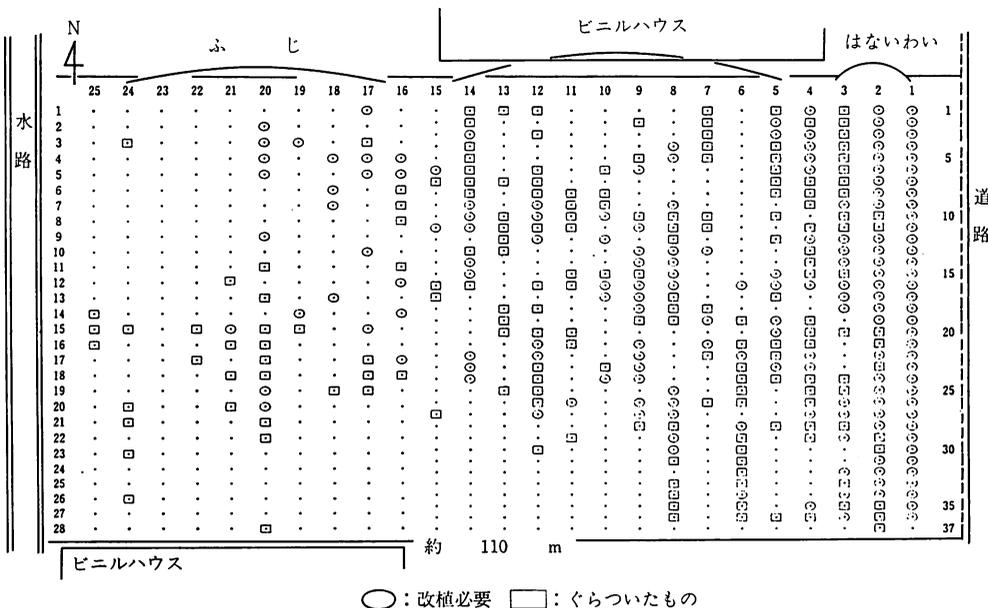
### 1 被害事例

長野県上高井郡小布施町で 1982 年ごろから 83 年に

かけて発生した、リンゴわい性樹園の野そによる被害状況を第 1 図に示す。被害の現れ方は根の食害により樹全体がすっぽりと抜けてしまうもの、わずかに根が残っているが地上部がぐらついてしまうものなどであった。品種別にみると、事例の「はないわい」の被害は 92.8% にも達し、「つがる」は 44.1%、「ふじ」は 20.7% の被害であった。リンゴ園全体としては 42.8% の被害であった。このリンゴ園は被害を受けなかったなら、収穫可能な樹勢であり、翌年にはかなりの収穫が期待できるものであった。捕獲調査を行ってみると、野その種類はすべてハタネズミで、このは場全体で 40 頭が捕獲された。解剖の結果、雄は精巣が降下し、また雌は妊娠している個体がみられ、また幼獣も存在した。

### 2 被害発生様相

以上のような被害が、いつ、またどのような場所に現れてくるかを究明することは、防除対策を立てるうえで意味があると考えられる。そこで 1986 年 3 月に長野県



第 1 図 リンゴわい性樹の春の被害状況 (68 a, 3 月)

北部の、水田転換リンゴわい性樹の 12 ほ場における被害の発生状況を調査した。栽培農家においては被害が発生すると、その後に新しい苗木を補植する。したがって被害発生ほ場では樹齢が不均一となる。これに着目して調査ほ場の栽植樹についておのおのの樹齢を調査した。被害樹の発生年度は、ほ場全体の植え付け年度から被害樹の樹齢を減じて推定した。この結果を第 1 表に示す。調査を行っていて気付いた事は、改植を必要とするような著しい被害は、ほ場の中央部よりも周囲の畦畔際に多く発生していることであった。樹齢を調査して被害発生年度を推定すると、植え付け当初は被害が発生せず、2 年目から 4 年目にかけて被害が発生していることがわかった。以上の結果から、リンゴわい性樹の被害は周囲の畦畔の野そよによることが考えられ、また植え付け当初は、ほ場の内部へ野そよが侵入しにくい状態にあることが考えられた。

II リンゴわい性樹園と水田畦畔との関連

以上述べたような被害発生の原因究明、あるいは防止

対策の樹立は焦眉の急務である。リンゴ栽培は必ずしもわい性樹ばかりではない。しかし栽植距離が関係するの、野そよの加害が容易なためか判然とはしないが、とにかく水田転換わい性樹は被害を受けやすい。また水田転換ほ場では畦畔とは場内部との区分が明確なために、野そよの生態究明に好都合でもあり、かつ一般畑地における被害対策をたてるうえで、参考になる面も多い。したがって本研究では調査場所を水田転換畑ほ場に求めた。

1 初冬期の水田畦畔に接したリンゴわい性樹園における野そよの生息状況

調査地は上高井郡小布施町で、調査期間は 1986 年 12 月 8~13 日の 6 日間であった。試験区は水路を挟んで南北に伸びた幅約 2 m の大きな畦畔で、100 m 範囲内に 7 m 間隔で野そ穴をねらって二列のカゴワナを配置した。配置数は各列 12 個と 13 個とした。この畦畔から枝分かれする 5 本の幅の狭い小さな畦畔にも、大きな畦畔からの距離を 7 m おいてカゴワナを 5 個配置した。大きな畦畔に接するリンゴわい性樹園 (約 24 a) 内にカゴワナを野そ穴を狙って配置した。配置方法は、野そ

第 1 表 水田転換リンゴわい性樹園における被害発生年次

ほ場 No.	山ノ内町 1		2		3		4		中野市 1		2		3	
	被害樹数 (本)	被害率 (%)												
54					—	0			—	0				
55					0	0			0	0				
56					0	0	—	0	8	4.0	—	0	—	0
57	—	0	—	0	1	0.5	0	0	1	0.5	14	13.7	—	0
58	5	0.8	—	0	20	9.0	1	1.0	0	0	4	3.9	4	1.5
59	7	1.2	12	5.0	16	7.2	15	14.9	0	0	0	0	29	11.2
60	28	4.7	2	0.8	0	0	3	3.0	0	0	0	0	0	0
61	111	18.7	37	15.5	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
植え付け本数	593		238		221		101		200		102		259	

ほ場 No.	中野市 4		5		6		7		豊野町 1		2	
	被害樹数 (本)	被害率 (%)										
54												
55	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0
56	0	0	—	0	0	0	0	0	—	0	—	0
57	0	0	0	0	0	0	8	4.8	1	0.3	0	0
58	5	5.2	5	4.3	10	10.4	2	1.2	38	12.9	17	15.6
59	7	7.3	1	0.9	2	2.1	1	0.6	7	2.4	0	0
60	2	2.1	4	3.5	0	0	0	0	5	1.7	0	0
61	1	1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
植え付け本数	96		115		96		165		295		109	

被害発生年次 = 経過年次 - 改植樹の現在 (1986 年) の樹齢, 被害率 =  $\frac{\text{年次別被害樹数}}{\text{植え付け本数}} \times 100$

穴を狙って、畦畔に沿って南北方向への7m間隔で7個を配置し、東西方向へ8m間隔で7個を配置し、合計49個を配置した。これはリンゴ樹の栽植間隔が畦幅8m、株間1.5mであるためである。生息調査は記号放逐法により行った。この時期には夜間の低温のために捕獲野そが凍死してしまうが、他の水田畦畔における生息状況の調査結果から昼間にも捕獲が可能と考えられたので、朝の間にカゴワナを設置し、午後3時30分から捕獲野その回収と、記号放逐を行った。

(1) 捕獲位置

調査期間中にハタネズミ16頭が捕獲され、この内11頭が再捕された。捕獲位置はほとんどが畦畔であり、わい性樹園内では大きな畦畔寄りの1か所で1個体(No.16)が捕獲されただけであった。以上の結果から初冬期には畦畔が野その重要な生息場所と推測された。なお捕獲個体の中には秋から初冬期にかけて出産されたと考えられる若い個体が存在した(第2図)。

(2) 行動範囲

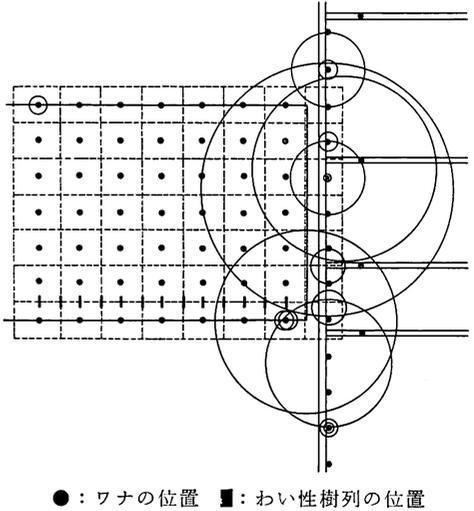
前述の捕獲されたものについて、畦畔及びリンゴわい性樹園における野その行動との関連を把握するために、野その行動範囲を解析した。なお本解析は次の仮定に基づいて実施された。

- ① 水路を挟んで同一場所に2個のカゴワナを設置したが、これらを1点とみなした。
- ② HAYNEの行動中心点の概念を採用し、各捕点における捕獲回数に重みを付けて、見掛け上の行動中心点を求めた。

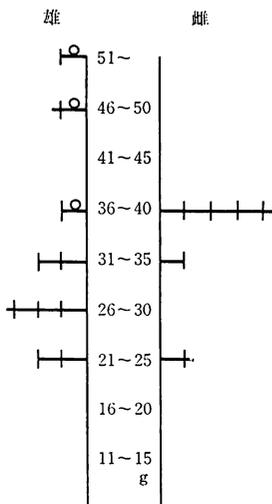
③ 最大移動距離の1/2の長さを行動中心点の両側にとって、この範囲を行動範囲と見なした。最大移動距離には捕点間の最長値(レンジ長)をあてた。

④ 1点で1回だけ捕獲された場合には、ワナ配置間隔の1/2長をレンジ長とし、このレンジ長の1/2の長さを中心点の両側にとって、この範囲を行動範囲とみなした。

⑤ 1点で複数回捕獲された場合には、レンジ長(ワナ配置間隔の1/2長)に重みを付けて、捕獲回数で除し、その値をレンジ長とした。またその長さの半分を中心点の両側にとり、この範囲を行動範囲と見なした。なお水田転換畑地であるため野そがリンゴ園内では、水田畦畔の直線的な広がりとは異なり、二次元的ないわゆる面的な広がりがあるために、レンジ長の1/2を半径とする円を行動範囲と仮定して解析を行った。以上結果は第3

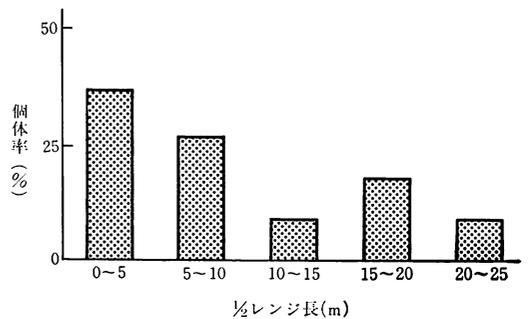


第3図 畦畔及びリンゴわい性樹園におけるハタネズミの行動範囲



第2図 リンゴわい性樹園における野その体重構成(初冬期)

○: 精巣降下, 1目盛1頭



第4図 畦畔及びリンゴわい性樹園のハタネズミの再捕個体群における行動範囲の度数分布

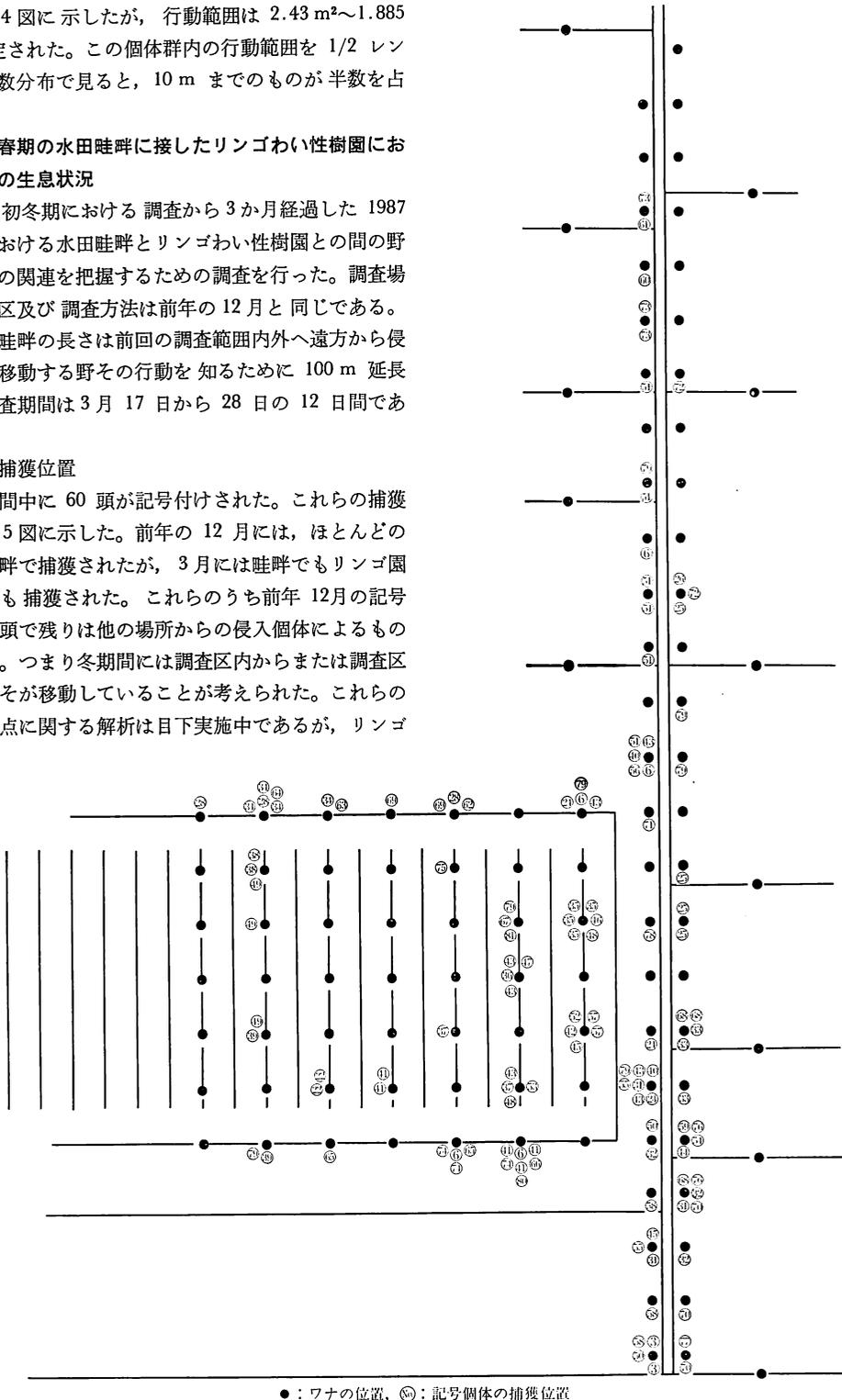
図及び第4図に示したが、行動範囲は 2.43 m<sup>2</sup>~1.885 m<sup>2</sup> と推定された。この個体群内の行動範囲を 1/2 レンジ長の度数分布で見ると、10 m までのものが半数を占めた。

2 初春期の水田畦畔に接したリンゴわい性樹園における野その生息状況

前述の初冬期における調査から3か月経過した 1987年3月における水田畦畔とリンゴわい性樹園との間の野その行動の関連を把握するための調査を行った。調査場所、調査区及び調査方法は前年の12月と同じである。ただし、畦畔の長さは前回の調査範囲内外へ遠方から侵入または移動する野その行動を知るために 100 m 延長した。調査期間は3月17日から28日の12日間であった。

(1) 捕獲位置

調査期間中に 60 頭が記号付けされた。これらの捕獲地点を第5図に示した。前年の12月には、ほとんどの個体が畦畔で捕獲されたが、3月には畦畔でもリンゴ園の内部でも捕獲された。これらのうち前年12月の記号個体は8頭で残りは他の場所からの侵入個体によるものであった。つまり冬期間には調査区内からまたは調査区外から野そが移動していることが考えられた。これらの行動中心点に関する解析は目下実施中であるが、リンゴ



第5図 初春期(3月)における野その捕点

園の内部に中心点を持つと考えられる個体も見られている。また極端にレンジ長の大きい個体が存在している。

(2) 体重構成

捕獲個体の体重構成を第6図に示した。この図から明らかに冬期に生まれたと考えられる個体の存在が知られた。また体重 26g 以上の雌には膣の開口がみられ、繁殖可能な状態が観察された。捕獲個体中、体重の重い雌個体において、妊娠と考えられる個体が存在した。雄には精巢の降下した個体が存在した。また全捕獲個体について雄よりも雌の捕獲数が2倍も多かった。

3 春期の水田畦畔に接するリンゴわい性樹園における野その生息状況

初春期の調査からさらに2か月経過した1987年5月、水田の畦畔とリンゴわい性樹園との間の野その行動の関連を把握するための調査を試みた。調査場所、調査区、調査方法は初春期と同様で、調査期間は5月2日から5月18日の17日間であった。

(1) 捕獲位置

調査期間中に53頭が捕獲・記号付けされた。このうち18頭は初冬期及び初春期記号個体で、残りの個体は調査区外からの侵入個体であった。野そは前回同様、水田畦畔とリンゴ園の内部で主に捕獲されたが、畦畔では支線にあたる小さな畦畔でも捕獲され、行動範囲の拡大が考えられた。リンゴ園内での捕獲個体数は春の消毒などの管理作業が行われたときは捕獲が少なくなった。

(2) 体重構成

捕獲された野その体重構成を第7図に示した。毛の色から判断して明らかに初春期に出産されたと考えられる幼獣が53頭中14頭(26%)認められた。このうち体重が25g以下の雌個体にも、膣の開口がみられたこと

は3月の調査と異なる点であった。

III 駆 除

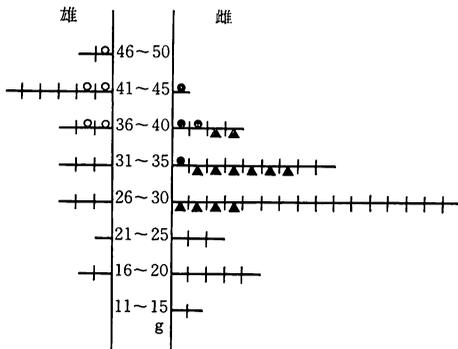
以上、水田畦畔における野その生息状況とこれに接するリンゴわい性樹園における野その生息状況を述べてきたが、これらのうち被害に直接関与する野そはハタネズミであった。これらの野そを効率よく駆除するためには駆除時期及び方法の検討が必要である。現在一般にリンゴ園における野そに対する駆除と被害回避には次のような手段が考えられている。

- 野そ駆除
  - 物理的方法：捕そ器、粘着板、金網など
  - 化学的方法：毒餌、忌避剤
  - 生態的方法：輪作など

しかしながら広域駆除を行う場合には毒餌に頼らざるを得ない。

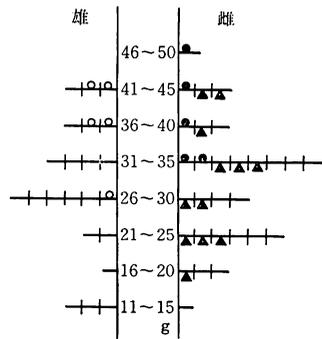
1 駆除時期の検討

前述の被害発生調査の結果から、苗木の植え付けを行った後の2~4年目にかけての侵入を防ぐ手段をとるか、駆除を行う必要がある。リンゴわい性樹園の植え付けに際しては、喬木と異なって、栽培本数が多いために、バックホーなどの機械力を利用して溝掘りを行い植え付けがなされる。このため、ほ場の耕土はかなり反転されており、植え付け当初のほ場は、野そにとって侵入しにくい状態にあると考えられる。しかし、わい性樹栽培では根張りをよくすることが重要なため植え付け後に土盛りを行う。また、乾燥防止のために根元にわらなどを敷く。また家庭の厨芥や農作業で生じるゴミの類も有機物として、リンゴわい性樹の根元に運び込まれている。このようなほ場条件が、植え付け2年目あたりから野その侵入を許していることは十分に考えられる。



第6図 リンゴわい性樹における野その体重構成 (初春期)

○：精巢降下，●：妊娠，▲：膣開口個体  
1目盛1頭



第7図 リンゴわい性樹園における野その体重構成 (春期)

○：精巢降下，●：妊娠，▲：膣開口個体  
1目盛1頭

年間の駆除時期はいつがよいであろうか。工藤・大木 (1982) は本邦産とハンガリー産ハタネズミの成長曲線を示している。彼らによると本邦産ハタネズミの出生時体重は平均 2.8g であり、離乳期にあたる生後 13~15 日から顕著な体重増加が認められるという。また生後 35 日目ですでに繁殖能力を持つ個体の存在することが指摘されている。今体重 20g 前後に達するのに出生後約 5 週間 (35 日)~10 週間 (70 日) を要すると考えると、初冬期の水田畦畔で捕獲されたハタネズミは 9 月下旬から 10 月にかけて出産されたことになるが、この時期には水田にイネがまだ存在している。この時期に野その生息密度を低下させないと駆除効果はあがらないであろう。しかし、この時期の畦畔にはそ穴が少ないから、毒餌投与による駆除手段はとりにくい状況にある。

畦畔にそ穴が増加するのは、水稻が収穫された後の、11 月以降である。毒餌投与法をとる限り、野その生息個体数の増加時期ではあるが、そ穴の存在が確認できるこの時期 (11 月以降) に駆除せざるを得ない。この時期は農作業上からは都合よい時期である。この場合、毒餌は確実な駆除効力を持つものであることが必要条件である。

次に春期 (5 月) にみられる幼獣の出産時期は、上述と同じ理由により 3 月下旬ごろと推察される。このころに生まれたと考えられる個体にも膈が開口し繁殖能力を持つと考えられるものも存在していた。このことから、春駆除は 3 月下旬以前に行う必要があると考えられる。さらに、春期調査で得た死亡個体の胃内容物についての剖検結果から、春の雪解け後にもハタネズミの被害は続くことが知られており、このことから 3 月下旬以前の駆除は有効といえる。初春期の調査では、調査区内で得られた前年 12 月の記号個体が少なく、逆に侵入個体が多かったことから、冬期間にかなりの侵入移動があると考えられた。このことは前年の初冬期における広域駆除の重要性を示唆するものである。地域における駆除範囲はどこまでとすべきかについては、今後の検討課題として残されている。

## 2 駆除場所の検討

水稻収穫前の 10 月後半ごろには野そのは畦畔だけではなく水田内にも生息する。それが水稻の収穫が終わると、野そのは畦畔へ移動し、そ穴が確認されるようになることはすでに述べた。初冬期の調査結果から、畦畔は野そのにとって重要な生息場所であり、畦畔を駆除対象場所とする必要性が考えられた。しかし、この時期になぜリンゴわい性樹園内へ侵入しないのかは今後の検討課題である。また、水田畦畔に接するリンゴわい性樹園内にお

けるハタネズミの行動範囲についての解析結果から、畦畔際から被害が発生することが十分に考えられた。初春期においては、水田畦畔だけでなく、これに接するリンゴわい性樹園の内部のそ穴にも、毒餌投与が必要となる。この場合リンゴ園内のハタネズミの嗜好する毒餌を選択することが必要となる。

## おわりに

今回水田畦畔及びこれに接する水田転換リンゴわい性樹園の捕獲野そ、特にハタネズミについての行動範囲について記号放逐による調査を行った結果、調査区内への侵入と移動がかなりあることが知られた。また、今までの単に毒餌はそ穴に投入しさえすればよいという駆除概念に対して、駆除時期及び駆除場所に関して若干の知見が得られた。しかし、野その被害防止では、駆除効率が問題となる。これには各種駆除手段の駆除効率に関する試験が必要と考えられる。とりわけ広域駆除に適用できる嗜好性及び作用性の高い毒餌の選択とその摂食性を高める試験が必要である。さらに、一定地域内に生息する野その絶滅を期待することが不可能ならば、ほ場内で被害の起こらない個体数 (許容個体数) はどのくらいなのか、また野そのが生息するにもかかわらず被害が見られない地域における生息状況及び環境などに関する詳細な調査が今後必要である。

本稿で紹介した調査研究の多くは、長野県農業関係試験開発研究費及び基礎研究費によって、同試験場病害虫部諸氏の協力のもとに行われているものであり、関係諸氏に深く感謝します。また、九州大学農学部 白石 哲博士の助言を得て行われているものであり、同博士に深く感謝します。また日ごろご指導とご援助をいただいている農林水産省林業試験場関西支場の北原英治氏に深く感謝します。

## 参考文献

- 1) 工藤 博・大木と志雄 (1982): 実験動物 31(3): 175~183.
- 2) 荒井秋晴・白石 哲 (1982): 九大農芸誌 36(2・3): 89~99.
- 3) ——— (1982): 同上 36(4): 183~189.
- 4) 高沼重義 (1972): 関東東山病虫研会報 (19): 149.
- 5) ——— (1973): 同上 (20): 159.
- 6) ——— (1974): 同上 (21): 149.
- 7) ——— (1984): 同上 (31): 157.
- 8) ——— (1987): 同上 (34): 204.
- 9) 樋口輔三郎 (1970): 野その生態と防除, 北方林業叢書, 6~16.
- 10) 宮川健一 (1981): 長野県りんごわい化栽培の実際, 長野経済連, 42~45.

特集：ネズミ〔3〕

## ネズミの防除薬剤—最近の動向

筑波大学農林学系 <sup>く</sup>草 <sup>の</sup>野 <sup>ちゆう</sup>忠 <sup>じ</sup>治

水田、畑、農産物倉庫などでネズミの被害は局部的ではあるが恒常的に発生している。昭和 50 年度に農林水産省植物防疫課が中心として行った、獣類による農作物の被害調査によると、加害獣類の中で最大の被害面積を示すものはネズミ類である。ハウス栽培のイチゴの果実の食害、積雪地帯における果樹の樹幹や根系の食害、沖縄県におけるサトウキビ、パイナップルの被害などが、顕著である。林業統計資料によると、造林地ではネズミ類による植栽木の被害は減少の傾向にあるが、加害獣類のなかで最大有害獣は依然としてネズミ類である。

ネズミ類に対する防除法は種々あるが、化学薬剤すなわち殺そ剤による防除法は依然として主役を占めている。

## I 殺そ剤開発の動向

農薬としての殺そ剤の日本における生産額は 10 億円未満で横ばいの傾向を示し、これが日本の農薬会社の殺そ剤開発意欲にブレーキをかけている。しかし、欧米では抗凝血系殺そ剤に対する抵抗性ドブネズミ、クマネズミ、ハツカネズミが現れ、その分布が増加したこと、ネズミは衛生上の有害種として強く認識されていること、発展途上国における農業振興の大きなブレーキとなっているネズミを防除する対策の中で殺そ剤が大きな比重を占めると認識されていることなどにより、新殺そ剤の開発が活発に行われている。農産物倉庫などへのネズミの侵入防止、包装容器や電線などの齧害防止に忌避剤が有効である。そして、忌避剤の開発研究も行われているが、まだ有望な新製剤は開発されていない。

## 1 抗凝血系殺そ剤

ワルファリンは 1950 年より超低毒性で、緩やかに中毒が進行し、けいれんもなく安らかにネズミを死亡させる安全な殺そ剤として世界中で広く使用されてきた。ところが、1960 年代の初頭にワルファリン抵抗性のドブネズミ、ハツカネズミが検出され、1970 年代には抵抗性クマネズミが検出された。そのために、ワルファリンなどの抗凝血系殺そ剤のネズミに対する防除効果が低下し、新殺そ剤の開発研究が進められた。このような状況

下で、1970 年代より 1980 年にかけて開発された新しい抗凝血系殺そ剤はディフェナクム、プロディファクム、プロマディオロン、フロクマフェンである。これらの新殺そ剤はワルファリン抵抗性のネズミ類に有効であり、イギリス、アメリカなど 10 数か国で用いられている。日本では、1970 年代より 1980 年代にかけて外国より導入され、農業登録を受けた抗凝血系殺そ剤にはクロロファシノンとダイファシノンがある。

## 2 急性中毒殺そ剤

1970 年代に日本で農業登録をした殺そ剤はカヤネックス (国産) とピリニューロン (アメリカ産) に過ぎない。しかし、これらの薬剤は市販されていない。欧米では、エピブロック、プロメタリン、カルソフェロールなどの新殺そ剤が開発されている。

## II 新殺そ剤の作用特性

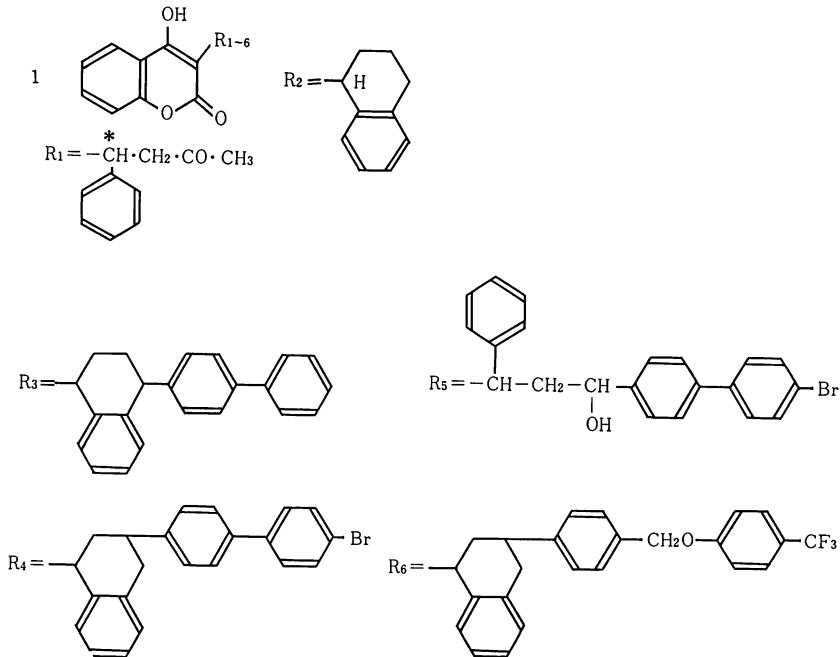
## 1 抗凝血系殺そ剤

## (1) プロディファクム Brodifacoum

1) 化学構造と化学的性質：分子式は  $C_{31}H_{23}O_3Br$  であり、分子量は 523 である。化学名は 3-(3-[4'-bromobiphenyl-4-yl]-1,2,3,4-tetrahydronaphth-1-yl)-4-hydroxycoumarin である。工業品は薄灰白色あるいは淡黄色の粉末である。融点 (m. p.) は 228~232°C である。水、石油エーテルに難溶であるが、大部分の有機溶媒に溶ける。高速液体クロマトグラフィーにより分析が可能である。2 種の異性体があるが、抗凝血活性には差異がない。工業品の不純物の大部分は 4-hydroxycoumarin と bromodiphenyldihydronaphthalene である。不純物はプロディファクムと同様にネズミに摂取される。これらの不純物の 0.005% を含む餌を長期間マウスに与え、毒性のきわめて低いことが明らかにされた。ヒスチジンを必要とするバクテリアの種々の系統を用いた Ames テストで、プロディファクムはなんら発がん性がないことが明らかとなった (DUBOCK and KAUKKINEN, 1978)。

2) ネズミ類に対する毒性及び殺そ効力：第 1 表に示すように、3 種の住家性ネズミ類に対する急性毒性はきわめて強く、急性 LD<sub>50</sub> 値は 1.0mg/kg 以下である。これらのネズミ類のうち、ドブネズミは本剤に対する感

Recent Status on New Rodenticides. By Tyuzi KUSANO



第1図 抗凝血系殺そ剤

1: 4-ヒドロキシクマリン誘導体,  $R_1$ : ワルファリン,  $R_2$ : クマテトラリル,  $R_3$ : ディフェナクム,  $R_4$ : プロディファクム,  $R_5$ : プロマディオロン,  $R_6$ : フロクマフェン

第1表 住家性ネズミ類に対するプロディファクムの毒性

ネズミの種類	系統あるいは産地	経口急性毒性 (LD <sub>50</sub> , mg/kg)	経口亜急性毒性 (亜急性 LD <sub>50</sub> , mg/kg×日)
ドブネズミ <i>Rattus norvegicus</i>	ウイスター系, ♂	0.26	0.06×5
	アメリカ, 野生, ♀	0.22	
	中国, 野生	0.32	
クマネズミ <i>Rattus rattus</i>	アメリカ, ♂	0.73	
	〃, ♀	0.65	
ハツカネズミ <i>Mus musculus</i>	LAC Grey 系	0.40	0.035×5
	中国, 野生	0.85	

薬剤は胃内投与

(KAUKKINEN and RAMPAUD, 1986 のまとめ資料)

受性が高く, 次にハツカネズミ, クマネズミの順序となる。他の 23 種のネズミ類に対する経口急性毒性も調査されているが, その値は 1mg/kg 以下である。本剤の急性毒性に対して最も感受性の低いネズミはクマネズミ *Rattus rattus* (アメリカ産), *R. r. rufescens* (インド産), ハタネズミ *Microtus pennsylvanicus* (アメリカ産) であり, 0.7mg/kg 強の LD<sub>50</sub> 値を示した。

次に, 5 日間にわたり, 連日一定量の本剤を胃内に投与したときの 50%致死薬量も第1表に示した。さらに, 種々の濃度の毒餌を種々の期間ネズミに摂食させ, 50%及び 98% 死亡する日数 (50% あるいは 98% 致死摂食

日数, LFP<sub>50</sub>, LFP<sub>98</sub> と略称) の値を第2表に示した。クマネズミでは 0.002~0.005% 餌の3日間摂食, インド産のハツカネズミでは 0.002~0.005% 餌の7~8日間の摂食で大部分死亡する。0.0005~0.005% プロディファクム餌を1~2日間, ワルファリン感受性及び抵抗性の住家性ネズミ類に摂食させたとき, 両系統のドブネズミでは 0.0005% 餌の2日間摂食, 両系統のクマネズミ, ハツカネズミでは 0.005% 餌の2日間摂食で 100% の死亡率が得られた。生存日数は 4~20 日と変動が顕著であるが, 平均生存日数は 5~10 日となり, 本剤の毒作用は遅効性であることがわかる。筆者が, 0.005% 餌を

第2表 プロディオファクム餌のクマネズミ及びハツカネズミに対する致死摂食日数

ネズミの種類	濃度 (%)	LFP <sub>50</sub> (日)	LFP <sub>98</sub> (日)
クマネズミ	0.002	0.76	3.02
<i>Rattus rattus</i>	0.005	0.68	2.76
ハツカネズミ	0.002	1.52	8.32
<i>Mus musculus</i>	0.005	1.26	7.25

(KAUKEINEN and RAMPAUD, 1986)

シロネズミ, ドブネズミは 0.005% 餌の 6 時間摂食により, それぞれ 96%, 100% の死亡率であった (DUBOCK and KAUKEINEN, 1978).

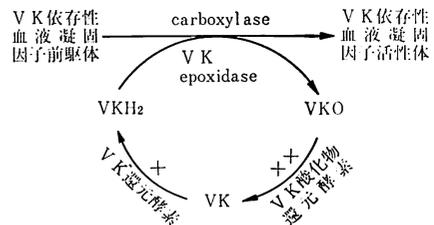
クマネズミ, ウイスター系シロネズミ, ICR 系ハツカネズミにそれぞれ 1~2 日, 1 日, 1~2 日間摂食させると, 平均生存日数はそれぞれ 7.9 日, 6.2 日, 6.2 日であった (草野, 未発表). 48 種のネズミ類に 0.000125~0.01% 餌を一定日数摂食させた場合の死亡率が測定された. 大部分の種は 0.001~0.005% 餌を 2~3 日間摂食することにより 100% 死亡した. これらの結果から, 本剤の製剤の標準濃度は 0.005% となっているとみられる.

3) 摂食性: プロディオファクム含有毒餌と無毒餌をネズミ類に投与し (2 皿選択法), 両者の摂取量の割合に基づいて, 摂食性が評価された. 0.001%, 0.0005% 餌の場合, ドブネズミは毒餌及び無毒餌を同等に摂取し, 良好な摂食性を示した. 0.002% 餌では, 毒餌は無毒餌よりも低い摂取量であった. クマネズミ及びハツカネズミでも, 0.005% 餌で, 毒餌は無毒餌よりも低い摂取量を示した. 0.002% 餌では, 無毒餌との間の摂取量の差はわずかであった. したがって, 0.002~0.005% の濃度で, プロディオファクム餌の摂食性は低下するが, その理由については解析されていない (REDFERN et al., 1976). しかし, ドブネズミ, クマネズミ, ハツカネズミを用いて, 0.005% の粒状餌と無毒餌に対する選択テストが行われ, 両者はほぼ同等の摂取量を示し, 良好な摂食性であった.

4) ワルファリンなどの抗凝血系殺そ剤に対し抵抗性を示すネズミ類に対する殺そ効力: プロディオファクムはワルファリンなどの抗凝血系殺そ剤に対して抵抗性を示すネズミにも強い殺そ効力を示すことが知られている. HADLER and SHADBOLT (1975) は抵抗性要因という概念を入れて, 抗凝血系殺そ剤に対するネズミの抵抗性の程度を表現した. すなわち, 正常なプロトロンビン時間 (血しょうのプロトロンビンが賦活されてフィブリンが生成されるまでの時間, 秒) は 16 秒であるが抗凝血系殺そ剤を経口投与して 4 日目のこの値を 112 秒まで増加

させるのに必要な 1 日当たりの薬量 (mg/kg) を感受性ネズミと抵抗性ネズミで測定する. 後者の前者に対する比が抵抗性要因 (HADLER の抵抗性要因ともいう) と定義された. プロディオファクム, ワルファリン (S 異性体) の抵抗性要因はそれぞれ 1.3, >166.7 であり, プロディオファクムに対しては感受性と抵抗性の差が小さいことが示された.

5) 作用機構: ネズミにワルファリンを投薬すると, ビタミン K<sub>1</sub>(VK<sub>1</sub>) の肝臓による取り込みあるいは細胞分画レベルにおける分布は阻害されないが, VK<sub>1</sub> 酸化物の蓄積が認められた. ビタミン K 欠乏ネズミで VK<sub>1</sub> 酸化物は VK<sub>1</sub> と同じプロトロンビン合成能力を持っているが, ワルファリンを投薬すると, これが無効となった. これらの結果から, VK<sub>1</sub> 酸化物はワルファリンによって阻害される反応系により VK<sub>1</sub> へ転換することが示唆された (BELL and MATSCHINER, 1972). 一方, プロトロンビン前駆体が VK<sub>1</sub> により活性体に転換するという考えは 1970 年代初期より主張されていた (SHAH and SUTTIE, 1971). これらの研究成果が土台になって, ワルファリン, プロディオファクムなどの間接型抗凝血系殺そ剤による VK 依存性凝血因子の肝臓における生成機構について次の作業仮説が提出されている. これは第 2 図に示した. すなわち, プロトロンビンなど VK 依存性凝血因子の前駆体から活性体への転換と VK サイクルとは共役している. ワルファリンなどの間接型抗凝血系殺そ剤により VK 還元酵素及び VK 酸化物還元酵素が阻害され (後者に対する作用が主役となる), VK サイクルが作動しなくなる. そのために, プロトロンビンなど VK を必要とする 4 種の凝血因子の生成が低下することになる. VK 酸化物還元酵素に対する阻害度の薬剤間の差異は抗凝血効力の薬剤間差異や種間差異に結び付くと主張されている (SUTTIE, 1980). ワルファリ



第2図 間接型抗凝血系殺そ剤による VK 依存性血液凝固因子生成阻害機構 (PARK and LECK, 1982)

VKH<sub>2</sub>: ヒドロキノン, VKO: VK 酸化物, ×, ××: 阻害度

ン抵抗性ネズミの肝臓の  $VK_1$  酸化物還元酵素活性は感受性ネズミに比べ、ワルファリンによる阻害度は低かった。このことがこの酵素のワルファリンに対する低い親和性の原因であると見なされている。また、ワルファリンに対して親和性が低い特異な  $VK_1$  酸化物還元酵素は突然変異により質的に変化したものと推測されている (ZIMMERMANN and MATSCHINER, 1974; BELL, 1978)。

ワルファリン 4 mg/kg, あるいは 12.5 mg/kg をラットに静脈注射したときの生物学的半減期はそれぞれ 10.4, 9.4 時間である (NAGASHIMA and LEVY, 1969), 一方、プロディファクム 0.2 mg/kg を1回胃内投与したときの生物学的半減期は 156 時間となり、ワルファリンに比べて異常に長いことがわかる。さらに、肝臓におけるプロディファクム量は急速に上昇し、しかも高いレベルが 100 時間以上も持続する (BACHMANN and SULLIVAN, 1983)。このように、ワルファリンよりもはるかに少ない摂食日数により高い抗凝血効果が維持されるというプロディファクムの作用特性が中毒死の主因となるものと思われる。プロマダイオロン、フロクマフェンの慢性毒性はワルファリンよりも強いが、これは既述の機構によるものと推測される。なお、間接型抗凝血系剤によるネズミの中毒死は、凝血活性そう失の持続と毛細血管障害により体内諸組織に内出血を生じることによるものである。

#### 6) 耕地、造林地などにおけるネズミ類に対する防除効果

①水田：マレーシア、フィリピン、ベネズエラの水田で 0.003, 0.005% プロディファクム餌の防除効果が調査された。1週間に2回、そ穴に本剤のワックスブロック (ワックスで有効成分を固めたもの) が施用された。処理前後の活動ネズミ数の変化や無毒餌の消失数の変化に基づいて防除効果が評価された。その結果、80~100% の防除効果が得られた。②サトウキビ畑：メキシコのサトウキビ畑で 0.005% のプロディファクム餌の防除効果が調査された。3 kg/ha の割合で、毒餌を1回施用して、ネズミ捕獲率は 38% (防除前) から 0% に減少した。ニカラグアで、0.005% プロディファクム餌 4 kg/ha をサトウキビ畑に空中散布した後、生息ネズミ数は著しく減少した。オーストラリアのサトウキビ畑でも同様の結果が得られている。③アブラヤシ：マレーシアのアブラヤシ園でプロディファクムワックスブロック (0.003, 0.005%) の防除効果が調査された。アブラヤシの樹幹の地際周辺にワックスブロックが、2.0 kg/ha の施用量で配置された。7~10 日間隔で4回施用することによりネズミ (*Rattus tiomanicus*) の活動は 72~97%

減少した。④果樹園：北アメリカのリンゴ園で野ネズミ (*Microtus* 属) に対する本剤の防除効果が調査された。0.001% の粒状餌を 2 kg/ha の割合で、手まき散布して、良好な防除効果が得られた。0.001% 粒状餌を 5~15 kg/ha の機械散布でも 90~100% の防除効果が得られた。カナダ、フィンランド、デンマーク、ソビエトの果樹園でも 0.005% 餌あるいは 0.001% 餌の施用で良好な防除効果が得られている。⑤造林地：ミンガン州のスコットランドマツの造林地で、0.001% 粒状餌の手まき散布でネズミの活動が 100% 減少した。カリフォルニア州のクルミ園で 0.005% 粒状餌をジリスの穴に施用し、5日後に生き穴はすべて消失してしまった。⑥草地及び放牧地：アメリカ、カリフォルニア州のジリスの生息する放牧地で、本剤をオートのひき割りに塗布処理した毒餌 (0.01%) の毒餌容器を用いた施用法あるいは空中散布により、90% 以上の高い防除効果が得られている。防除効果は処理前後の無処理餌の消失及びトラップによる捕獲率から推定された (KAUDEINEN and RAMPAUD, 1986)。

7) 非標的動物の中毒の危険性：プロディファクムのブタ、イヌ、ネコ、ニワトリに対する急性毒性 ( $LD_{50}$ , mg/kg) はそれぞれ 0.5~2.0, 0.25~1.0, 25, 10~100 mg/kg であり、猛毒である。これらの値はこれらの動物に対するモノフルオール酢酸ナトリウムの毒性値よりもやや高い。しかし、本剤の使用濃度は 0.005% と大変低いので、製剤の  $LD_{50}$  値は第3表に示すように、大変大きく、毒性が低い。したがって、0.005% という低濃度で本剤を利用すれば非標的動物に対する危険性は低いといえる。本剤による非標的動物の治療には  $VK_1$  の静脈注射あるいは腹腔内注射や全血の輸血 (10~20 ml/kg) が有効である。一般に抗凝血系殺剤中毒の治療にあたり、小動物の場合、 $VK_1$  0.25~2.5 mg/kg/日、大動物の場合、 $VK_1$  0.5~2.5 mg/kg/日を、1日当たりの投

第3表 実験用シロネズミに対する数種の抗凝血系殺剤経口急性毒性

薬剤の種類	経口急性毒性 ( $LD_{50}$ , mg/kg)	毒餌濃度 (%)	毒餌の急性毒性 ( $LD_{50}$ , 毒餌量 g/250 g 体重)
プロディファクム	0.3	0.005	1.5
フロクマフェン	0.4	0.005	2.0
プロマダイオロン	1.3	0.005	6.5
ディフェナクム	1.6	0.005	9.0
クマテトラリル	16.5	0.0375	11.0
ダイファシノン	3.0	0.005	15.0
ワルファリン	58.0	0.025	58.0
クロロファシノン	20.5	0.005	102.5

(Brooks and Rowe, 1987 のまとめた資料)

薬量を数回に分割して投薬することが勧められている。

アメリカ、ニュージャージー州の 1,100 m<sup>2</sup> の農場で 7 月 24 日～9 月 29 日の期間に毒餌を施用したが、そこに生息するメンフクロウ *Tyto alba* に二次的中毒は認められなかった (KAUKEINEN, 1982)。

#### (2) ディフェナクム Difaenacoum

原体は薄灰色の粉末であり、無臭である。m. p. は 215～219°C であり、水に難溶であるが、アミン塩は水に溶ける。化学名は 3-(3-*p*-diphenyl-1,2,3,4-tetrahydronaph-1-yl)4-hydroxycoumarin であり、クマテトラリルに近縁である。

ネズミに対する経口急性毒性はきわめて強いが、プロディファクムよりやや弱い。5 日間にわたり継続投与したときの慢性 LD<sub>50</sub> 値はウイスター系ラット雄、ハツカネズミ (LAC 系) に対してそれぞれ 0.15mg/kg×5 日, 0.07mg/kg×5 日である。これらはワルファリンで得た値 (シロネズミ 1 mg/kg×5 日, ハツカネズミ 5 mg/kg×5 日) の 1/7, 1/71 となり、ディフェナクムの慢性毒性はワルファリンよりも強いことがわかる。ワルファリン抵抗性のドブネズミ、クマネズミ、ハツカネズミに 0.005% ディフェナクム餌を摂食させるとそれぞれ 90%, 50%, 80～87% の死亡率が得られた。デンマーク、イギリスでは、ワルファリン抵抗性ドブネズミはディフェナクムに対しても抵抗性を示すこと (交差抵抗性) が知られている。

イギリスのワルファリン抵抗性ドブネズミ個体群の生息する 19 か所の農場で 0.005～0.01% 餌を施用し、優れた防除効果が得られている。しかし、フランス、イングランドでディフェナクム抵抗性クマネズミが、イギリス全土でディフェナクム抵抗性ハツカネズミが時々発生することが報告されている。

本剤で中毒した非標的動物の治療には VK<sub>1</sub> 投与、全血の輸血が有効である。

#### (3) プロマダイオン Bromadiolone

原体は白色の粉末であり、水に難溶であるが、アセトン、エタノール、ジメチルスルホキシドに溶ける。化学名は 3-[3-(4'-bromo[1,1'-biphenyl]-4-yl)-3-hydroxy-1-phenylpropyl]-4-hydroxy-2H-1-benzopyran-2-one であり、4-ヒドロキソマリンの誘導体である。

実験用ラットに対する経口急性毒性 (LD<sub>50</sub>) の値はプロディファクムよりやや大きい、猛毒である。ハツカネズミに対してほぼ同等の LD<sub>50</sub> 値 (1.75 mg/kg) が得られている。0.0025% 以上の濃度の毒餌を実験用ラット及びハツカネズミが 1 日間摂食すれば 100% の死亡率が得られる。平均生存日数は 6～7 日であり、毒作用

は遅効性である。毒餌の摂取性は良好である。

アメリカ及びヨーロッパの農場建物、鶏舎、家畜小屋、住宅地、ゴミ捨場、製粉所、農産物倉庫など 32 か所、0.005% の毒餌の防除効果が調査された。ドブネズミに対して 70～100%、クマネズミに対して 85～100%、ハツカネズミに対して 75～100% の防除効果が得られている (MARSH et al., 1980)。デンマークで本剤に対して抵抗性ドブネズミが、スウェーデンでは抵抗性ハツカネズミが検出されている (Brooks and Rowe, 1987)。

イス、ネコに対する本剤の経口急性毒性 (LD<sub>50</sub>) はそれぞれ 15mg/kg, 25mg/kg となり、強い毒性を示すことがわかる (POCHÉ, 1986)。しかし、プロディファクムの場合と同様、製剤 (0.005%) の LD<sub>50</sub> 値は大きく、毒性は低くなるので、非標的動物の中毒の危険性は低いと見られている。解毒処理として VK<sub>1</sub> の投薬、全血の輸血が有効である。

#### (4) フロクマフェン Flocoumafen

最近開発された、プロディファクムに近縁な化合物である。化学名は 4-hydroxy-3-[1,2,3,4-tetrahydro-3-[4-(4-trifluoromethylbenzyloxy)phenyl]-1-naphthyl]-coumarin である。原体は淡灰白色の粉末であり、水に難溶であるが、アルコールに少量溶解し、アセトンに易溶である。

ネズミに対する経口急性毒性はプロディファクムとほぼ同等で、猛毒である。0.005% 餌は住家性ネズミ類に対し有効な殺そ効力がある。住家性ネズミ類の生息する農場建物で 0.005% 餌が施用され、良好な効果が得られている (BUCKLE, 1986)。

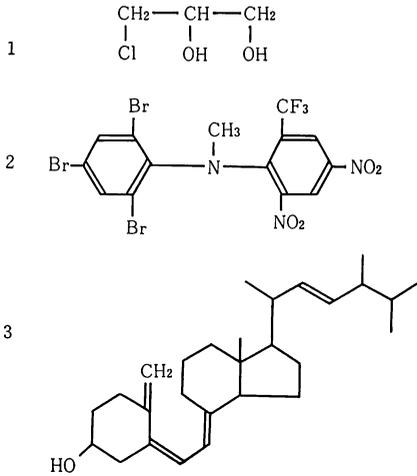
## 2 急性中毒殺そ剤

### (1) α-クロロヒドリル α-chlorohydrin

1) 化学構造と化学的性質：分子式は C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>Cl であり、分子量は 110 である。化学名は、3-chloro-1,2-propanediol である。工業品は淡わら色の液体である。原体は水や大部分の有機溶媒に溶解する。

2) ネズミ類に対する毒性及び殺そ効力：ドブネズミ、ハツカネズミに対する LD<sub>50</sub> 値は 150～160mg/kg であり、ハタネズミ、アカネズミに対する LD<sub>50</sub> 値は約 250mg/kg であり、野ネズミ類に対する毒性は弱い。クマネズミは 300mg/kg を胃内に投与しても死亡しない。致死薬量以下 (100mg/kg 以下) で本剤はドブネズミ、クマネズミに対して不妊化作用を現す。

3) 作用機構：本剤を投与したネズミは精巢内で精子を作る能力が低下し、さらに精巢上体の頭部が障害を受けるため、精子の移動ができなくなり、そのために交尾



第3図 急性中毒殺剤

1:  $\alpha$ -クロロヒドリン, 2: プロメタリン,  
 3: カルシフェロール

しても精子を含んだ精液を放出することができなくなる。このように不妊化されたネズミの交尾能力は正常である。急性毒性の場合の作用機構は、体内でシュウ酸に代謝され、糸球体腎炎、腎不全による腎臓の吸収機構の障害による。

4) フィールドにおける防除効果: 本剤の実用濃度は1%である。アメリカで、ゴミ捨場、下水系で効果試験が行われた。ドブネズミ個体群は85%減少し、その後捕らえた雄成体の87%が不妊化されていた。ニュージーランドでもドブネズミの生息する島で効果試験が行われ、90%の減少が認められた。ニジェール、ナイジェリアで、アレチネズミなどの生息する耕地で本剤の効果試験が行われ、81~82%の防除効果が得られている。本剤の地域間の防除効果の変動には毒餌の摂取性、テスト区域内の食物源などが関与している。そこで、有効成分をマイクロカプセル化したものを主成分とした毒餌の野外における防除効果、不妊化効果について研究が進められている。

5) 非標的動物に対する毒性: ヒツジ、ブタ、レーザスモンキーの雄に対して一過性の不妊効果を与える。鳥、両生類、は虫類に対して本剤は不妊効果を与えない。ネズミに摂取された本剤は体内で速やかに代謝されるため、二次的中毒の危険性は低いとみられている。野外に置かれた毒餌中の有効成分は $\text{CO}_2$ 、水、塩化物に分解され、環境汚染の心配はないと見られている。

## (2) プロメタリン Bromethalin

1) 化学構造と化学的性質: 化学名は *N*-methyl-2,4-

dinitro-*N*-(2,4,6-tribromophenyl)-6-(trifluoromethyl)-benzenamide で、ジフェニルアミン系の化合物である。工業品は淡黄色の結晶で、無臭である。本剤は水に難溶であるが、多くの有機溶剤に溶ける。普通の貯蔵条件で安定である。

2) ネズミ類に対する毒性及び殺そ効力: ドブネズミ、クマネズミ、ハツカネズミに対する経口急性毒性( $\text{LD}_{50}$ )は2~8mg/kgであり、毒性はきわめて強い。住家性ネズミ類の $\text{LD}_{50}$ 値の種間差は小さいが、これらの3種のうちでドブネズミは本剤に対して最も感受性である。ドブネズミに対して0.001%の毒餌で、クマネズミ、ハツカネズミに対して0.002%の毒餌で100%の殺そ効力が得られた。0.005%の毒餌で、2皿選択法で摂取性と殺そ効力が調査され、ドブネズミ、クマネズミに対して100%、ハツカネズミに対して90%の死亡率が得られた。死亡までの日数はハツカネズミで2.7~3.7日、ドブネズミで2.6~4.1日、クマネズミで2.5日であった。したがって、本剤の毒作用の速度は緩やかであり、遅効性の急性毒であるといえる。

3) 生理作用: 急性中毒の場合、激しいけいれん、衰弱を生じ、通常18時間以内に死亡する。慢性中毒ではこん睡、後肢の虚弱、筋肉の緊張の低下、麻痺を生じる。本剤により、中枢神経系の組織呼吸が阻害され、これはATP生成量の減少、ATPアーゼ活性の減少の原因となる。さらに、脳脊髄液圧が増加し、神経軸索に対する圧力が増加し、神経インパルスの伝導が減少し、次いで麻痺し、死亡することになる。

4) フィールドにおける防除効果: ドブネズミ、ハツカネズミの生息する家畜小屋、農産物貯蔵舎などの9地区でプロメタリン0.005%餌の防除効果が調査された。試験区の大部分で、ネズミ個体群は90%以上減少し、高い防除効果が得られた。マレーシアのアブラヤシを加害する *Rattus rattus diardii* などの野そに対しても良好な防除効果が得られている。

5) 非標的動物に対する毒性: イヌ、ネコなどの哺乳動物に対する本剤の毒性は強く、kg体重当たり10mg以下である。ウズラ、マガモが50%死亡する毒餌濃度はそれぞれ210ppm、620ppmである。しかし、本剤で中毒したネズミを2週間にわたり、6頭のビーグル犬に食べさせたが、なんら中毒症状は認められなかった。この結果から、0.005%のプロメタリン餌は捕食動物に対しては有害ではないとみられている (JACKSON et al., 1982)。

## (3) カルシフェロール

1) 化学構造と化学的性質: 本剤はビタミン $\text{D}_2$ ある

いはエルゴステロールであり、白色の結晶である。紫外線の作用によりヒトの皮膚で形成される天然物である。本剤は植物性油に少し溶解し、アセトン、クロロホルム、エーテルのような有機溶媒に溶解する。純粋な結晶は室温で2~3日間で分解するが、低温、無酸素下でも分解は緩やかに進行する。食用油あるいは脂肪に溶解したものは安定である。

2) ネズミ類に対する毒性及び殺そ効力：ドブネズミ、ハツカネズミに対する経口急性毒性 ( $LD_{50}$ ) はそれぞれ 40mg/kg, 15.7mg/kg である。3日間投与による亜急性毒性 ( $LD_{50}$ ) はハツカネズミで 8mg/kg, ドブネズミで 11.5mg/kg である。一般に、0.1% 餌は2~3日間ネズミにより無毒餌と同様に摂取され、その後中毒症状が現れ、摂食及び摂水活動が停止する。平均生存日数は約5日である。ハタネズミなどの野ネズミ類にも本剤の0.1% は2日間摂食により十分な殺そ効果を与える。

3) 生理作用：少量のカルシフェロールは動物の生存に必須の成分であるが、摂取量が多くなると、毒性が現れる。低薬量のカルシフェロールは骨や歯へのCa及びリンの沈着を助ける。過薬量のカルシフェロール摂取はCaの腸管吸収、骨から無機物の流出を促進する。これは血液中のCa値を著しく高め、次に肺、胃、腎臓、血管などの軟組織にCaが沈着する。これらの沈着物が結石となり、腎臓障害が主因となって死亡することが多い。ワルファリンと併用したとき相加効果がみられ、これはワルファリンによる血液凝固力の低下と両化合物による血管障害によるとみられている (GREAVES et al., 1974; MEEHAN, 1984)。

$VD_3$  (コレカルシフェロール) のネズミに対する毒性、殺そ効力、防除効果は  $VD_2$  に類似している。ドブネズミ、ハツカネズミに対する  $VD_2$  の毒性に性差のないのが特徴である。

4) フィールドにおける防除効果：カルシフェロールはワルファリンに類似した使用方法で用いられる。デンマークのワルファリン抵抗性地域の農場に生息するドブネズミに対してカルシフェロール0.1% 餌で行われた野外

試験における大部分の試験区で好成績が得られている (LUND, 1974)。RENNISON (1974) は0.1% カルシフェロール単独餌あるいは0.025% ワルファリンとの混合餌を用いて、農場のドブネズミに対して優れた防除効果を得ている。クマネズミに対してもカルシフェロールとワルファリンの混合物は相加的殺そ効果を与える。

5) 非標的動物に対する毒性：イヌに対するカルシフェロールの経口急性毒性 ( $LD_{50}$ ) は約 12~20mg/kg であるが、ネコはイヌよりもより感受性であり、家禽はイヌよりも感受性が低いとみられている。

殺そ剤としてのカルシフェロールによる人間の中中毒事故はみられない。医薬品としてのカルシフェロールによる中毒例から、人間が中毒する限界値は数日間あるいは数か月間摂取するとして、0.5mg/kg/日であると推測される。解毒剤としてコーチゾン、プロニン、カルシトニンが有効である。

### III おわりに

現在用いられている殺そ剤は毒性がきわめて高かったり、摂取性が不安定なため必ずしも十分な防除効果をあげていない。さらに、大都市ではワルファリン抵抗性を示すと推測されるクマネズミが発生し、それに対する薬剤防除が困難となっている。このような状況から、農林環境、都市や住居環境では新殺そ剤の登場が要望されている。剤型の改良、適切な使用方法により現在用いられている殺そ剤の効力増進を図るとともに新殺そ剤の開発の推進が望まれる。

### 引用文献

- 1) BACHMANN, K. and T. J. SULLIVAN (1983) : Pharmacology 27: 281~288.
- 2) BROOKS, J. E. and F. P. ROWE (1987) : Vector Control Series, Rodents, WHO/VBC/87.949, pp. 105.
- 3) KAUKKINEN, D. E. and M. RAMPAUD (1986) : Proc. 12th Vert. Pest Conf., p. 16~50.
- 4) PARK, B. K. and J. B. LECK (1982) : Biochem. Pharmacol. 31: 3635~3639.
- 5) SPAULDING, S. R. et al. (1982) : Proc. 10th Vert. Pest Conf., p. 10~16.

### 人事消息

ローム・アンド・ハース・ジャパン株式会社は、12月21日付けでダイヤル・イン方式採用により下記のとおり電話番号を変更した。

農業営業企画部 (03) 224-3852

三共株式会社は、63年1月18日付けでダイヤル・イン方式採用により下記のとおり電話番号を変更した。

農業企画部計画課 (03) 563-2150

生産課 (03) 563-2152  
 農薬開発部 (03) 563-2153  
 農薬営業部業務課 (03) 563-2154  
 第一・第二課 (03) 563-2155  
 第三課 (03) 563-2156  
 普及課 (03) 563-2151  
 FAX (03) 561-4997 は従来どおり

特集：ネズミ〔4〕

## ネズミ防除のための不妊剤の利用

農林水産省林業試験場関西支場 <sup>きた</sup>北 <sup>はら</sup>原 <sup>えい</sup>英 <sup>じ</sup>治

## はじめに

野ネズミの防除技術としては、林床処理などのネズミの生息環境を改変する方法（樋口ら，1969；前田・五十嵐，1976），ワナ掛けによりその場所から取り除く機械的方法，食物連鎖などの生態系を考慮した生物学的方法（岩下・古寺，1936；内田，1966；UCHIDA, 1969 a, b；小林，1971；前田，1982）及び殺そ剤などによる化学的方法（樋口，1953, 1960；樋口ら，1978；田中ら，1976）が挙げられる。環境改変や生物学的方法は被害発生の恐れのある地域では常日ごろから採られるべき手段である。しかし，被害の発生を知って初めて防除の実施を考える場合が一般的であり，その時点では野ネズミ個体群はかなりの大きさに達していて，早急な駆除効果が期待できる殺そ剤による駆除を行わざるを得ない場合が多い。

現在，わが国の林野における野ネズミの防除には，急性毒性を持ちほとんどの種類のネズミに効果を示すことと低廉であることから，リン化亜鉛殺そ剤が主に使用されている。この殺そ剤は分解が早く，イタチ，テンなどの食肉獣がこの種の殺そ剤を喫食したネズミを捕食することで起こる二次的中毒は発生しにくいとされている（樋口，1976；北原・上田，1981）。しかし，その可能性は皆無ではなく，殺そ剤の使用に際しては他の野生鳥獣への影響を十分配慮しなければならない。より経済的に，しかも対象とするネズミ類以外の野生鳥獣を含む環境への影響を少なくしてネズミ類の駆除効果をあげなければならない。そのためには，殺そ剤の効果的・経済的使用法の検討や殺そ剤などの物質そのものの種類や改良の検討が必要である。殺そ剤の効果的・経済的使用法についての検討は，散布量（KITAHARA, 1981），基剤（樋口・五十嵐，1959；樋口，1965）と配置方法など（合田，1960；渡辺，1961；樋口ら，1965）について比較的早くから行われており，完全な防除は色々な条件から困難な場合が多いことも明らかとなっている（前田，1984）。また物質そのものについては，リン化亜鉛殺そ剤が一般的になってからはあまり検討されていないのが実状と言える。

Potential Chemosterilants for Rodent Control. By Eiji KITAHARA

一方，野ネズミを不妊化させて個体群を低密度に抑える考えは比較的早くからあった。ここでは，野ネズミ防除での不妊剤の利用の可能性について，有望と思われる物質の性質とその効果・毒性などを併せて紹介する。

## I 不妊剤について

一般に“不妊剤”という言葉は避妊剤，殺精子剤，殺胎児剤や殺配偶子剤を含んで使われている。確かに不妊剤は，ある生理的機構による永久的もしくは一時的な生殖不能を一方の性か両性に起こさせたり，子孫の数を減じさせたり，生まれた子孫の生殖能力を低下させたりする化学物質と定義されているが，この物質がどのように，動物の身体のどの部位に作用するかは定義されていない。

不妊を利用して野ネズミ個体群を制御する考えは古くからあったが，化学不妊物質として研究され始めたのはつい最近のことであった（MARSH, 1973；MARSH and HOWARD, 1973）。しかも，そのほとんどがまだ実験段階にあり，現在，経済性などの理由から実用化されているのは，“ $\alpha$ -chlorohydrin”だけである（ERICSSON, 1975）。また，それは現在，試験資料の不足や登録上の問題からドブネズミのみを対象にしたものである。しかし，ネズミの繁殖生理に影響するその他の物質についても多くの資料があり，今後不妊剤としての利用の可能性もあるので，ここにまとめて紹介したい。

## 1 ステロイド系不妊剤

Clomiphene や transclomiphene のような非ステロイド物質についても盛んに研究がなされ，ステロイド系の estrogen と androgen の拮抗物質がより強く繁殖阻害剤として働くことが明らかとなった。また，合成ステロイドの mestranol や quinestrol も十分に化学不妊剤としての能力を持っていた。ネズミの妊娠期間は他の動物に比べて短く，しかも比較的未発達な状態で生まれるので，出生の直前・直後に処理すると仔は完全な不妊となる。

最も盛んに研究され，ヒトにも避妊薬として使用されている mestranol は，HOWARD and MARSH (1969) によるとドブネズミにおいても排卵を阻止し，着床を阻害する。そして本剤は高濃度の場合には胎児の吸収や流産

を起こさせる。また、低濃度でも妊娠中に連続4～5日の摂取があるとやはり完全に妊娠は中絶される。加えて、生後2～3日のドブネズミとハタネズミ (*Microtus californicus*) 新生児に母乳を介して mestranol が摂取されると、その個体は正常に性成熟しなかった。次に、野外のドブネズミ個体群に0.05%本剤を施用したところ、処理後しばらくは繁殖が阻害されたが、効果の持続は短期間であった (HOWARD and MARSH, 1969; MARSH and HOWARD, 1969)。これは、mestranol が動物に摂食忌避を起こさせている結果であり、ネズミ防除への利用の面では致命的な欠点である。

一方、quinstrol も、動物体内の脂肪部分に蓄えられ、長い間そこから放出される (GIANNINA et al., 1967; MISCHLER and GAWLAK, 1970)。その効果としては子宮着床を阻害して妊娠初期の段階で胎児を死亡させる (MISCHLER et al., 1971)。また BROOKS and BOWERMAN (1971) によると、実験室内と野外のドブネズミ個体群に対して不妊化効果が認められた。しかし、前出の mestranol と同じくこの quinstrol も摂食忌避を引き起こした。本剤の類似物質を試験した GARRISON and JOHNS (1975) は、ドブネズミとナンヨウネズミ (*Polynesian rat*) において、比較的少量 (1～3mg/kg) でも十分な効果を認め、将来的に不妊剤として有望な物質であるとしている。この物質は前2者のような摂食忌避を引き起こさない。

## 2 非ステロイド系不妊剤

種々の物質が検討されたが、非ステロイド系エストロゲン拮抗物質である (1-[2-[*p*-[ $\alpha$ -(*p*-methoxyphenyl)- $\beta$ -nitrostyryl]phenoxy]ethyl]pyrrolidine monocitrate はきわめて少量 (25  $\mu$ g/kg) でドブネズミに効果を示した (CALLANTINE et al., 1966)。これは mestranol の約20倍の不妊効果となる。GWYNN and KURTZ (1970) は、飼育下のドブネズミが 125  $\mu$ g/kg の本剤を摂取することを認めた。さらに、GWYNN (1972 a, b) はドブネズミの野外柵での半野生化及び完全な野外個体群において飲用水に添加する方法により、367  $\mu$ g/kg の割合で摂取させ、群の繁殖を阻害させた。この物質は微量でも作用するので、飲用水にて施用するほか、ネズミの往来する道に粉末状態で散布しておき動物に取り込ませる方法も有効である。この物質は化学不妊剤としてきわめて有望である。

## 3 アルキル化合物

前述の物質は発情物質拮抗薬で、主に雌個体に作用して繁殖を障害するものであった。これに対して、アルキル化合物は雄個体を不妊化する作用を有する。最も集中

的に研究が行われたのは、ethyleneimine と methanesulfonate のアルキル物質で、抗精子形成剤である (SKINNER, 1968)。

Ethyleneimine 誘導体としては、tretamine (2,4,6-tris(1-aziridinyl)-*s*-triazine) と thiotepa (tris(1-aziridinyl)phosphine sulfide) があり、busulfan (1,4-butanediol dimethanesulfonate) は methanesulfonate 系の一つである。これらは、雄個体の精子形成過程で障害を引き起こすが、雌個体には同量 (10mg/kg) の経口投与で作用が認められない。しかし、もし出産5～6日前の妊娠個体に施用すると、生まれる個体は両性とも不妊化される (SKINNER, 1963)。

Nitrofurazone (5-nitro-2-furaldehyde semicarbazone) と nitrofurantoin (1-[5-nitrofururyliodene)-amino]-hydantoin) も精子形成を阻害する物質として知られている。SRIVASTAVA (1966) によると、本剤はオニネズミ (*Bandicota bengalensis*) に対して後述のアルカロイド物質 (colchicine) と共に施用すると効果がある。

## 4 その他

アルカロイド物質としては colchicine が不妊効果を有するらしい。これはユリ科植物に含有されているもので、雌オニネズミに対して不妊剤として作用する (SRIVASTAVA, 1966)。しかし、本剤はドブネズミにはほとんど摂食されず、効果の発現に至らなかった (MARSH and HOWARD, 1973)。

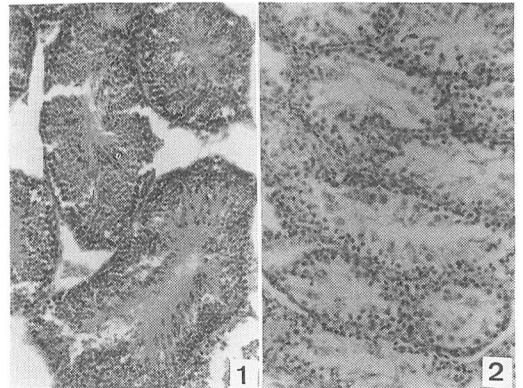
$\alpha$ -chlorohydrin (3-chloro-1,2-propanediol) は成熟雄ドブネズミを不妊化する物質として、1960年代半ばから研究が進められ、20年の間に数百に及ぶ報告がなされた後、初めて化学不妊剤として登録された物質である (JONES, 1978; LOBL, 1980)。本剤は精巣上体に組織的障害を生じさせ、一度の摂取で完全な不妊を引き起こした (ERICSSON and CONNOR, 1969; ERICSSON, 1970; KENNELLY et al., 1970)。この  $\alpha$ -chlorohydrin は、わが国において主要な農林業加害種であるハタネズミ (*Microtus montebelli*) に対しても効果を示すことがわかった (北原, 1985)。次項に本剤の詳細な性質とハタネズミに対する試験結果を解説する。

## II $\alpha$ -chlorohydrin のハタネズミへの効果

本剤は致死効果を有する不妊剤で、前出の物質と性質を異にしている。致死効力 (毒性) は動物の種によって異なるのが普通であり、各種動物についての毒性は第1表に要約されている (ERICSSON, 1982)。毒性そのものは従来殺毒剤ほどには強くなく、ドブネズミでの LD<sub>50</sub> は 150mg/kg で、北原 (1985) によるとハタネズミで

第1表 各種動物に対する  $\alpha$ -chlorohydrin の毒性 (ERICSSON, 1982)

動物種	LD <sub>50</sub> (経口)
ネズミ類	mg/kg B. W.
<i>Mus musculus</i>	160
<i>Rattus norvegicus</i>	152
<i>Rattus exulans</i>	195
<i>Rattus losea</i>	ca 250
<i>Bandicota bengalensis</i>	50
<i>Arvicanthis niloticus</i>	58
<i>Microtus montebelli</i>	250
<i>Apodemus agrarius</i>	ca 250
<i>Sigmomys alstoni</i>	ca 150
<i>Holochilus brasiliensis</i>	ca 150
非対象動物	
ネコ ( <i>Felis catus</i> )	188
イヌ ( <i>Canis familiaris</i> )	328
ブタ ( <i>Sus scrofa</i> )	420
シチメンチョウ ( <i>Meleagris gallopavo</i> )	524
マガモ ( <i>Anas platyrhynchos</i> )	331



第1図 ハタネズミの精巣の顕微鏡像 (×200, 北原 原因)

1: 対照個体の精巣組織, 活発な精子形成が見られる. 2: 薬剤処理個体の組織, 完全に精子形成が抑制されている.

のそれは 250mg/kg (全致死量, 400mg/kg) であった。また, 非対象動物に対する毒性はずっと弱くなっている。ネズミの場合での致死効果の発現は比較的遅く摂取後 1~5 日に起こる。体内では素早く代謝される (JONES, 1975) ので, 二次中毒や累積毒性はないとされている。短期間に致死物質が代謝・分解されることから, 動物が時間をかけて本剤を摂取した場合致死量であっても毒性を失ってしまう。すなわち, 1% 含有の毒餌 5 g は一度の摂食では致死量となるが, 同じ量を 24 時間かけて摂取するとその毒性はなくなる。そのため, この  $\alpha$ -chlorohydrin は, 飲用水や通路に散布する粉末としてではなく, 一度に摂食させる“餌”の形で施用する必要がある。

含有濃度によっては摂食忌避が起こるため, マイクロカプセル化がドブネズミについて検討されている (ERICSSON et al., 1971) が, ハタネズミにおいては 1~4% 濃度では摂食に問題はなかった (北原, 1985)。

本剤のネズミ類に対する不妊効果については第2表に要約されているが, 種類によって状況は異なりハツカネ

ズミとアゼネズミにおいては精巣上体の組織的障害が起こらない (ERICSSON, 1982)。ハタネズミにおいては, 北原 (1985) が体重 30 g 以上の成熟雄の, 死亡を免れた強制経口投与個体について精巣の顕微鏡切片で組織的検討を行った (第1図)。その結果, 雄個体の不妊化は精巣の精細管内の内壁に位置している第一, 第二の精母細胞の細胞分裂 (精子形成) が阻害されることにより起こることがわかった。この精原細胞は精子になる過程で細胞の核は凝縮を起こし, その形を変え HE に濃く染色されるようになる。対照個体の精細管では連続的に精子が形成され, 管の中央へ流れ出ているのが写真からうかがえる。一方, 処理個体のもものでは, 球形の核は凝縮が起こらず, 染色顆粒が乏しいままの状態とどまっている。以上のようにハタネズミでの不妊化は精子形成を阻害することによって起こることが明らかとなっている。

おわりに

ネズミ防除の困難さの一つに個体群の回復力の大きさがある。“ネズミ算式”という言葉があるほど, ネズミは

第2表 各種ネズミ類に対する  $\alpha$ -chlorohydrin の不妊効果 (ERICSSON, 1982)

種類	精巣上体の組織的障害	国	文献
<i>Rattus norvegicus</i>	+	多数	ERICSSON and CONNOR (1969)
<i>Rattus rattus</i>	+	アメリカ	KENNELLY et al. (1970)
<i>Rattus exulans</i>	+	ニュージーランド	CUMINS and WODZICKI (1980)
<i>Rattus losea</i>	+	台湾	未発表
<i>Rattus argentiventer</i>	-	アメリカ	KENNELLY et al. (1970)
<i>Microtus montebelli</i>	+	日本	未発表
<i>Apodemus agrarius</i>	+	台湾	未発表
<i>Arvicanthis niloticus</i>	+	エジプト	HELAL and MAHER (1982)
<i>Mus musculus</i>	-	アメリカ	ERICSSON (1970)

多産で増殖力の強い動物と考えられている。殺そ剤などの手段で低密度にした後、その個体群の回復力を弱めたり阻止することは死亡要因の一つでも二つでも増やすことと共にネズミ防除に大きな意味を持っている。野ネズミ防除における不妊剤利用の意義もこの点にある。

## 引用文献

- 1) BROOKS, J. E. and A. M. BOWERMAN (1971) : J. Wildl. Manage. 35(3) : 444~449.
- 2) CUMINS, J. M. and K. WODZICKI (1980) : N. Z. J. Zool. 7 : 427~434.
- 3) ERICSSON, R. J. (1970) : J. Reprod. Fert. 22 : 213~222.
- 4) ——— (1975) : Control of Male Fertility. Harper and Row, New York. 262~269.
- 5) ——— (1982) : Proc. 10th Vertebrate Pest Conf. 23~25.
- 6) ——— and N. D. CONNER (1969) : Proc. 2nd Meeting Soc. Study Reprod. Abstr. No 49.
- 7) ——— et al. (1971) : J. Wildl. Manage. 35(3) : 573~576.
- 8) GARRISON, M. V. and B. E. JOHNS (1975) : *ibid.* 39(1) : 26~29.
- 9) GIANNINA, T. et al. (1967) : Internatl. J. Fertil. 12(2) : 142~147.
- 10) 合田昌義 (1960) : 林学会大会講演集 (70) : 306.
- 11) GWYNN, G. W. (1972a) : J. Wildl. Manage. 36(2) : 550~556.
- 12) ——— (1972b) : *ibid.* 36(3) : 823~828.
- 13) ——— and S. M. KURTZ (1970) : *ibid.* 34(3) : 514~519.
- 14) 樋口輔三郎 (1953) : 北方林業 18(12) : 17~25.
- 15) ——— (1960) : 森林防疫 9(5) : 10~12.
- 16) ——— (1965) : 林試研報 (179) : 63~88.
- 17) ——— (1976) : 昭和 50 年国有林特別会計技術開発試験成績, 89~92.
- 18) ———・五十嵐文吉 (1959) : 林試研報 (111) : 73~80.
- 19) ——— ら (1965) : 北方林業 17(10) : 10~14.
- 20) ——— ら (1969) : 林試北海道支場年報, 158~164.
- 21) ——— ら (1978) : 野ねずみ (145) : 23.
- 22) HOWARD, W. E. and R. E. MARSH (1969) : J. Wildl. Manage. 33 : 403~408.
- 23) 岩下 岐・古寺小次郎(1936) : 日林誌 18(12) : 17~25.
- 24) JONES, A. R. (1975) : Xenobiotica 5 : 155~165.
- 25) ——— (1978) : Life Sci. 23 : 1625~1646.
- 26) KENNELLY, J. J. et al. (1970) : J. Wildl. Manage. 34(3) : 508~513.
- 27) KITAHARA, E. (1981) : Bull. For. Forest Prod. Res. Inst. (314) : 21~26.
- 28) 北原英治 (1985) : 林学会関西支部大会講演集, 283~285.
- 29) ———・上田明一 (1981) : 森林防疫 30 : 2~6.
- 30) 小林由治 (1971) : 同上 20 : 187~188.
- 31) LOBL, T. J. (1980) : Regulation of Male Fertility, Martinus Nijhoff, The Hague, 109~122.
- 32) 前田 満 (1982) : 北方林業 34(5) : 125~157.
- 33) ——— (1984) : 同上 36(2) : 37~44.
- 34) ———・五十嵐文吉 (1976) : 林試北海道支場年報, 42~52.
- 35) MARSH, R. E. (1973) : Beihet. Zeitsch. angewandte Zool. 9(11) : 191~198.
- 36) MARSH, R. E. and W. E. HOWARD (1969) : J. Wildl. Manage. 33(1) : 133~138.
- 37) ——— (1973) : Bull. Wild. Hlth. Org. (48) : 309~316.
- 38) MISCHLER, T. W. and D. GAWLAK (1970) : J. Reprod. Fert. 22(1) : 49~56.
- 39) ——— et al. (1971) : J. Wildl. Manage. 35(3) : 449~454.
- 40) SKINNER, W. A. (1968) : Proc. Conf. Rodents as Factors in Disease and Economic Loss, 192~201.
- 41) SRIVASTAVA, A. S. (1966) : Labdev J. Sci. Technol. 4 : 178~180.
- 42) 田中生男ら (1976) : 衛生動物 27(4) : 347~353.
- 43) 内田照章 (1966) : 哺乳類科学 (11) : 41~52.
- 44) UCHIDA, T. A. (1969a) : J. Facul. Agr. Kyushu Univ. 15(3) : 311~330.
- 45) ——— (1969b) : *ibid.* 15(4) : 354~385.
- 46) 渡辺 惇 (1961) : 寒帯林 (91) : 99~107.

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

## アザミウマ類のハウスミカン果実(成熟果)への加害

元高知県南国病虫害防除所 かわ  
川 むら  
村 みつ  
満

## はじめに

露地のウンシュウミカンにおけるアザミウマ類の加害については、すでに、良く知られているが、これらは主に幼果期から果実の肥大期にかけてのもので、果皮の外傷による外観の品質低下が被害としてあげられていた。伊予柑では着色期に加害を受け、褐変軟化して腐敗の原因になることが報告されている(森, 1983)。しかし、一般的には、露地におけるカンキツ類の着色期におけるアザミウマ類の被害はあまり問題視されていない。

ハウスミカンにおいては露地と異なり、着色期における被害は、発生量も、また被害の程度もともに著しく、ハウスミカンの栽培上重要な被害として急速に問題化してきた。今回これらの調査を行う機会を得たので、その概要を報告し参考と供する。

この調査に当たり種類の同定をしていただいた、宮崎昌久氏ならびにご助言をいただいた古橋嘉一氏にお礼申し上げます。

## I 発生確認の経過

1980年に高知県南国農業改良普及所、野市支所に勤務していた正木利夫氏から被害果を見せられ、アザミウマ類による加害ではないかと思うが、との意見を聞かされた。私はこのような加害の事例の知識がなかったので、半信半疑のまま、古橋嘉一氏に問い合わせたところ、露地において同様の被害が発生することが確認できた。それで主原因がアザミウマ類であろうと想定して、1981年から調査をはじめた。

高知県でのハウスミカンの成熟果におけるアザミウマ類による被害の確認は、1981年に香美郡香我美町と吉川村で行われ、その後急速に被害面積を拡大し、周辺市町村のハウスミカン園のほとんどで発生をみるようになった。

## II 加害種

加害種は現在までのところチャノキイロアザミウマ (*Scirtothrips dorsalis*) とヒラズハナアザミウマ (*Frankliniella intonsa*) の2種で、果実上での幼虫の発生が確認

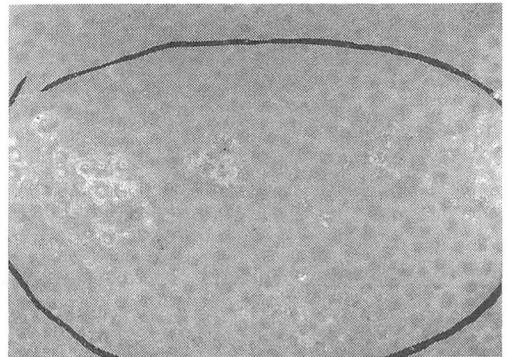
Injury to Satsuma Mandarin Fruits in Green Houses by Thrips. By Mitsuru KAWAMURA

され、幼虫の集中的な加害が特徴的な被害の発生に関与していると思われる。

## III 食害による傷の発生と進行

変色腐敗の発生する傷害は5分着色程度から熟度の進んだ果実で認められた。

加害された果実の表面には、黄白色の色の抜けたカスリ状の食痕(第1図)が認められる。この部分は表皮が破壊されていることが明らかである(第2図)。この食痕一つ一つはミカンハダニの食痕に似ているが、散在することはなく2~5mm程度の斑点状に集中し、ときには10mm以上にもなる。被害が激しい場合には、食痕の集まりが重なり合って、大きな被害部となる(第3図)。これらの被害痕には褐色の排せつ物と思われるも



第1図 変色前のカスリ状の食痕

第2図 食害部の断面  
表皮が破壊されている

のが点々とみられ（第4図）、ミカンハダニの食痕などとは区別できる。

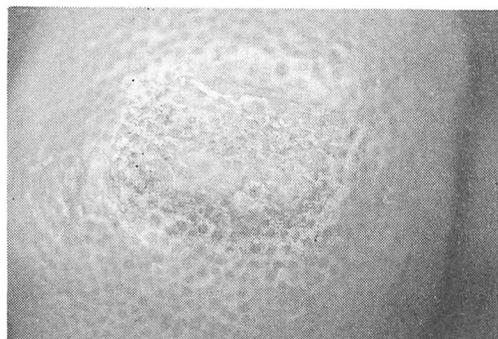
食痕が斑点状に形成されるのは、この部分を数頭の成幼虫が加害しているのを観察できることから、これらの成幼虫があまり移動せずにかか所を集中加害するためと考えられ、特に幼虫による加害が重要と思われた。

黄白色にみえるカスリ状の食痕は加害の数日後に黄褐色に変色してくる。そしてさらに変色が進み褐変する（第5図）。褐変時の果皮は萎ちよう気味となり少しくぼ

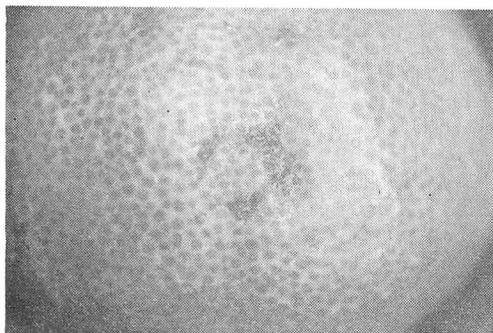


第3図 多発時の被害果

食害部が重なり合って、被害部の多くは変色している。



第4図 被害部はやや萎ちよう気味でくぼむ



第5図 褐変した食害部

む（第4図）。果皮の変質はさらに表皮から内部に進み、果皮に接する果肉部にも及び、食味にも著しい影響が表れる。

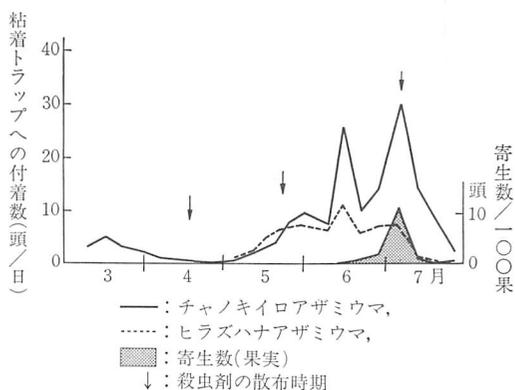
これらの変化はハウス内の樹上で進行すると同様に、採取した果実でも進行するために、果実の輸送途中でも被害果の変質が起り、市場での品質低下を招くとともに、信用を著しく悪くする。

アザミウマ類の加害は露地における研究にみられるように、幼果期から認められているが、ハウスミカンでも同様であろうと考えられる。これが着色期に入ったときに特異な被害症状を発生する理由は幾つかあると思われるが、次のように推測される。

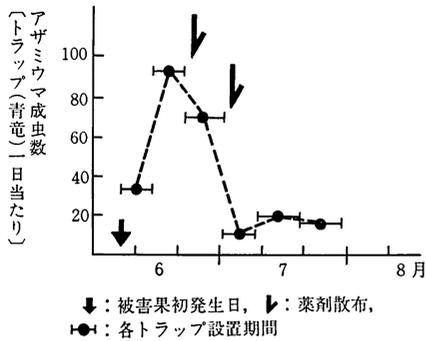
アザミウマ類は着色期以前でも果皮を食害するが、緑色の濃い肥大の著しい時期は、食害された果皮にカルスが容易に発達し加害部をカバーしてしまい、変質腐敗は起らないが、着色期に入るとカルスの発生能力が著しく低下し、着色が進むとカルスの発生がなくなるように、この果皮の生理的な機能の変化が、被害の発現の様子を異にしたものと思われる。このことはポンカンにおいて虎斑様症状の発生が、果皮の生理機能が低下しカルスの形成機能の失われる前と後の時期では著しく異なった発現をする（川村ら、1983）のと同様である。このことは、果皮への傷害の原因が異なっても、前述の果皮が再生力を失った時期の傷害は、被害として現れる症状は同じであると言える。したがって被害の発現はアザミウマ類の加害した傷口が、カルスによって保護されるかどうかで異なり、保護されない着色果は変色腐敗が進行して特有の被害を現すと考えられる。

#### IV アザミウマ類の発生消長

堀内ら（1984）の成績では、ハウス内の発生は3月ご



第6図 アザミウマ類の発生消長と果実への寄生数の変動（堀内ら、1984）



第7図 薬剤散布による防除効果 (正木ら, 1984)

ろにも認められているが、ハウスのサイド側のビニールを落とすようになる5月ごろから急増している。これは成虫数の増加であるので野外の発生との関係が高いと考えられる。

果実への寄生は6月中旬に増加が始まり7月にピークがみられる。これは幼虫によるものが多いと考えられる。発生時期は防除などでやや異なるが、第7図の例も類似の傾向を示している。

これらのことから、ハウス内の虫密度は6~7月上旬に急増し、7月中・下旬に急減する。しかし、発生時期の早晚はハウスミカンの栽培型によって異なるものと考えられる。

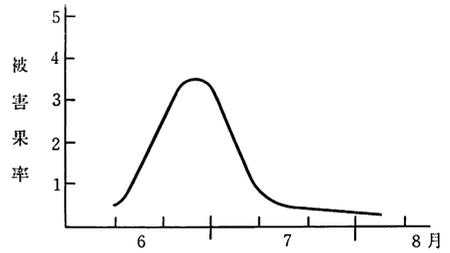
## V 被害果の発生消長

被害の発生は前述したように果実の着色と関係するので、被害の発生時期は、加温時期などの相違による栽培型によって著しく異なる。したがって、変色を伴う被害果は果実の着色が始まると発生が認められ、着色が進むに従って増加すると考えればよい。

被害果は加害を受けて後、一定期間を経て目につきやすい被害を発現することと、収穫期に入り着色の進んだものから順次収穫されてゆくことなどで、被害果の消長が必ずしも一定の傾向を示さないが、一般的には第8図に示すような発生経過をたどるようである。

## VI 被害の防止

収穫前の農薬の散布には、十分な配慮がされねばなら



第8図 被害発生経過 (正木ら, 1984)

ないので、収穫開始以前に密度の低下を図り、収穫が始まってからは、薬剤散布後なるべく短い日数で収穫できる薬剤に限定して防除を行う必要がある。これらの事を考慮して、次のような防除方法が考えられる。

着色期前に園内のアザミウマ類の密度が高いか、増加傾向がみえたら、早めに DMTP 水和剤 1,500 倍 (収穫 14 日前まで 1 回使用) または アセフェート 水和剤 1,000 倍 (収穫 21 日前まで 1 回使用) を散布して密度の低下を図る。収穫期に入り被害の発生があった場合には、DDVP 乳剤 1,000 倍 (収穫 3 日前まで 3 回以内) で防除するのが適当と思われる。

防除は薬剤のみによらないで、被害の発生園では過熟にならないうちに収穫して、被害果の変質腐敗を防止することも大切である。また、ハウス外のアザミウマ類の発生源となるものの除去または防除も重要な対策と考えられる。

## おわりに

被害果の発生があってからの防除は手遅れであるので、事前の防除が最も大切であること、そしてこれに関連して、収穫前の薬剤散布は、農薬の使用方法については特に安全使用基準に対する注意が必要であり、さらに今後使用可能な薬剤の検討も必要である。

## 引用文献

- 1) 堀内崇裕ら (1984): 四国植防 19: 85~90.
- 2) 森 介計 (1983): 果樹園芸 36(5): 16~20.
- 3) 正木利夫ら (1984): 農薬グラフ 93: 2~5.
- 4) 川村 満ら (1983): 高知農林研報 15: 59~66.

## トルコギキョウのウイルス病

農林水産省農業環境技術研究所 <sup>かめ</sup> 亀 <sup>や</sup> 谷 <sup>みつ</sup> 満 <sup>ろう</sup> 朗

## はじめに

トルコギキョウは切り花用として栽培が近年増加しているが、ウイルス病の発生も多く、大きな被害を起している。千葉県と埼玉県に発生したウイルス病株について、その病原ウイルスを分離し、諸性状を調べ、同定を行ったので、その結果について紹介する。

## I 病徴と病原ウイルス

トルコギキョウにおける病徴は三つの型に分けられた。①葉に流線状やアザミ葉状の退緑斑紋を生じ、生育が若干抑えられるが、えそは見られない(第1図A)。②葉に白色のえそ斑を生じ、全体にやや黄化し、生育が悪い(第1図B)。③葉や茎に褐色のえそ輪紋や斑点を生じ、葉は巻き、生育がきわめて悪くなるもので、生育初期に発病した株は枯死することがある(第2図)。

これら三つの型の症状を示す株を用いて、それぞれ9種の判別植物に汁液接種したところ、第1表に示したような反応を示し、それぞれ異なるウイルスに起因していることが示唆された。そして以下に述べるような結果から、①、②株から分離されたウイルスはそれぞれソラマメウイルス(BBWW)とキュウリモザイクウイルス(CMV)と同定された(岩木ら, 1985)。③株はその発生状況から土壌伝染性病害であると考えられ、また分離されたウイルスも土壌伝染性であり、未記載のウ

ルスと判断されたので、トルコギキョウえそウイルス(LNV)と命名し、本病をえそ病とした(花田・岩木, 1986; IWAKI, et al., 1987)。

以下それぞれのウイルスについて述べる。

## 1 ソラマメウイルス(BBWW)

## (1) 寄生性と病徴

明りょうな病徴を示しているペチュニアの上葉を用いて、8科24種の植物に汁液接種したところ、6科16種の植物に病徴を生じた。主な植物における病徴は以下のようなものであった。

*Chenopodium amaranticolor*: 接種葉に退緑性の局部病斑を生じた後、全身的に退緑斑紋を生じた。

インゲンマメ“つるなし金時”: 接種葉に明りょうなえそ性の局部病斑を生じた後、全身的なえそを生じた。

ソラマメ“長莢早生”: 全身的に退緑斑やモザイクを生じた後、えそを生じた。

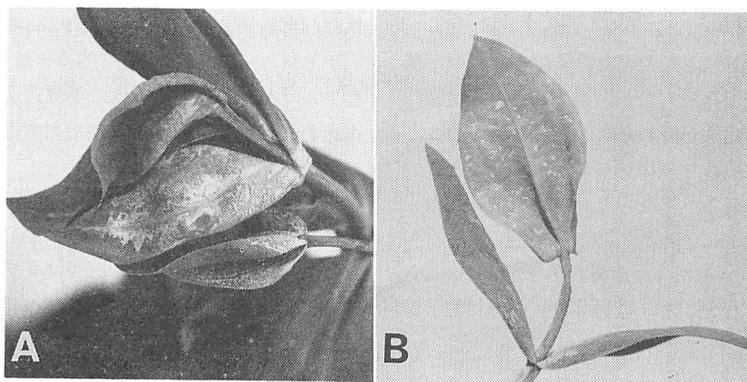
ササゲ“黒種三尺”: 接種葉に明りょうなえそ性の局部病斑を生じた。全身感染は認められなかった。

*Nicotiana glutinosa*, ペチュニア: 全身的に明りょうな退緑輪紋を生じた。

トルコギキョウ: 接種葉に退緑輪点やえそ輪点を生じた後、上葉に流線状やアザミ葉状の退緑斑紋を生じ、生育も若干抑えられた。

## (2) アブラムシ伝播

モモアカアブラムシを用い、罹病エンドウからペチュ

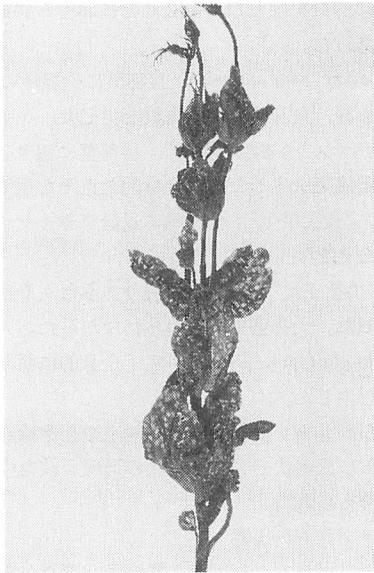


第1図 A: BBWW による流線状やアザミ葉状の退緑斑紋  
B: CMV による白色のえそ斑症状

第1表 トルコギキョウの3型症状株からの判別植物への接種試験

判別植物	判別植物における病徴					
	①		②		③	
	接種葉	上葉	接種葉	上葉	接種葉	上葉
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	L	CS	L	—	L	—
<i>C. quinoa</i>	L	N	L	—	L	—
センニチコウ	L	—	—	M	L	NS
インゲンマメ (つるなし金時)	L	N	—	—	L	—
エンドウ	—	M	—	—	L	—
ササゲ (黒種三尺)	L	—	L	—	L	—
<i>Nicotiana glutinosa</i>	—	CR	—	M	L	—
タバコ (ブライトエロー)	—	CR	—	M	L	—
ペチュニア	—	M	—	M	L	—

L: 局部病斑, M: モザイク, CS: 退緑斑点, N: えそ, NS: えそ斑点, —: 無病徴



第2図 LNVによる全身的なえそ症状

ニアとタバコに伝搬試験をしたところ、第1回目の接種吸汁区で6株中3株が発病したが、第2回目の接種吸汁区では6株中全く発病株が認められなかった。このことから、本ウイルスはモモアアブラムシにより非永続的に伝搬されることが明らかとなった。

### (3) 粒子の形態

ペチュニアとトルコギキョウの罹病葉を用いて、DN法により電顕観察したところ、径約25nmの球状粒子が認められた。

### (4) 血清試験

本ウイルスの濃縮液を用いて、寒天ゲル内拡散法により、エンドウから分離されたBBWVとの血清学的関係を調べた。

罹病ペチュニア葉を用いて、2倍量(v/w)の0.1Mリン酸緩衝液、pH 7.8 (0.01M DIECA + 0.02M Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + 0.002M EDTA 加用)とともに磨碎し、1/2容のクロロホルムによる清澄後、1回の分画遠心分離(10,000 rpm 15分, 30,000 rpm 2時間)によりウイルスを濃縮し、抗原とした。また、試験に用いた寒天ゲルは蒸留水に1% アガロース, 0.85% NaCl, 0.001M EDTA, 0.01% Na<sub>3</sub>を加えたものである。

その結果、本ウイルスはエンドウからのBBWVとの間に反応帯を生じ、さらにspurを生じたことから、血清学的に若干異なった系統と判断された。

## 2 キュウリモザイクウイルス (CMV)

### (1) 寄生性及び病徴

*Nicotiana glutinosa*の上葉を用いて8科25種の植物に汁液接種したところ、7科19種の植物に病徴を生じた。主な植物における病徴は次のようであった。

*Chenopodium amaranticolor*, *C. quinoa*, ソラマメ“長莢早生”, ササゲ“黒種三尺”: 接種葉に退緑性またはえそ性の局部病斑を生じ、全身感染は認められなかった。

ナス科, ウリ科植物: 全身的にモザイク症状を生じた。

トルコギキョウ: 全身的に葉脈透過を生じた後、白色のえそ斑点を生じ、さらには枯死する株もあった。

### (2) アブラムシ伝搬試験

モモアアブラムシを用い、罹病ペチュニアから健全ペチュニアとタバコへBBWVの場合と同様に試験したところ、第1回目接種吸汁区では6株中4株が発病し、第2回目の接種吸汁区では6株すべて発病しなかった。この結果、本ウイルスもモモアアブラムシにより非永続的に伝搬されることが明らかとなった。

### (3) 粒子の形態

罹病ペチュニア葉を用い、その小片を3% グルタルアルデヒドで固定した後、DN法で電顕観察したところ

ろ、径約 30 nm の球状粒子が観察された。

#### (4) 血清試験

タバコ “Bright Yellow”, *N. glutinosa*, ペチュニアの罹病葉を等容量 (1 ml/1 g) の 0.2%  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  加用 0.05 M リン酸緩衝液, pH 7.0, とともに磨砕し、抗原とし、寒天ゲル内拡散法により、CMV との血清学的関係を調べた。その結果、本ウイルスは CMV 抗血清との間に反応帯を生じ、血清学的に CMV に属することが明らかとなった。

さらに、本ウイルスはユウガオやシロウリに全身感染することから、Lagenaria 系に属すると思われる。

### 3 トルコギキョウえそウイルス (LNV)

#### (1) 寄主範囲及び病徴

*Nicotiana clelandii* の接種葉を用いて、12 科 29 種の植物に汁液接種したところ、10 科 22 種の植物に感染が認められた。寄主範囲は広いが、全身感染する植物は少なく、センニチコウ、*Nicotiana clelandii*、トルコギキョウだけに全身感染した。これらの植物には接種葉に局部病斑を生じた後、全身的にえそ斑点やえそ輪紋を生じた。その他の多くの植物には接種葉に局部病斑を生じた。すなわち、*C. amaranticolor*、*C. quinoa*、ツルナ、インゲンマメ、ソラマメ、ササゲ、カウピー、*N. glutinosa*、*N. rustica*、タバコ、シロウリ、キュウリ、西洋カボチャ、日本カボチャ、ペボカボチャ、ゴマ、ヒヤクニチソウであった。

ペチュニアとナデシコは無病徴で接種葉にだけ感染していた。

感染の認められなかった植物はコカブ、トマト、*N. debneyi*、ピーマン、セキチク、カーネーション、パセリであった。

#### (2) 伝染方法

アブラムシ伝搬性についてはモモアカアブラムシを用い、罹病トルコギキョウと *N. clelandii* から健全トルコギキョウと *N. clelandii* へ伝搬を試みた。獲得吸汁前絶食時間 2 時間、獲得吸汁時間 10 分、接種吸汁時間 24 時間、接種植物 1 株当たり 15 頭とした。その結果、接種したトルコギキョウ (6 株) と *N. clelandii* (7 株) の計 13 株すべて病徴を発現せず、伝搬は認められなかった。

次に土壌伝染について調べた。本病は圃場において、坪状に発生していたため、土壌伝染性の可能性が唆された。そこで本病の発生していた圃場の土壌を採取し、ポットに入れ、*N. clelandii* を植え付けたところ、約 2 週間後にその一部の株に発病が認められ、*C. amaranticolor* への戻し接種によっても、伝搬が確認された。

本病発生圃場周辺の土壌に植え付けたタバコ、トルコギキョウの根を 1% 酸性フクシンで染色した後、ラクトフェノール液で脱色して検鏡したところ、*Olpidium* 菌と思われる遊走子のうや休眠胞子が多数観察された。そこでこれらの根を蒸留水に浸し、遊走子液を用意し、この液 15 ml を *N. clelandii* の罹病葉の 10 倍液 1 ml と混合し、直ちに *N. clelandii* の根元にかん注した。そして約 2 週間後に一部の株に全身病徴が見られ、根からの戻し接種により 7 株中 7 株にウイルスの伝搬が認められた。対照区には遊走子液またはウイルスの粗汁液だけをかん注したが、すべて感染が認められなかった。

さらに、上記試験においてウイルス伝搬の認められた土壌の上に殺菌土を置き、そこに *N. clelandii* を植え付けて発病の有無を調べた。その結果、これらの株にも発病が認められ、ウイルスも回収された。

これらのことから、LNV は土壌中の *Olpidium* sp. により伝搬されることが明らかとなった。

#### (3) 粗汁液中の安定性

*N. clelandii* の罹病葉に 10 倍容量の 0.05 M リン酸緩衝液 (pH 7.0) を加えて磨砕し、ガーゼで濾過した粗汁液を用いて、不活化温度、希釈限度、保存限度を調べた。その結果、不活化温度は 90~95°C (10 分)、希釈限度は  $10^{-9}$ ~ $10^{-10}$ 、保存限度は 9 週間以上 (20°C) であり、非常に安定なウイルスであった。

#### (4) 粒子の形態

トルコギキョウ、*N. clelandii* などの罹病葉を用いて DN 法により電顕観察を行ったところ、径約 30 nm の球状粒子が多数観察された。また、次に述べる純化試料を 2% リンタングステン酸で逆染色して電顕観察したところ、同じような球状粒子が観察された。

#### (5) 純化及び血清試験

抗血清の作製や理化学的性状を調べるために本ウイルスを純化した。*N. clelandii* の罹病葉を凍結し、それに 2 倍量の 0.01 M リン酸緩衝液 (pH 7.0) と 2 倍量のクロロホルムを加え、磨砕し、10,000 g で 15 分間遠心分離した。その上清に Triton X-100 を 1% 加え、混合した後分画遠心分離 (80,000 g 150 分, 100,000 g 120 分と 10,000 g 10 分) した。その後試料を 10~40 % ショ糖密度勾配にのせ、74,000 g で 150 分間遠心分離し、チューブの真中からやや上に生じた乳白色のバンドの部分を注射器で取り出し、120,000 g 120 分間遠心分離して、その沈殿を純化ウイルス標品とした。

この純化ウイルスをウサギに静脈注射 2 回、アジュバントと混合した懸濁液の静脈注射 2 回を行い、抗血清を作製した。この抗血清は寒天ゲル内拡散法で 8,192 倍の

力価を示した。

本純化ウイルス液と Necrovirus グループに属する6種ウイルス(分離株)の抗血清を用いて、これらウイルスとの血清学的類縁関係を寒天ゲル内拡散法により調べた。すなわち、タバコネクロシウイルスの4分離株(イチゴ:我孫子和雄氏から分譲, タバコ:久保進氏から分譲, D系統:Dr. KASSANIS から分譲, チューリップ), cucumber necrosis virus (日比忠明氏から分譲), メロンえそ斑点ウイルス(日比忠明氏から分譲)に対する抗血清を用いた。その結果、本ウイルスはこれらの抗血清とは全く反応せず、血清学的類縁関係は認められなかった。

#### (6) 理化学的性状

本ウイルス粒子の沈降係数はウイルス濃度を 1mg/ml とし、MSE centriscan 75 II を用い、30,000 rpm で波長 550 nm における沈降速度から、136 s とされた。

塩化セシウム中での浮遊密度についてはウイルス 200  $\mu$ g を用い、初密度 48% 塩化セシウム (w/v) とし、日立 RP50 ローターで 42,000 rpm 22 時間遠心分離して測定したところ、1.333 g/cm<sup>3</sup> であった。

本ウイルスの核酸の分子量についてはアガロース電気泳動法により測定したところ、 $1.7 \times 10^6$  であり、タバコネクロシウイルスの  $1.5 \times 10^6$  より大きかった。また、核酸の種類については 1×SSC 中での DNase や RNase に対する感受性の差異により調べたところ、1本鎖の RNA と判断された。

タンパク質についても電気泳動法により調べたところ、タンパク質は1種類であり、その分子量は 35K と測定された。

以上述べたように、本ウイルスは寄主範囲及びそれら植物における病徴、伝染方法、粒子の形態、粗汁液中の

安定性などの点においては、Necrovirus グループのウイルスによく類似している。しかし、血清学的類縁関係、粒子・核酸・タンパク質の理化学的性状においては異なっていた。これらのことから、本ウイルスは Necrovirus グループの新しいウイルスと判断し、トルコギキョウえそウイルスと命名した。

## おわりに

トルコギキョウのウイルス病は従来知られていなかったが、近年トルコギキョウの栽培が増大しており、ウイルス病の発生が目立ってきた。千葉、埼玉両県下では今回同定したウイルス病の発生により大きな被害を受けており、また、山梨、長野県下でもトルコギキョウに BBWV や CMV の発生していることが確認されている。BBWV と CMV は多くの作物や雑草に発生しており、これらの植物からアブラムシにより運ばれてきたものと思われる。しかし、トルコギキョウに発生していた BBWV が他のピーマンやホウレンソウなどに発生している BBWV と血清学的に若干異なっており、どこから運ばれてきたのか興味がある。

一方、LNV は今までのところ、千葉県にだけ発生しているウイルスであるが、今まで全く報告されていないウイルスであり、その由来がどこか興味ある点である。

トルコギキョウのウイルス症状はどのウイルスによる場合もかなり激しいため、被害も大きいと思われる。栽培期間の長い植物だけにウイルスの感染が起らないよう注意する必要がある。

## 引用文献

- 1) 花田 薫・岩木満朗 (1986): 日植病報 53(1): 153.
- 2) 岩木満朗 (1985): 同上 52(3): 355.
- 3) IWAKI, M. et al. (1987): Phytopathology 77(6): 867~870.

## 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。

# 宮古群島・奄美大島におけるウリミバエの 根絶の経過と駆除確認調査

農林水産省那覇植物防疫事務所 **まえ 前**  
農林水産省門司植物防疫所 **きり 桐**  
沖縄県ミバエ対策事業所 **かきの 垣**  
鹿児島県大島支庁ウリミバエ防除対策室 **なが 永**

**だ 田**  
**の 野**  
**はな 花**  
**よし 吉**

**ちよう 朝**  
**ひろ 廣**  
**まさ 正**

**たつ 達**  
**たかし 嵩**  
**ゆき 幸**  
**あき 昭**

## はじめに

ウリミバエは、八重山群島で 1919 年（大正 8）に初めて発見され、さらに 1929 年（昭和 4）に宮古群島で発見された。1970 年（昭和 45）に久米島で発見されるまでの 41 年間、宮古群島がわが国の北限であったが、1972 年（昭和 47）沖縄本島で発見されて以来、1974 年（昭和 49）には奄美群島全域まで分布は拡大した。

農林水産省は、南西諸島で農業振興上大きな障害となっているウリミバエを根絶するため、1972 年から沖縄県久米島で根絶実験防除事業を開始し、1978 年（昭和 53）9 月、根絶に成功した。この成功を踏まえ 1979 年（昭和 54）から鹿児島、沖縄両県は国の助成を受けて根絶防除事業に着手した。この事業は、ウリミバエの不妊虫放飼による防除法が採用され、1985 年（昭和 60）10 月には奄美群島の喜界島で根絶に成功した。

その後、宮古群島と奄美大島において根絶防除事業に着手し、防除効果も順調にあり、1987 年（昭和 62）

7 月両地域における駆除確認調査が那覇植物防疫事務所及び門司植物防疫所により実施された。この調査によって根絶が確認されたため、諸手続きを経て、同年 11 月 27 日付けをもって植物防疫法施行規則が改正され（11 月 30 日施行）、両地域ともウリミバエの発生地域から解除された。

ウリミバエの根絶は、ウリ類などの果菜類や熱帯果樹類の生産振興に大きな弾みとなり、亜熱帯気候を生かした特色ある農業の発展が期待される。

## I 宮古群島

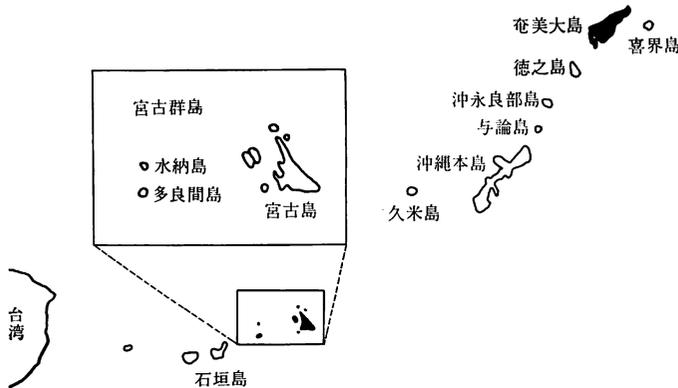
### 1 根絶防除経過

宮古群島（22,714 ha）は、宮古島（平良市、城辺町、下地町、上野村）、伊良部島（伊良部町）、多良間島（多良間村）及び周辺の 5 離島からなっている。

仲盛ら（1983）は宮古群島のウリミバエ雄成虫個体数を約 3,440 万頭と推定し、不妊虫放飼前に十分な密度抑圧防除が必要であることを報告した。この報告を基に、

沖縄県は 1983 年（昭和 58）12 月からミカンコミバエの根絶防除を兼ねた混合誘殺板（キュウレア・BRP 油剤とメチルオイゲノール・BRP 油剤を 1:9 に混合し、4.5×4.5×0.9 cm のテックス板に 10 g 吸着させたもの）による抑圧防除を開始し、1984 年（昭和 59）5 月初めまでの間に 4 回防除を実施した。さらに 5 月以降は誘殺綿ロープ（直径 0.6~0.7 cm、長さ 150 m の綿ロープにキュウレア・BRP 油剤を 2.5 kg 吸着させ、5 cm に切断したもの）による抑圧防除を 10 月までの間に 5 回実施した。この抑圧防除の結果、宮古群島のウリミバエ雄成虫密度は防除前の密度に比べて約 1/20 に減少したものと推定された。

不妊虫放飼法による防除は、1984 年



第 1 図 南西諸島の島しょ位置

Process of Eradication of the Melon Fly from Miyako Islands and Amami Oshima Island. By Chotatsu MAEDA, Takashi KIRINO, Hiroyuki KAKINOHANA and Masaaki NAGAYOSHI

8月から宮古島、伊良部島及びその周辺離島では冷却放飼(毎週 2,700 万頭)、遠隔地の多良間島と水納島では袋放飼(毎週 300 万頭)により開始された。冷却放飼(山元, 1985)は、羽化した成虫を約 3°C で冷却麻酔し、農林水産航空協会と沖縄県が共同開発した冷却放飼装置で麻酔状態を維持しつつヘリコプタから成虫だけを野外に直接放飼する方法である。袋放飼(久場, 1980)は、放飼用紙袋に蛹を入れ羽化させた後、袋ごとヘリコプタから投下する方法である。

不妊虫放飼開始後約1年経過しても防除効果は、有効放飼虫率の低下が原因で向上せず、特に野菜栽培地帯の下地町を中心に野生虫が多発した。このため、有効虫率の向上を図るとともに1985年(昭和60)10月から野生虫の多発が見られた地域へ放飼虫数を随時追加し、放飼虫数は最高 4,800 万頭/週に達した(第1表)。

その結果、防除効果は向上し、1986年11月以降寄生果は発見されず、トラップ調査でも1987年(昭和62)2月以降野生虫はゼロとなり(第2図)、ウリミバエは根絶されたものと考えられた。この防除効果確認調査成績を基に、同年7月1日、沖縄県知事は、那覇植物防疫事務所長に駆除確認申請書を提出した。(垣花廣幸)

2 駆除確認調査

那覇植物防疫事務所は、直ちに駆除確認申請書の内容を審査した結果、駆除確認調査を実施することが妥当で

あると判断し「ミバエ類駆除確認実施要領」に基づき、宮古群島全域6市町村 22,714 ha を調査対象地域に指定した。調査期間は、県の防除効果確認調査成績などを考慮して、7月8日から10月7日までの3か月間とし、方法は生果実調査とトラップ調査により実施した。

(1) 生果実調査

寄主生果実の採集目標を10万果とし、採果にあたっては、ウリミバエの好適寄主であるオキナワスズメウリとニガウリを主体に、各市町村の多くの地点から採集するよう配慮した。7, 8, 9月に各1回計3回の採集により、延べ909地点から4科19種142,517個の生果実を採集した。生果実は、直ちに果実保管室に搬入して、27°C に保った室内で20日間保管調査を行い、必要に応じ切開調査を行ったが、ウリミバエの寄生果は発見されなかった(第2表)。

(2) トラップ調査

調査用のトラップはスタイナー型の透明トラップ、誘殺剤はキュウルア 85%、BRP 5.5% の混合剤 2g を綿棒に吸収させて使用した。トラップの設置基準は500haに1個の割合とし、地形、寄主植物の分布、防除期間中野生虫密度の高かった地域などを考慮して計70個を7月8, 9日に設置し、2週間間隔で6回誘殺虫の回収を行った。

第2表 宮古群島における生果実調査結果

(単位、個)

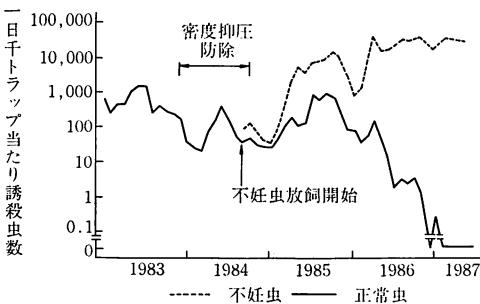
種類	採果月				寄生果数
	7	8	9	計	
オキナワスズメウリ	82,050	23,136	12,303	117,489	0
ニガウリ	1,435	1,584	1,211	4,230	0
キュウリ	279	114	708	1,101	0
その他のウリ科	462	303	566	1,331	0
ナス科	9,773	5,079	2,761	17,613	0
その他	61	11	681	753	0
合計	94,060	30,227	18,230	142,517	0

第1表 不妊虫放飼頭数(万頭/週)の経過

年月	総放飼頭数	追加頭数	対象地域
59. 8~	3,000	—	宮古群島全域
60. 10~	3,600	600	下地町に追加
61. 2~	4,000	400	宮古島の一部に600万頭追加 多良間島・水納島200万頭減
61. 5~	4,800	800	宮古島の一部に追加
61. 11~	4,000	(800減)	宮古島の一部から減

第3表 宮古群島におけるトラップ調査結果

調査月日	誘殺		
	トラップ数	不妊虫数	正常虫数
7. 22~23	70	9,041	3
8. 4~6	69	9,916	5
8. 19~20	70	33,638	7
9. 2~3	68	21,535	4
9. 16~17	70	18,301	0
10. 1~2	70	21,842	0
合計	—	114,273	19



第2図 宮古群島におけるウリミバエ誘殺虫数の推移

調査期間中、台風のため、一部地域で数個のトラップの紛失、破損などがあったが、その都度、直ちに補充した。

回収した誘殺虫について、不妊虫か正常虫かの識別調査を行った結果、宮古島平良市久松地区に設置したトラップに第1～4回までに計18頭の正常虫、多良間村水納島に設置したトラップに第2回目の回収で1頭の正常虫が誘殺された(第3表)。

### (3) 正常虫の誘殺に伴う措置

久松地区：正常虫の誘殺に伴い、正常虫が誘殺されたトラップから半径5km以内に設置したトラップの誘殺虫回収間隔を短縮するとともに、同地区内の生果実の悉皆調査を実施した。

沖縄県が行ってきた防除効果確認調査成績では、久松地区は過去11か月正常虫の誘殺がなく、また寄生果も14か月発見されなかったこと、正常虫誘殺後実施した生果実の悉皆調査でも発見されなかったこと、この地区はウリミバエ発生地域との生活物資の交流が多いことなどから、誘殺された正常虫は、本調査前から残存していたのではなく、沖縄県条例に基づく移動規制網をかいくぐって持ち込まれた寄生果に起因する一過性のものと判断した。

水納島：沖縄県が行ってきた防除効果確認調査成績では、多良間村は過去1年11か月正常虫の誘殺がなく、また、寄生果も2年7か月発見されていないこと、本調査による生果実調査でも寄生果は発見されなかったこと、同島はウリミバエ発生地の石垣島との距離が約40kmで、同虫の飛しょう可能な距離であることから、石垣島からの飛来による一過性のものと判断した。

### (4) 調査結果のまとめ

3か月間にわたる調査の結果、142,517個の生果実調査においてウリミバエの寄生果は発見されなかった。また、トラップ調査においては、久松地区及び水納島で寄生果の持ち込みや飛び込みに起因する一過性と判断された正常虫の誘殺があったほかはウリミバエの正常虫は発見されなかった。県の調査成績を含めると約8か月間発生していないことになり、この期間をウリミバエの世代数に換算すると6～7世代期間に相当する。

このことから、宮古群島のウリミバエは根絶されたものと判断した。(前田朝達)

## II 奄美大島

### 1 根絶防除経過

奄美大島(81,953ha)の防除は、鹿児島県が事業主体となり不妊虫放飼法により開始された。

防除に先立って、1982～1984年(昭和57～59)にかけて名瀬市にウリミバエ不妊虫大量増殖施設が増設された。1985年(昭和60)2月から不妊虫放飼効果を高めるため、薬剤(1ha当たり蛋白加水分解物0.8l、キュウリア・MEPマイクロカプセル0.2l、水15lの混合剤)による密度抑圧防除を開始し、ウリ類の栽培地周辺及び野生寄主植物を対象に同年2～3月は500haに4回、4～9月は300haに11回実施した。

抑圧防除に引き続き、1985年9月から不妊虫放飼を開始し、平たん部を中心とした50,703haについては地上からの放飼パケツによる蛹放飼で毎週2,500万頭、山間部や離島の31,250haについてはヘリコプタによる袋放飼で毎週700万頭を放飼した。

防除効果確認調査は、生果実調査とトラップ調査により行った。

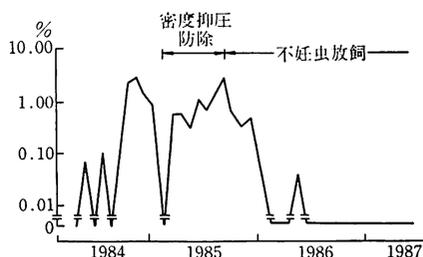
生果実調査は、ウリミバエのし好性の高いオキナワズメウリ、ニガウリ、キュウリなどを主対象に1984年4月以降毎月1回実施し、1985年1月から駆除確認調査開始までの間に2,346地点から297,364個を採集し調査した。その結果は第3図のとおりで1986年(昭和61)6月以降寄生果は発見されなかった。

トラップ調査は、全地域を対象に165個のスタイナー型トラップを設置し、誘殺剤はキュウリア、メチルオイゲノール、MEPの混合剤を用い、誘殺虫は15日間隔で回収して、不妊虫か否かの識別調査を行った。その結果、1986年11月以降正常虫は誘殺されなかったが、1987年(昭和62)3月と5月に発生地からの飛び込みによるものと考えられる正常虫が各1頭誘殺された。

この防除効果確認調査成績を基に、鹿児島県知事は1987年6月8日、門司植物防疫所長に駆除確認申請書を提出した。(永吉正昭)

### 2 駆除確認調査

門司植物防疫所は、鹿児島県知事から提出された申請書の内容を審査した結果、駆除確認調査を実施すること



第3図 奄美大島におけるウリミバエ寄生果率の推移

第4表 奄美大島における生果実調査結果  
(単位, 個)

種類	採果月				寄生果数
	7	8	9	計	
オキナワ スズメウリ	86,168	44,441	37,128	167,737	0
クロミノオキナワ スズメウリ	23,707	233	0	23,940	0
ニガウリ	2,406	4,016	2,751	9,173	0
その他のウリ科	3,776	1,109	1,175	6,060	0
ナス科	1,557	679	731	2,967	0
その他	72	51	47	170	0
合計	117,686	50,529	41,832	210,047	0

が妥当であると判断し、「ミバエ類駆除確認調査実施要領」に基づき、奄美大島全域(属島を含む)の7市町村を調査対象地域に指定した。調査は、県の防除効果確認調査成績などを考慮して1987年7月1日から9月30日までの3か月間、生果実調査とトラップ調査により実施した。

#### (1) 生果実調査

寄生生果実の採集目標を10万個とし、ウリミバエの好適寄主果実を主体に、7, 8, 9月に各1回計3回の採果により、延べ1,153地点から4科16種210,047個の生果実を採集した。生果実は、すべて26°Cの調査室で20日間保管し、寄生果の有無について調査を行った結果、ウリミバエの寄生果は発見されなかった(第4表)。

#### (2) トラップ調査

調査用のトラップは透明なスタイナー型を用い、誘殺剤はキュウルア85%、BRP5.5%の混合剤2gを綿棒に吸収させて使用した。トラップ数は地形、寄主植物の分布状況、過去の調査成績などを検討して全体で150個とした。7月1日にトラップを設置し、2週間間隔で6回誘殺虫の回収を行った。回収した誘殺虫について、不妊虫か正常虫かの識別調査を行った結果、第1回目の調査で、正常虫が1頭誘殺されたのみであった(第5表)。

#### (3) 正常虫の誘殺に伴う措置

正常虫が誘殺された場所は竜郷町の北部で、このトラップから半径5kmの地域について臨時に生果実調査と、地域内に設置したトラップ6個の誘殺虫の回収間隔を短縮して実施するとともに、誘殺原因究明のための聞き取り調査などを行った。その結果、寄生果及び正常虫は発見されなかった。また、正常虫誘殺の原因について検討した結果、同虫が残存していた可能性や発生地からの寄生果の持ち込みとは考えられなかったこと、駆除確認調査期間中に奄美大島に設置した調査用トラップでは、徳之島などで放飼された不妊虫が誘殺され、当時は

第5表 奄美大島におけるトラップ調査結果

調査月日	誘殺		
	トラップ数	不妊虫数	正常虫数
7. 14	147	18,580	1
7. 28	147	15,759	0
8. 11	150	15,903	0
8. 25	147	16,353	0
9. 8	147	14,003	0
9. 22	150	18,235	0
合計	—	98,833	1

昆虫の移動が起りやすい気象条件にあったことがわかった。このことから、今回の正常虫は、発生地からの飛来による一過性のものと判断した。

#### (4) 調査結果のまとめ

奄美大島のウリミバエは、3か月間にわたる調査の結果飛び込みによる一過性と判断した正常虫1頭の誘殺があったほかは発見されなかった。県の調査成績を含めると16か月間も寄生果は見付かっておらず、この期間は同地域におけるウリミバエの13~14世代期間に相当する。

このことから、奄美大島のウリミバエは根絶されたものと判断した。(桐野 嵩)

### おわりに

宮古群島、奄美大島におけるウリミバエの根絶成功は、久米島や喜界島と異なり広い地域を対象としたものである。この根絶成功は現在防除が行われている徳之島・沖永良部島・与論島、沖縄群島及び今後防除が行われる八重山群島の根絶達成に向けて大きな自信となり、1992年(昭和67)までにわが国からウリミバエが一掃される見通しが明るくなった。

宮古群島、奄美大島ではウリミバエの根絶後、再侵入を防止するため、海空港における取締りと不妊虫放飼が継続されている。さらに、再侵入を早期に発見するためのトラップ調査及び生果実調査も実施されている。

今回の駆除確認調査には、植物防疫官、植物防疫員及び調査の補助者延べ1,970人日(宮古群島955人日、奄美大島1,015人日)を要した。末尾ながら本根絶防除事業及び駆除確認調査に多大なご協力をいただいた関係市町村及び農業団体などに厚くお礼申し上げる。

### 引用文献

- 1) 久場洋之(1980): 沖縄県特殊病害虫防除事業報告 5: 119~126.
- 2) 仲盛広明ら(1983): 同上 8: 188~193.
- 3) 山元二郎(1985): ミバエの根絶—理論と実際—(石井象二郎ら編), 122~137.

# カンキツタターリーフウイルス研究の現状と課題

南九州大学園芸学部 みや  
宮 かわ  
川 つね  
経 くに  
邦

## はじめに

カンキツタターリーフウイルス (citrus tatter leaf virus, CTLV) はアメリカ・カリフォルニア州のカンキツ品種改良計画 (Citrus Variety Improvement Program) におけるウイルス検定において、1908年に中国からアメリカに導入された品種「マイヤーレモン」Meyer lemon (*Citrus meyeri*) 樹に潜在保毒されている状態で発見された (WALLACE and DRAKE, 1962)。このウイルスは上述の過程で、*Citrus excelsa* に tatter leaf (ボロ布状奇形葉) を表して検出されたので citrus tatter leaf virus と命名された。CALAVAN et al. (1963) はこのウイルスがトロイヤートレンジ台ウンシュウに接ぎ木部異常症状 (budunion crease) を発現することを観察した。

CTLV は 1960 年代にカリフォルニア及びフロリダにおいて発見されて以来、マイヤーレモン以外の品種にはその発生が認められなかったが、MIYAKAWA and MATSUI (1975) は日本のウンシュウミカン (林, 興津早生の一部の個体群及び野田系とよばれるわい性ウンシュウ) の接ぎ木部異常樹から CTLV と同定できるウイルスが検出されることを報告した。また、同じ時期に神戸植物防疫所では中国本土から導入したカンキツ穂木に CTLV の感染を確認した (神戸植物防疫所情報, 1975)。

近年、カンキツの品種系統の更新に伴い、わが国各地に CTLV 感染による接ぎ木部障害発生事例が認められ、外国では台湾、中国本土におけるこのウイルスの分布も明らかになってきた (Su and CHEON, 1984; ZHANG ら)。筆者はすでに本誌 (29 巻 9 号, 1975; 31 巻 10 号, 1977) に日本における CTLV 発生の概況を紹介したが、これまではその存在がそれほどまでに重視されなかったこのウイルスも、しだいにその発生が無視できない状態になってきたので、あらためて CTLV 研究の現状と今後の課題を採り上げてみたい。

(植物防疫所資料については横浜植物防疫所 西尾 健技官のご好意によって提供していただいた。謹謝の意を表したい。)

## I 既往の CTLV 研究の概要

CTLV はすでに述べたとおり、1962年 WALLACE and DRAKE によって発見、命名されてカンキツウイルスの一つに加えられたが、このウイルスは経済的な栽培品種には関係のない存在として注目されなかった。また、CTLV はカリフォルニア大学 (リバサイド) のカンキツ品種圃のマイヤーレモン樹から、*C. excelsa* 実生苗に接ぎ木接種して tatter leaf 症状を表すウイルスとして検出されたが、WALLACE and DRAKE (1968) はこのマイヤーレモン樹には *C. excelsa* のほかに、シトレンジ (citrange, *Poncirus trifoliata* × *C. sinensis*)、あるいはシトレモン (citremón, *P. trifoliata* × *C. sinensis*) にも病徴を表す別のウイルスが保毒されているとして、最初に命名した tatter leaf virus と区別して citrange stunt virus (CSV) と命名した。SEMANGIK et al. (1965) は CTLV が数種の草本植物に汁液接種が可能であり、部分純化によって 650 × 19 nm のひも状のウイルス粒子を確認したが、のちにこれは WALLACE and DRAKE (1968) が CTLV から区別した CSV であると考えられた。しかし、GARNSEY (1974) は *C. excelsa* に tatter leaf 症状を、シトレンジ類に citrange stunt 症状を表すウイルスは汁液接種によって同時に伝染し、二つのウイルス成分が分離されないことを明らかにした。

ROISTACHER (1987) は 11 年間にわたって、二つの病徴を表すウイルス複合成分から CSV と CTLV との分離を試みた結果、発病後消失した *C. excelsa* の tatter leaf 症状はラフレモン (rough lemon, *C. jambhiri*) に接種保毒させて 2~5 年間、ドゥイートタンガー (Dweet tangor, *C. reticulata* × *C. sinensis*) 及びサワーオレンジ (sour orange, *C. aurantium*) に接種して 10 年間を経過すると、再び *C. excelsa* に病徴を発現することを確認し、CTLV と CSV のウイルス粒子が別々に確認できない現在、別個のウイルスが存在するとは考えられないとし、tatter leaf virus という最初に命名されたウイルス名が用いられるべきであると提唱した。

これまでの実験から、CTLV と同定されるウイルスのカンキツにおける病徴は、*C. excelsa* における tatter leaf 症状、シトレンジ類に発現する citrange stunt、さらにカラタチ台、あるいはシトレンジ台カンキツの接ぎ

木部分に表れるくびれ症状 (budunion crease) とであるが、これら三つの病徴を表すウイルス成分はいずれも汁液接種によって草本植物に伝染し、カンキツに<sup>2</sup>戻し接種が可能で、別個のウイルスとして分離されていない (GARNSEY, 1974; MIYAKAWA and TSUJI 1986)。

II 世界各地における CTLV 発生の現況

CTLV はアメリカ (カリフォルニア, フロリダ), オーストラリア, 南アフリカに導入された中国産のマイヤーレモン樹にだけ発見されてきた (WALLACE and DRAKE, 1962; GARNSEY, 1964; DA GRACA, 1977)。しかし, 1975 年以来, ウンシュウミカンの一部 (興津早生, 林, 丹生, 青島, 宮本早生など), ポンカン, タンカン, 水晶プリンタン, 福本ネーブル, ナルトミカンのほか, わが国各地の試験場に導入された中国系カンキツ品種にかなりひろく保毒されていることがわかってきた。

神戸植物防疫所では, 1975 年の輸入検疫で中国本土から導入されたカンキツ穂木に初めて CTLV が潜在感染していることを発見したが (神戸植物防疫情報, 1975), その後, 横浜植物防疫所 (大和圃場) における検定で, 1977 年以降中国から導入された 14 品種のカンキツ穂木が例外なく CTLV に感染していることが確認された (第 1 表)。

SU and CHEON (1984) は台湾各地で採取したポンカン, タンカン, 柳橙 (Luchen), 白柚 (Peiyu) の 42 樹

のうち 30 樹からラスクシトレンジに CTLV の反応を検出し, 同地においてこのウイルスがかなり広く分布していることを明らかにした。

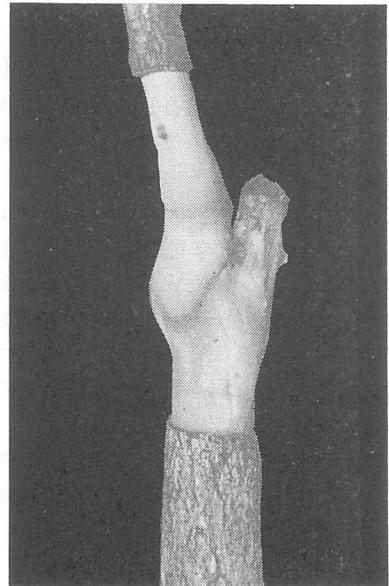
中国本土においては, ZHANG et al. が浙江省において CTLV の検定を試みた結果, 供試したカンキツの 7 品種すべてが *C. excelsa* 及びシトレンジ (トロイヤーまたはカリジ) に CTLV の反応を表した。また, 圃場で黄化, 衰弱症状を表したカンキツ樹は, ガラス室内の接種試験においても CTLV による典型的な接ぎ木部異常症状を表した。中国本土には黄環病 (yellow ring) と呼ばれるカラタチ台カンキツの接ぎ木部異常症があり (BROADBENT et al., 1979), この障害は中国本土の南部地域に分布することが知られている (趙学源氏私信) (第 1 図)。また, 苏 (Su) ら (1980) によれば, この障害はカラタチの中の大葉系 (江津四号, 大叶型枳) を台木としたときに発現するという。ZHANG et al. は yellow ring 症状樹から CTLV 反応を検出し, この症状と CTLV 感染には関連があることを推察している。しかし, 趙学源氏 (中国農業科学院柑桔研究所—重慶—) によれば, 最近の同氏の検定で yellow ring 発現個体から CTLV 反応を検出できなかったという (1987 年 11 月私信)。

これらの観察, 実験, 輸入検疫などの結果を総合すると, yellow ring と CTLV の関係についてはなお不明

第 1 表 中国より導入されたカンキツにおける CTLV 検出事例 (横浜植物防疫所資料)

輸入年度	導入先	品 種 名	検出 本数/輸入数
1977	台 湾	印子柑 (暗柳橙)	5/ 5
		大春桶柑	5/ 5
1978	中 国 (本土)	大紅甜橙	11/12
		本地草	
1979	中 国 (本土)	早黄本地草	10/13
		嫁脐橙	
1982	四川省	椪 橘	5/ 5
1982	中 国 (本土)	羅 浮	10/10
		南豊蜜柑	10/10
		桐子柑	10/10
		大紅甜橙	10/10
1986	浙江省	大紅甜橙	2/ 3
		満頭紅	1/ 3
		結 桔	3/ 3
		臍血橙	2/ 3
		金蘭柚	1/ 3

ウイルスの検出はトロイヤーまたはラスクシトレンジ, *C. excelsa* 及びキノアのいずれかによる。



第 1 図 中国 (本土) のカラタチ台カンキツに発生する yellow ring の病徴 (中国農業科学院柑桔研究所趙学源氏提供)。

かでないが、CTLV の発生源が中国本土のカンキツ地帯にあることはもはや疑う余地はない。

### III CTLV の宿主範囲と病徴

CTLV の宿主範囲は *Citrus* 属のすべての種に及ぶが、多くは無病徴の潜在感染である。病徴を発現するのは *C. excelsa*, メキシカンライム (*C. aurantifolia*), シトレモン及びシトレンジ類である。シトレンジの片親であるカラタチは免疫的か強抵抗性であり、CTLV 感染芽を接ぎ木接種しても病徴を表さないだけでなく、カラタチ組織からこのウイルスを検出できない。しかし、接ぎ木異常症状を表したカラタチ台の台芽にウンシュウカスイートオレンジを接ぎ木すると、接ぎ木面に界面を形成し、また、カラタチ実生苗の基部にオレンジカウシュウの感染芽を芽接ぎし、先端に感受性カンキツを接ぎ木するとやはり接ぎ木部分に症状を表すから、このウイルスはカラタチ組織内で増殖はしないが通過できるものと思われる。

草本植物における宿主範囲はかなり広く、SEMANKI and WEATHERS (1965) によればこのウイルスはキノア (*Chenopodium quinoa*), ササゲ (*cowpea, Vigna sinensis*), インゲン (*bean, Phaseolus vulgaris*), グルチノーザ (*Nicotiana glutinosa*) など 8 科 18 種の草本植物が感染したが、ニチニチソウ (*Vinca rosea*), ヒャクニチソウ (*Zinnia elegans*) など 7 種は無病徴感染であった。井上ら (1979) はユリ (*Lilium longiflorum*) から分離し、血清学的に CTLV と同定したウイルスは接種試験に供試した 12 科 38 種のうち、9 科 26 種に全身感染し、5 科 6 種に局部感染することを報告した。このウイルス株はカンキツにも感受性がみられた (井上ら, 1983)。SEMANKI et al. (1965) 及び井上ら (1979) の接種試験で、キノア、ササゲは汁液接種して数日後に局部え死斑を形成し、草本検定植物として利用できることを示した。

### IV CTLV の検出方法及び実施上の注意

すでに述べたように、CTLV の検定は *C. excelsa* とシトレンジに対する接ぎ木接種、草本植物に対する汁液接種とによって可能であるが、上述のカンキツ検定植物の種子は日本国内での入手は困難である。これらは導入種子から育成した実生苗 (第 1 世代) か、それらの栄養繁殖による接ぎ木苗をガラス室内に保存してそれらの芽、または穂を供試するようになければならない。シトレンジ類では導入種子から育成した実生樹、またはそれらの接ぎ木苗に結果した果実から採取した種子は第二世代シトレンジ ( $F_2$  を Segentranges と呼ぶ) として第

第 2 表 トロイヤー及びラスクシトレンジに対する CTLV 分離株の反応 (MIYAKAWA, 1980)

分離株	トロイヤーシトレンジ	ラスクシトレンジ
興津早生 (静岡)	10/12	3/3
林温州 (長崎)	0/11	7/8
ウンシュウ (坂本-徳島)	0/2	2/2
ウンシュウ (中根-徳島)	0/4	2/2
ボンカン (鹿児島)	1*/7	5/5
水晶プタン (高知)	0/3	2/3
対照 (無接種) 区	0/5	0/3

\* 軽微な病徴  
(表中の数字は病徴発現本数/接種本数)

一世代 ( $F_1$ ) と区別され、アメリカの研究者はウイルス感受性を第一世代の個体と区別している。これは第二世代では形質上の変異個体が多いことによると思われる。

シトレンジ類の中では、当初はトロイヤーシトレンジ (Troyer citrange) が供試されたが、CTLV の分離株の中にはトロイヤーシトレンジに病徴を表さないこともあり、ラスクシトレンジ (Rusk citrange) のほうがどの CTLV 分離株にも安定して病徴を表すことがわかった (第 2 表) (GARNSEY, 1964; MIYAKAWA, 1980)。

*C. excelsa* は tatter leaf 症状を表した最初の宿主植物であるが、tristeza seedling yellows (CTV-SY) に強い感受性を持っているため、CTLV と CTV-SY とが重複感染した個体では CTLV の病徴発現が検出できないことがある。これを回避する方法としては、被検植物 (鉢植え) の先端に *C. excelsa* の穂を直接接ぎ木するか、CTV-SY 耐性の別の実生苗 (ラフレモンが好適) に *C. excelsa* と被検個体の芽か穂を同時に接ぎ木して *C. excelsa* を伸ばすと CTLV の病徴が観察できる。

草本植物としては、ササゲ、インゲン、キノアなどが供試されるが、ササゲでは検出しにくい分離株もあり、キノアの病徴にも分離株による強弱がみられるなど、ラスクシトレンジや *C. excelsa* の反応と比べて不安定のようなのである。なお、検定植物を供試して検出する場合、カンキツ、草本植物とも 20~22°C の比較的低温域において病徴を観察すべきであることは周知のとおりである。

抗血清の利用による検出は西尾ら (1984, 1987) によって試みられてその実用化が期待されているが、現時点ではまだ一般的に広く実用化できる段階にはないようである。

### V CTLV の伝染方法

CTLV がカンキツ品種の導入とその後の接ぎ木繁殖によって伝染拡散してきたことは、中国系品種であるポ

ンカン、タンカンの保毒状況からみて明らかである。わが国の在来品種であるウンシュウミカンの一部の個体群にみられる発生は、導入された保毒樹に高接ぎした樹から採穂した結果であることは疑いえない。

自然条件下において接ぎ木以外の伝染経路、媒介生物などの存在は不明であるが、実験条件下での汁液接種ではかなり高い伝染率を示している (ROISTACHER, 1980)。これは GARNSEY (1974) によって最初に試みられた knife-cut 法 (接種源と被接種植物組織をナイフで交互に切る) によるもので、接種源、被接種植物としてシトロ (citron, *C. medica*) を供試することで、CTLV のほか数種のカンキツウイルスにおいて高い感染率が得られた。汚染ナイフは 1% 次亜塩素酸ナトリウム液に数秒間浸漬することによってウイルスが不活性化される。

筆者は CTLV を接種したカンキツ (シーカシヤ) 苗の周辺に同じシーカシヤ種子を播種し、同一ポット内に混植状態におくと、2~3 年後には 55 本の実生苗のうち 8 本 (14.8%) に伝染が認められたが、これが地下部を通じて起こったものかどうかは明らかでない (未発表資料)。

## VI CTLV 感染個体の無毒化

CALAVAN et al. (1972) は CTLV を含む数種のカンキツウイルスを高温条件下 (主として昼間 40°C 夜間 30°C) で生育させ、伸長した芽を増殖させることによって無毒個体を得た。しかし、ほかのカンキツウイルス感染個体に利用される茎頂接ぎ木法 (Shoot Tip Grafting, STG) による無毒化はできなかった。宮川 (1980) は CTLV を保毒した鉢植のポンカン、タンカン、水晶ブタン及び野田ウンシュウを昼間 40°C 夜間 30°C において 120 日間以上生育させ、その伸長芽より無毒個体を得たが、それらより育苗したカラタチ台苗の生育は無処理区に比べて良好であることを観察した。高温条件下での生育処理ではウイルスの増殖温度域とカンキツ品種自体の高温耐性が無毒化の難易に関連するようである。ポンカン、タンカンはウンシュウ、ブタンに比べると高温耐性で、昼間 40°C 夜間 30°C の条件下でも樹勢の衰弱が比較的軽く、CTLV の無毒化率が高かった。KOIZUMI (1984) は高温処理と茎頂接ぎ木法を組み合わせることによって丹生系ウンシュウから CTLV を除去した。

ポンカン、タンカン、ウンシュウから CTLV を除去すると、カラタチ台での生育は育苗時から優れ (宮川, 1983)、圃場に定植後は CTLV 保毒樹が接ぎ木部障害を起こして衰弱枯死したのに対し、無毒樹の生育はすこ

ぶる良好である (鹿児島果試, 1987)。

ウイルス感染個体の無毒化処理において重要なことは、その処理個体について確実なウイルス検定がなされねばならないことである。CTLV 以外のカンキツウイルスでは、近年、抗血清利用の ELISA が実用化され、検定植物利用の検定よりも労力が軽減され、期間が短縮されるので広く利用されるようになった。CTLV についても近い将来には、血清学的手法による検出法が実用化されるかもしれないが、選枝後、あるいは無毒化後に採穂繁殖に供される母樹として育成される重要な個体については、検定ミスなどは絶対に許されないから、抗血清利用による検定だけでなく、カンキツ検定植物を適切な条件下で反復供試して確実な検定がなされなければならない。CTLV については現在のところ、病徴発現適温下でラスクントレンジの反応を判別する方法が最も確実だといえよう。

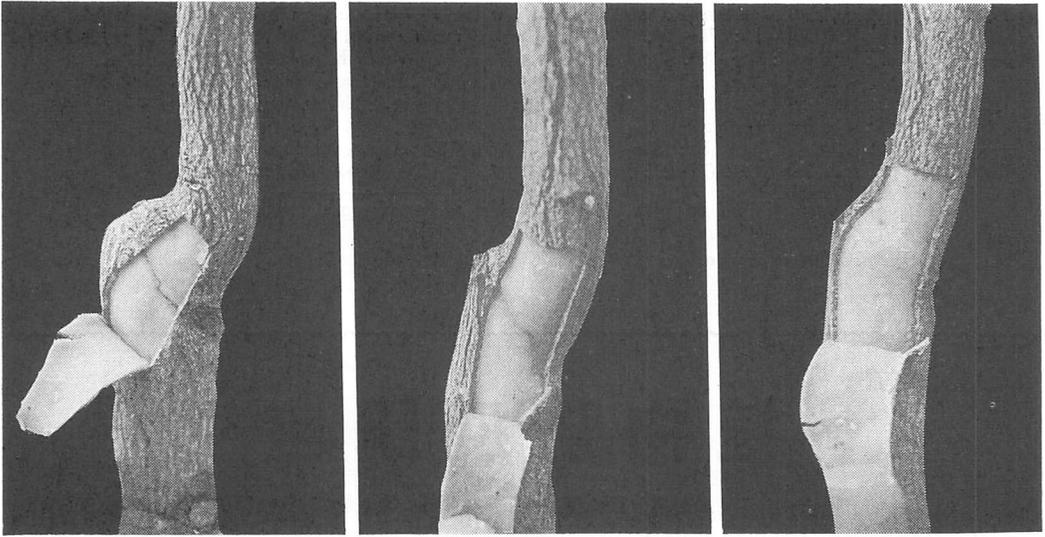
## VII CTLV 研究の今後の課題

### 1 中国本土の yellow ring と CTLV による budunion crease との関係

ZHANG et al. は浙江省における観察から yellow ring の病徴は CTLV による budunion crease ではないかと推察しているが、趙学源氏 (前述) は yellow ring 症状発現樹を接種源としてもラスクントレンジに CTLV の反応が得られなかったこと、yellow ring と CTLV による crease 症状とは肉眼的にも差異があることから、両者は別の症害であると考えている。しかし、筆者の観察では CTLV による接ぎ木部の病徴は供試品種の違いなどによっても多少違うようであり、さらに比較検討が必要である (第 2 図)。現時点では、yellow ring の伝染性についての実験結果も明らかでなく、両者の比較を論ずるには資料が不十分で、今後、中国の研究者によってこれらの疑問点が解明されることを期待したい。

### 2 CTLV の系統、あるいは反応型の存在

CTLV のカンキツ栽培への影響は、カラタチ台、あるいはシトレンジ台における接ぎ木部障害による衰弱であるが、この病徴を引き起こすウイルス成分は、ラスクントレンジ、または *C. excelsa* を検定植物として 1~2 か月間に検出できると考えられてきた。筆者は 1975 年以来、わが国各地から採集した CTLV 分離株について、ラスクントレンジの反応とカラタチ台の接ぎ木部症状との関連を観察してきたが、供試した 30 分離株のうち、採集地の異なる 3 分離株では反復した接種試験において肉眼的に検知できる症状 (crease) を認めなかった (MIYAKAWA and TSUJI, 1986)。また、日本各地から採



第2図 CTLV (林温州株) によるカラタチ台カンキツの接ぎ木部障害 (budunion crease), ウンシユウ (左) 及びバレンシア (中), 右は健全カラタチ台バレンシアの正常な接ぎ木部の状態。

集したこれらの分離株は、シトレンジヤササゲに対する反応にかなりの差異があるのは前述のとおりで、わが国に分布する CTLV にはカンキツそのほかの植物に対する反応に強弱、変異を示す系統、または型が存在するようで、それらの分類、体系化も望まれる。

### 3 CTLV を無毒化したカンキツ樹栽培への期待

約 90 年前、わが国にボンカン、タンカンが導入されて以来、この両品種はカラタチ台に対して接ぎ木不親和性で、生育障害を起こすとされてきた。これはわが国に導入された両品種が高率に CTLV を保毒していた結果であり、CTLV を無毒化することにより、カラタチ台での生育が育苗時からよくなることが明らかになった(宮川, 1983)。さらに、これらの無毒苗は圃場定植後にもすこぶる良好な生育を示すことが観察されている(鹿児島果試, 1987)。しかし、果実形質については、さらに今後の継続調査の結果を待たなければならない。

鹿児島、高知ではカラタチ台でボンカンを育苗し、圃場に栽植後シーカシヤ、ユズの根接ぎによって樹勢を保持して栽培されてきたが、これは最初からシーカシヤ、ユズ台で育苗すると栄養成長がおう盛で結果樹齡が遅れること、果実品質も劣るため、これらの欠点を補うためであるという。したがって、カラタチ台で育苗し、栽植しても CTLV 無毒個体では生育障害を起こさないのであればその利点は少なくない。事実、たまたま CTLV 無毒であった個体がカラタチ台で栽培できる優良系統として推奨されてきたことは興味深い。

### 4 CTLV 検出方法改善への期待

トリステザウイルス (CTV)、ウンシユウ萎縮ウイルス (SDV) など、わが国に分布する主要なウイルスの検出は、すでに酵素結合抗体法 (ELISA) の実用化によって多量の試料が効率的に検定できるようになった。抗血清利用による CTLV の検出もすでに試みられてきたが(井上ら, 1979; 西尾ら, 1984)、カンキツを試料として検出することは困難であった。川合ら (1987) はペルオキシダーゼ変法 ELISA により、カンキツ組織の搾汁から直接検出できることを報告した。近い将来、実用化の方向に進展することを期待したい。

### 引用文献

- 1) BROADBENT, P. et al. (1979) : Report on the visit to the People's Republic of China. p. 21.
- 2) CALAVAN, E. C. et al. (1963) : Plant Dis. Rep. 47 : 971~975.
- 3) ——— et al. (1972) : ibid. 56 : 976~980.
- 4) DA GRACA, J. V. (1977) : Citrus and Subtrop. Fruit Jour. (S. A.) 529 : 18.
- 5) GARNSEY, S. M. (1964) : Proc. Fla. State Hort. Soc. 77 : 106~109.
- 6) ——— (1970) : ibid. 83 : 66~71.
- 7) ——— (1974) : In Proc. 6th Conf. IOCV, Univ. California, Div. Agric. Sci. Richmond. p. 137~140.
- 8) 井上成信ら (1979) : 日植病報 45 : 712~720.
- 9) ——— (1983) : 同上 49 : 439 (講要).
- 10) 川合 昭ら (1988) : 同上 54 : (講要) [印刷中].
- 11) 鹿児島県果樹試験場 (1987) : 昭 61 試験成績書 (育種).
- 12) 神戸植物防疫所 (1975) : 神戸植物防疫情報 686 号, 昭 50. 8.
- 13) KOIZUMI, M. (1984) : In Proc. 9th Conf. IOCV. IOCV, Riverside. p. 229~233.
- 14) MIYAKAWA, T. and C. MATSUI (1976) : In Proc.

- 7th Conf. IOCV. IOCV, Riverside. p. 125~131.  
 15) 宮川経邦 (1975): 植物防疫 29: 371~376.  
 16) ——— (1977): 同上 31: 395~398.  
 17) MIYAKAWA, T. (1980): *In Proc. 8th Conf. IOCV. IOCV, Riverside. p. 220~224.*  
 18) 宮川経邦 (1980): 徳島果試研報 9: 7~11.  
 19) ——— (1983): 農業および園芸 58: 585~586.  
 20) MIYAKAWA, T. and M. TSUJI (1986): *Proc. 10th Conf. IOCV (in press).*  
 21) 西尾 健ら (1984): 日植病報 50: 86 (講要).  
 22) ROISTACHER, C. N. et al. (1980): *In Proc. 8th Conf. IOCV. IOCV, Riverside. p. 225~229.*  
 23) ——— (1987): *Proc. 10th Conf. IOCV. (in press).*  
 24) SEMANCIK, J. S. and L. G. WEATHERS (1965): *Phytopathology* 55: 1354~1358.  
 25) SU, H.-J. and J-UK CHEON (1984): *Phytopathologist & Entomologist, NTU No- 11, p. 42~48.*  
 26) 苏維芳 (SU WEIFUNG) ら (1980): 中国柑桔 4: 39.  
 27) WALLACE, J. M. and R. J. DRAKE (1962): *Plant Dis. Rep.* 46: 211~212.  
 28) ——— (1968): *In Proc. 4th Conf. IOCV, Univ. Florida Press, Gainesville. p. 177~183.*  
 29) ZHANG, T. M. et al. *Plant Disease (in press).*

本会発行図書

# 植物防疫講座

病害編, 害虫編, 農薬・行政編 全3巻

B 5判 各巻約 210 ページ 上製本 定価各 2,500 円 全3巻セット 7,000 円

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

## 各巻内容目次

### 病害編

#### I 総論

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

#### II 各論

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

### 害虫編

#### I 総論

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

#### II 各論

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

### 農薬・行政編

#### 農薬編

##### I 総論

##### II 農薬の作用特性と利用

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

##### III 農薬の施用技術

- 1 農薬製剤と施用法
- 2 防除機

##### IV 農薬の安全使用

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

#### 行政編

##### I 植物検疫

##### II 農薬行政

##### III 防除組織

植物防疫基礎講座

植物ウイルス病の血清学的診断法 (3)

実用診断の現状と展開

社団法人日本植物防疫協会研究所 **しょう 匠** **はら 原** **けん いら 郎** **監 一 郎**

はじめに

有効な防除薬剤がない農作物のウイルス病を防除するためには、まず病原ウイルスの早期診断と的確な防止対策を講じることが重要である。

ウイルス病の診断方法にはいくつかあるが、血清学的技法を用いた診断法はとりわけ特異性が高く、また迅速で確実な方法として広く認められている。

日本植物防疫協会（以下、本会という）は、血清診断の普及を目的として、それに必要な抗血清を安定的に供給するために国庫補助を受け、昭和56年度から実用診断抗血清の作製・配布を開始した。当時、西日本のカンキツ生産県で問題となっていた温州萎縮ウイルス(SDV)の抗血清から着手し、続いて関東地方で増加傾向にあったイネ縞葉枯ウイルス(RSV)診断用の抗血清を作製した。各ウイルスの検定には、そのころ最新鋭敏な手法とされていたELISA法(SDV)と赤血球凝集反応法(RSV)が適用された。

両ウイルスがまん延し、抗血清に対する需要が拡大するに従い、多量の標品調製、輸送及び検定実施上いくつかの問題が生じたため、諸点について修正、改良を加えて対処してきた。今後も前述の2種の血清学的手法を用いた診断は継続的に実施されるとともに、その手法はほかのウイルスの診断にも適用されることが予想されるので、それらの技法と実施上の留意点について高橋が本誌1, 2月号に記述した。

本稿では、本会研究所が作製配布している抗血清を用いた実用診断技法を中心に、各種血清試験法の特徴と今後の展望について述べる。

I 各種血清試験法

診断用抗血清または試験法に応じて調製された抗体試薬が供給された場合に、実際現場で利用されてきた血清学的手法とその特徴を第1表にまとめ、実用診断上必要と考えられる事項について以下に記す。

第1表 実用診断に使われている各種血清試験法

血清試験法	ウイルス検出精度	判定法	操作上の特徴
スライド法	低	肉眼 (ルーペ)	ガラススライドブライアー
微量沈降反応法	中	肉眼 実体顕微鏡	試料の遠心分離が必要
重層法	中	肉眼	小試験管, その他試薬などを要す
赤血球凝集反応法	高	肉眼	遠心不要, 小試験管, ガラス棒のみ
ラテックス凝集反応法	高	肉眼 実体顕微鏡	遠心不要, 振とう器を要する
寒天ゲル内拡散法	低	肉眼	準備に多少の時間を要す
同簡便法	低～中	肉眼	同上, 結果判定までの時間短縮可能
ELISA法	極めて高	肉眼 (オートリーダー)	操作やや複雑, ミクロプレートなどの準備必要
同簡便法	極めて高	肉眼 (オートリーダー)	同上
免疫電顕法	高	電子顕微鏡及び関連機器設備	熟練要す

1 凝集反応法

本法にはスライド法、及び羊赤血球やポリスチレンラテックスのような均一な粒子表面に抗体を吸着させて血清反応に利用する赤血球凝集反応法やラテックス凝集反応法が含まれる。

スライド法は古くからジャガイモXウイルス(PVX)の圃場検診用に使われた手法である。ジャガイモ葉汁をブライヤでしばってガラススライド上に滴下し、PVX抗血清を添加後葉緑体の凝集の有無によってウイルス感染を判定する。

PVX以外に植物体内での濃度の高いウイルス(タバコモザイクウイルス, TMV及びキュウリ緑斑モザイクウイルス, CGMMVなど)でもスライド法を試みたが判定は困難であった。キュウリモザイクウイルス(CMV)のような球型ウイルスや体内での濃度の低いウ

Serological Diagnosis for Plant Viruses (3). Current Status and Potential Application. By Ken-ichiro SHOHARA

イルスの検定には利用できなかった。

ウイルス濃度が低い場合には、抗原抗体反応が起こってそれが凝集しても、少なくとも実体顕微鏡 (30 倍程度) で判定可能な大きさにならない。そこで血清反応の結果を抗体キャリアー (担体) の集合物として観察できるように工夫されたのが赤血球またはラテックス凝集反応法である。

昭和 57 年、本会では RSV 保毒虫検定用の抗体感作赤血球を調製し、配布を開始した。赤血球はウイルス抗原を介してネットワークを形成し、試験管底に広がって沈殿するために反応陰性 (赤血球は自然に沈殿し、試験管底の中央部に円盤状に集まる) との区別が明瞭に肉眼で識別できる。赤血球凝集反応法はウイルス保毒成虫、幼虫ならびに卵 (それぞれ 1 個体) から十分に RSV 検出が可能な優れた手法であるが、実用診断に利用するには輸送、保存などの要因を含めた耐久性のことを考慮する必要があるが生じた。そこで羊赤血球をホルマリン固定し、しかもウイルス検出精度の低下を防ぐ方法がとられた。現在配布中のものは有効期間が半年 (未固定では約 2 週間) のものである。

羊赤血球は市販品を使っているため、ときには抗体感作程度に差が生じる。一方、ラテックス凝集反応法が RSV 検定に利用可能なことが報告され (大村ら, 1986)、しかもウイルス検出感度が赤血球のそれよりも優れていることがわかった。肉眼判定に若干難点はあるものの感作ラテックス液は耐保存性もあり (約 1 年間有効)、現在では RSV 発生子察用として赤血球凝集反応法に代わってラテックス凝集反応法による診断が全国で年間を通じて行われている。

血清試験法の種類によるウイルス検出限界濃度を比較した一例を第 2 表にまとめたので参照されたい。また、赤血球凝集反応法とラテックス凝集反応法の原理、手技ならびに実施上の留意点などについては、本誌の今年度 1 月号に詳しく述べられている (高橋)。

赤血球またはラテックス凝集反応法を野菜類や果樹のウイルス検診に利用するために試験した。赤血球凝集反応法は植物の種類や葉位によって非特異凝集を生じた。ラテックス凝集反応法は SDV の穂木検定に実際に適用された (宇杉, 1955) が、今では ELISA 法に取って代わられている。いずれの方法もウイルス検出感度が十分に高いので、野菜及び花卉類のウイルス検定に利用できるように現在比較試験中である。

## 2 沈降反応法

第 1 表に示した微量沈降反応法、重層法 (リングテスト) 及び寒天ゲル内二重拡散法 (またはその修正法) を

第 2 表 各種血清試験法によるウイルス検出限界

血清試験法	ウイルス	検出限界濃度 ( $\mu\text{g/ml}$ )
寒天ゲル内拡散法 重層法	CMV	50
	TMV (CGMMV)	4 (2)
微量沈降反応法	CMV	0.01
赤血球凝集反応法	RSV	0.02~0.001
ラテックス凝集反応法	RDV (RSV)	0.001 (0.0005)
	SDV	0.0005

- 1) 検出限界は同一試験法でもウイルスの種類によって異なる。
- 2) ラテックス凝集反応法では 30 倍実体顕微鏡による判定結果。
- 3) ELISA 法はオートリーダーによる判定結果。

第 3 表 検定対象ウイルスと血清試験法

対象ウイルス (検体試料)	血清試験法
CMV, TMV CGMMV, PVX TuMV <sup>a)</sup> , SMV ZYMV (植物体)	微量沈降反応法 重層法 (ELISA 法) <sup>b)</sup>
RSV, RDV (保毒虫, イネ葉)	ラテックス凝集反応法 赤血球凝集反応法 ELISA 法
SDV, CTV	ELISA 法

a) ウイルス名は本文及び第 4 表参照。

b) ( ) 内は希望により調製。

いう。ウイルス粒子が抗体を介して目に見える大きい塊 (クランプ) を形成し、沈殿するのが沈降反応であり、血清試験法の基本となるものである。

検定対象の植物粗汁液 (遠心上清) と抗血清を混合すれば、ウイルス抗原は白色の沈殿物として肉眼で観察される。混合は試験管内で行ってもよいが、抗血清を節約するためにも、また、より確実に沈殿を観察するためにもプラスチック製ペトリ皿内で両者を 1 滴ずつ混合する方法 (第 1 表, 微量沈降反応法) が用いられている。混合された液滴は蒸発を防ぐために流動パラフィンを入れ、37°C (または室温) で 1~2 時間静置後実体顕微鏡で観察される。ウイルスがあれば 20 倍程度の倍率でも十分に白色沈殿物 (ウイルスの種類によって粉状、絮状沈殿になる) として判定できる。

微量沈降反応法は CMV, TMV, CGMMV をはじめズッキーニーエローモザイクウイルス (ZYMV) やカボチャモザイクウイルス (WMV) など、一般の野菜、花卉類のウイルス診断に広く利用されている手法である。

また、1枚のペトリ皿で50検体以上の検定ができるように、試料（及び抗血清）の希釈列を設けることにより定量検出も可能であるが、検体の遠心操作が省略できない。

抗原と抗体を直接混合する場合に、どちらか一方がその濃度比率において過剰になると抗原抗体反応が抑制されることがある。これを防ぐために重層法が工夫された。抗血清にショ糖やグリセリンを加え密度を高め、小試験管中で試料液を重層する。両者の接触面で沈降反応が起こり、白色の輪として観察される。重層法は研究用として、ウイルス抗原や抗血清の濃度、力価測定などに利用されているが、準備に多少の手間がかかるために、必ずしも実用的な手法にはなっていない。

沈降反応を判定するための1手法として寒天ゲル内（二重）拡散法がある。本法の原理は、寒天平板内の2地点から抗原と抗体を同時に拡散させた場合に、両者が出合った場所で反応し、白色沈降線が生じることを利用したものである。従来、ウイルス系統間の抗原分析やウイルス診断、同定に用いられてきたが、ひも状ウイルスなどではゲル内の拡散が容易でなく、例えば SDS（ラウリル硫酸ナトリウム）のようなウイルス崩壊剤と併用する必要があり、必ずしも実用技法とはならなかった。しかし、CMV や TMV あるいは CGMMV のような植物体内での濃度が高いウイルスでは拡散促進用の試薬も見付かっており、試料の遠心操作も必要としない簡便法も報告されている（匠原，1980）。CMV や TMV では検体（葉）をガラス棒で磨砕し、寒天上に置いた沓紙円盤にのせるだけで、数時間以内に肉眼で十分に判定可能な沈降帯が認められ、容易にウイルス診断が可能であった。

### 3 ELISA 法

本法にはいくつかの修正法があるが、これまでに主として行われてきたのは二重抗体法（ダブルサンドイッチ法）である。前述のように、本会の抗血清作製配布事業が始まった折に最初に着手した SDV 抗血清は二重抗体法用に調製されて配付された。

抗体を吸着したマイクロウェルに試料を添加すると、ウイルスは抗体に結合し、これに酵素で標識した同じ抗体を加えると再びウイルスに結合する。標識酵素に対する基質を入れると分解されて発色する。ELISA 法の原理ならびに実施上の詳細な留意点については本誌の2月号に掲載されている。

ELISA 法は酵素反応を利用した血清試験法であり、ウイルス検出感度はきわめて高い（第2表）。体内濃度の低いウイルス診断に適した技法であるが、他の試験法

に比べて操作が複雑といえる。また、一連の手順の中でわずかな誤操作が結果に重大な影響を与える場合もある。しかし、最近ではそのウイルス検出精度の高さと信頼度が相まって、単に果樹類のような濃度の低いウイルス検定だけでなく、野菜、花卉などのウイルスフリー化を目的としたクローン苗のウイルス検査にも ELISA 法が導入されはじめた。

### 4 その他の特殊技法

以上述べた手法は、主として本会配布の抗血清及びその調製標品によって実際現場で行われているものである。しかし、大学や一部の公的研究機関では抗体の供給を受けて免疫電顕法または蛍光抗体法を実施した所もあった。これらの血清学的手法については、利用目的も限定されたものであり、必ずしも一般的な診断法とはいえず、本稿とは別の機会に草したい。

## II 抗体作製と調製

ウイルス抗血清（抗ウイルス血清ともいう）を作るといことは、動物の外來異物に対する免疫機構によって産生される抗体を利用することである。

ウイルス病診断用の抗血清作製は、まず目的とするウイルスを高純度に精製し、家ウサギなどへ注射して行われる。ウイルス抗原に寄主植物由来の成分（夾雑物）が混入していると、これらに対する抗体も同時に産生されるために、血清試験を行うとウイルスに感染していない植物汁液でも反応陽性となり、判定に混乱が生じる。しかしながら、ウイルスの種類によっては純化精製法が確立していないものもあり、抗血清の作製が困難な場合がある。

### 1 ポリクローナル抗体

従来抗血清の作製には家ウサギ（ヒツジやニワトリの場合もある）が使われた。本会の抗血清もすべてそうであった。その際に得られる抗体は二つの意味でポリクローナルな組成を持つ。一つは前述のようにウイルスと夾雑物に対する2種類の抗体ができること、及びウイルス粒子（主として外被タンパク）にある複数の抗原性決定基に対してそれぞれの抗体が産生されることである。

前者の場合には実用診断上支障をきたすために、そのままでは配布できず、不要な抗体を寄主植物成分で吸収除去する必要があった。後者の場合には、病原ウイルスの検出という診断の見地からは障害とならないが、ウイルス系統を決める同定作業に混乱を生じる（SDV とカンキツモザイクウイルス；GiMV、普通系 PVY とえそ系 PVY では実際に混同されたこともあった）。

## 2 モノクローナル抗体

近年 KOELER and MILSTEIN (1973) によって開発されたモノクローナル抗体の作製手法が実用技術として確立され、植物ウイルスの分野でも利用されはじめた。

当研究室でもすでに RSV をはじめ、3系統の TMV (普通系, トマト系, トウガラシ系) に対するモノクローナル抗体を作製し、RSV についてはラテックス・赤血球凝集反応法及び ELISA 法用に調製して試験的に配布を開始した。モノクローナル抗体は、ウイルスの個々の抗原性決定基に対応してクローン化された抗体産生細胞から作られた抗体であり、ウイルス (または系統) 個々の決定基とだけ反応する。

RSV のモノクローナル抗体による ELISA 法で、ウイルス保毒虫及び罹病イネ検定を行ったところ、反応陰性の場合には発色度 (吸光値) がゼロであった。したがって陽性反応における RSV 検出限界値が高く、発色がきわめて明りょうで十分に肉眼判定可能であった (保毒虫検定)。

モノクローナル抗体の高い特異性は、一方ではこれを現場で利用する場合に不利になることも考えられる。ウイルスのわずかな変異を識別し、反応陰性と判定されるかもしれない。現在ウイルス系統間の共通抗原に対するモノクローナル抗体の実用化を探っている。

## III 血清診断法の普及と展望

現在、イネ縞葉枯病の発生予察のために、ラテックスまたは赤血球凝集反応法及び ELISA 法などの血清学的手法による保毒虫 (ヒメトビウカ) 検定が全国の病害虫防除所をはじめ農業試験場など公的機関で実施されている。また、カンキツ生産県では SDV をはじめ CTV の撲滅を目的として、母樹、穂木ならびに苗木の血清診断が行われており、ウイルス防除に多大な成果があげられた。

血清診断が広く普及するためにはいくつかの基本的な要因が必要である。試験設備、抗血清の供給配布体制の整備ならびに試験研究員の養成などは当然のこととして、抗血清を作製配布する立場としてはまず抗血清の安定供給に留意すること、需要に応じて可能な限り抗血清の種類を増やし、いつでも対応できることが必要と考える。

技術的な面からは、血清試験法を含めて検定技術の開発が筆者らに課せられた問題である。従来、血清試験は純研究用として利用され、特殊な技術とみなされた。今日では身近なウイルス診断技法として普及している。その理由の一つに血清の供給体制の確立と同時に、技法の

第4表 配布中の抗血清の種類

ウサギ抗血清  
SDV, CTV, RSV, RDV, BaYMV, CMV (普通系), CGMMV (キュウリ系, スイカ系), TMV (普通系, トマト系, トウガラシ系), TuMV, PVX, PVY (えそ系), BYMV (えそ系), BNYVV, SMV

モノクローナル抗体  
RSV, TMV (3系統)

- 1) 昭和 62 年 12 月末日に保存中のもので、要望があれば直ちに配布可能な抗血清を記した。
- 2) 本文中にウイルス名が記されていないもの  
RDV: イネ萎縮ウイルス, BaYMV: オオムギ縞萎縮ウイルス, PVY: ジャガイモ Y ウイルス, BYMV: インゲン黄斑モザイクウイルス, BNYVV: ビートえそ性葉脈黄化ウイルス, SMV: ダイズモザイクウイルス, ZYMV: ズッキーニーイエローモザイクウイルス

簡便化と抗体調製品の耐久性の向上がある。抗体感作赤血球は、その有効期間が2週間から半年~1年間 (固定の場合)、さらに凍結乾燥処理を加えれば数年間は保存できた。

抗血清の利用者の立場からは、例えば特定のウイルス診断用キットに対する要望もある。ELISA 法用に抗体を吸着したマイクロタイプレートと試薬を1組にして配布することなども実現可能な試案である。小型のプラスチック容器に入れた寒天平板は持ち運びでき、汚紙吸着乾燥抗血清とセットにすればいつでも簡便法による二重拡散法が実施できる。

新しい血清診断技法を紹介するためには技術研修会の開催も有効であろう。本会研究所では今後も継続してこれを実施していく予定である。

## おわりに

本会から配布される抗血清または抗体調製標品を使って、実際現場で利用されている各種の血清試験法の特徴について記した。

これまでに主な検定対象となったウイルスと作物の種類数は限られているが、検定を行った技術者、研究員の総数は300名を超えている。この事業が始まった当時には予想できなかったことであった。また、血清試験法も、単に簡便化するだけでは現場の要望に対応できず、むしろ、少々複雑な手法であってもウイルス検出感度が高いことが必要であった。本文でも述べたように、赤血球凝集反応法やラテックス凝集反応法は手法そのものはきわめて簡易なものであり、またウイルス検出精度も十分に高いために RSV の保毒虫検定に抗体感作赤血球や

ラテックスが供給されたときに両法が広く普及したと考えられる。ELISA 法においても簡便法が工夫されたが、その適用は一部のウイルスに対してのみ可能である。

しかしながら、多数の検体を同時に処理するためには、簡易手法の開発は無視できない。ときには pH 試験紙のように、また尿検試験紙のように、被検液にひたすだけで瞬時にウイルス感染の有無とウイルス同定ができ

ないものかと夢想する。

本稿を草するにあたり常にご指導、ご鞭撻をいただいた本会研究所荒木隆男研究部長と 下村 徹調査役に記して深謝の意を表す。また、ウイルス研究室の高橋義行研究員には血清試験全般にわたる技術研究上のご教示を受けた。厚くお礼を申し上げる。

## 新しく登録された農薬 (63.1.1～63.1.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号〔登録業者(会社)名〕、対象作物:対象害虫:適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 16945～16955 まで計 11 件)

### 『殺虫剤』

#### PAP 粉剤

PAP 2.0%

エルサン粉剤 2DL (63.1.27)

16945 (日産化学工業)

稲: ニカメイチュウ・カメムシ類・イネドロオイムシ: 7日4回

#### ブプロフェジン・CVMP 粉剤

ブプロフェジン 1.5%, CVMP 1.5%

アブロードガードサイド粉剤 DL (63.1.27)

16951 (日本農薬)

稲: ツマグロヨコバイ幼虫・ウンカ類幼虫・ニカメイチュウ・コブノメイガ: 14日4回

#### マシン油乳剤

マシン油 98.0%

ライトマシン (63.1.27)

16952 (三笠化学工業)

かんきつ: ミカンハダニ・ヤノネカイガラムシ: 夏期(6～7月中旬)

#### CVMP 水和剤

CVMP 50.0%

ガードサイドゾル (63.1.27)

16953 (北興化学工業), 16954 (ジェル化学)

稲: ニカメイチュウ: 14日2回

### 『殺菌剤』

#### ビテルタノール水和剤

ビテルタノール 25.0%

バイコラル水和剤 (63.1.27)

16946 (八洲化学工業), 16947 (北興化学工業)

りんご・なし: 黒星病・赤星病: 30日3回, もも: 黒星病・赤星病: 前日3回, おうとう: 灰星病: 14日

3回, いちご: うどんこ病: 前日3回, メロン: うどんこ病: 前日4回, りんご: らっかせい・てんさい: 褐斑病: 14日4回, ばら: うどんこ病, きく: しろさび病

#### 水和硫黄剤

硫黄 75.0%

クムラス (63.1.27)

16948 (ビーエーエスエフジャパン), 16949 (富士グリーン)

果樹: ハダニ類, いちご: うどんこ病, そ菜: うどんこ病・ハダニ類, りんご: うどんこ病, かんきつ: ミカンサビダニ, もも: 黒星病, 麦類: さび病・うどんこ病・赤かび病, ばら: うどんこ病, きく: 白さび病, 芝: さび病, ホップ: べと病

### 『殺虫殺菌剤』

ブプロフェジン・イソプロチオラン・フルトラニル粉剤  
ブプロフェジン 1.5%, イソプロチオラン 2.5%, フルトラニル 1.5%

フジワンアブロードモンカット粉剤 DL (63.1.27)

16950 (日本農薬)

稲: いもち病・紋枯病・ツマグロヨコバイ幼虫・ウンカ類幼虫: 14日3回

#### BPMC・MEP・トリシクラゾール・バリダマイシン粉剤

BPMC 2.0%, MEP 3.0%, トリシクラゾール 1.0%, バリダマイシン 0.30%

ピームバッサバリダスミ粉剤 3DL (63.1.27)

16955 (武田薬品工業)

稲: ニカメイチュウ・ウンカ類・ツマグロヨコバイ・コブノメイガ・カメムシ類・いもち病・紋枯病: 21日3回

人事消息

筑波農林研究団地内各試験研究機関では、つくば市の市制施行に伴い、11月30日から所在地の表示が下記のとおり変更になった。

農林水産省

農業研究センター

〒305 茨城県つくば市観音台 3-1-1

農業生物資源研究所

〒305 茨城県つくば市観音台 2-1-2

農業環境技術研究所

〒305 茨城県つくば市観音台 3-1-1

果樹試験場

〒305 茨城県つくば市藤本 2-1

農業土木試験場

〒305 茨城県つくば市観音台 2-1-2

蚕糸試験場

〒305 茨城県つくば市大わし 1-2

家畜衛生試験場

〒305 茨城県つくば市観音台 3-1-1

食品総合研究所

〒305 茨城県つくば市観音台 2-1-2

熱帯農業研究センター

〒305 茨城県つくば市大わし 1-2

種苗管理センター

〒305 茨城県つくば市藤本 2-2

農林水産技術会議事務局筑波事務所

〒305 茨城県つくば市観音台 2-1-2

なお、畜産試験場及び林業試験場は従来どおり。

(3月1日)

佐藤 徹氏 (北海道農試企画連絡室連絡科長) は草地試験場環境部長に

田中寛康氏 (果樹試安芸津支場長) は果樹試験場保護部長に

伊庭慶昭氏 (果樹試企画連絡室企画科長) は果樹試安芸津支場長に

河瀬憲次氏 (果樹試興津支場栽培研究室長) は果樹試口之津支場長に

高柳謙治氏 (野菜・茶業試野菜育種部長) は野菜・茶業試験場茶栽培部長に

栃原比呂志氏 (農業研究センター病害虫防除部ウイルス病診断研究室長) は九州農業試験場環境第一部長に

原楨 紀氏 (草地試験場環境部長) は退職

大竹昭郎氏 (果樹試験場保護部長) は退職

市島紀郎氏 (果樹試験場口之津支場長) は退職

中山 仰氏 (野菜・茶業試験場茶栽培部長) は退職  
堀 真雄氏 (九州農業試験場環境第一部長) は退職

財団法人日本植物調節剤研究協会では12月23日に役員会を開催し、下記のとおり会長を改選した。

会長 吉沢 長人氏

石原産業株式会社は、11月1日付けで農業開発本部と営業第二本部を統合し、農業事業部とした。

山本農業株式会社仙台営業所は、11月24日付けで下記へ移転した。

〒980 仙台市一番町 2-3-22 仙台ビルディング4階  
電話 (022) 262-5209 (代表) FAX (022) 224-7086

田摩フレキ産商株式会社は、11月24日付けで本社営業所、工場を下記のとおり移転した。

本社営業所 〒151 東京都渋谷区初台 2-14-9

木田ビル1階

電話、FAX は従来どおり

伊勢原工場 〒259-11 神奈川県伊勢原市小稲葉 1275  
電話 (0463) 92-4467

株式会社ハイポネックスジャパンは、12月14日付けで下記へ移転した。

〒553 大阪市福島区海老江 5-1-1

三井野田ビルディング

電話、FAX は従来どおり

明治製菓株式会社は、12月21日付けでダイヤル・イン方式採用により下記のとおり電話番号を変更した。

生物産業事業部生物産業営業部

農業営業グループ (03) 273-3431

○出版部より

☆『農林有害動物・昆虫名鑑』が出来上がりました。

日本応用動物昆虫学会 30周年記念出版として編集を進めていたもので、前版(「農林害虫名鑑」(昭和55年刊))を全面的に改訂、新たに哺乳類・鳥類が加わったことにより、書名も標記のように変更になりました。収録種数も2,450種と大幅に増補されております。

全体の体裁は前版と同じく、第1部 有害動物・昆虫分類表、第2部 作物別有害動物・昆虫名、第3部 学名・和名・英名索引となっております。植物防疫に携わる方の座右の書として、是非お手元に置いてお使い下さい。

(A5判, 379ページ, 定価 3,300円, 〒300円)

植物防疫

第42巻 昭和63年2月25日印刷  
第3号 昭和63年3月1日発行

定価500円 送料50円 1か年6,100円  
(送料共概算)

昭和63年

編集人 植物防疫編集委員会

—発行所—

3月号

発行人 遠藤 武雄

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号 170

(毎月1回1日発行)

印刷所 株式会社 双文社印刷所

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

—禁 載—

東京都板橋区熊野町13-11

果樹・野菜・茶などの広範囲の害虫防除に  
—新合成ピレスロイド剤—

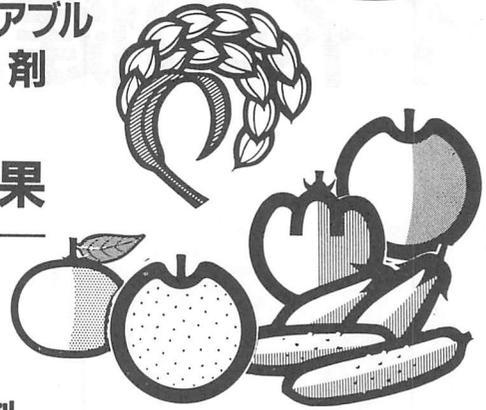
新発売!

増収を約束する  
日曹の農業

# 日曹 スカウト フロアブル乳剤

少薬量で (フロアブル…1.4%  
乳剤…1.6%)

大きな効果



- 稲の種子消毒に、  
果樹の黒星病・赤星病・うどんこ病防除に

## トリフミン® 水和剤

- 果樹・いちごのハダニ防除に

## ニッソラン® 水和剤

- 畑作のイネ科雑草除草に

## ナブ® 乳剤



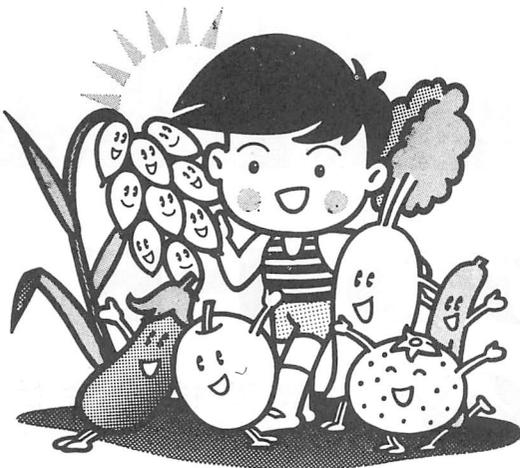
日本曹達株式会社

本社 于100 東京都千代田区大手町2-2-1  
支店 于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

# 豊かな収穫が見えてくる。



三 共 の 農 薬



- ムレ苗、苗立枯病を防いで健苗をつくる

## タチガレエース 粉剤液剤

- 灰色かび病、菌核病防除に|

## 三共 ロニラン® 水和剤



三共株式会社 北海三共株式会社  
九州三共株式会社

# イネの健康、大切に。



いもち病・健苗・ムシ苗

**マジック**<sup>®</sup>

もんがれ病

**モリカック**<sup>®</sup>

ウンカ・ヨコバイ

**マジロード**<sup>®</sup>



日本農薬株式会社  
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

®は日本農薬の登録商標です。

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

# バスアミド

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

これまでの組合せ防除から一発防除へ。始まった、育苗新時代。

稲苗立枯病  
防除に

ムレ苗防止

健苗育苗に

## 小さな苗が パワーを持った。

1. 4種の主要なイネ苗立枯病(リゾブス菌・フザリウム菌・ビシウム菌・トリコテルマ菌)を同時防除
2. ムレ苗の発生を強力に防止
3. 健苗育苗にすぐれた効果
4. 使い方が簡単。播種前1回の処理でOK
5. 他の農薬の近接散布が安心

＜使用方法＞播種7日前～播種当日に育苗用土と混和。この1回処理でイネ苗立枯病・ムレ苗防止、健苗育苗に役立ちます。



健苗づくりの一発剤

## カヤベスト粉剤10

カヤベスト粉剤普及会：北興化学工業株・三笠化学工業株・八洲化学工業株  
(事務局)日本化薬株〒100東京都千代田区丸の内1-2-1

昭和二十三年  
九月九日  
第九卷  
第三号  
郵便  
物  
認  
可

# チカラのウルコ

頑固な雑草に必殺一発パンチ!  
今年本格販売

62年の結果は、  
大好評!!

話題の低コスト除草  
一発処理除草剤



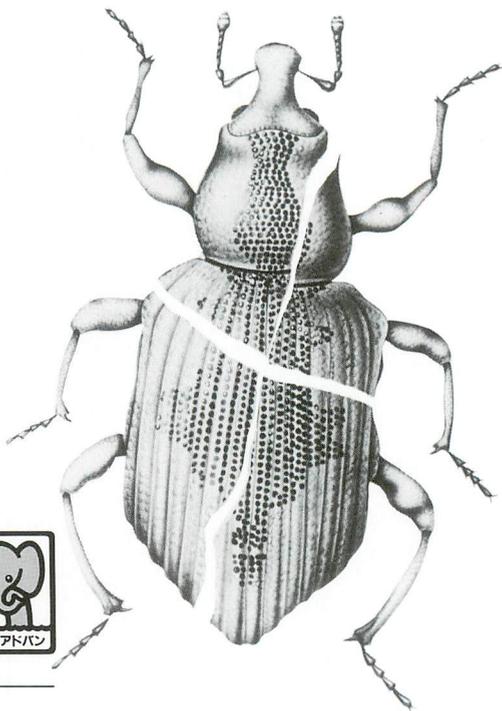
農協・経済連・全農

**クミアイ化学工業株式会社**



<農業は正しく使いましょう。>

- イネミズゾウムシの成虫にも幼虫にも抜群の効果を示し、1回の箱施用で従来の体系処理(箱処理+本田処理)より高い防除効果が期待できます。
- 残効性にすぐれ、稲の根を食害からよく守ります。
- 水稲初期害虫(ドロオイ・ハモグリ・イネゾウ・ヒメトビ・ツマグロなど)を同時防除できます。
- 稲に安全、田植3日前から直前までの施用ができます。



**イネミズ防除の特効薬!**

育苗箱専用強力防除剤

**アドバンテージ**  
粒剤



※アドバンテージは米国FMC社の登録商標です。

イネミズにアドバン

ありがとう 100年  
明日を拓(100年)



**日産化学**



原産供給元  
FMCコーポレーション