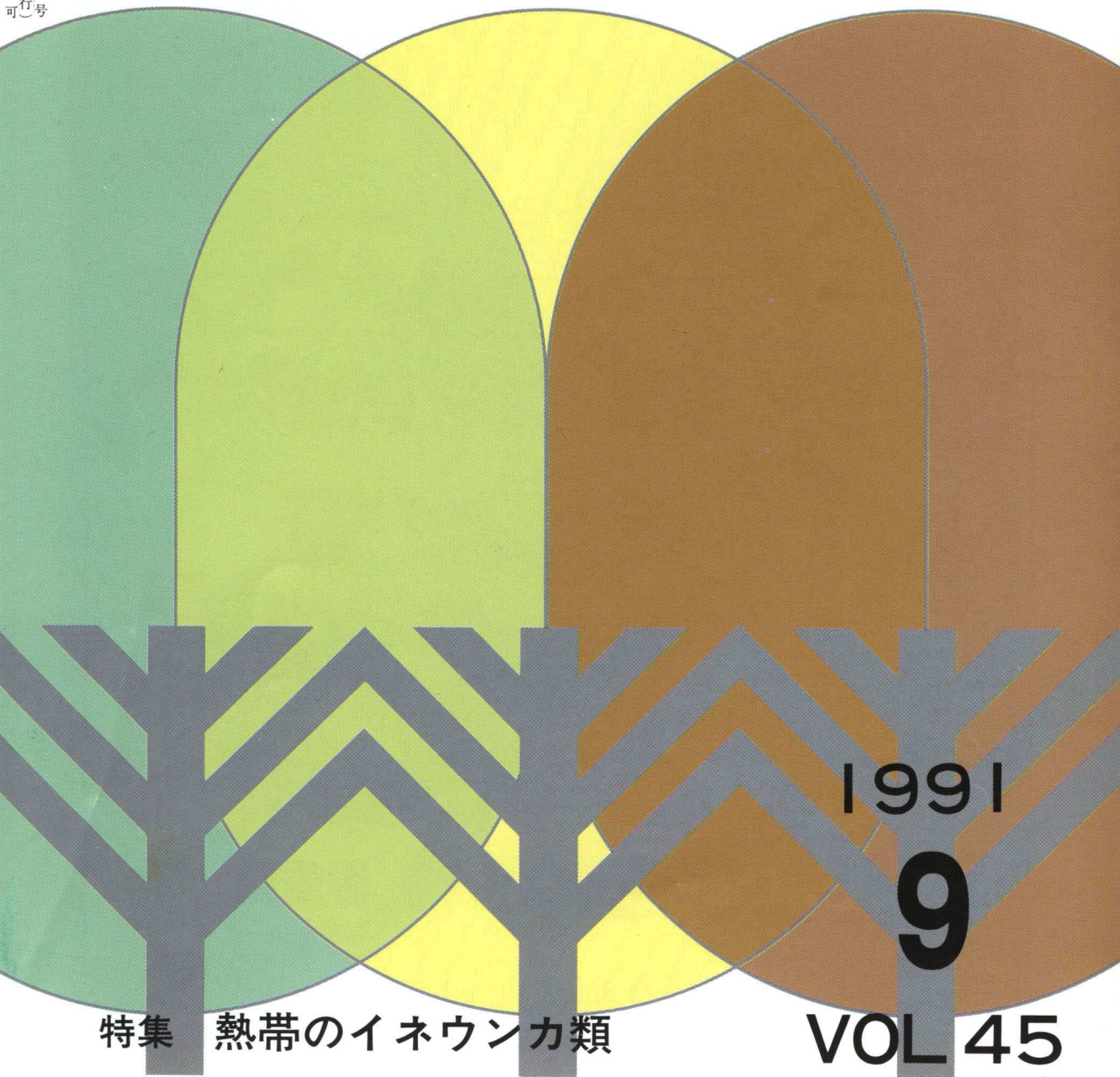


昭和
平成
三十三
三十四
年
八
月
一
日
印刷
種
類
郵
便
物
認
可
第
四
十
五
卷
第
九
号

疫 防 物 植



特集 熱帯のイネウナカ類

VOL 45

農業に関する唯一の統計資料集。登録のある全ての農薬名を掲載。

農 薬 要 覧

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修

—— 1990 年版 ——

B 6 判 692 ページ

定価 4,600 円

(本体 4,466 円) 送料 310 円

— 主 な 目 次 —

- I 農薬の生産、出荷
種類別生産出荷数量・金額 製剤形態別生産数量・金額
主要農薬原体生産数量 種類別会社別農薬生産・出荷数量など
- II 農薬の流通、消費
県別農薬出荷金額 農薬の農家購入価格の推移 など
- III 農薬の輸出、輸入
種類別輸出数量 種類別輸入数量 仕向地別輸出金額など
- IV 登録農薬
元年9月末現在の登録農薬一覧 農薬登録のしくみなど
- V 新農薬解説
- VI 関連資料
農作物作付(栽培)面積 空中散布実施状況など
- VII 付 録
農薬の毒性及び魚毒性一覧表 名簿 登録農薬索引など

- 1989年版—4,400円 送料310円
- 1988年版—4,429円 送料310円
- 1987年版—4,223円 送料310円
- 1986年版—4,223円 送料310円
- 1983年版—3,296円 送料260円
- 1982年版—3,708円 送料310円
- 1981年版—3,708円 送料310円
- 1977年版—2,472円 送料260円
- 1976年版—2,266円 送料260円
- 1975年版—2,060円 送料260円
- 1963～74, 1978～80, 84,
85年版— 品切絶版

※定価は税込価格です。

お申込みは前金(現金・小為替・振替)で本会へ

広に適用病害と優れた経済性

パルナックス

水和剤

■普通物で安全。

■薬剤費が安く経済的。

■耐性菌の心配なし。

- りんご……黒星病、斑点落葉病、赤星病、黒点病、すす点病、すす斑病
- なし……黒星病、黒斑病、赤星病
- もも……縮葉病、黒星病、灰星病
- かき……円星落葉病



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

★ 日産化学

奏でるのは、
実りの前奏曲。
プレリュード



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

新登場

実りのプレリュード・種子消毒剤
◎ スポルタック[®] 乳剤

●ブロクロラス 25% SPORITAK[®]

日産化学インコーポレーテッドの商標登録

発生予察用フェロモン製剤

SEルアー

- ▶ニカメイガ用
- ▶シバツトガ用
- ▶シロイチモジヨトウ用
- ▶スジキリヨトウ用
- ▶チャノホソガ用
- ▶アリモドキゾウムシ用

発生予察用誘引剤

新
発
売

コガネコールA

- ▶マメコガネ用

コガネコールC

- ▶コアオハナムグリ、アシナガコガネ用

●発生予察用フェロモン製剤は、順次品目を追加していきます。



サンケイ化学株式会社

本社 ☎890 鹿児島市都元町880番地 ☎(0992)54-1161
東京本社 ☎101 東京都千代田区神田司町2-1 ☎(03)3294-6981

ホクコーの主要防除剤

●いもち病防除剤

カスラフサイド 粉剤DL 水和剤

ヒノラフサイド 粉剤DL 水和剤

オリゼメート 粒剤

●イネミズソウムシ・いもち病・ウンカ類防除にノ

オリゼメートトレボン 粒剤L

●紋枯病やっぱり決め手の

バリダシン 液剤5

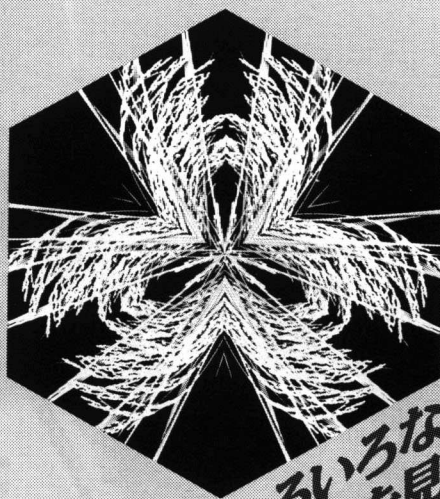
●水稻倒伏軽減剤

セリタード 粒剤5

●イネミズソウムシ・イネドロオウムシ防除剤

シクロサル 粒剤2

シクロサルナック 粒剤



いろいろな視点で
収穫を見つめて。

●果樹・畑作・その他除草剤

ポラリス 液剤

ハービーエース 水溶剤

農薬会社は、日本農業の発展を願い、
安全で効果の高い農薬を創りおとどけています。



農協
経済連
全農



北興化学工業株式会社
東京都中央区日本橋本石町4-4-20

インドネシアにおけるツングロ病

鈴木 芳人氏原図（本文9ページ参照）



①ツングロ病発病株(1): 感染後10~20日後に上から2, 3番目の葉の黄化が始まる。葉身はよじれ通常褐色ネクロシス斑を生じ、草丈が短縮する ②ツングロ病発病株(2): 黄化した葉が枯れ落ちたあとは草丈の短縮だけが症状として残る。発病株は生育が遅れ、収穫期になっても緑色を保つ ③ツングロ病の温床となる作期不統一の水田地帯: バリ州パダン県パダンガラック村 ④発病株の分布: 発病株はやや坪状に発生し、水田の辺縁部の発病率は通常低い ⑤ツングロ病の被害: 若いイネの生長段階でツングロ病が激発し、収穫皆無となった水田。左上は同じ生育段階（本田移植後第8週）の抵抗性品種を作付けした水田



インドネシア・ムダ直播水田のウンカと天敵

和田 節氏原図（本文13ページ参照）



▲休閑期に耕起された水田地帯



▲日本の制度を模した MADA の locality office（病害虫防除・普及所）

◀直播水田におけるウンカ調査用器具



▲卵寄生蜂 *Anagrus* (上) と セジロウンカ被寄生卵 (下右)



▲卵寄生蜂 *Oligosita* (上) と トビイロウンカ被寄生卵 (下右)



◀ウンカ類の有力な捕食者、キクヅキコモリグモ (上) とカタビロアメンボ (下)

根腐萎ちょう症

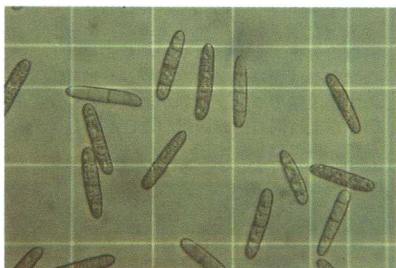
坂口 荘一氏原図



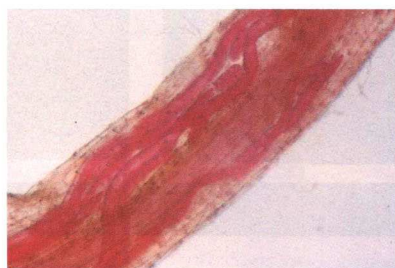
▲わい小株（左上）と萎ちょう株（左中）



▲根の褐変（左）と腐敗（右）



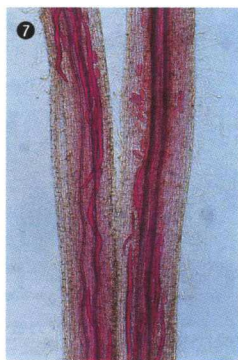
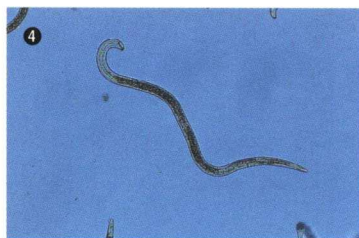
▲褐変部から分離される *cyldrocarpon* sp.



▲腐敗根組織中のクルミネグサレセンチュウ（小川義雄氏原図）

根腐線虫病

西澤 務氏原図



①クルミネグサレセンチュウの被害激甚な施設栽培イチゴ（品種：女峰） ②同上施設内の被害株（根系はいわゆる“black-root rot”症状を示す） ③同上被害株の根圏土壌から検出されたクルミネグサレの集団（検出線虫数：450頭/20g） ④クルミネグサレの雌成虫（体長約0.6 mm） ⑤クルミネグサレの雄成虫（体長約0.5 mm） ⑥クルミネグサレの接種により得られた根の褐変症状（2,000頭/株、接種30日後） ⑦酸性フクシン・ラクトフェノールで線虫を染め分けた同上株の根系の一部（多数の卵、幼虫、成虫が認められる） ⑧キタネグサレの汚染土壌で1か月間育てたイチゴ幼苗の根の褐変症状

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 45 卷 第 9 号 目 次
平成 3 年 9 月 号

特集：熱帯のイネウンカ類

西ジャワ北部平野におけるトビイロウンカの個体群特性	沢田 裕一・アイ・クスマヤディ.....	1
インドネシアにおけるトビイロウンカの生命表分析	沢田 裕一・S. W. ガイブ・スプロト.....	5
インドネシアにおけるツングロ病とその媒介昆虫ツマグロヨコバイの発生生態	鈴木 芳人.....	9
マレーシア直播水田におけるイネウンカ類の発生生態	和田 節.....	13
褐色米の病名採用について	吉野 嶺一.....	18
野菜病害に対する薬剤の圃場試験の実際	田中 薫.....	20
野菜害虫に対する薬剤の圃場試験の実際	森 克彦.....	24
植物ウイルス分類の現状と問題点	都丸 敬一.....	28
研究放談室(4)——共同研究——	小野小三郎.....	33
植物防疫基礎講座		
イチゴの萎ちょう性病害／見分け方・発生生態・防除		
根腐萎ちょう症・根腐線虫病	坂口 莊一・西澤 務.....	35
新しく登録された農薬(3.7.1~7.31)		32
中央だより	協会だより	38
人事消息	お知らせ	23
次号予告	出版部より	38

「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

●いもち病に理想の複合剤

ヒノラスサイド®

●いもち病の予防・治療効果が高い

® **ヒノザン**

●いもち・穂枯れ・カメムシなどに

® **ヒノバイジット**

●いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに

® **ヒノラスバイバッサ**

●紋枯病に効果の高い

® **モンセレン**

●いもち・穂枯れ・紋枯病などに

® **ヒノラスモンセレン**

●イネミズ・カメムシ・メイチュウに

バイジット

●イネミズゾウムシ・メイチュウに

バサジット®

●イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに

® **サンサイド**

●イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに

D.S. タイムストーンサンサイド®

●さび病・うどんこ病に

® **バイレト**

●果樹の黒星病・赤星病・灰星病・
野菜のうどんこ病に

® **バイコラル**

●灰色かび病に

® **ユーパレン**

●うどんこ病・オンシツコナジラ
ミなどに

® **モレスタン**

●斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに

® **アントラコール**

●コナガ・ヨトウ・アオムシ・
ハマキムシ・スリップスに

® **トクチオン**

●ミナミキイロアザミウマに

® **ホルスター**

●各種アブラムシに

® **アリルメート**

●ウンカ・ヨコバイ・アブラムシ・
ネダニなどに

® **タイムストーン**

® は登録商標

●新しい時代のヒエ斉り登場

® **ヒノクロア粒剤**

●初・中期一発処理除草剤

特農 **ザーフ** 粒剤

●初・中期一発処理除草剤

特農 **アクト** 粒剤

●初・中期一発処理除草剤

特農 **シンサン** 粒剤

●中期除草剤

クロアSM粒剤

●バレイシヨ・アスバラの除草剤

センコル

Bayer 

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

* バイエル農業をお届けして50年、
日本特殊農薬の社名が変りました。





自然との調和と安全性 これがバリダシンのテーマです。

もん枯病防除に ——バリダシン

- もん枯病と稲害虫の同時防除に

パダン®バリダシン® 粉剤 DL

- もん枯病防除に5%液剤で使いやすい

バリダシン® 液剤 5



無人ヘリコプター用薬剤として適用拡大されました。

- もん枯病防除の省力化に

バリダシン® エアー ビームソル

- いもち病に

武田薬品工業株式会社

アグロ事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

特集：熱帯のイネウンカ類〔1〕

西ジャワ北部平野におけるトビイロウンカの個体群特性

国際協力事業団(JICA) さわ だ ひろ いち
 京都大学農学部昆虫学研究室 アイ・クスマヤディ

はじめに

トビイロウンカは、熱帯アジアから東アジアにかけて広く分布する稲の重要害虫である。インドネシアにおいても、1970年代後半にはジャワ、スマトラ、バリ島などを中心に、毎年30～80万haの水田で被害発生が記録され、米生産に深刻な打撃を与えた。1980年代以降も、1982～83年北スマトラ、1986～87年中・西部ジャワ、1987～88年東ジャワ、ランボン州などで激しい被害が発生した。

熱帯アジアにおけるトビイロウンカの多発生は、1970年前後から本格化した新品種・新技術の導入による米増産計画、いわゆる緑の革命の進展とともに顕在化したといわれる。すなわち、灌漑の整備による周年栽培地域の拡大、多収性品種の導入と肥料の多投入によるイネの生理的条件の変化、農薬散布による天敵生物の減少といった農業の近代技術そのものが、トビイロウンカにとって好適な生息条件を提供し、この種の大発生を招来させたといえることができる(DYCK et al., 1979)。

本稿で述べる西ジャワ北部平野は、46万haの水田面積を持つインドネシアの近代稲作農業の最先進地域で、大規模な灌漑システムが整備され、肥料・農薬の使用量も多い。単位面積当たりの生産性が高い反面、トビイロウンカの被害も多い。作期は雨期作(11～3月)と乾期作(4～8月)の、年2期作である。雨期作から乾期作にかけて作期はほぼ連続するが、乾期作の収穫後、雨期作の開始まで2～3か月間の休閑期が設けられ、一部の地域で水田後作としてダイズなどの二次作物が栽培されるものの、大部分の水田は乾燥状態で放置される。1984～85年雨期作及び1985年乾期作に、西ジャワ北部平野に9か所の調査地を設定し、携帯用掃除機を改造した吸虫機を用いて詳細な個体群調査を行った(KUSMAYADI, 1990)。調査地のうち8か所は農家水田を借り上げ、1か所はジャチサリ野外実験所(現、発生予察センター)実験圃場を利用した。

I 世代密度と世代間増加率の推定

図-1に、雨期作と乾期作のそれぞれ2か所の調査地について、成虫と4～5齢幼虫の合計数の発生消長を示した。移植1～4週ごろまでの初期の水田では、苗代産卵に由来する幼虫や短翅型成虫もみられるが、一般には外部から侵入する長翅型成虫が優占する。長翅成虫の侵入後、個体群は普通三つの発生ピークを形成しつつ、急速に個体数を増す。ピーク間隔は大体25日で、この地域でのトビイロウンカの1世代の経過日数とほぼ一致するため、それぞれの発生の山は各世代個体群を示しているものと思われる。各世代は互いにある程度重なり合っているが、長翅型成虫の侵入後、一般に水田で3世代を経過することがわかる。

消長曲線のパターンをもとに、調査地ごとに各世代期間を決め、グラフ法(SOUTHWOOD, 1966)を用いて各世代密度と世代間増加率を推定した。表-1に、9か所の調査地での世代密度と世代間増加率の平均値(幾何平均)を示し、またカッコ内には、それらの変動性の目安として場所間での対数値のバリエーションを示した。この地方の水田内での個体群発生は、初期の低い侵入密度と侵入後の高い個体群増加率で特徴づけられることがわかる。特に

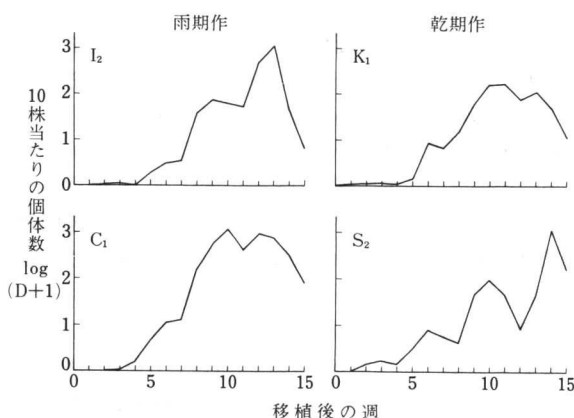


図-1 成虫と4～5齢幼虫の合計数の発生消長

たて軸は10株当たりの個体数を D として、 $\log(D+1)$ で示す

表-1 雨期作と乾期作における各世代の株当たり世代密度と世代間増加率の9か所の調査地での平均値

	世 代 密 度				世代間増加率		
	P_0	P_1	P_2	P_3	r_1	r_2	r_3
雨期作	0.010 (0.146)	0.91 (0.391)	24.9 (0.274)	22.0 (0.271)	91.5 (0.115)	27.4 (0.086)	0.89 (0.303)
乾期作	0.015 (0.418)	0.41 (0.106)	4.1 (0.095)	4.0 (1.555)	27.8 (0.173)	10.1 (0.246)	0.96 (1.094)

P_0, P_1, P_2, P_3 は、それぞれ侵入、第一、第二、第三世代密度、 r_1, r_2, r_3 は、それぞれ侵入～第一、第一～第二、第二～第三世代での世代間増加率。

()内は対数値のバリエンス

雨期作では初期密度は100株当たり1頭程度であるが、侵入世代から第二世代までの2世代の間に、個体群増加率は2000倍にも達し、第二世代ではしばしば被害が発生するような高密度に達する。個体群増加率は初期の世代ほど高く、普通、第二世代でピークに達する。乾期作での個体群増加率やピーク世代密度は雨期作に比べかなり低く、実際、乾期作で被害が発生することはまれである。

II 場所間での世代密度の変動

図-2に、各世代密度と世代間増加率について、場所間での変動を対数値で示した。対数変換値では変動の大きさを平均値の影響を受けずに相対的に評価できるので、各世代での密度変動のグラフを比較することにより、世代間での密度変動の相関の程度、世代密度の変動の大きさや密度安定化過程の介在を推測することができる。また任意の世代密度の変動は、前世代密度と世代間増加率の変動の和として表されるので、前者の変動に対する後二者の変動の相対的重要性を評価できる。

雨期作では、侵入世代、第一世代さらにピーク世代である第二世代での密度変動は、相互に密接な関係を持って変動し、各世代密度の変動の間に高い相関がみられるので、ピーク世代密度 P_2 の変動は、侵入世代あるいは第一世代での密度変動によってかなりの程度に予測可能である。雨期作の各世代密度の変動の間に高い相関がみられるのは、表-1のバリエンスで示されるように、世代間増加率の場所間での変動が少なく、全世代を通して比較的安定しているためである。他方乾期作では、ピーク世代密度 P_2 の変動は、侵入世代あるいは第一世代での密度変動よりも、第一世代から第二世代への世代間増加率 r_2 と密接な関係をもって変動することがわかる。乾期作では、侵入世代から第一世代への増加率 r_1 の変動が、侵入世代密度 P_0 と逆方向に変動する傾向がみられ、そのため第一世代密度 P_1 の変動は場所間で著しく安定化

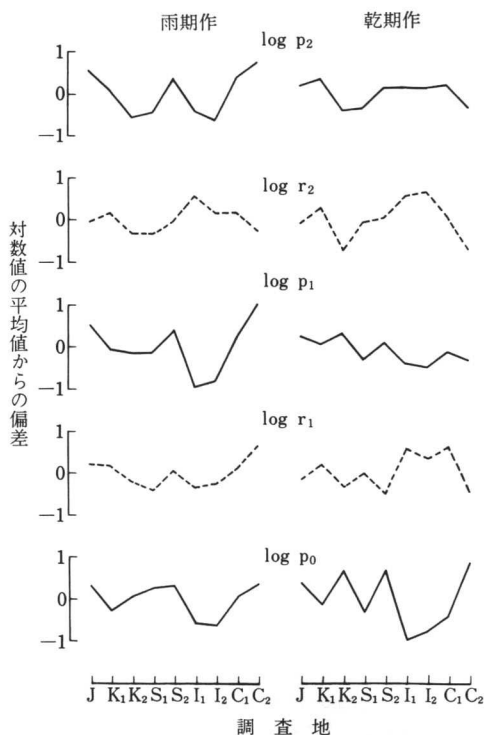


図-2 世代密度と世代間増加率の場所間での変動
対数値で示す

し、その結果、 P_2 の変動に対する r_2 の変動の相対的重要性が高まるものと思われる。

雨期作では、第一世代から第二世代への増加率 r_2 と第一世代密度 P_1 の変動が相補的に変動する結果、 P_2 の変動は P_1 に比べ安定化される。 P_3 の変動は P_2 よりさらに安定化され(表-1)、したがって、雨期作では作期の後期に密度依存性の調節過程の存在が示唆される。他方、乾期作では P_0 から P_1 、 P_1 から P_2 にかけて密度変動は安定化され、したがって、作期の初期に調節過程の存在が示唆される。

上記の点を確認するため、図-3に連続する2世代の密度間の関係を示した。雨期作の侵入世代と第一世代の密度間では、相関係数 r の二乗で推定される寄与率は0.77で、両者の間に高い相関関係が認められる。第一世代と第二世代の密度間では回帰係数 b の値が1以下になり、両者間に密度依存関係が推測されるため、相関の程度を寄与率で評価することはできないが、散布図によれば両者の間に密接な関係が認められる。他方、乾期作では連続する2世代の密度間に、雨期作でみられたような高い相関関係は認められない。95%の信頼範囲で回帰係数 b の値を推定すると、雨期作の第一・第二世代間では

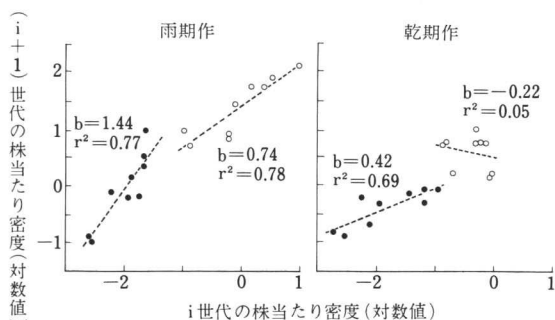


図-3 侵入世代と第一世代(●), 及び第一世代と第二世代(○)の密度間関係

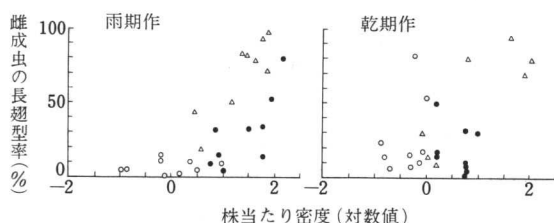


図-4 雌成虫の長翅型率(%)と生息密度との関係
第一世代(○), 第二世代(●), 第三世代(▲)について示す

0.39~1.01, 乾期作の侵入・第一世代間及び第一・第二世代間では, それぞれ0.17~0.66, -1.04~0.61であった。したがって, 一応統計的にもこれらの時期に密度依存過程の存在が示唆される。

以上の分析により, この地域の雨期作と乾期作の個体群特性について, 次の3点で顕著な相違が存在することがわかる。すなわち, ①ピーク世代の密度レベルについて: 雨期作での個体群増加率とピーク世代の密度は, 日本など温帯地方の個体群(KUNO and HOKYO, 1971など)に匹敵する高いレベルを示すが, 乾期作では雨期作に比べはるかに低いレベルに抑えられる。②ピーク世代密度の予測性について: 雨期作では初期の個体群密度によりピーク世代密度をかなり正確に予測できるが, 乾期作では初期の密度によるピーク世代密度の予測は困難。③密度調節作用が働く時期について: 雨期作では作期の後半の高い密度レベルで, 乾期作では前半の低い密度レベルで密度調節作用が働くことが示唆される。以上の分析結果を念頭において, 次に成虫期の個体群特性について述べる。

Ⅲ 成虫個体群の特性

1 翅型率

表-2 雨期作と乾期作での雌成虫の長翅型率(%)の平均値

作 期	侵入世代	第一世代	第二世代	第三世代
雨 期 作	60.7	6.5	29.8	68.0
乾 期 作	85.9	25.0	18.0	50.0

表-2に, 各世代での雌成虫の長翅型率について9か所の調査地での平均値, 図-4に, 各調査地での長翅型率の生息密度との関係を示した。侵入世代の長翅型率は100%よりかなり低い。これは苗代産卵に由来する短翅型成虫が存在するため, 短翅成虫の割合は, 特に雨期作で高い。乾期作の第一世代での長翅型率は雨期作よりもかなり高く, 長翅型率が50%を越す場所もある。雨期作から乾期作にかけてイネの作付けは, ほぼ連続するため, 乾期作の第一世代でみられる長翅型成虫の大部分は, 雨期作の後期水田で発生した長翅成虫の飛来によるものと思われる。乾期作の第二世代での長翅型率は第一世代よりも低下する。

雨期作の第二・三世代での長翅型率は生息密度に依存して上昇する傾向がみられ, また同程度の密度では, 長翅型率は第二世代よりも第三世代で高い。雨期作の第二・三世代では場所間での密度変動の幅が大きく, またしばしば被害が発生するような高密度に達する。したがって, 密度依存的な長翅型成虫の出現とそれに伴う移動率の上昇は, 食草条件の悪化による成虫の産卵数の減少や幼虫死亡率の増大とともに, 雨期作の個体群増加率を密度依存的に制限する要因であろう。

2 卵巣成熟個体率と平均寿命

卵巣解剖法によるHOKYO and KIRITANI (1967)の方法を適用し, 雌成虫の日当たり生存率 K と平均寿命 L を推定した。各世代での卵巣成熟個体率を P , 産卵前期間を α とすると,

$$K^{\alpha} = P \quad L = \frac{1}{1-K} \quad \dots\dots\dots (1)$$

と表されるので, (1)式により卵巣成熟個体率から平均寿命を推定できる。ただし, 侵入・第一世代での長翅型成虫の場合, 大部分が外部からの飛来個体で, 調査地に飛来した後, 卵巣は産卵前期間 α よりも短期間で成熟するので, (1)式から推定される平均寿命(滞在日数)は実際よりも過大に評価される。したがって長翅成虫については, 直接, 卵巣成熟個体率について検討する。

まず短翅型成虫について, 産卵前期間 α を2.5日として各世代の平均寿命を推定し, 表-3に各調査地での平均値を示した。短翅型成虫の平均寿命は5~11日で, 雨期作で長く乾期作で短い。また, 侵入世代で長く, 世代を

表-3 短翅型成虫の平均寿命(日)の平均值

作 期	侵入世代	第一世代	第二世代	第三世代
雨 期 作	11.8	11.0	9.3	5.5
乾 期 作	8.6	6.2	5.4	5.4

表-4 クモ類の株当たり密度. 9か所の調査地での平均值

作 期	侵入世代	第一世代	第二世代	第三世代
雨 期 作	0.24	0.93	3.0	3.5
乾 期 作	0.87	1.73	4.4	4.0

経るにつれて寿命は低下する。このような短翅成虫の平均寿命の作期・世代間での推移は、表-1に示された世代間増加率の作期・世代間での変化と一致している。同一の方法により、九州農試実験圃場の第一世代短翅成虫について推定された寿命は8.1日(KUNO and HOKYO, 1971)で、雨期作での平均寿命はそれより長く、乾期作では短い。

短翅成虫の死亡要因としてクモ類などの多食性捕食者の作用が重要だと考えられるので、表-4に、クモ類の密度を雨期作と乾期作で比較して示した。侵入世代・第一世代など初期の水田では、乾期作のクモ類の密度は明らかに雨期作よりも高い。他の捕食者についても比較した結果、初期水田では主要な捕食者のすべてが、乾期作で密度が高く、普通、雨期作の密度の数倍に達した。また、初期の水田ですくい取り調査を実施したところ、乾期作の卵寄生蜂密度は雨期作の10~20倍に達した。

乾期作の収穫後、雨期作が開始されるまでの2~3か月間、大部分の水田は乾燥状態で放置されるため、この間に天敵生物相は他の昆虫相とともに大きく破壊され、その結果、雨期作の初期水田での天敵密度は著しく低下するものと思われる。したがって、初期の水田での天敵生物の作用が、両作期での個体群増加率やピーク世代の密度レベルを決める基本的要因だと思われる。

図-5に、長翅型成虫の各世代での卵巣成熟個体率について、生息密度との関係を示した。長翅成虫の卵巣成熟個体率は、初期に高く世代の経過とともに低下する傾向がみられ、また同一世代内では生息密度に依存して低下する傾向がみられる。侵入世代では、生息密度が株当たり0.01頭から0.1頭に、また第一世代では0.1頭から1.0頭に上昇する間に、卵巣成熟個体率は100%近くから50%程度に低下する。このような長翅成虫における卵巣

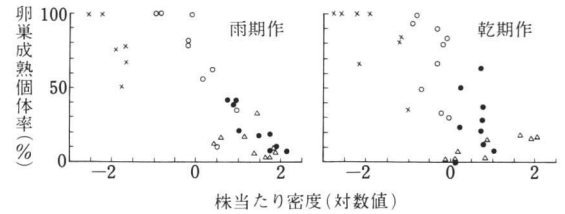


図-5 長翅型成虫の卵巣成熟個体率(%)と生息密度との関係、侵入世代(*), 第一世代(○), 第二世代(●), 第三世代(▲)について示す

成熟個体率の変動は、長翅成虫の移出入率が圃場におけるイネの発育ステージや生息密度に敏感に反応して変化することを示しているものと思われる。侵入世代や第一世代での短翅型成虫や幼虫期の生存率には、このような密度依存的な変化は認められず、したがって、乾期作の初期水田でみられた比較的低い密度レベルで働く密度調節過程は、長翅型成虫の移動・分散による可能性が高い。雨期作の侵入・第一世代では長翅型率が低いため、長翅成虫の移動・分散が個体群全体の密度安定化に及ぼす効果は少ないと思われる。

この地域での長翅型成虫は比較的近距离の移動によって初期水田に侵入すると思われるので、水田への侵入後の長翅成虫の行動は、長距離移動を伴う日本など温帯地方でのそれとは多少異なるのかもしれない。

お わ り に

この研究は、国際協力事業団(JICA)によるインドネシア作物保護強化計画の業務活動の一環として行われたもので、多くの方々にご指導・ご支援いただいた。とくに、作物保護計画チーム・リーダー、奈須壮兆博士、短期専門家として指導いただいた久野英二京都大学教授、中筋房夫岡山大学教授、日高輝展博士をはじめとする農水省の関係者の方々に深く感謝の意を表したい。

引 用 文 献

- 1) DYCK, V. A. et al. (1979): Brown planthopper, IRRI, Manila, pp. 61~98.
- 2) HOKYO, N. and K. KIRITANI (1967): Res. Popul. Ecol. 9: 130~142.
- 3) KUNO, E. and N. HOKYO (1970): ibid. 12: 154~184.
- 4) KUSMAYADI, A. et al. (1990): ibid. 32: 67~83.

特集：熱帯のイネウンカ類 [2]

インドネシアにおけるトビイロウンカの生命表分析

国際協力事業団 (JICA) さわ 沢 だ 田 ひろ 裕 いち 一

インドネシア農業省 作物保護局 ジャチサリ発生予察センター S. W. ガイブ・スプロト

はじめに

トビイロウンカの生息環境である熱帯水田生態系は、多様性に富み、イネの栽培様式、灌漑システムなどについて、地域間でさまざまな相違がみられる。ここでは、インドネシア・ジャワ島の主要な稲作地帯を次の3タイプに類別し、それぞれの地域で個体群動態調査を行い、地域間で比較した。すなわち、①大規模同期栽培地帯：大規模灌漑システムによる集約農業が行われ、生産性が高く国の穀倉地帯となっている、②小規模同期栽培地帯：海岸平野や大盆地の中央部にみられる、③周年栽培地帯：天水や小規模灌漑に頼り、内陸部や山間部の多雨地帯で一般的。ただし、同期栽培地帯では灌漑との関係で、早期栽培地区、晩期栽培地区などが定められ、地域内の場所間で作付け時期に1~2か月のずれがみられる。また周年栽培地帯でも、病虫獣害対策のため村落単位で同期栽培を行ったり、逆に米価の季節変動、労働力の配分を考慮して意図的に作期をずらす地方がある。

大規模同期栽培地帯として西ジャワ北部平野、小規模同期栽培・周年栽培地帯として中部ジャワ北西部を選定した。中部ジャワ北西部では海岸線から10~30 km以内の平野部では同期栽培、それ以上の内陸部では起伏のある水田地帯が広がり、村落レベルの小規模灌漑による周年栽培が行われている。調査地は西ジャワで1か所(調査地A)、中部ジャワの同期栽培地帯と周年栽培地帯でそれぞれ2か所(調査地B1、B2及びC1、C2)の合計5か所で、調査は吸虫機を用いて稲株ごとに生息する全昆虫類を採集し、室内で分類とカウントを行った。成虫については解剖法により寄生率を調べるとともに、卵巣成熟個体率を推定し、雌成虫の日当たり生存率、平均寿命(滞在日数)、個体当たり平均産卵数を推定した。卵期については稲株を解体し、産卵数、ふ化数、要因別死亡数をカウントした。未ふ化卵については室内飼育を行い、ふ化率、寄生率などを調べた。それぞれの調査は週1~2回行った。西ジャワについては1989年、中部ジャワについては1990年の、それぞれ乾期作での調査結果について

以下に述べる。

I 個体群の発生パターンと生命表の作製

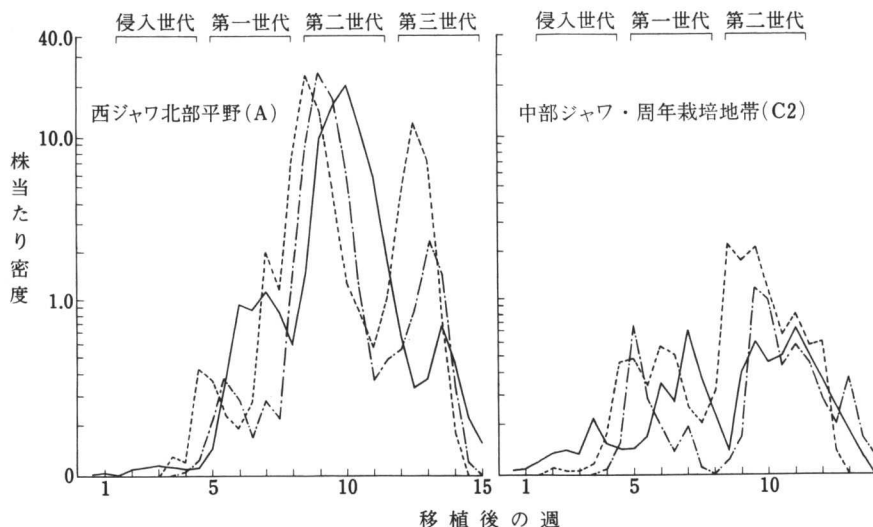
図-1に、西ジャワ北部平野(調査地A)と中部ジャワの周年栽培地帯(調査地C2)での個体群の発生消長を示した。幼虫については1~3齢の若齢幼虫と4~5齢の老熟幼虫、成虫については短翅型と長翅型の合計数で示した。個体群の発生消長は、両調査地で類似した傾向がみられる。すなわち、移植後1~4週ごろまでは外部から侵入する長翅型成虫が優占し、長翅虫の侵入後、若齢幼虫、老熟幼虫、成虫の順に発生ピークが認められる。各发育ステージ個体群の発生ピークは、この地域でトビイロウンカが一世代を経過するのに必要な約3.5週間の間隔を持ち、したがって、それぞれのピークは各世代のピークを示していると思われる。長翅型成虫は若いイネを選好し、初期の水田に侵入する傾向があるので、周年栽培地帯においても水田内では図-1に示されるような明りような世代発生のパターンがみられるのが一般的である。調査地Aでは長翅成虫の侵入後3世代、調査地C2では第三世代が消滅したため、二世代を経過することがわかる。

他方、個体群の密度増加率は地域間で大きな差がみられる。調査地Aでは、侵入、第一、第二世代での成虫の株当たりピーク密度は0.025、1.14、19.8で、侵入世代から第2世代までの密度増加率は800倍に達する。調査地C2の同じ時期での成虫のピーク密度は0.12、0.56、0.63で、密度増加率は5.3倍である。

地域間での個体群の増殖過程を比較・分析するため、KIRITANI and NAKASUJI (1967)の方法を用いて生命表を作製した。各发育ステージでの世代期間は、5か所の調査地での消長曲線をもとに、一律の基準を設けて決めた。図-1に成虫期の各世代期間を示した。各世代の初期密度としての卵密度は、産下された卵が、ふ化卵、死亡卵を問わず2週間(卵の生育期間の約1.5倍)稲体内に残存し、その後消失すると仮定して、グラフ法(SOUTHWOOD, 1966)を用いて推定した。幼虫期については、齢期によって作用する死亡要因が異なると考えられるので、1~3齢の若齢幼虫期と4~5齢の老熟幼虫期に分けて生存率と個体数を推定した。表-1に、調査地A及びC2での第一世代

表-1 西ジャワ北部平野(調査地 A)と中部ジャワ周年栽培地帯(調査地 C2)でのイビイロウンカの第一世代の生命表(株当たり)

発育段階 (x)	西ジャワ北部平野				中部ジャワ周年栽培地帯		
	初期個体数 (lx)	死亡要因 (dxF)	死亡個体数 (dx)	死亡率 (10 ⁰ qx)	初期個体数 (lx)	死亡個体数 (dx)	死亡率 (10 ⁰ qx)
卵	2.21	寄生蜂	0.08	3.8	7.64	3.00	39.3
		捕食	0.16	7.3		0.15	1.9
		かび病	0.18	8.3		0.35	4.6
		ふ化失敗・不明	0.17	7.6		1.88	24.6
		その他	0.00	0.0		0.24	3.1
1~3 齢	1.61	捕食・不明	0.60	27.0		5.61	73.5
4~5 齢	1.24	捕食・不明	0.37	23.0	2.03	0.95	46.8
成虫	0.91	性比	0.33	26.6	1.08	0.46	42.6
雌成虫	0.68	性比	0.23	25.3	0.62	0.13	21.0
健全雌成虫	0.57	寄生	0.12	17.6	0.49	0.12	24.5
					0.37		

図-1 西ジャワ北部平野(調査地 A)と中部ジャワの周年栽培地帯(調査地 C2)でのトビイロウンカ 1~3 齢幼虫(……), 4~5 齢幼虫(---), 成虫(—)の発生消長, 及び成虫期の各世代期間, たて軸は $\log(10x+1)$ で示す。

の生命表を示した。

II 各発育ステージで作用する死亡要因と死亡率

1 卵期

卵期の死亡要因は, 死亡卵の直接観察と未ふ化卵の室内飼育によりかなり正確に判定できる。膜翅目天敵として, 6 種の卵寄生蜂と 1 種の捕食者 (*Panstenon* 属) が確認された。卵期の寄生率は一般に高く, 特に *Oligosita naitas*, *O. aesopi*, *Anagrus optabilis* による寄生率が高かった。捕食者としてはミドリメクラガメ (*Cyrtorhinus lividipennis*) と捕食性ダニ類が確認され, 両者による捕

食は, 卵に残された食痕によってはっきり区別できた。卵期の捕食率は, 一般にあまり高くなかった。そのほか, かび病による死亡, ふ化時の死亡, 生理死と思われる原因不明の死亡が, かなりの高率で観察された。

図-2 に, 各世代の卵のふ化率について密度との関係を示した。卵のふ化率は地域間で顕著な相違を示し, 西ジャワ, 中部ジャワ同期栽培地帯, 同周年栽培地帯の順にふ化率は低下した。西ジャワの第一世代でのふ化率が

70%以上であるのに対し, 中部ジャワの周年栽培地帯では, 作期を通して 15~25%の低いレベルに抑えられている。表-1 にみられるように, 卵期の死亡要因のうち, 特に寄生率が地域間で大きく異なり, 地域間での卵期の生存率の差は, 主に寄生率の差で決まるように思われた。西ジャワでは第一世代に比べ第二世代で寄生率が上昇し, さらに第三世代では寄生率に加え, 捕食とかび病による死亡率が上昇したため, 周年栽培地帯での生存率との差は縮小した。

2 幼虫期

幼虫期の死亡要因について量的に評価することはでき

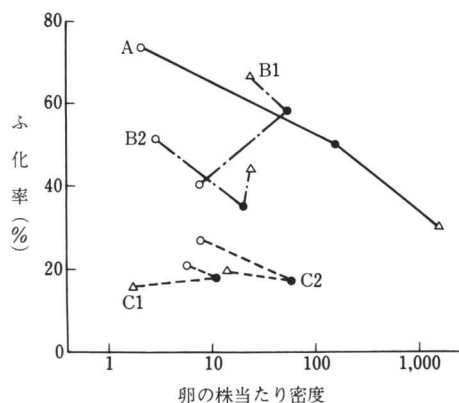


図-2 卵密度とふ化率との関係。西ジャワ(—), 中部ジャワ同期栽培地帯(---), 同周年栽培地帯(.....)の第一世代(○), 第二世代(●), 第三世代(△)について示す。

なかったが、若齢幼虫期の捕食者としては、ミドリメクラガメ、ケシカタピロアメンボ (*Microvelia douglasi*), *Mesovelia vittigera* などの密度が高く、重要だと考えられた。シーズン初期の激しい降雨や乾燥などの気象要因も、若齢期の死亡要因として関与していると思われる。老熟幼虫期の捕食者としては、クモ類、アリガタハネカクシ (*Paederus fuscipes*, *P. tamulus*), クビナガゴムシ (*Ophionea ishii*), テントウ (*Micraspis lineata*) などの密度が比較的高かった。幼虫期の生存率は初期の水田で高く、世代の経過につれて低下する傾向が認められたが、地域間での生存率の顕著な相違は認められなかった。

3 成虫期

幼・成虫期の寄生者として、寄生性線虫、ネジレバネ、カマバチ類が観察されたが、カマバチ類の寄生率は他の2種類に比べ低かった。図-3に線虫とネジレバネについて、各地域と世代ごとの寄生率を示した。線虫の寄生率は同期栽培地帯で高く、また第一～第二世代など初期の水田で高率であった。ネジレバネの寄生率は、線虫とは逆に、周年栽培地帯で高く、また初期に低く、世代の経過とともに寄生率は上昇した。ネジレバネの場合、侵入世代の長翅型成虫にかなりの高率で寄生がみられ、したがって長翅成虫に伴って外部から侵入すると思われるのに対し、線虫は個々の水田での定着性が強いように思われる。

寄生を免れた健全成虫について卵巣解剖を行い、HOKYO and KIRITANI (1967) の方法を適用して雌成虫の日当たり生存率、平均寿命(滞在日数)、成虫1個体当たりの平均産卵数を推定した。産卵前期間は、長翅型成虫で3.25日、短翅型成虫で2.50日として計算した。個体当たり、日当たりの産卵数は、長・短翅型ともに第一世代で

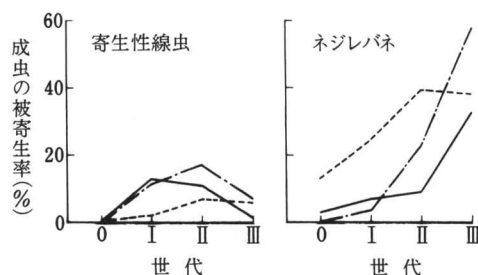


図-3 寄生性線虫とネジレバネの成虫期の寄生率。西ジャワ(—), 中部ジャワ同期栽培地帯(---), 同周年栽培地帯(.....)について示す。

50卵、第二世代で20卵として、成虫1雌当たりの平均産卵数を推定した。5か所の調査地の第一世代での短翅型率は54～96%, 短翅型成虫の平均寿命と1雌当たりの平均産卵数は、それぞれ5.0～9.7日、71～185卵と推定された。翅型率、長・短翅型成虫の寿命(滞在日数)、個体当たりの平均産卵数については、地域間でのはっきりした差は認められなかった。

III 地域及び場所間での変動主要因分析

トビイロウンカの増殖過程、特に産卵過程は大変複雑である。すなわち長・短翅の2翅型が存在し、翅型によって移動・産卵特性が異なるとともに、雌雄で翅型率が異なる。さらに幼虫期の被寄生により羽化成虫の翅型の変化や不妊化が生じることがある。しかし、ここでは長・短翅型成虫をこみにして扱い、増殖のプロセスを次式のように単純化した。すなわち、

$$I_1 = \frac{N_E(i+1)}{N_E(i)} = S_E \times S_{N1} \times S_{N2} \times P_{\bar{F}} \times S_{AP} \times F \times P_F \quad (1)$$

ここで、 I_1 は*i*世代から(*i*+1)世代までの卵密度の増殖率、 S_E , S_{N1} , S_{N2} はそれぞれ卵期、若齢幼虫期、老熟幼虫期の生存率、 $P_{\bar{F}}$, S_{AP} は性比(雌率)と寄生を免れた健全成虫率、 F は健全成虫1雌当たりの平均産卵数で、長・短翅型成虫のそれぞれについて、HOKYO and KIRITANI法によって推定された平均産卵数を翅型率で重みづけしたものである。 P_F は*F*の実現割合で、成虫期の生命表パラメータの推定にもとづいて次世代卵密度と、実際の野外サンプリングから推定された次世代の卵密度との比で示される。ただし第一世代での羽化成虫は大部分が短翅型成虫になるため、長翅型成虫は外部からの移入個体と考えて幼虫期の生存率と密度を推定し、 F についても短翅成虫の平均産卵数として推定した。したがって、長翅成虫の移入の効果は P_F の変動に含まれることになるが、今回の調査では、第一世代での長翅型率は低く、かつ比較的安定していたので、次世代卵密度の変動に対する長

翅成虫の移入の影響は少なかった。図-4に、(1)式の各項の対数値を調査場所に対してプロットした。若齢幼虫と老熟幼虫については、まとめて幼虫期の生存率として示し、性比は場所間で比較的安定していたので省略した。

卵密度の世代間増殖率 I は調査地間で大きく変動するが、それと同時に3地域の間で異なるレベルを示す。第一世代から第二世代への卵密度の増殖率は、西ジャワで70.1倍、中部ジャワ同期栽培地帯で10.0倍(2か所の調査地での幾何平均)、同周年栽培地帯で3.7倍(同)であった。

I を構成する諸要因のうち、卵期の生存率 S_E は、 I と同様西ジャワで高く、中部ジャワ同期栽培地帯、同周年栽培地帯の順に低下する傾向がみられる。卵期の死亡要因のうち、特に寄生による死亡率が3地域の間で大きく異なることから、卵寄生蜂の作用は、 I の地域間でのレベル差を決める主要な要因だと思われる。実際、西ジャワと中部ジャワの初期の水田ですくい取りによる天敵密度調査を行ったところ、周年栽培地帯の卵寄生蜂の密度は同期栽培地帯の10~50倍に達した。

幼虫期の生存率 S_N 、健全成虫率 S_{AP} 、個体当たり平均産卵数 F は場所間での変動が少なく、また I の変動との類似性もみられない。 F の変動は、特に第二世代で S_{AP} と逆方向に変動し、寄生の効果を補償しているようにみえる。 F の構成要素のうち健全短翅成虫の日当たり生存率について、被寄生率との間に負の相関関係が認められた。第二世代ではトビイロウンカの成虫密度と被寄生率は共にかなり高いため、成虫期の主要な死亡要因である捕食圧が、行動力の劣ると思われる被寄生成虫に集中し、その結果、健全短翅成虫の生存率が上昇するのかもしれない。

産卵実現率 P_F は調査地間で大きく変動し、 I の場所間の変動を決める主要因だと思われる。 P_F は、具体的には成虫期の生命表パラメータから推定される次世代卵密度と、実際に野外で測定された卵密度の差(比)を示しており、調査地 A, B2 では推定値と実測値は比較的良好一致したが、調査地 B1, C1, C2 での実測値は推定値の20~40% (第一世代)、10~40% (第二世代) であった。次世代密度は、健全雌成虫密度、翅型率、長・短翅型成虫の日当たり生存率及び産卵数により推定され、産卵数以外は各調査地で直接推定されたものである。日当たり産卵数は各調査地で均一に、第一世代で50卵、第二世代で20卵と仮定したから、推定値と実測値の差、すなわち P_F の変動は、基本的には実現産卵数の場所間での変動によるものと思われる。

調査地 A はジャチサリ発生予察センターの実験圃場で、水利などの栽培管理が行き届き、また調査地 B2 は

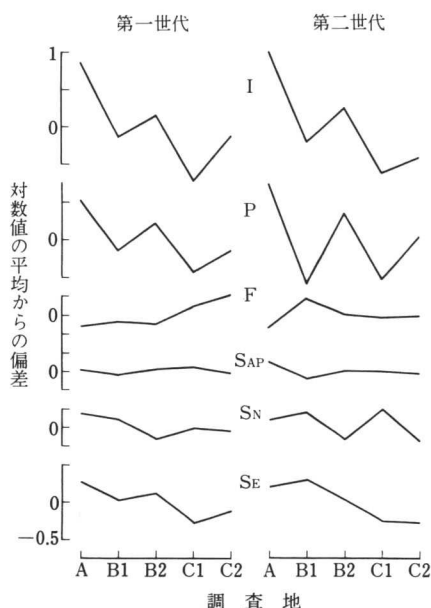


図-4 卵密度の世代間増加率 I と、その各構成要素の調査地間の変動

A は西ジャワ, B1, B2 は中部ジャワ同期栽培地帯, C1, C2 は同周年栽培地帯。

灌漑水路の始点付近に位置し作期を通して水利条件に恵まれ、共にイネの生育状況は良好であった。一方、 P_F 値の最も低い調査地 C1 では、ツングロ病が発生しイネの生育状態も悪かったから、病害の発生による寄主条件の不適化のため産卵率が低下したものと思われる。また調査地 B1, C2 は、灌漑水路の末端近くに位置したため水利条件が悪く、移植後6~7週以降はところどころに水たまりがみられる程度であった。これら2地点での水利条件はイネの生育を阻害するようなレベルではないが、イネの根際のトビイロウンカの生息場所付近での湿度を低下させるなどして、産卵活動に何らかの悪影響を与えることは十分考えられる。病害が進行し水利条件が悪化した第二世代で、 P_F の変動が第一世代と同一のパターンで、かつ変動の振幅が増大したことは、以上の推測を裏付けるものと思われる。したがって、トビイロウンカの実現産卵数は、水利条件や他の病虫害の発生など生息水田の栽培環境に敏感に反応して変化し、この種の場所間での密度変動を律する主要因だと思われる。

引用文献

- 1) HOKYO, N. and K. KIRITANI (1967) : Res. Popul. Ecol. 9 : 130~142.
- 2) KIRITANI, K. and F. NAKASUJI (1967) : ibid. 9 : 143~152.
- 3) SOUTHWOOD, T. R. E. (1966) : Ecological Methods, Methuen, London, 391pp.

特集：熱帯のイネウナカ類〔3〕

インドネシアにおけるツングロ病とその媒介昆虫
ツマグロヨコバイの発生生態京都大学理学部動物学教室 ^{すず} 鈴 ^き 木 ^{よし} 芳 ^と 人

おもにタイワンツマグロヨコバイによって媒介されるツングロ病は、熱帯アジアにおいて最も恐れられているイネの病害の一つである。インドネシアはその最大の発生病であり、壊滅的な被害をもたらす大発生の頻発に長い間悩まされてきた。筆者は1986年から5年間、国際協力事業団派遣専門家として、インドネシア作物保護強化計画のもとでツングロ病の発生予察に基づく管理技術開発の指導に従事する機会を与えられた。この間、技術開発とその基礎研究を担ってきたのは、農業省の5機関にまたがるツングロ病・ツマグロヨコバイ研究グループである。本稿では、共同研究を通じて明らかにされてきたツングロ病と媒介昆虫の発生生態を、インドネシアにおけるツングロ病対策の展開と関連付けて解説する。那須壮兆チームリーダーはじめ共同研究をご支援下さった多くの方々に厚くお礼を申し上げる。なお、この解説に引用した研究成果の一部は未発表であることをお断りする。

I ツングロ病

はじめに、日比野 (1988, 89) に基づいてツングロ病の疫学研究のベースとなる基本的特性を要約しておく。

ツングロ病は2種類のウイルス (RTSV と RTBV) によって引き起こされる複合ウイルス病であり、RTBV の伝搬は RTSV に依存する。しかし、ツングロ病が発生した圃場では発病株の多くが RTSV と RTBV に複合感染しているので、両ウイルスはセットとして伝搬されると便宜上扱うことができる。以下、このセットを RTV と略称する。

イネのほか数種のイネ科雑草が RTV に感染するが、感染した雑草が伝染源になることは、きわめてまれと考えられている。RTV はツマグロヨコバイ属5種とイナズマヨコバイによって伝搬される。しかし、タイワンツマグロヨコバイ以外の種は、熱帯に生息しない、イネを寄生植物としない、あるいはウイルスの吸汁獲得率がきわめて低い、という理由により、少なくともツングロ病常発地においては媒介昆虫としての役割を無視できる。実際に、インドネシア各地においてツングロ病が問題化した時期は、タイワンツマグロヨコバイがクロスジツマグロヨコバイに代わって水田の優占種となった時期と一致する (SIWI and TANTERA, 1982)。したがって、ツング

ロ病はその流行の機構を問題とする限りは、感染稲を唯一の伝染源とし、タイワンツマグロヨコバイを唯一の媒介昆虫とする虫媒ウイルス病とみなすことができる。

タイワンツマグロヨコバイは、成虫・幼虫ともに数時間の獲得吸汁によって60～90%がRTVの保毒虫となる。RTVを吸汁獲得したタイワンツマグロヨコバイはただちにその伝搬が可能となり、かつ伝搬能力を長距離分散に十分な3～4日維持することができる。非永続伝搬と永続伝搬の性質を部分的に合わせ持つこの伝搬様式は、半永続伝搬と呼ばれる。ツングロ病が恐れられる理由は、流行が始まると防除がきわめて困難となり壊滅的な被害をもたらすためであるが、発生がしばしば広範囲に急速に広がることもその一因である。しかも、流行の拡大は日本のツマグロヨコバイの生息密度に比べてはるかに低い、ピーク世代のタイワンツマグロヨコバイ成虫密度が株当たり1頭以下の条件下でも起こりうる。ツングロ病のこれらの疫学的特性は、RTVとタイワンツマグロヨコバイの高い親和性、RTVの短い植物体内潜伏期間、ならびに半永続的な伝搬様式に負っている。

II インドネシアにおけるツングロ病の
発生と対策

1 過去の発生

ツングロ病は既に1850年代にはインドネシアで発生しており、1930年ごろ猛威を振ったと推測されている (OU, 1985)。しかし、ツングロ病の病原体と媒介昆虫が明らかにされ、診断法が確立したのは比較的最近である (HIBINO, 1978) ために、古い過去の発生の詳細は不明である。

ツングロ病がインドネシアにおいて問題化し始めたのは、他の熱帯アジアの国々と同様に1960年代末、短稈で高収性の新品種の栽培が普及してからである。1972～75年に南スラウェシ州で約10万haに及ぶ水田に被害を与えたのを筆頭に、ツングロ病はスマトラ、ジャワ、カリマンタン、バリ、ロンボク、スラウェシで大発生を繰り返し、移住政策に伴って稲作が開始されたイリアンジャヤへも侵入、1986年までにインドネシアのほぼ全州で発生するようになった。

2 抵抗性品種による防除

ツングロ病問題に対応するために、インドネシアにおいていち早く実施された対策は、IRRIで育成されたツ

ングロ病抵抗性品種の導入とその在来品種との交配による抵抗性品種の育種である。以後、今日に至るまで、抵抗性品種の栽培はツングロ病防除の実用的な手段としての重要性を失っていない。これまで用いられてきたツングロ病抵抗性品種はいずれも、ツマグロヨコバイに対する耐虫性ゆえに圃場抵抗性をしめす品種である。しかし、次々に導入される改良品種に対して、その栽培が普及するごとに加害性バイオタイプが出現するという、イタチごっこがこれまで繰り返されてきた。

米の自給が達成された1984年以後、インドネシア農業政策の重要課題の一つとなったのは、人口増加にみあう米増産を持続すると同時に、農家収入の安定と増加をはかることである。ツングロ病対策として奨励される品種は、ツングロ病に対して抵抗性を示すばかりでなく、多収性、高市場価格という条件を満たすことが一層求められるようになった。これらの条件をすべて満足する新品種の育種はしだいに困難になりつつある。トビイロウンカ抵抗性品種としてインドネシアにおいて最も普及した、かつてのIR 36や近年のIR 64などの主要品種がツングロ病感受性であることも、ツングロ病対策を困難にしている一因である。インドネシアではいまだに試みられていないRTBV・RTSV感染抵抗性品種や耐病性品種の導入・育種など、新タイプの抵抗性品種の活用をはかる余地は残されている。しかし、抵抗性品種による防除の経緯を踏まえると、この防除手段はその必要がある場合に限って用いる利用法が基本となろう。なお、殺虫剤の散布や発病株の駆除は、少なくともツングロ病の発生が始まったあとでは防除効果を期待できない。

3 耕種的防除

ツングロ病が常発するのはイネの作期が不統一で周年栽培が行われる地域に限定されている。

ツングロ病の伝搬源となるのは実質的に罹病したイネに限られ、タイワンツマグロヨコバイもイネ単食性である。したがって、広面積にわたり定期的にイネの一斉休閑期を設けることができれば、感染源と媒介昆虫の密度を著しく低下させることが可能である。とりわけ、乾季の休閑期設定は、ひこばえの発生を抑止できるので高いツングロ病防除効果を期待できる。作期の統一はその前提であるとともに、それ自体が休閑期設定と同じ効果がある程度果たす。

はやくから灌漑用水路が完備され政府による給水調節によってイネの広域一斉作付が実現していた西ジャワ州北部平野では、過去20年間ツングロ病が問題化したことはなく、小規模な一時的発生が散発しただけである。かつてツングロ病の最大の発生地であった南スラウェシ州では、1983年からマロス食用作物研究所が提唱する独自のツングロ病対策を実施し、ツングロ病の発生を抑える

のに成功したが、その成功は対策の副産物ともいえる作期統一の結果にほかならないことが明らかにされている(SAMA et al., 1990)。このほか、西テンガラ州西・中部ロンボク県、中部ジャワ州の一部など、作期の統一を成し遂げた地域では、例外なくツングロ病の発生が激減している。

4 発生予察技術の必要性

作期を統一し、乾季に一斉休閑期を設けるか、または作物を転換する、耕種的防除法の成功によって流行が収まった地域はあっても、インドネシア全体としてみたツングロ病発生地の分布は1980年代の10年間で大きな変化はなく、総発生面積・発生州数はその前半より後半に増加している。作期の完全な統一は至難であり、発生面積が激減した州においてもツングロ病が根絶されたわけではない。ツングロ病の温床となる作期不統一地区は今も全国に広く分布している。しかもそのほとんどは、作期統一を拒む困難な事情を抱えているためにそれを容易に実現できない地区である。常発地でツングロ病が大発生すれば、流行が作期統一地帯にまで波及する。したがって、ツングロ病問題の抜本的な解決のためには、その常発地における発生機構を明らかにし、発生を事前に予測し防止する管理技術が必要となる。この認識がインドネシア作物保護強化計画下のツングロ病・ツマグロヨコバイ研究グループの活動の立脚点でもある。

III 常発地におけるツングロ病とタイワンツマグロヨコバイの発生生態

1980, 81年に最初の大発生が起こって以来、バリ州は今日にいたるまでインドネシアにおける最大のツングロ病発生地である。バリには灌漑のための土木工事や水の分配を取り決める、スバックとよばれる伝統的な自治的水利管理組合があり、1スバックは平均約50戸の農家によって構成されている。かつては世界で最も進んだ稲作組織とみなされていたスバックであるが、その存在が広面積一斉の灌漑と作付けにとっては大きな障害となり、バリ島南部の水田地帯3県は常時作期の入り乱れたツングロ病の一大常発地を成している。以下、このバリで行われたツングロ病発生記録の整理と野外調査の結果を中心に、ツングロ病とタイワンツマグロヨコバイの常発地における発生と要防除水準について概説する。

1 季節的発生消長

カリマンタンやイリアンジャヤなど一部の地域を除き、バリを含むツングロ病の常発地の多くは熱帯モンスーン気候帯に位置し、多少の地域差はあるが、ほぼ10～3月の6か月が雨季とされる。典型的な常発地の一つであるバリ州バドン県を例にとり、発生予察員による調査が開始された1983年以後8年間の月間降雨量とツングロ

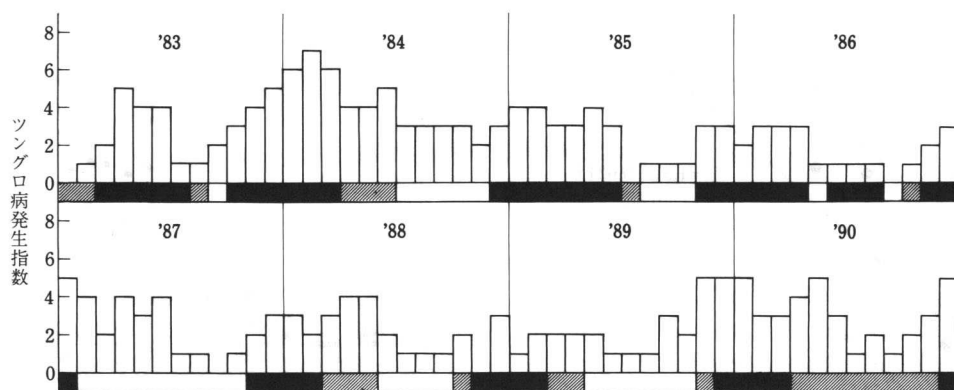


図-1 バリ州パドン県におけるツングロ病発生指数の変動

横軸の黒色部、斜線部、白色部はそれぞれ雨季月、移行月、乾季月を示す。

病発生面積の消長を示したのが図-1である。月間降雨量 200 mm 以上を雨季、100 mm 以下を乾季の基準にとると、パドン県の平均的雨季は 11～3 月であるが、実際の雨季開始月と雨季の長さは年による差が大きく、乾季に至ってはそれが実質ない年から 9 か月に及ぶ年まで多様であり、気候の年変化は激しい。ツングロ病の発生面積は雨季に入るところから増加し始め、雨季の中期と乾季の初期にピークをもつ 2 峰型の季節的変動を示す傾向がある。熱帯モンスーン気候帯に属するインドネシアの他の常発地においてもこの傾向は共通であるが、雨季後半から乾季初期にかけてなだらかなピークをもつ 1 峰型の発生となる例も多い。

ツングロ病発生予察上重要な発生増加開始時期を特定するために、新規発生面積が前月に比べて 2 倍以上でかつ 1 ha 以上増加した月を発生開始月と定め、雨季開始月と比較したのが図-2 である。両者は毎年ほぼ一致するが、発生開始月が 1 か月先行する年が過半数をしめている。この比較結果から、ツングロ病の発生拡大は季節の移行期に始まると見なすことができる。そして、この発生拡大期にタイワンツマグロヨコバイ地域個体群の密度の上昇が起こっていることが、バリにおける定期的野外調査で明らかとなっている。ツングロ病の発生が増加する雨季前半のバリ州 3 県の発生面積は乾季後半の発生スバック数によってある程度予測できる (図-3)。

2 タイワンツマグロヨコバイの個体群動態と

ツングロ病の伝播

ツングロ病発生の拡大期に常発地のなかに高発病株率の水田が出現すると、それが引き金となって発生が急速に拡大することが経験的に知られている。発病株率が 60% を超えるとタイワンツマグロヨコバイの保毒虫率が飛躍的に上昇する事実がそれを裏づける (図-4)。言いか

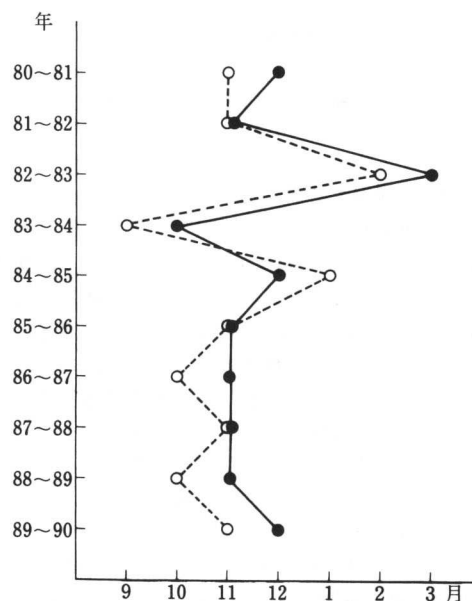


図-2 バリ州パドン県におけるツングロ病発生開始月 (白丸) と雨季開始月 (黒丸) の関係

えれば、このような高率発病田が出現する条件を明らかにすることが発生予察に基づくツングロ病管理技術開発のなめとなる。バリで行ったそのための基礎研究は、ツングロ病常発地に設定した約 20 ha の広域調査域におけるツングロ病発病株率とタイワンツマグロヨコバイ密度の長期継続調査と、そのなかに設けた重点調査田におけるツングロ病発病株の空間分布、タイワンツマグロヨコバイと天敵の密度、減収率の調査であり、調査間隔はともに 1 週間とした。

ツングロ病の苗代感染は通常無視できるほど少なく、

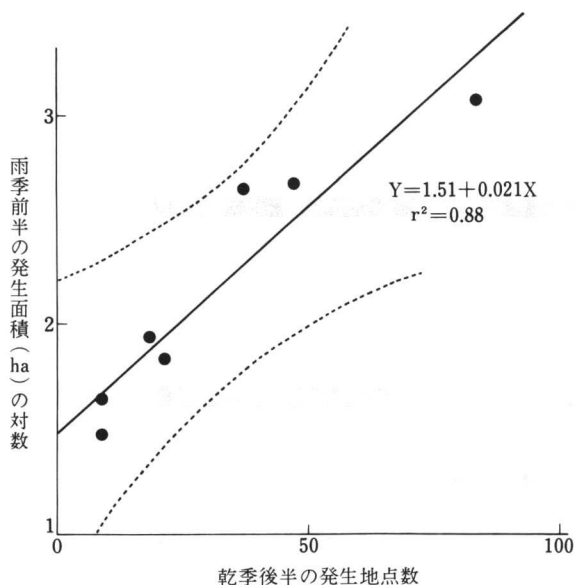


図-3 バリ州パドン県におけるツングロ病の乾季後半の発生地点数と雨季前半の発生面積の関係

本田移植後に飛来するタイワンツマグロヨコバイ侵入世代によって感染が始まる。タイワンツマグロヨコバイは本田中で少なくとも2世代の経過が可能であり、成虫密度は第一世代に最高に達し、第二世代には著しく低下する (WIDIARTA et al., 1990)。感染のピークは通常、イネの最高分けつ期にあたる移植後第5～6週におこり、タイワンツマグロヨコバイ第一世代中・老齢幼虫密度がピークに達する時期とほぼ一致する。移植後収穫までの累積発病株率は、感染ピーク時の保毒虫指数 (タイワンツマグロヨコバイの密度と発病株率の積) によってその分散の83%を説明できる (SUSUKI et al., 1989)。

圃場内のタイワンツマグロヨコバイの世代間増殖率 (侵入世代～第一世代) は、作付時期によって変動し、変動の基本要因は幼虫期の死亡と、成虫期の移出によるみかけ上の死亡の和であることが明らかとなっている。この死亡率と捕食性天敵密度との間には有意な相関がないことから、世代間増殖率の変動は、おもに成虫期の移出率の変動によってもたらされると解釈される。圃場内の世代間増殖率が最低になるのは季節の移行期であるが、この時期に調査圃場を含む広域調査区域全体のタイワンツマグロヨコバイの平均密度は上昇する。この一見矛盾する現象も、世代間増殖率の低さは第一世代成虫の移動性の高まりの反映であり、圃場内に残留するより高い次

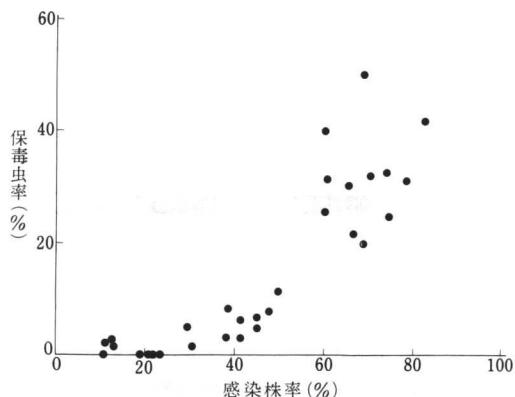


図-4 移植後5～7週の水田中のツングロ病感染株率とタイワンツマグロヨコバイ成虫の保毒虫率の関係

世代の生存率が実現できる若い水田へ活発な侵入が起こる結果、区域全体の平均密度が上昇する、と解釈できる。

3 要防除水準

圃場調査の結果に基づいて、感染がピークに達する以前に累積発病株率と減収率を予測し、要防除水準を設定する方法を検討した結果、保毒虫指数の利用がイネの発育段階を問わず最も優れていることが明らかとなった。しかし、本田移植後第3週以前のタイワンツマグロヨコバイ密度を簡便な方法によって高い精度で推定することは困難であるばかりでなく、その推定を要する水準を農家に普及させることは困難と判断された。そこで、黄化症状を示す発病株率だけを用いる要防除水準を移植後第2週以後各週について設定し、水準を超えた時点でただちに防除する方法を実用化した。要防除の基準としては、減収率10%と累積発病株率60%の2段階を設けており、後者は発生予察のための特殊調査を実施した際に、危険地域を特定する判断基準の一つとしても活用されている。

引用文献

- 1) 日比野啓行 (1988) : 昭和63年度水稻・畑作病虫害防除研究会シンポジウム講演要旨 27～44, 日植防, 51 pp.
- 2) ——— (1989) : 植物防疫 43(8) : 427～431.
- 3) WIDIARTA, I. N. et al. (1990) : Res. Popul. Ecol. 32 : 319～328.
- 4) OU, S. H. (1985) : Rice Diseases. Second Edition, Commonwealth Mycological Institute, 380pp.
- 5) SAMA, S. et al. (1991) : Crop Protect. 10 : 34～40.
- 6) SIWI, S. S. and D. M. TANTERA (1982) : J. Litbang Pertanian 2 : 57～67.
- 7) SUSUKI, Y. et al. (1989) : Proc. 10th Nat. Congr. Pytopathol. Soc. Indonesia, 57～59, Pytopathol. Soc. Indonesia, 472pp.

特集：熱帯のイネウンカ類 [4]

マレーシア直播水田におけるイネウンカ類の発生生態

農林水産省熱帯農業研究センター わ だ たかし 節

はじめに

半島マレーシアの北部、ムダ地区では1960年後半から世界銀行の融資により二つのダムや水路が建設された。

それにより約10万haの広大な二期作地帯が誕生し、マレーシア国内米生産の約50%を産出している。1980年代前半に農民から自然発生的に水稻直播栽培が始まり、今ではここでの主要な栽培様式に発展した。直播率は作期により異なるが、60~90%に達する。ウンカ類の発生は移植水田より直播水田のほうが多いといわれているが(NIK and HIRAO, 1987)、詳しい研究はなされていない。

マレーシアにおけるウンカ類の発生の歴史やムダの気候等は、本誌に登載された平尾(1989)に詳しいので、ここでは割愛する。マレーシアのウンカ類に関する大きな特徴は、他の東南アジア諸国に比べこれまでウンカ類の被害が比較的軽微であったことであろう。したがって、抵抗性品種の普及は低く、シェアの高いMR84をはじめ栽培品種は感受性品種が大半(70-80%)を占めている。(ただし、MR84はTN1に比べるとウンカ類の発生がやや少ない傾向がみられ、弱い抵抗性があるといわれている。)

筆者は1989年から約2年間、ムダ地区で直播水田でのウンカ類の発生を調べる機会を得た。第一印象は、ムダでのウンカの密度レベルが日本の九州などに比べて低いことであった。水田はほとんどが無防除であるが、ウンカの被害を被ることは少ない。しかし、興味深いのは、毎作ムダのどこかで点状にホッパーバーンが発生していることである。それはなぜなのか。ここでは、ムダで行った仕事を中心に熱帯のウンカの一面を述べてみたい。

I ムダ地区の水稲作付体系

ムダ地区の約90%の水田で年2回の作付けが行われている。主として4~8月に栽培されるイネを第一作(乾期作、オフ作とも呼ぶ)、9~1月を第二作(雨期作、メイン作)と呼ぶ。ムダ地区では1980年代前半にツングロ病が大発生した。このため、その後毎年第二作のあとの乾期に1か月以上(通常は2月~3月中旬)の休閑期を

設定し、病株の根絶を図るようになった(HEONG and Ho, 1987)。休閑期中は強い行政力で水路の水を断ち、1~2回の耕起を行うので、この期間中ムダ地区には全くイネがなくなるとみてよい。それが功を奏し、今ではツングロはほとんどみられない。休閑期の設定はウンカの周年発生の環を断ち、ウンカ類の発生の低減にも貢献するであろうと期待されていた(Nozaki et al., 1984)。一方、第一作と第二作はムダ地区全体でみると多少ともオーバーラップしており、ウンカ類の個体群に及ぼすインパクトは第二作から第一作に比べると小さいものと想像される。しかし、ムダ地区でのウンカ類の発生は毎年休閑期後の第一作のほうが多い傾向がみられる(Ho, 1986; 平尾, 1989)。休閑でウンカ類の密度を激減させたはずなのに、これはなぜなのだろうか。

II ムダにおけるウンカ類の発生パターン

直播水田におけるウンカ類の発生推移は、多くの場合分離可能な世代ピークを示し、セジロウンカ(セジロ)、トビイロウンカ(トビ)とも完全な二世代とオブショナルな第三世代を経過した。短い雨期に集中的に水田に侵入する温帯地域と異なり、作期期間中多少とも飛来源がある熱帯でも、世代を示すピークが現われるのは、各ウンカともある特定のイネ生育ステージに多少とも集中的に飛来するからであろう。この時期は、セジロでは非常に早く播種後10~30日(以下DAS)、トビでは30~50DASと推定された。表-1にムダ地区の平均的なウンカ類の増殖パターンを示した。第一の特徴は、水田初期の侵入成虫密度が著しく低いことである。ムダのウンカ類の初期侵入については、移植田で平尾(1991)が精力的に調べたが、飛来密度は九州に比べセジロで1/10~1/20、トビで1/50程度、フィリピンに比べるとトビで1/80~1/100程度であった。第二の特徴は、侵入成虫から第三世代までの増殖率が著しく高く、また、第二から第三世代への増殖率は通常1よりかなり低いことである(熱帯ではイネ生育期間中、多少ともウンカ類の飛来がみられる(COOK and PERFECT, 1985b)と思われるので、表-1の r_1 、 r_2 は過大評価されているかもしれないが、増殖率が著しく高いという最終結論は変わらない)。したがって、作期を通じての最大密度は普通二世代にみられる。

表-1 マレーシア・ムダ地区におけるウンカ類の増殖パターンの平均^{a)}(上:()内は最小値と最大値)と1990年第一作の例(下)

種 (圃場名 ^{b)})	侵入成虫		3～5 齢幼虫個体数 ^{e)} (頭/m ²)				世代間増殖率 ^{e)}		
	最大密度 ^{c)}	黄色水盤 ^{d)}	第一世代	第二世代	第三世代	最大密度 ^{f)}	r' ₁	r ₂	r ₃
セジロウンカ	3.7 (0.2～24.8)	-	108 (19～431)	987 (2～1974)	441 (0～1973)	474 (24～1239)	22.6 (1.5～63)	12.3 (0.1～29.7)	0.4 (0～1.0)
トビイロウンカ	17.9 (0.1～159)	-	167 (1～775)	775 (148～2587)	276 (5～809)	365 (39～1131)	21.1 (0.6～42)	10.9 (0.3～17.9)	0.4 (0.1～0.8)
セジロウンカ (A)	1.2	1.7	110	1974	1973	1239	44.8	17.9	1.0
(B)	2.0	21.0	50	586	351	328	24.5	11.7	0.6
(C)	24.8	106.0	21	2	0	10	1.5	0.1	0
トビイロウンカ (A)	1.0	0.3	163	2483	809	1131	43.1	15.3	0.3
(B)	4.0	9.9	414	2587	622	1096	22.1	6.3	0.2
(C)	159.0	131.0	775	209	22	519	0.6	0.3	0.1

^{a)} 1989～90年第一作, 第二作(4作期), 延べ10圃場の平均。そのうちA圃場は4作期を占める。A圃場は他のムダの水田に比べウンカ類の発生が多い傾向がみられたので, 上の最大密度の平均値はムダの一般的な発生レベルより高いかもしれない。

^{b)} A, B, Cは圃場名。それぞれ1990年4月8日, 4月24日, 5月22日播種。

^{c)} セジロウンカでは30 DAS, トビイロウンカでは50 DASまでの圃場での長翅型成虫最大密度(頭/m²)。

^{d)} セジロウンカでは30 DAS, トビイロウンカでは50 DASまでの黄色水盤での捕獲数(頭/トラップ)。

^{e)} 各世代個体数はHIROSE et al. (1980)に準じて求めた。

^{f)} それぞれの圃場の作期を通じての最大密度。

^{g)} r'₁は侵入成虫と第一世代成虫との個体数比, r₂, r₃は第一, 第二世代及び第二, 第三世代3～5 齢幼虫数の比。

従来, 熱帯のウンカの特徴は高い初期侵入密度と低い増殖率といわれてきたが (KUNO and DYCK, 1985, KISIMOTO, 1981), この「常識」はムダでは通用しない。しかし, 強い密度制御機構が働くこと(ムダでは通常第二世代以降)は, 基本的に「熱帯ウンカ」の特徴を備えている。また, 直播水田におけるウンカ類の発生パターンは, 平尾(1989)が調べた移植水田のそれと基本的には同じであった。

いままで述べたのは平均的な増殖パターンであって, 見逃してならないのは驚くべき多様性である。例えば, トビの侵入成虫密度は少ないときはわずか1 m²当たり0.1頭であるが, トビのときには159頭に達する場合もみられた(表-1)。また, 第一から第二世代への増殖率r₂は0.3から17.9倍まで変化し, これはあるときは第一世代が最大密度になっていることを示している。r'₁が1以下, すなわち飛来成虫密度が最高密度になった場合もみられた。わずか2年間の計10圃場の調査でも, 表-1にみられるような様々な増殖パターンがみられる。このようなウンカ類の増殖パターンの多様性はフィリピンでも報告されている (COOK and PERFECT, 1989)。

「温帯のウンカ」と「熱帯のウンカ」の最も基本的な違いは, 初期侵入密度による, その後の発生の予測性である (HOLT et al., 1987; COOK and PERFECT, 1985a)。温

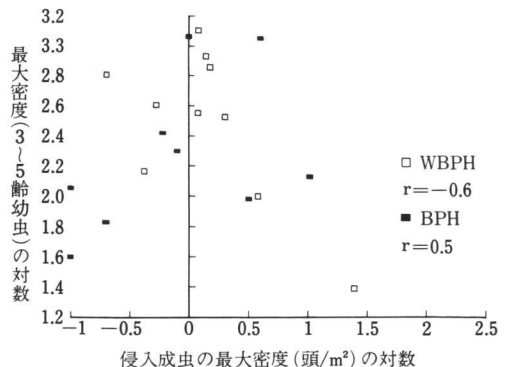


図-1 水田初期の侵入成虫密度とその後の最大密度(3～5 齢幼虫)との関係

侵入成虫の最大密度の定義は表-1を参照。相関係数rはセジロウンカ(WBPH), トビイロウンカ(BPH)とも有意でない。

帯のウンカではCHENG et al. (1990)やKUNO (1984)の増殖モデルにみられるように, 生物的要因として初期侵入密度のみを導入して, その後の予測が可能である。しかし, ムダでは, 初期侵入密度と最大密度との間にはほとんど相関がみられない(図-1)。セジロではみかけ上負の関係がみられている。このような見かけ上の負の相関

は COOK and PERFECT (1985a) も報告している。これはなぜなのだろうか。また、前述した増殖パターンの多様性が起こる理由を検討する意味で、1990 年第一作の播種時期の異なる 3 圃場でのウンカの発生をみってみる。

III 1990 年第一作（乾期作）の例

黄色水盤を用いて調べた水田初期のウンカ飛来量をみると、休閑直後の A 圃場では非常に少なく、播種期が遅れるほど多くなり、遅植えの C 圃場では大量の飛来がみられた(表-1)。C 圃場でのウンカの飛来量を A と比較すると、セジロで 62 倍、トビでは 436 倍であった。播種時期が遅れるほど飛来量が増える理由は、ムダ地区全体のウンカ成虫密度が休閑直後はおそらく非常に低い、その後、イネの植え付けに伴いウンカ類が増殖して、飛来源となりうる成虫密度が高まってくるからであろう。こうしてみると、ムダで一般に初期侵入密度が低いのは、多くの熱帯地域に比べ作期が比較的斉一であることと関連がありそうである。

その後の 3 圃場でのウンカ密度の推移は興味深い。飛来がほとんどみられなかった A 圃場では、その後ウンカ密度が徐々に高まり、セジロでは第三世代に、トビでは第二世代に 1 m²当たり 1,000 頭以上(3~5 齢幼虫)に達し、最終的には 3 圃場で最も高い密度になった(表-1)。しかし、この場合でも第二世代以降には明らかに密度制御要因が働き、ホッパーバーンには至っていない。逆に、もしなんらかの原因で密度制御が働かなかった場合、熱帯ではわずか 1 m²当たり 1 頭以下の低い侵入密度でもホッパーバーンが起こる可能性を示唆している。一方、遅植えの C 圃場では、水田初期に大量の飛来がみられたにもかかわらず、セジロ、トビとも低密度の第一世代がみられただけで、第二世代以降はほとんど発生しなかった。B 圃場は A と C との中間の傾向がみられた。水田初期でのウンカの増殖率(r_1 , r_2)は、早く作付けした圃場ほど著しく高かった。

水田初期の飛来が少ない圃場のほうが、最終的には密度が高まってしまう(この傾向はトビよりも、水田に早く侵入するセジロで顕著)、この一見奇妙な現象はなぜなのだろうか。3 圃場とも同じ品種(MR84)で気象条件もほぼ同じであったので、その理由を天敵に求めるのが自然のように思われた。実際、3 圃場でのウンカ/捕食性天敵の比の推移をみると、C 圃場では一貫して著しく低いことがわかる(図-2)。一方、A 圃場では捕食性天敵が少なく、ウンカ類の密度の増大によりこの比が飛躍的に高まり、ウンカが天敵からいわゆるエスケープしたものと考えられた。休閑期後の水田では、ウンカの侵入密度は

極端に低いが、天敵の密度もまた低く、それがウンカ類の高い増殖率に寄与しているものと考えられた。

ムダ農業開発公団(MADA)を通じ、同じ作期に(1990 年第一作)ムダでホッパーバーンが生じた水田の播種時期を調べた(図-3)。ホッパーバーンの件数と時期別の水稲植え付け開始面積とを比較すると、それぞれの時期の水田のホッパーバーンを被る相対的な危険度がわかる。図-3 で明らかなように、第一作では明らかに早く植え付けた水田のほうがホッパーバーンの危険度が高いことがわかる。例えば、休閑直後の 3 月 28 日までに作付けされた水田面積は全体のわずか 0.3%であるのに、ホッパーバーンの件数では 16%に達している。

A, B, C 圃場でみられた結果や、ムダでのホッパーバーンの発生頻度からみて、休閑(乾期)後の水田にはウンカ密度が増大する環境がありそうである。それはおそ

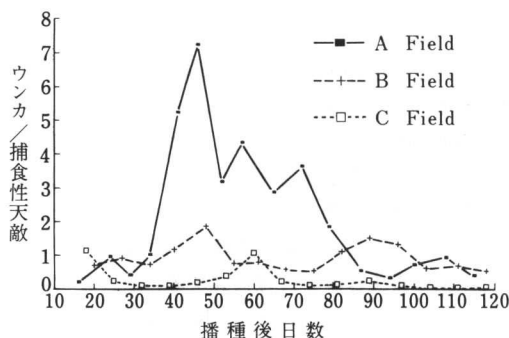


図-2 ウンカ類と捕食性天敵との密度比の推移

ウンカ類はセジロウンカとトビイロウンカの幼虫、成虫の総数。捕食性天敵には、クモ類(幼生と成体)、カタビロアメンボ、カタグロメクラガメ、テントウムシ類、クビナゴゴムシ、イトトンボ類(以上成虫)などが含まれる。

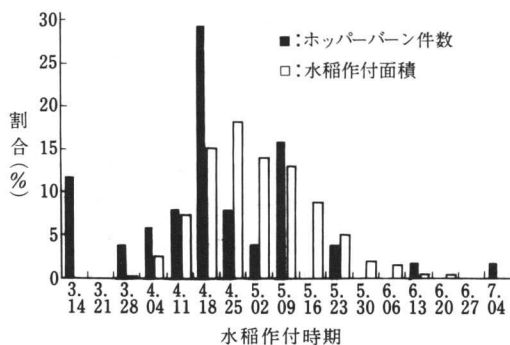


図-3 水稲作付時期とホッパーバーン頻度との関係(1990 年第一作)

水稲作付開始面積(%)は週ごとに集計した。例えば、横軸 3.14 は 3 月 7~14 日の期間を示す。作付面積は直播水田と移植水田の合計。

らく天敵の貧弱さであろう。毎年ウンカ類の発生が第二作より第一作のほうが多い理由もこの辺にありそうである。ムダのウンカ類の大発生を解析した Ooi et al. (1980) も、乾期後の水田での天敵相の貧弱さを指摘し、この可能性を論じている。これらのことから、各水田でウンカ類の発生量を決定している最も重要な要因は、ウンカと天敵との相互関係であると思われる。

IV 天敵の活動

では一体どのような天敵がウンカ類の抑圧に寄与しているのだろうか。

捕食寄生性天敵の中では、*Anagrus* 属と *Oligosita* 属の卵寄生蜂の活動が高いことがわかった。セジロには主として *A. flaveolus*, *A. perforator*, *O. aesopi*, トビには主として *O. naias*, *O. aesopi*, *A. optabilis* が寄生していた。寄生率は調査圃場や時期により 10~70%と変動したが、50%以上の卵が寄生されることも珍しくなかった。マレーシアの水田における卵寄生蜂の重要性は、CHANG (1980) も指摘している。ウンカ幼虫、成虫に寄生するカマバチ (Drinids) やネジレバネ (Elenchids) も普遍的にみられたが、その寄生率は高いときでも 10%内外で、有力な天敵とは考えられなかった。マレーシア・セランゴール州の水田でもこれらの寄生率は低い (KATHIRITHAMBY, 1985)。線虫の寄生はムダでは発見することができなかった。VREDEN and LATIF (1986) や KATHIRITHAMBY (1983) によるマレーシアのウンカ類天敵リストにも線虫の記載はない。

捕食性天敵の中で個体数が多かったのは、クモ類 (Lycosidae, Linyphiidae, Tetragnathidae, Araneidae の4科が大部分を占める) とカタピロアメンボ (大部分は *Microvelia atrolineata*) で、一般に両種とも水田初期から徐々に密度を高め、出穂期ごろには 1 m² 当たり数百頭に達した。両種の密度はウンカ類の個体数と正の相関がみられ、いわゆる「数の反応」 (Numerical response) が認められた。カタグロメクラガメ (*Cyrtorynus lividipennis*) もウンカ密度が高い圃場で個体数が増大したが (1 m² 当たり成虫数で数十頭程度)、特に第二作では密度が低いことが多かった。ほかにテントウムシ類、クビナガゴミムシ (Carabid), ハネカクシ (Staphylinids), ヒメアメンボ (Gerrids), イトトンボ類などが普遍的にみられたが、それらの数は少なく、それら単独ではウンカ類の抑圧に寄与しているとは思われなかった。

熱帯におけるウンカ類の有力な捕食者としては、クモ類やカタピロアメンボが挙げられている (KENMORE et al., 1984; CHANG, 1980; NAKASUJI and DYCK, 1984)。カタグ

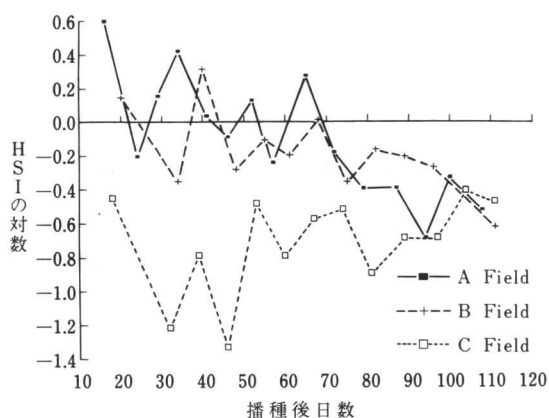


図-4 ウンカ類生存率指数 (HSI) の推移 (1990 年第一作, 3 圃場の例)

HSI (Hopper Survival Index) = (ウンカ類 4.5 齢幼虫の総数) / (前週のウンカ類 1~3 齢幼虫の総数)

ウンカ類はセジロウンカとトビイロウンカの合計。HSI 値は若齢幼虫の生存率を表す指数で、捕食圧を反映すると思われる。

ロメクラガメの有効性については評価が分かれる (COOK and PERFECT, 1985a)。しかし、多食性の捕食者の場合、密度が高い場合でもウンカ類の抑圧にどの程度寄与しているか評価することは難しく、定量的な解析は行われていない。これはウンカ類の被捕食率がわからないからである。

そこで、週ごとのウンカ類成育ステージ別密度データを利用して、ウンカ類の捕食による死亡を評価する指数 HSI (Hopper Survival Index) を考案した (図-4)。HSI はウンカ類の死亡要因のうち、卵期の被寄生等による高い死亡率や成虫の移出入の影響が除去されており、また、ウンカ幼虫期は捕食以外の死亡要因が少ないと思われるので、その圃場の捕食圧が反映すると考えられる。

図-4 に HSI の推移の一例として、1990 年第一作の 3 圃場の例を示した。HSI は普通 A, B 圃場のようにイネの生育とともに低下する。これは捕食性天敵全体の一般的な密度推移に一致する。また、C 圃場の HSI は生育初期から一貫して低いが、C 圃場では前述のように生育初期から捕食者の密度が著しく高かった (例えば、30 DAS でカタピロアメンボ成虫が 1 m² 当たり 300 頭以上みられた) ことの結果と思われる。HSI と各捕食者密度 (またはウンカ類との密度比) との相関をみると、クモ類とカタピロアメンボでそれぞれ高い負の相関がみられた。これは両捕食者がウンカ類の増殖低下に寄与していることを示唆している。

お わ り に

熱帯のウンカ類個体群動態における天敵との相互関係の重要性は、これまでしばしば指摘されてきた (KENMORE et al., 1984; COOK and PERFECT, 1985a, 1989)。しかし、この相互関係を現実のウンカ類の発生予察に利用する試みは、ウンカ・捕食性天敵比を防除の要否の目安にする (Ooi and HEONG, 1988) 以外は行われていない。フィリピンのトビの個体群動態を扱った Holt et al. (1987) のシステムモデルでも、卵寄生率は一定 (14%) と簡略化され、各捕食者の捕食率は、いわゆる Type II の Functional response を仮定した上で、パラメータを圃場データに合うように変化させただけである。しかし、こうした仮定でなされたシミュレーション結果は圃場データと整合性があり、これは逆に捕食性天敵のウンカ類に及ぼす影響の重要性を再認識させている。圃場レベルでのデータを集積したうえで、ウンカ・天敵の相互関係をどのように発生予察モデルに組み込むかが、今後の課題であろう。

これまで東南アジアでのトビの大発生の一因として、周年栽培化が挙げられてきた (YOSHIMEKI, 1980)。ウンカの生活環を断つ意味で、一年のある時期に休閑期を設定することが奨励された (持田, 1980)。これはウンカの大発生を終息させる効果はあったかもしれない。しかしムダでは皮肉なことに、最もウンカが大発生しやすい水田は休閑直後のものであるらしい。熱帯における乾期はしばしば温帯における冬と同様、多くの昆虫にとっては試練の季節であり、ウンカ類の天敵にとってもこれは同様であろう。乾期に休閑期を設定することは、ウンカばかりでなくその天敵の生活環を断ち、環境の不安定化を助長するものと考えられる。高い増殖力と移動性をもち不安定な環境に適応進化したと考えられるウンカ類は、休閑期後の好適な環境で爆発的に個体数を増大させるので

はなかろうか。イネの周年栽培それ自身は、むしろ天敵の活躍の場を増大させるらしい (GREATHEAD et al., 1983)。ムダからわずか数十 km しか離れていないスプラン・ペライでは、水が豊富なため水稻の周年的栽培が行われており、ツングロ病の常発地域になっている。そこでのウンカ密度はいつもムダに比べて著しく低く (CHANG, 私信)、上記の仮説を支持している。

ムダにおいてウンカと天敵のバランスが崩れるもう一つの例として、農薬散布が挙げられる。実際、ウンカの被害を受けた水田は農薬散布後の水田が多くみうけられた。熱帯の水田におけるリサージェンスについてはこれまで何度も指摘された。ムダの場合、リサージェンス以前の問題として、貧弱な散布器のための撒きむらや経費節減のため著しく薄い濃度で散布したり、農薬散布技術の未熟さが目についた。

マレーシアの他の地域での情報が貧弱なため、ここではムダのウンカを中心に述べてきたが、マレーシアにおいてもウンカ類の大発生がいつも問題となる例外的な地域がある。クアラルンプールの北のダンジョンカランの一部と、イポー近郊のフェルクラ (公団) の大規模水田である。これらの水田では最大収量をあげるため、大量の肥料の投下と農薬のカレンダー散布が行われてきた。現在、マレーシア農業開発研究所 (MARDI) などの指導により、不要な農薬散布を減らす努力がなされ、ウンカ類の発生は少なくなっている。

引用文献

- 1) COOK, A. G. and T. J. PERFECT (1985a): Crop Prot. 4 (4): 423~433.
- 2) ————— (1989): Ecol. Entomol. 14: 1~9.
- 3) 平尾重太郎 (1989): 植物防疫 43 (3): 198~200.
- 4) HOLT, J. et al. (1987): J. Appl. Ecol. 24: 87~102.
- 5) KENMORE, P. E. et al. (1984): J. Pl. Prot. Tropics. 1 (1): 19~37.
- 6) NOZAKI, M. et al. (1984): JARQ 18 (1): 60~68.
- 7) OOI, P. A. C. and K. L. HEONG (1988): Crop Prot. 7: 273~278.

人 事 消 息

(6月16日付)
河本賢二氏 (野茶試久留米支場虫害研究室) は退職

福田秀夫氏は5月31日付で財団法人残留農薬研究所理事長を辞任し顧問に。新理事長には栗田年代氏が就任した。

社団法人長野県植物防疫協会では長野県農薬空中散布協議会と長野県農薬安全使用対策推進協議会を合併し、農林航空部・農薬安全使用対策部会とすることになった。

三菱油化株式会社は、6月27日付けで新規事業部農薬部を新規事業本部アグロケミカル事業部と名称変更をした。

社団法人日本草地協会は、7月18日付けで下記住所に移転した。

住所: 〒113 文京区本駒込 2-27-15 (住友海上本駒込ビル3階)

電話: 03-3943-2551

FAX: 03-3943-2552

褐色米の病名採用について

農林水産省東北農業試験場 よし の れい いち
吉 野 嶺 一

1990 年 10 月に日本植物病理学会から出版された、日本有用植物病名目録第 1 巻第 3 版の 15 ページには、イネの新たな病害として褐色米が採録されている。

夏期高温・多照に経過した 1978 年に、北海道や日本海側地方を中心に発生した、米粒表面の淡褐色～黒褐色着色や黒褐色微斑点発生などの症状を持つ着色粒は、食糧庁検査によって等外米となり、その原因解明と対応策の確立が大きな課題とされた。そこで 1979 年に、日本植物防疫協会の病害虫緊急対策研究会の中に、変色米部会が設けられ、9 道県が参加して連絡試験が開始され、着色粒の発生に関与する病原菌とその発生生態が次々と明らかにされた。それと同時に、これらの着色粒の名称についても多くの提案がなされ、前記連絡試験の成績検討会の席などで、統一した名称をどうするかについて論議が重ねられてきた。結局、連絡試験中の会議では名称についての結論は得られなかった様子であるが、最終的な報告書の取りまとめの段階に至って、富山農試の梅原吉廣氏(1988)から褐色米の名称が妥当であるとの提案がなされ、変色米に関する特別連絡試験の主査であった、当時の農業環境技術研究所環境生物部長 山田昌雄氏からも、これを支持したい旨の連絡を受けた。これらの経過を踏まえて、関連研究者のある程度の共通理解が得られたものと判断し、病名目録第 3 版の編集に際して、褐色米を病名として提案し、編集委員会では採用していただいた次第であるが、筆者の文献点検漏れが原因で、第 3 版での褐色米の病原菌の扱いには若干問題が残っている。編集の任に当たった者として深くお詫び申し上げるとともに、名称の検討経過が詳しく記述されている山口(1982)、山田(1988)の報告を中心に、論議の過程を再録し、第 3 版での不備を日本植物病理学会病名調査委員会に改めていただくようお願いする次第である。

山口(1982)の記述によると、着色粒の連絡試験の開始に当たって、食糧庁で定められていた着色米との関連をどう考えるかが問題とされた。しかし、食糧庁では、「粒面の全部または一部が着色した粒及び赤米を言う。但し搗精によって色がのぞかれ、搗精歩合に著しい影響を及ぼさないものは除く」、と着色米の定義づけが行われてお

り、当時問題となった着色粒は、大部分が茶米であり、被害が軽い場合には搗精すると色が除かれること、病害研究の立場からすると変色そのものが問題であり、搗精後も色が残るかどうか、搗精歩合に影響するかどうかは食糧検査上の問題であることの 2 点から、研究対象としては、搗精により色が除かれるかどうかにかかわらず変色米と総称して、研究対象にすることとされた。

連絡試験の開始によって、各地で発生している変色米の症状と病原菌が明らかにされ、北海道で発生した茶米症状は、コムギ畑から飛来したコムギ斑点病菌 *Helminthosporium sativum* の感染によるものであることが明らかにされ、葉や籾が黒褐変する病徴とともに、イネ斑点病と命名された(児玉ら, 1979)。また、岡山・茨城両県では内えい褐変籾に玄米の全表面が褐変した茶米の発生が多く、内えい褐変籾から分離された黄色細菌の接種により病徴の再現性が確認され、畔上らによって病原細菌が *Erwinia herbicola* と同定され、イネ内穎褐変病と命名された(畔上ら, 1986)。福井・兵庫・島根県からは茶米症状を示す着色粒から *Alternaria padwickii* が分離される頻度が高く、接種試験によって茶米症状が再現されたが、本菌による変色米の発生については、軽症の場合には茶米症状となるものの、典型的な場合には玄米の腹側に黒色～黒褐色の斑紋を生じ、他の原因による変色米とは明確に識別できる病徴を現すことが、田村(1976)によって明らかにされており、本病原菌による変色米は腹黒米と命名されていた。これらの病害はいずれも命名どおり、病名目録第 3 版に採録されている。

富山・石川・兵庫・島根各県の変色米からは *Alternaria* 属菌と *Curvularia* 属菌が多く分離され、接種試験によって着色粒の発生を引き起こすことが明らかにされたが、その病名についてもいくつかの提案がなされた。竹谷(1979)は *Curvularia* 属菌の感染によって、玄米全体が褐色を呈し、表皮には黒褐色の微細な斑点が多数みられ、澱粉組織にまで変色が及び、精白によっても着色が除かれない症状が発生することを明らかにし、この症状米を他のものと区別するため、暗色米と呼ぶことを提案した。一方、梅原ら(1979)は微斑点の有無と変色の状態を判断基準として分類し、玄米の全表面が黒褐色で黒色斑点がみられるものを黒色米、全表面が濃い褐色を呈し、

褐色の微細な斑点がみられるものを濃茶米, 全表面が褐色を呈するが色が淡く, 微細斑点のみられないものを淡茶米と呼ぶことを提案した。また, 那須ら(1981, 1982)は前記の病原菌のほかに *Cephalosporium* 属菌, *Phoma* 属菌によっても変色米が引き起こされることを明らかにし, これらの変色米の変色の部位, 玄米の果皮の厚さ, 玄米の大きさなどが岡村(1940)の報告した茶米の記載とほぼ一致することから, 岡山県で発生した変色米を茶米と判断した。

山田(1988)の記述によると, これらの名称を統一して病名とすることについて, 連絡試験の検討会の場などで討議がくりかえされたが, 各地域でそれぞれの名称が普及場面で広く使われていることもあって, 病名の決定までには至らなかったとのことである。また, 個々の名称についても, 茶米については岡村氏(1940)の詳細な研究に基づく「茶褐色に汚染された玄米」という定義と, その原因として *Alternaria* 属菌を主とする菌類の侵害が指摘されているものの, 茶米の中には気象条件に対するイネの生理的現象によって起こるものもあり, 茶褐色を呈する着色米の一般的な呼称であって病名としては不適当である, 暗色米の暗色は色調を示す語であって色名でなく, また, *Curvularia* 属菌の感染による特有な症状ではなく, 症状は温度条件によって変わるものであることなどの指摘があり, 提案されたいずれの名称も病名とするには問題が多かったことが示されている。このような論議を踏まえて, 梅原(1988)は *Curvularia* 属菌や *Alternaria alternata* などの糸状菌によって引き起こされる変色米を, 微細斑点の有無にかかわらず褐色米と呼び, 病原菌以外の原因による褐色の着色粒を茶米と呼ぶことを提案した。この提案に対して, 連絡試験報告書の取りまとめに当たった山田(1988)は次のように述べ, この提案に支持を表明した。『「褐色米」とは伊藤誠哉・石山哲爾両氏が1929年に記載したものである。両氏は変質米を症状によって褐変米と黒変米とに分け, 従来一般に茶米と称されたものは主としてこの褐変米であるとしており, 褐変米を褐色米と褐点米とに分けている。褐色米の病徴として, ……中略……, と記載しており, 現在の茶米, 暗色米とよく一致している。そしてこの褐色米か

ら, 頻度の高いものからの順で, ごま葉枯病菌, *Epicoccum neglectum*, *Alternaria oryzae*, いもち病菌, *Fusarium* sp., *Brachysporium oryzae* (= *Curvularia lunata*), *Cladosporium herbarum* などを分離している。……中略……, したがって, 種々の変色米のうち, 玄米が褐色に変色するもので, 病原菌によるものを褐色米として, 発生条件(例えば高温)によって殿粉層まで侵され着色して, 精白しても色が除かれないものが生ずる, ということになる。』

病名目録第3版の編集委員会では山田氏のこのとりまとめを受け入れ, 褐色米を新たな病名として採用し, その病原菌として *Alternaria* 属菌, *Curvularia* 属菌, *Cephalosporium* sp., *Phoma* 属菌を載せた。

しかし, *Cephalosporium* sp. とされていた菌はその後の調査で *Sarocladium attenuatum* (葉しょう腐敗病菌)であることを明らかにした報告(那須ら, 1984)を見落としていたことが判明した。したがって, *Cephalosporium* sp. を病原菌の項から排除し, [備考]欄に葉しょう腐敗病菌の字句を挿入するのが妥当であると考えている。また, 第3版では葉しょう腐敗病菌の属・種名を, 旧版同様に *Acrocylindrium oryzae* としてあり, この菌名についても, 病名調査委員会での審議を経て, 決定していただきたいと考えている。

以上, 関係各位へのお詫びとお願いを含めて, 褐色米という病名採用の経緯を報告した。

引用文献

- 1) 畔上耕児ら(1983): 農技研報 C 37: 1-12.
- 2) 伊藤誠哉・石山哲爾(1929): 札幌農林学会報 21(96): 218-235.
- 3) 児玉 不二雄ら(1979): 日植病報 45(4): 503-506.
- 4) 那須英夫ら(1981): 同上 47(3): 362-363.
- 5) ———(1982): 同上 48(1): 100-101.
- 6) ———(1984): 同上 50(3): 386-387.
- 7) 岡村 保(1940): 大原農研特別報告 5: 89-126.
- 8) 竹谷宏二ら(1979): 日植病報 45(1): 98.
- 9) 田村 實(1976): 石川農試特別報告 2: 1-74.
- 10) 梅原吉廣ら(1979): 北陸病虫研報 27: 7-9.
- 11) ———(1988): 病害虫緊急対策に関する報告書, 日本植物防疫協会, 東京, 287 pp.
- 12) 山田昌雄(1988): 同上
- 13) 山口富夫(1982): 植物防疫 36(3): 99-104.

人事消息

(7月16日付)

上路雅子氏(農研センター企画調整部研究企画科主任)は農環研資材動態部農薬動態科除草剤動態研究室長に濱田龍一氏(中国農試生産環境部虫害研究室長)は同農試生産環境部主任に

(8月1日付)

小林正弘氏(九州農試地域基盤研究部害虫行動研究室長)は中国農試生産環境部虫害研究室長に林 長生氏(農研センター病害虫防除部水田病害研究室)は熱研センター研究第二部併任に山本真也氏(四国農試地域基盤研究部環境管理研究室)は技会事務局連絡調整課連絡係長に

野菜病害に対する薬剤の圃場試験の実際

社団法人日本植物防疫協会研究所 **た 田** **なか** **かおる** **薫**

はじめに

開発された薬剤が実用場面で耐え得るかどうかの判定は、その薬剤の圃場での効果の検討が必要である。そのため、わが国の農業登録制度上では、新規の薬剤や既知薬剤間の混合製剤を実用化するには、圃場試験での効果の判定は必ず一定期間、一定例数以上が必要とされている。

野菜病害に対する標準的な圃場試験法は、1988年に国及び県の各専門家の執筆による『野菜等殺菌剤圃場試験法』(未定稿)が当協会より刊行され、総論と40作物140病害及び種子消毒試験法の各論について取りまとめられたものがある。

本文では、この試験法に基づいて実際に圃場試験を行っていく上でのいくつかの問題点を示しつつ、当協会研究所での試験例について概略を記述し参考としたい。

I 殺菌剤圃場試験法の概要

当研究所における圃場試験の概要を図-1に示した。対象作物と対象病害に合わせて試験時期、試験規模を設計して、作物を栽培する。次に、過去の病害発生状況を参考にし、必要ならば作物の生育に合わせて感染植物や接種用の菌を準備する。そして作物が試験可能なステージに生育し、初発が認められた時点または発病に適した条件が整った時期に、感染植物の試験区内への設置や、接種を行う。次いで発病状況に合わせて一定期間薬剤処理を行った後に発病調査を行い、得られた成績から薬効の評価を行う。

以上のような手法で試験を行っているが、次にこの各段階ごとに具体的な例を挙げて、圃場試験の実際とそこでの検討課題を述べる。

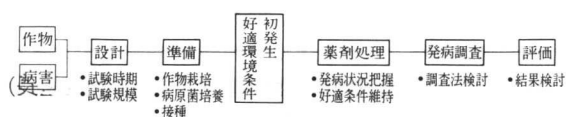


図-1 日植防研究所における圃場試験の概要

(実用野菜登録要領)
Practical Methods of Field Experiments of Fungicides
Against Diseases on Vegetables. By Kaoru TANAKA

II 試験の実際

1 試験時期

圃場試験では、対象病害の好適発病環境が自由に調節できる室内試験と異なり、その試験環境は大きく気象条件に左右される。

野菜の病気の多くは、発病適温が20～30℃付近にあり、感染、伝播には適度な湿度が必要とされる。そのため、対象病害の好適発病条件が得られやすい気象条件となる時期を、過去の気象データから推測して試験時期を設定する必要がある。

当研究所では、6月初旬から7月中旬の梅雨期と、9月中旬から10月下旬の秋雨期に主に試験時期を設定しており、特に梅雨期には多くの病害の発病好適条件が得られることから、数多くの試験を行っている。秋期は、春と逆に作物の試験可能な生育期をやや低温期に設定するため、無加温施設内でのやや低温で発生するトマトの疫病などの試験が行える。また、低温多湿で発生しやすい灰色かび病と菌核病については、冬季の加温施設内で行っている。

また、発病好適条件が得られ対象病害が均一に発生する時期であっても、発生が激し過ぎる場合は必ずしもその時期が試験適期とならない。特に、現在開発されている薬剤の防除水準が比較的低い病害では、試験時期の設定が薬剤の効果に大きく影響する。その例として、ハクサイ軟腐病では、春から夏にかけての試験時期では、軟腐病の発生する播種後40日以降の平均気温が20℃以上となり、約1か月間の試験期間中にほとんどの株が発病し腐敗するケースが多い。この時期は発病には好適条件であるが、薬剤の効果を検定すると対照薬剤を含む多くの薬剤で無散布区との有意差が認められなくなる傾向があった。一方、秋の試験では逆に結球期ごろから気温が低下するため、均一な発病が得られなくなる傾向があった。このことから、現在当研究所では軟腐病の試験時期設定の目安となる気象要因を、平均気温の点を中心に検討中である。

2 試験圃場の準備

試験圃場の準備は、対象病害の過去の発生状況や作物の種類により病害ごとに種々の条件がある。また、限られた時間内で効率的に圃場試験を行うためには、さまざま

まな工夫が必要となる。ここでは病害を発生させるための、病原菌及び作物の両方からの試験準備について述べる。

(1) 病原菌側の試験準備

圃場試験で扱う病害は、試験可能な水準まで自然発病するとは限らず、発病の程度は様々である。それらの対象病害の発生を調節して薬剤の評価に適正な水準まで発病させるは、次の5段階に大別できる。

1) 自然発病

圃場試験における発病様式としては、いちばん理想的な型である。しかし、表-1に示したメロンベと病の例のように、圃場内での発病は必ずしも均一でない場合が多い。このようなときは、自然発病する病害であっても、均一に発病させるために通路灌水などを行い、発病環境をできるだけ均一にする工夫が必要である。また試験区の設定に当たっても、薬効以外の要因で発病に差が生じないように設計する必要がある。

2) 感染植物の試験区への設置

自然発病しないか自然に発病はするが、菌密度が非常に低い場合などで行う。また、試験実施中に環境的に病勢の進展が難しくなった場合などにも行っている。

例えば、トマト疫病の場合は、発生及び病勢の進展はその時期の降雨に大きく影響される。降雨が少なく病勢の進展が緩慢な場合は、人工接種で発病させた罹病株を試験区間の緩衝部分に持ち込み、スプリンクラーによる散水と組み合わせることで良い結果が得られる。

3) 試験対象菌の圃場内への設置

2)の方法と似た様式であるが、対象菌を対象作物以外のものでも培養し、それを試験区内に配置する方法である。薬剤耐性菌の種類の調節が要求される灰色かび病では、目的とする性質を持つ菌をナス果実などに接種し、胞子を多数形成させ、網袋に入れ試験区内の供試作物上へ吊り下げる方法で試験を行っている。

また、菌核病の場合、自然感染に近い型で均一に発生させるため、図-2に示すように、菌核を低温処理し、乾燥しないようガラス室内で自然光に当てることで、子嚢盤の形成を人為的に誘発し、供試作物の感染しやすい時期、例えば開花期などに合わせて試験区内に設置している。

4) 病原菌の直接接種

2), 3)の方法は自然感染に近い様式を採用したものであるが、この方法でうまくいかない病害では、直接胞子や菌体を噴霧接種する方法を採用している。キュウリなどの主に葉を調査対象とする病害では、試験区内全株の一定の葉位に対し病原菌の分生子などを接種し、そこか

ら第二次伝染をはかる方法をとっている。本法での注意点は、接種と薬剤処理のどちらを先に行うかで、薬効が大きく違ってくる点がある点である。特に、予防効果中心の薬剤や細菌による病害では、この点を注意する必要がある。

5) その他

その他の方法としては、土壤病害試験で行う培養菌体を用いた人工的な汚染土壌や汚染種子の利用がある。汚染種子は市販の種子では、一般に種子消毒がしてあるため、入手が困難な場合が多い。そのため、あらかじめ人工的に調製した汚染種子や罹病株から採取した種子を用いる。汚染種子作成法は、『野菜等殺菌剤圃場試験法』の種子消毒の項を参考されたい。

(2) 作物側の準備

1) 感受性品種の利用

圃場試験での供試品種については、対象病害に対する感受性の点で、設計段階で十分に吟味する必要がある。特に、トマトの場合では複合抵抗性を持っている場合が

表-1 隣接したビニルハウス間及びハウス内の位置によるメロンベと病の発病の差

調査位置		発病率(%)	発病度
東側ハウス	入口	99.0	35.8
	中央	100	48.3
	奥	100	51.0
西側ハウス	入口	81.0	20.8
	中央	92.0	30.3
	奥	99.0	34.8

ビニルハウスは南北方向に18m、間口5m、両側換気。調査株の位置は入口が第2～6株間、中央が第12～16株間、奥が第22～26株間、1列31株、4列植え。

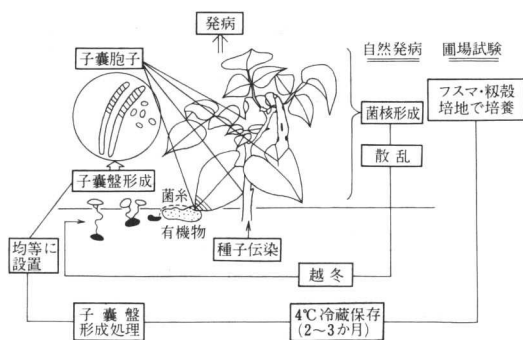


図-2 圃場試験における菌の持ち込みによる発病と自然発病の比較(マメ類菌核病の生活史、赤井、原図、1979より作製)

あるため、対象病害ごとに品種の選択が必要となる。当研究所では、トマト、メロン、ハクサイなどで感受性品種を用いて試験を行っている。

2) 作付け方法など

この場面での工夫は、主に株間や畝間の調節で試験区内の湿度を高めるのが主な目的である。また、試験可能な生育期に作物が生育した時点で、マルチを除去して、マルチ下の子囊盤からの孢子飛散や、菌糸発芽に伴う感染によって、菌核病の発生を促すレタスの例もある。前述の感受性品種の利用と同じ観点から、キャベツの黒腐病の試験では、黒腐病に感受性の高いブロッコリーをキャベツの周辺で同時に栽培することで、発病を助長させる工夫を行っている。

以上が、圃場試験での発病を促すために筆者らが実行している事項である。本来このような工夫は、圃場試験の目的が実用場面での薬効及び薬害の検討だけに、実際の栽培実態との差ができるだけ大きくならないように、十分な配慮を行って利用する必要がある。

3 薬剤施用

この場面では、単位面積当たりの散布量と薬効の関係や、栽植密度の違いによるくん煙剤の効果の差など、検討課題は多いと考えられるが、現在でも十分に対応できる実例がないのが現状である。

さらに、現在最も困難な問題は、対象病害以外の病害に対する防除の面である。圃場試験では、試験可能な生育期になってから一般に7~10日間隔で3回程度の薬剤処理を行い、一定期間後に発病調査を行うため、試験期間は1か月を超える場合が普通である。その間に対象病害以外の病害が発生することが、しばしば起こる。防除を怠ると調査の際、判別困難となったり、調査対象が枯死してしまうことになる。そのため、圃場試験では対象病害への影響が少なく、それ以外の病害だけを防除でき

る狭いスペクトラムを持つ薬剤を選択して使用しなければならない。

典型的な例としては、キュウリの春から秋にかけての試験では、必ずうどんこ病とべと病が併発する。この両病害以外の病害が対象病害の場合、両病害を対象病害の

表-2 トマト疫病の調査法による差

薬 剤	発病株率 (%)	株の 発病度	発病果率 (%)	発病葉率 (%)	葉の 発病度
A	86.7	26.0 ^b	4.9 ^b	43.3 ^{bc}	13.1 ^{bc}
B	93.3	31.3 ^b	6.3 ^b	33.3 ^{bc}	9.0 ^{bc}
C	96.7	31.3 ^b	5.7 ^b	54.3 ^{bc}	18.8 ^b
D	96.7	34.0 ^b	9.8 ^b	58.0 ^b	17.3 ^b
E	80.0	22.0 ^b	3.6 ^b	57.0 ^b	18.7 ^b
対照薬剤	86.0	21.3 ^b	4.4 ^b	24.7 ^c	6.4 ^c
無散布	100	98.0 ^a	58.3 ^a	100 ^a	99.8 ^a

同一英小文字間には Duncan's multiple range test による 5% 有意差がないことを示す。

調査法：調査株数は1区10株、3反復計30株、果実は全果実を調査し、平均170個程度、葉は下位5葉より上に10葉計100葉

調査基準

株を対象とした場合

0：茎葉に全く病斑を認めない。

1：茎葉の10%未満に病斑が観察される。

2：茎葉の10~50%未満に病斑が観察される。

3：茎葉の50~70%未満に病斑が観察される。

4：茎葉の70%以上に病斑が観察される。

葉を対象とした場合

0：無発病

1：小葉の発病が1/2未満

2： // 1/2以上2/3未満

3： // 2/3以上

4：枯死

表-3 薬剤耐性菌の圃場試験結果に及ぼす影響

(トマト及びキュウリ灰色かび病でのベンズイミダゾール系剤耐性菌の例)

R 菌*率 100% 下での効果 (トマト)				R 菌率 72.5% 下での効果 (キュウリ)			
薬 剤	濃度 (ppm)	発病果率 (%)	防除価	薬 剤	濃度 (ppm)	発病果率 (%)	防除価
ジェトフェンカルブ剤 (単剤)	133	4.8	94.2	ジェトフェンカルブ剤 (単剤)	133	13.9	13.1
ジェトフェンカルブ剤 + 他剤 (混合剤)	100 400	0.8	99.0	ジェトフェンカルブ剤 + 他剤 (混合剤)	100 400	0	100
イプロジオン剤	333	11.0	86.6	ピンクロゾリン剤	333	0.2	98.8
チオファネートメチル剤	467	85.3	—				
無散布		82.3		無散布		16.0	

* ベンズイミダゾール系剤耐性菌

発生に影響なく防除することは、現在適用のある薬剤を対象とすると、薬剤選択が難しい。特に、スペクトラムの狭い特効的な薬剤は、耐性菌回避対策の面から他の薬剤との混合剤として製剤化される傾向があるため、この面での使用が難しくなっている。

4 調査法

地上部病害の多くは、最終散布の7～10日後以内に調査を行っている。年次によって発病の遅速などが生ずる場合でも、この期間内の調査で妥当な評価が得られる。

一方、土壌病害では薬剤処理から調査までの間隔によって結果が異なってくる場合がある。特に、多発条件下の試験では、最終的に枯死すると思われる罹病株間で判断せざるを得ない場合もあり、どの時点で薬効を判断するかといった問題などは、残された解決すべき課題である。

ほかに作物のどの部位を調査対象としたかで、異なる評価となる場合がある。表-2にトマト疫病の調査例を示した。どの方法を採用するのが最適であるかは一概には言えない。しかし、病害の進展速度や発病様相、また試験目的によって選択すべきであると考えている。

5 評価法

得られた成績をどのように評価するかは、今までの項目以上に議論のあるところであるが、ここでは紙面の都合上省略した。

III その他の事項

1 薬剤耐性菌

圃場試験での薬剤耐性菌の問題は、表-3の例で示すように、供試薬剤の判定に重要な意味を持つ。当研究所の灰色かび病の試験では、発病調査後ベンズイミダゾール系薬剤とジカルボキシイミド系薬剤について耐性検定試験を行い、当該薬剤の薬効評価の補助的資料としている。

この問題で重要なことは、表のチオフアネートメチル剤の例で示されるような、耐性菌存在下での対照薬剤の選択である。評価の基準となる対照薬剤の選択は、過去の耐性菌の検出率や効果を参考にして慎重に行う必要がある。このことは、今後灰色かび病に対する薬剤だけでなく、多くの薬剤ならびに対象病害で問題になると考えられる。そのためにも、簡易な耐性菌の検出法の開発などの検討が必要と考える。

引用文献

- 1) 赤井 純 (1979) : ダイズ病害虫の手引き, 日植防協会, 東京, 162～166.
- 2) 日植防試験研究委員会編(1988) : 野菜等殺菌剤圃場試験法 (未定稿), 日植防協会, 東京, 254 pp.
- 3) 斉藤 泉 (1977) : 北農試報 26 : 23～42.
- 4) 津山博之 (1980) : 植物防疫 34(7) : 294～298.
- 5) 山川邦夫(1978) : 抵抗性品種とその利用, 全農教, 東京, 67～96.

お知らせ

○理化学研究所第14回科学講演会開催のお知らせ

日 時 : 平成3年10月29日(火)12:40～17:10

場 所 : ホテル福岡ガーデンパレス 1階 ガーデンホール

〒100 福岡市中央区天神4-8-15

Tel 092-713-1112

交 通 : 西鉄福岡駅(大牟田線) 徒歩7分

地下鉄天神駅 徒歩7分

JR博多駅(蔵本町経由) バス3分

→中央郵便局前 徒歩3分

JR博多駅(呉服町経由) バス13分

→天神福ビル前 4分

主 催 : 理化学研究所

後 援 : 科学技術庁, 福岡県, 福岡市, (社)九州・山口

経済連合会, 九州商工会議所連合会, 九州経済同友会, (財)福岡県科学技術振興財団

協 賛 : 関連学会・協会

入 場 : 無料

〈プログラム〉 講 演

(1) 元素創成と不安定核

—短寿命核がなければ、あなたはいなかった—

(リニアック研究室主任研究員) 谷畑勇夫氏

(2) 脳の不思議

(国際フロンティア研究システム思考機能研究グループ グループディレクター)

伊藤正男氏

(3) 超薄膜がめざす技術革新

(九州大学工学部教授) 国武豊喜氏

連絡先 : 理化学研究所 開発調査室

Tel 0484-62-1111(内線 2742～2745)

人 事 消 息

○農林水産省

(8月1日付)

鈴木昭二氏(肥料機械課課長補佐)は退職。国際協力事業団農林水産計画調査部農林水産計画課長に

(27ページへ続く)

野菜害虫に対する薬剤の圃場試験の実際

社団法人日本植物防疫協会研究所 **もり 森**

かつ ひこ 克 彦

はじめに

本協会研究所では、農薬メーカーからの要望に基づき基本的なスクリーニング試験から、登録取得に必要な実用的な試験まで幅広く試験を実施している。その中でも野菜関係の圃場試験の件数が最も多く、委託試験全体の6割以上を占めている。

本研究圃場は、周辺を森に囲まれたかなり閉鎖された環境にあり、そのなかで多種多様な害虫について、数多くの作物を対象に圃場試験を行うには、いろいろ特殊な技術が必要となってくる。それらについて以下に述べる。

I 圃場試験の実際

試験を実施するに当たり、試験に適した圃場を準備しなければならない。すなわち、対象とする害虫が大量に均一に発生し、それ以外の病害虫の発生がないかあるいは少なく、しかも対象作物が均一に栽培されたある程度まとまった広さのある試験圃場を準備することである。ここでは実際に試験の開始から終了までの諸作業を順を追って具体的に説明したい。

1 試験区の設定

試験区を設定する場合、大きさは通常の試験では10 m²以上で行っているが、カブラヤガやドウガネブイブイの幼虫の試験では、区を波板で区切り、虫の区間の移動を防ぐことによって小面積（例えば、約5 m²ぐらい）で試験を行っている。線虫の試験についても、線虫が他の害虫に比べ移動性に乏しいため、やはり小面積での試験が可能である。

試験区の配置は、原則的には3連制乱塊法配置としている。しかし多くの害虫では、一般的に密度が高いところから低いところに、あるいは被害を受けた作物から健全な作物への移動がみられるため、各処理区の無処理区との隣接に偏りが無いよう調整しなくてはならない。

2 害虫の均一化

害虫を大量かつ均一に発生させるために、放虫、分散の作業が必要となってくる。

ニセナミハダニはインゲン苗を用いて大量増殖し、試

験の際に放虫する。インゲン葉に寄生するハダニの密度を適当に確保しながら切り取り、対象とする作物の葉上に乗せていく

オンシツコナジラミの場合、ビニルポットに植えられたタバコの苗にコナジラミを増殖させておき、それらを試験対象の作物の間に適当に配置し、その後灌水を止めて苗が枯れるのを早めて、コナジラミを分散移動させる。そのほか、別の発生圃場より吸虫管によって採集したり、あるいは寄生葉ごと採集して対象作物に放虫することもある。

ヨトウムシは卵塊で生まれるため、幼虫が若齢期の場合、分布が集中している。そのため、ふ化後間もなく産卵箇所の葉裏に群がって寄生している若齢幼虫を、できるだけ試験区全体に均一になるように人為的に分散させる。

カブラヤガは自然条件下では安定した発生がほとんど期待できない。また発生したとしても、被害に比してきわめて密度が低く、到底自然発生の虫のみでは複数区間の試験が実施できないため、室内で人工飼料によって累代飼育した4齢幼虫を、所定の頭数放虫して試験を行っている。

コガネムシの試験では、ブラックライトの誘殺灯に誘引されたドウガネブイブイの雌成虫を、クリの生葉とともに100 l程度のポリバケツなどの容器に入れて産卵させ、ふ化した2齢幼虫を供試している。

当地は前述のように周辺が林であるために、天敵や鳥の存在も無視できない。アブラムシについては最盛期を過ぎてまで調査する場合、天敵であるテントウムシによる密度減少が著しいため、テントウムシ成幼虫を人手で採集して他地区まで運んだことすらある。また鱗翅目幼虫を放虫する場合、鳥の捕食によって密度が減るために、放虫後は防鳥網を張って鳥害防止を行っている。特に前述のネキリムシの試験では、死虫または苦悶虫は潜土できないため、早朝に捕食されることが甚だしく、死虫率算出が不可能になるため防鳥網は必ず使用している。

線虫の圃場試験は隔離された線虫試験専用の圃場で実施している。一般圃場より離れた広さ8 aの細長い一角を線虫圃場と定め、コンクリート板で囲って他への汚染を防ぎ、この圃場の線虫密度増加に努めている。圃場は二分しておき、交互に1年おきに使用して密度を保持し

ている。線虫の密度増加はホストの存在と地温に左右されるため、3月に黒ビニルマルチを張り、あらかじめガラス室で育苗したハウセンカを定植し、定植後ビニルトンネル栽培を行って線虫の増殖を図り、6月にこれら植物体をすき込んだ後、試験作物を栽培する方法を採っている。

通常、処理前調査の後、直ちに処理区ごとに虫数の平均を算出し、密度ができるだけ均一になるよう、区の調整を図る。

以上のような諸作業によって、対象害虫を大量にしかも均一にしている。

3 薬剤処理

薬剤処理について、処理時期は粉剤、液剤などの散布剤あるいはくん煙剤は、一般に密度増加期に処理するが、ハダニやアブラムシなどの増殖力に富んだ害虫では増加して高密度になると、結果が判然としないため、増加初期のやや低密度のときに処理をすると良好な結果が得られる。粒剤は、播種時、定植時など依頼メーカーからの指定で処理を行う。また、薬害試験の処理時期は、通常の処理適期が薬害が発生しやすい時期(幼病期、幼果期、開花期、展葉期等)に2回程度処理することにしている。

散布器具は液剤の場合、1 l 程度であればハンドスプレーで、2～3 l 程度であれば小型手動散布器で、それ以上の場合は背負式全自動噴霧器でそれぞれ処理している。背負式全自動噴霧器はコンプレッサーによって加圧している。展着剤は通常 10,000 倍を加用しているが、キャベツ、ブロッコリー、ネギなどの薬液が附着しにくい作物については、倍の 5,000 倍を加用している。粉剤は小型散粉器で処理する。粒剤を全面に散粒するときは、処理する1区の試験区をあらかじめ適当な大きさに等分しておき、粒剤もそれに合わせて同量に小分けにし、それぞれ処理すると均一に撒くことができる。

処理量は、液剤については作物の大きさや栽植密度などによって異なり、一概にはいえないが、葉の表裏が十分濡れる程度としている。あらかじめ散布器に3～8 l の希釈液を作って加圧し、散布後に残量を定量することによって散布量を知ることができる。

対照薬剤は、試験薬剤と剤型や剤の性質などが同じものを選ぶようにしている。新害虫やマイナー作物などで登録薬剤がない場合は、近縁の作物で登録のあるものを使用し、参考データとして扱うようにしている。

4 栽培管理

栽培管理は、単なる健全作物の育成にとどまらず、ときには害虫の多発する栽培を行うこともある。その一方で、均一な生育が求められるため、一般的な栽培管理で

はみられない特殊な技術が必要となる。また数多くの作物について、ときには複数の品種や作型が必要となるため、地域の栽培慣行以外の作物栽培や試験に適した特殊な栽培管理を行うことも多い。例えば、当地域では施設のスイカ、メロンは地這い栽培が主であるが、本研究所では調査しやすくするために吊り下げ栽培を採用している。

限られた面積で効率的に試験するための工夫もなされる。施設のキュウリ、スイカ、メロンなどでは、一度試験が終了したものについて、下葉を除去し吊り下ろした後再び別の試験を行うこともある。

それらの特殊な管理を要する栽培が、一般慣行からあまりかけ離れないように気を付けねばならないが、その程度については常に栽培担当者と試験担当者が討論を重ねているところである。

5 一般防除

試験期間中に、他の病害虫の発生を防ぐために防除を行わなければならない。

毎年、作付け前に施設を含めた圃場全体より土壌を採集して線虫密度調査を行い、発生が認められた圃場すべてに D-D 剤の土壌処理を行っている。

病害については、日ごろからよく注意して観察を行い、発生を認めたら直ちに殺菌剤によって防除する。また、例年発生を認めているものには予防散布をしておく。その場合、キノキサリン系剤のような殺虫活性のあるものは当然使用しない。

最も難しいのは、対象害虫以外の害虫防除であるが、捕殺や発生箇所に対しての部分的殺虫剤散布などで対処している。いずれにしろ、これも病害防除と同様、常に注意して観察を行い、初期防除に努めることが肝要である。また、一般防除で用いる薬剤が対象害虫にどの程度影響があるのか知っておくことも重要である。

6 調査法

虫数を調査する場合、散布剤については原則的には、散布前、3日後、7日後の3回、殺ダニ剤や IGR 剤、オンシツコナジラミの試験では14日後までの4回調査を行っている。粒剤は、処理後7日間隔で約1か月まで調査している。調査株は、薬剤の飛散の影響、害虫の伝播などを考慮して、区境の株は必ず調査対象から外している。その中から、任意にあるいは色テープなどでマーキングした葉あるいは株について調査している。一般的に鱗翅目害虫については株単位に、アブラムシについては同一葉について全生虫数を追跡調査している。アブラムシでは有翅、無翅に分けて、アオムシ、コナガ、ヨトウムシでは若齢、中老齢、蛹に分けてそれぞれ調査している。

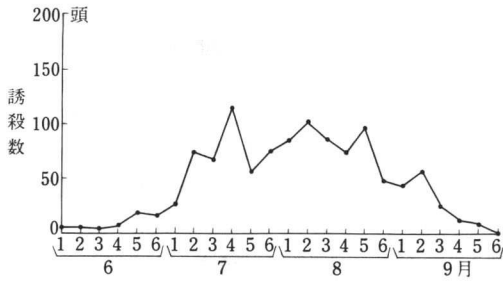


図-1 ドウガネブイブイの発消長 (1986~89 年の平均) (飯干, 未発表)
光源: ブラックライト

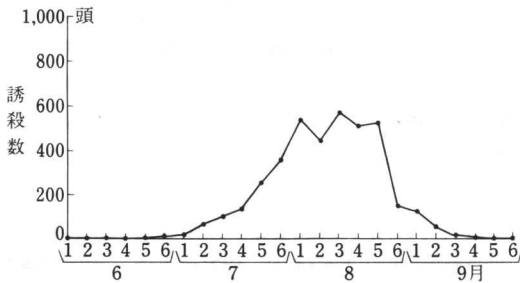


図-2 ヒメコガネの発消長 (1986~89 年の平均) (飯干, 未発表)
光源: ブラックライト

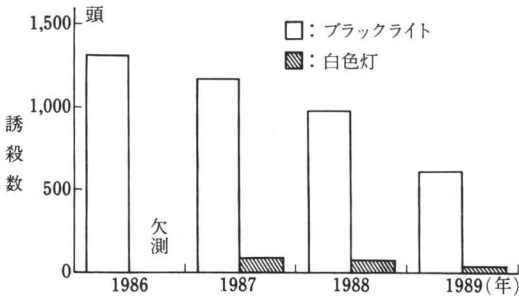


図-3 ドウガネブイブイ誘殺数の年次別比較 (飯干, 未発表)

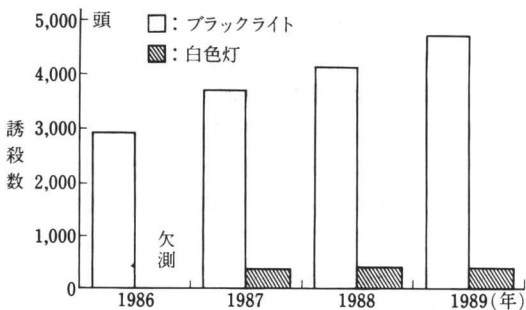


図-4 ヒメコガネ誘殺数の年次別比較 (飯干, 未発表)

オンシツコナジラミについては、散布前、14 日後に全ステージ(卵、幼虫、蛹、成虫)、3、7 日後には成虫のみ調査している。アブラムシ類において複数種混発している場合は、種名を明らかにし、それぞれ種ごとに数えている。

得られた結果は、「野菜害虫殺虫剤試験法」に従い補正密度指数や密度指数を求める。しかし、補正密度指数は密度が低いときや無処理区で密度の減少がみられた場合は、数値の変化が激しくなるためあえて算出しない。被害程度の調査を行う場合は、できるだけ数多くの株を対象とする。

7 その他

試験に用いた対照薬剤の効果が著しく低下した場合、残存虫を室内に持ち帰り、感受性の検定を行い、害虫が薬剤に対してどの程度の感受性を持つ個体群であるか調査している。

また、誘殺灯調査や一般採集によって害虫の種類、発生時期などの調査を行い、所内の害虫相の把握に努めている。

本研究所では、20 W ブラックライトと 20 W 白色蛍光

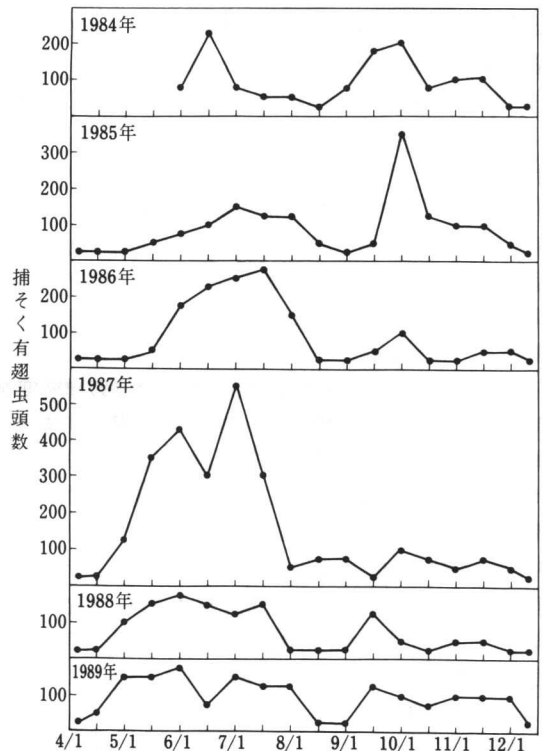


図-5 飛来アブラムシ有翅個体数の年次別・時期別消長 (高橋ら, 未発表)

灯を用いた乾式予察灯でコガネムシ類の発消長を調べている。ブラックライトに誘殺されたドウガネブイブイとヒメコガネの1986年から1989年までの4年間の平均値を図-1, 2に示す。また、それぞれのコガネムシの誘殺数を年次別に表したものが図-3, 4である。ドウガネブイブイが年々減少しているのに対し、ヒメコガネは逆に増加傾向にあることがうかがえる。また、いずれのコガネムシも白色蛍光灯よりもブラックライトに数多く誘殺される。

同様にアブラムシ類についても、黄色水盤を用いて発消長を調査しており、その結果を図-5に示す。これは別の目的で行われた調査のため、種ごとに調査されていないが、主にモモアカアブラムシとワタアブラムシであった。この結果より、5月から7月と、9月中旬から10月中旬にかけて二つのピークがみられ、前半のピークはわれわれが各種作物でアブラムシの試験を実施している時期と一致する。

(23 ページより続く)

(8月2日付)

浜口義廣氏(食糧庁長官)は農林水産事務次官に
京谷昭夫氏(水産庁長官)は食糧庁長官に
鶴岡俊彦氏(農林水産大臣官房長)は水産庁長官に
海野研一氏(技会事務局長)は構造改善局長に
上野博史氏(大臣官房総務審議官)は農蚕園芸局長に
武智敏夫氏(環境庁水質保全局長)は農林水産事務官食品流通局長に
貝沼圭二氏(技会事務局研究総務官)は技会事務局長に
武政邦夫氏(大臣官房審議官兼農蚕園芸局)は大臣官房技術総括審議官に
勝田 枉氏(森林総研次長)は森林総研所長に

II 圃場試験の問題点と将来

圃場試験をめぐる状況はめまぐるしく変化しており、そういう状況で試験を行う場合、いろいろな問題にぶつかる。例えば、新しいタイプの薬剤の試験において、従来の試験方法ならびに判定法では正確に判定できないことがある。また、新害虫を対象に試験する際、生理生態が不明なことが多いため、正確な結果が得られないことがある。あるいはコガネムシなどの土壌害虫やカメムシの試験では、優占種で効果の判定を行っているが、個々の種に対する効果が十分解明されていないため、果たして正確な判定か否か疑問があり、今後十分に解明すべき点であると考えられる。

新しいタイプの殺虫剤ならびに新害虫に対する試験法の確立や、従来の試験法の改善、例えば調査法の簡素化などは、われわれ日植防研究所の圃場試験に携わるもののこれからの課題と考える。

亀若 誠氏(東海農政局次長)は大臣官房審議官兼農蚕園芸局に
鈴木克之氏(技会事務局総務課長)は技会事務局研究総務官に
吉村正機氏(農蚕園芸局植物防疫課農薬対策室長)は大臣官房参事官に
大日向寛敏氏(農蚕園芸局総務課長)は大臣官房経理課長に
福島啓史郎氏(食品流通局商業課長)は農蚕園芸局総務課長に
大川義清氏(経済局国際部国際協力課海外技術協力室長)は農蚕園芸局植物防疫課長に

(34 ページへ続く)

次 号 予 告

次10月号は下記原稿を掲載する予定です。

特集：ウリ類の病害

メロン黒点根腐病 植松 清次
放線菌によるメロンがんしゅ病 吉田政博・小林研三
カボチャ立枯病の生態と防除 渡辺 健・戸嶋郁子・米山伸吾
ウイルスによる接木キュウリの萎ちょうの諸性質 岩崎 真人
ハナカメムシによるミナミキイロアザミウマの生物防除 永山 一哉
クロハラカマバチのウンカ・ヨコバイ類に対する捕

食性と寄生性

小山 健二

遺伝子組換え植物の安全性評価——タバコモザイク

クウイルス抵抗性トマトの野外実験に向けて——

塩見正衛・松田

泉・浅川征男・鶴飼保雄・市川裕章・野口勝可
遺伝子組換えによる各種耐性作物の作出 本吉 総男

研究放談室(5) — 研究者の型 —

小野小三郎

植物防疫基礎講座

イチゴの斑点・葉枯性病害／見分け方・発生態

・防除(1)——黒斑病・葉枯病——

白川 隆・木曾 皓

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 600円 送料51円

植物ウイルス分類の現状と問題点

東京農業大学総合研究所 都 丸 敬 一

はじめに

1966年に発足した国際ウイルス命名委員会は、1973年に国際ウイルス分類委員会(International Committee on Taxonomy of Viruses: ICTV)となり、既に4半世紀に及ぶ活動が続いている。ICTVの目的はウイルスについてその宿主を問わず、全体として国際的に統一された分類、命名を行うことにあるが、ウイルス全体の統一は必ずしもとれていない。植物ウイルスはICTV植物ウイルス分科会(plant virus subcommittee: PVS)で取り扱われるが、後述するようにPVSは、その他の分科会とは異なった独自の方式を採っているからである。1988年の京都における国際植物病理学会議においても植物ウイルスの分類についてサテライトミーティングが行われ、白熱した討議があった。また1990年8月にはベルリンにおいて、ICTV第8回総会が開催され、分類、命名規約の一部改正と、新ウイルスグループの設立承認があった。本稿では、ICTVの活動を中心として植物ウイルスの分類と命名について、その現状と問題点について解説する。

I 第8回ICTV総会承認事項

昨年8月29日、壁崩壊後間もないベルリンで行われた国際ウイルス学会議に際して開催されたICTV総会において、承認、決定された植物ウイルス関連事項は以下のようなものである。

(1) 桿菌状のウイルス粒子をもち、ds DNAのゲノムからなる commelina yellow mottle virus(commelinaはツユクサ属植物)をタイプウイルスとするウイルスグループの創設(グループ名として Badnavirus が提案されたが不承認)。

(2) Geminivirus グループに次の3サブグループを設定する。サブグループI、タイプメンバー maize streak virus、同II、beat curly top virus、同III、bean golden mosaic virus (I、IIはヨコバイ伝搬、単一ゲノム、IIIはコナジラミ伝搬、2ゲノムを持つ)。

(3) 脊椎動物ウイルス分科会及びPVSからの提案により、トマト黄化えそウイルス(tomato spotted wilt

virus)をタイプメンバーとして、Bunyaviridae科に新しい属、Tospovirusを創設する。

(4) 菌類ウイルス分科会の提案として、真核クロレラ様緑藻のds DNAからなる球形ウイルスについて Phycodnaviridae科、Phycodnavirus属を創設し、タイプメンバーを *Paramecium busaria chlorella virus-1* とする。

また、ウイルス全体に関するウイルス命名規約(全22項)の一部改正が6項目について行われた。

その1. “命名はラテン語によるように努める”とした第4項、及び属、種、系統の命名の配列順序を述べた第13項の削除。“既に在るラテン名は残してよい”とした第5項のラテン名をウイルス名に代える。また、“属、種、系統の命名はウイルスの明確な独自性を示すものでなければならない”とした第12項は、“ウイルス名には属またはグループ名を入れなくてもよい”と改正された。

その2. “ウイルス名の数字やレターの既存のものは残してよい”とした第15項は“ウイルス名は意味があり、できるだけ少数の語から構成されなければならない”に、また“属名の末尾は……virusとする”とされた第20項は“属名は単一の意味のある語とし、末尾を……virusとしなければならない”に改正された。

以上のように、これまで努力目標とされていたラテン2名法が規約から削除された。これは現状を追認したものとといえるであろう。ラテン2名法は植物ウイルスをはじめ、動物ウイルスでも実行されていないのが現実であるからである。

II 植物ウイルス分類の現状

植物ウイルスは現在700余のウイルスが知られており、このうちウイロイドを含む300余については、ICTV活動とは別個に英国の Association of Applied Biologists(編者 MURANT, A. F. and HARRISON, B. D.)から毎年15~20のウイルスについて発行される“Descriptions of Plant Viruses”(1970~)に記載されている。このDescriptionsには、ウイルスグループの記載もいくつか含まれている。

わが国では1990年6月までに225のウイルスの発生が明らかにされ、和名及び英名が付されているが、このうち約45のウイルスの所属グループは未詳である(日本

植物病理学会植物ウイルス分類委員会, 1990)。

1990 年の ICTV 承認事項を加えて、植物ウイルスは現在 36 グループが設定され、約 312 のウイルスについて、その所属グループが明らかにされている(表-1 参照)。このような、ウイルスをグループに分け、ウイルス名として宿主と病徴を示す慣用名を用いた植物ウイルスの分類方式は、科、属、種を定めた階級分類(hierarchical system)によっている動物ウイルスをはじめとするその他の宿主のウイルスの分類方式と異なっている。植物ウイルスのうち、イネ萎縮ウイルス (rice dwarf virus), ムギ北地モザイクウイルス (northern cereal mosaic virus), トマト黄化えそウイルス (tomato spotted wilt virus) などは、それぞれ動物ウイルス等を含めて設定された Phytoreovirus (Genus) (Reoviridae; Family), Plant rhabdovirus (Rhabdoviridae), Tosspovirus (Bunyaviridae) に組み込まれて分類されている。植物ウイルスでは前述の Geminivirus のようにサブグループの設定も行われ、またスーパーグループの提案もある。このように植物ウイルスでは事実上二つの分類方式が混在しているのが現状である。このような不統一の状態がもたらされたことには次項に述べるような経緯がある。PVS ではこれらの不統一を解消し、統一された分類体系をとることに努めているが、これには ICTV からの強い要請もある。最近、フランスの VAN REGENMORTEL は科、属、種の階級分類を取り入れた植物ウイルスの分類試案を発表した(表-1)。この試案には各種の問題点が含まれているが、今後この案に沿った方向の分類について PVS の論議が続けられるものと思われる。

III ウイルス分類の問題点

1966 年のモスクワにおける ICTV 会議で、フランスの LWOFF らの提案によってラテン 2 名法を樹立するように努めることが承認されたが、イギリスの GIBBS and HARRISON らはこれに反対していた。GIBBS らはこれまでの慣用の英名を使用し、ウイルスの性質を示すクリプトグラム (cryptogram) を付することを提唱した。これは、ラテン 2 名法は種概念について動、植物またバクテリアでも問題があり、ウイルスでは種概念はより不明りょうであるうえに、系統発生の証拠もないことを理由としていた。また、ラテン 2 名法は属が変われば名も変わるので不都合であるとした。植物ウイルス研究者には GIBBS らの主張に同調する意見が多く、今日に至っている。HARRISON (1985) は、生物における種概念は、多くの植物ウイルスには不適当か、実用的でなく、より柔軟性のある実用的な分類体系が望ましいと述べ、その理由と

して、階級分類の基本となる種概念の不明確さのほか、以下の事実を挙げている。後述するように、生物の種の定義には“交配の可否”があり、多成分ウイルスではゲノムの交換が交配になぞらえられるが、Potyvirus のような単一ゲノムの RNA ウイルスでは遺伝子の交換は知られていない。また Tobravirus では血清学的関係と RNA の相同性が一致しない。さらに Geminivirus ではゲノムの相同性は高くても生物学的性質の差異が大きい、ことなどである。一方、MATTHEWS (元 ICTV 会長) や FRANCKI (1981) (故人、前 ICTV 会長、元 PVS 委員長) は、高等生物ではリンネ方式の分類 (LINNÉ, 1752) は、系統発生の理論に 100 年以上も先行して行われており、各種の問題点はあるとしても、階級分類を進めて支障がないと主張した。

このように、これまで ICTV の進めるウイルスの分類における植物ウイルス分類の特殊性は、種概念の不明確さ、ウイルスの系統発生の証拠の欠如、ラテン 2 名法に対する反対などを主な論点として、合意が得られなかったためである。

1 種 (species) の概念について

VAN REGENMORTEL (1989, 90) は、ウイルスの分類における種概念について総説し、階級分類を進めるための新しい種の定義を提案した。ICTV における種概念は「実用的な目的から、種は同様な性質を持つウイルスの集団とする」(1979)、また改正された定義(1982)として、「ウイルスの種は、通常その他のウイルス又は系統群から区別され、安定した関連する性質を共有する各種の又は特定の source (宿主) からの系統の集団によって代表される」としている。VAN REGENMORTEL (1990) の意見の要点は、以下のようである。種概念はウイルスの分類には重要であるが、生物学における種の論争も未解決である。これまで提出された生物における種の定義として、①形態種 (phenetic species), ②生物学的種 (biological species), ③進化的種 (evolutionary species), ④多型的種 (polythetic species), 等がある。①はリンネ種 (LINNÉ, 1752) とはいわれ、形態による分類であり、遺伝的性質の連続性などの概念が欠けている。②では相互に交配可能であることが挙げられるが、MAYR (1982) は「生態学的に隔離され、自然界に特定の場を占める集団の交配可能な群 (A species is a reproductive community of populations, reproductively isolated from others, that occupies a specific niche in nature)」と定義した。この定義によれば、交配可能であるかどうかを明らかにしなければならないが、すべてが確かめられているわけではない。また、イヌとオオカミは交配可能であるが、別種

とされているような例もある。この定義は理論的であるが、実用性に欠ける。③の進化的種は化石の貝の分類のように、時代区分を明らかにすることが要求される。④は BECKNER (1959) によって提出されたもので、各種の性質の組み合わせで決定される類型群 (class) であり、単一の性質を共通して持たなくてもよく、単一の性質だけがその類型群のメンバーとしての必要かつ十分条件とはならない。この概念は “fuzzy set” (あいまいなセット) ともいうことができる。例えば a, b, c, d, e, f, の各性質のうち一つを欠き、他は共通なもの、すなわち (b, c, d, e, f) (a, c, d, e, f) (a, b, d, e, f) (a, b, c, e, f) (a, b, c, d, f) (a, b, c, d, e) などの五つの性質を共有するものは同一群として扱うことができる。VAN REGENMORTEL は、この定義はこれまでの固定した永久不変のものとしての種の概念に対して、時に応じて改変しうる固定的でない概念として、ウイルスの分類に適していると述べている。この定義をウイルスに適用すると、ウイルスの種は核酸塩基配列の相同性や血清反応などの単一な性質の違いからだけでは分類できない。同氏はこの多型的種を適用して、ウイルスの種の定義として、「遺伝的に複製し、生態学的に特定の場を占めるウイルスの多型的類型群 (A virus species is a polythetic class of viruses constituting a replicating lineage and occupying a particular ecological niche)」を提唱し、ウイルスの多様な変異性に適合した概念であるとした。この生態学的隔離 (particular ecological niche: niche は壁にうがつた像や花瓶を置くくぼみ、転じて適所の意) について HARRISON 氏は、植物ウイルスの場合宿主域の相違がこれに当たるものであり、血清学的に近縁なウイルスでも宿主域が極端に異なる例があるとして、疑義を表明した (国際植物病理学会, 京都, 1988) が、注目すべき定義といえるであろう。

2 ウイルスの進化について

前述のように、当初ウイルスの階級分類案に対する反論として、系統発生 (phylogeny) の知見が種の設定に不可欠であるが、ウイルスではこの知見が得られていない点が挙げられた。そのため、現在、ICTV の7項からなる命名法ガイドラインの第7項として“当面ウイルスの分類にはウイルスの進化あるいは系統発生は含めない”としている。近年ウイルスのゲノム核酸の塩基配列が明らかにされるに伴って“ウイルス特にプラス鎖のRNAウイルスには進化があり、動植物のウイルスを含めて共通の祖先から進化したものである。その祖先として昆虫ウイルスが考えられる”との説がオランダの GOLDBACH ら (1988) によって提出された。彼らによると現在多数のグ

ループに分けられているRNAウイルスはそれらの生物学的性質に大きな差異があるが、Picorna like virus グループと Sindbis like virus グループの2群に分けられるという。彼らはこれらをスーパーグループと呼び、植物ウイルスの系統発生的な分類の新しい第一歩になるであろうとしている。また、ALDAOUD ら (1989) は TMV が増殖中、短期間に病徴によって判別される変異株を生ずることを実験的に確かめ、TMV の“急速な進化”を論じている (本項の詳細は、日比忠明氏, 本誌7月号参照)。

3 ウイルスの命名について

前述のように、GIBBS ら (1969) はラテン2名法に代えて、英名の慣用名とそのウイルスの性質を示すクリプトグラム (記号) による表記を提案した。例えばタバコモザイクウイルス (TMV) は、[R/1:2/5:E/E:S/C, o] のように、[核酸の種類/1本鎖が2本鎖か:核酸の分子量($\times 10^6$)/核酸の含量(%):粒子の外形/ヌクレオカプシドの外形:宿主の種類/伝染様式, 媒介者の種類] (文献8参照) である。しかし、このクリプトグラムは ICTV は 1977 年以来、その使用を中止した。この記載法が柔軟性に欠け、新事実の発見に伴って改変を余儀なくされることのためである。前記の Descriptions of Plant Viruses も 1989 年から、その使用を中止した。ICTV—PVS では現在ウイルス名として英名の慣用名を用い、同一グループ中のウイルスの一つがタイプメンバーとされている。

わが国では、発生の知られたウイルスに和名及び英名を付するのが一般であり、前記のように、最近 1990 年までのウイルス和名リストが日本植物病理学会植物ウイルス分類委員会 (委員長 都丸) (1990) から発表された。これにはウイルスグループ名の日本語表記 (和名) も挙げられているが、表記の基本は英、米語読みではなくローマ字読みとなっている。例えばタバモウイルスではなくトバモウイルス、タイモウイルスではなくティモウイルスである。動物ウイルスも和名は同様な表記をとっている。また、グループ名、ウイルス名ともに正字体とするのが一般であるが、ICTV 第4次報告ではグループ名はイタリック体としている。

近年、ウイルス名の次にグループ名を付ける表記法の再提案 (MILNE, 1985) があり、ICTV 未提出であるが、一部の研究者によって用いられている。例えば、**cucumber green mottle mosaic tobamovirus, tomato aspermy cucumovirus** などである。この方式は FENNER ら (1976) によって当初提案され、ICTV 第3次報告 (1979)、第4次報告 (1982) 及び Descriptions of Plant Viruses (1986~) などのそれぞれの索引にも用いられている。こ

表-1 植物ウイルスの階級分類試案(15科, 39属, 312種)(VAN REGENMORTEL, 1990を改変, 追加)

科(Family)	ゲノムの形態	ウイルス粒子の形態	属(Genus)	種(Species)の数
Caulimoviridae	dsDNA, 1 ^a , 環状	球状	caulimovirus	8
未命名1	dsDNA, 1, 環状	桿菌状	commelina yellow mottle virvs ^b	4
Geminiviridae	ssDNA, 1, 環状	双球状	geminivirus I	4
	ssDNA, 2, 環状		geminivirus II	2
	ssDNA, 2, 環状		geminivirus III	5
Reoviridae	dsRNA, 10-12	球状	phytoreovirus	3
			fijivirus	3
Cryptoviridae	dsRNA, 2	球状	cryptovirus	13
Rhabdoviridae	ssRNA, 1	桿菌状, 被膜	plant rhabdovirus A	7
			plant rhabdovirus B	8
Bunyaviridae	ssRNA, 3	球状, 被膜	tospovirus	1
未命名2	ssRNA, 1	球状	carmovirus	9
			luteovirus	11
			marafivirus	5
			necrovirus	1
			sobemovirus	2
			tombusvirus	10
			tymovirus	18
			maize chlorotic dwarf virus	1
			parsnip yellow fleck virus	1
未命名3	ssRNA, 2	球状	comovirus	14
			dianthovirus	3
			fabavirus	3
			nepovirus	26
			pea enation mosaic virus	1
未命名4 ^c	ssRNA, 3	球状	bromovirus	4
			cucumovirus	3
			ilarvirus	9
未命名5	ssRNA, 3	桿菌状	alfalfa mosaic virus	1
未命名6	ssRNA, 1	棒状	capillovirus	2
			carlavirus	27
			closterovirus	11
			potexvirus	18
			potyvirus	50
			tobamovirus	12
未命名7	ssRNA, 2	棒状	furovirus	3
			tobravirus	3
未命名8	ssRNA, 3	棒状	hordeivirus	3
未命名9	ssRNA, 4	棒状	tenuivirus	3

^{a)} ds=2本鎖; ss=1本鎖. 1~12の数字はゲノムの数を示す.

^{b)} Badnavirusとして再提案の動きがある.

^{c)} 科名 Tricornaviridae が VAN VLOTEN-DOTING ら(1981)によって提案されている.

の表記は論文中に少なくとも1回は使用が望ましいとされる。ラテン2名法とは異なるが一種の2名法であり、グループが変更されても最初の部分には変更がなく、便利なよい方法と思われる。この表記については、以前にPVSにおいて論議があり、ウイルス名の次にカッコ入りでグループ名を記する方法に賛意が多かった経緯がある。新奇な表記法に慣れなかったためであろう。いずれ

にしても、論文中に1回はウイルス名とともにグループ名の記載の励行が望まれる。

また、新しいウイルスの命名について、ICTV規約では前記の改正第15項のほか、第16項として「新たに定められた連続番号、文字又はその組合せは、それだけでは種名として受理されない」とし、また、ガイドライン第4項には「下付き文字、肩文字、ハイフン、斜線又はギ

リシャ文字は今後のウイルス命名では避けなければならない」とされている。さらに第6項には「ICTV はウイルスの系統 (strains), 変異株 (variants) 又は血清型 (serotypes) の分類, 命名には関与しない。これは専門家グループの責任である」としていることも知っておく必要がある。

お わ り に

ICTV は宿主の異なるウイルスでも全般的に統一された分類方式をとることへの努力を求めている。分類・命名規約の改正もこの線に沿って行われ、実際的ではないラテン2名法は規約から除かれた。また、その他の問題点も完全とはいえないが解決されてきているように思われる。表-1 にみられるように、植物ウイルスの現在のグループの多くは属 (genus) に、ウイルスは種 (species) に当たるとするのが、階級分類を進めようとする VAN REGENMORTEL らの考え方である。同氏はこれらの分類はいずれも人間の思考の産物であって、実態が変わるわけではないので、高等生物と同じ分類方式としても問題はないとし、例えば CAPTAIN (船長) はラグビーチームの主将にも用いられていると述べている。

植物ウイルス研究者の科, 属, 種への階級分類に対する反対の多くは、これらの分類方式がラテン2名法に結びつくことを恐れてのことにも思われる。植物ウイルスの科, 属, 種の提案(表-1)もあり、また、ICTV は order (目) の設定の必要性をも述べており、PVS の活動もこれ

らの案に沿って開始されている。今後、わが国の植物ウイルス研究者の論議も必要と思われる。また、ベルリンでは ICTV 総会に先立って PVS の集会が行われたが、ここでは総会付議事項のほか、わが国の柏崎らによって PVS に提案された Bymovirus グループ (タイプメンバー barley yellow mosaic virus; オオムギ稿萎縮ウイルス) 新説を含めて、所属ウイルスの最も多い Potyvirus グループの再編成について討議があった。わが国の研究者によるグループ名の提案や作業グループへの参加も、さらに積極的に行われることが望まれる。なお、ベルリン会議(1990)以降、Archives of Virology (Springer Verlag, Wien, Berlin) が ICTV の機関誌となり、遅れている ICTV 第5次報告の発行も間近いはずである。

引 用 文 献

- 1) GOLDBACH, R. and J. Wellinks (1988) : Intervirology 29 : 260~267.
- 2) Harrison, B. D. (1985) : *ibid.* 24 : 71~78.
- 3) ICTV (1990) : Minutes of the VIIIth plenary meeting of the ICTV, Berlin, 29 Aug., 1990.
- 4) MATTEWS, R. E. F. (1982) : Intervirology 17 : 1~200.
- 5) MILNE, R. G. (1988) : *ibid.* 29 : 254~259.
- 6) MURANT, A. F. and B. D. HARRISON (1989) : AAB, Descriptions of Plant Viruses, set 22.
- 7) 日本植物病理学会, 植物ウイルス分類委員会 (1990) : ウィルス 40 : 1~7.
- 8) 都丸敬一 (1988) : 改訂新編植物ウイルス学(平井, 四方, 高橋, 都丸 共著) 養賢堂, 10~25.
- 9) VAN REGENMORTEL, M. H. V. (1989) : Archives of Virology 104 : 1~17.
- 10) ——— (1990) : Intervirology 31 : 241~251.

新しく登録された農薬 (3.7.1~3.7.31)

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]、適用場所: 対象作物: 対象病害虫: 使用時期及び回数などの順。(…日…回は収穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号 17891~17892 までの2件)

【殺虫剤】

DDVP くん煙剤

DDVP 30.0%

ジェット VP(3.7.19)

17891(新富士化成薬), 17892(日本曹達)

貯蔵倉庫: 貯蔵穀物: コクゾウムシ成虫・コクヌストモドキ成虫・ノシメコクガ幼虫・成虫: くん煙処理室の容積約 100 m³当り 100 g: 出庫 14 日前まで: 1 回: くん煙, 葉たばこ倉庫: 葉たばこ: タバコシバンムシ成虫・チャマダラメイガ幼虫・成虫: くん煙処理室の容積約 400 m³当り 100 g: くん煙, 葉たばこ乾燥ハウ

ス: 葉たばこ: タバコアオムシ・ハスモンヨトウ・モモアカアブラムシ: くん煙処理室の容積約 100 m³当り 66 g: 乾燥初期: 1 回: くん煙, ガラス温室・ビニールハウス: ぶどう: ハダニ類: くん煙処理室の容積約 100 m³当り 33 g: 収穫 3 日前まで: くん煙, ガラス温室・ビニールハウス: なす: ハダニ類・アブラムシ類: くん煙処理室の容積約 100 m³当り 33 g: 収穫 3 日前まで: くん煙, ガラス温室・ビニールハウス: きゅうり・いちご: ハダニ類・アブラムシ類: くん煙処理室の容積約 100 m³当り 33 g: 収穫 7 日前まで: くん煙

研究放談室 (4)

共同研究

小野小三郎

先日、少々調べものがあったて、文献カードをとり始めた。ところが共著者の数が多くて、実に面倒になった。しょうがないので、誰々ほか何名で著者名をごまかした。著者が6名7名となるとそうするよりほかない。さてこのカードを並べたり、分類したりしているうち、一体この著者はどんな人だったかな、と疑問が生じてきた。専門の近い人達なら、特に少々古い人達なら多少は名前も分かるのだが、その名前がカードに出てこないことが多い。

あらためて論文を見ると、6名の最後に、いくらかなじみの大学教授の名があったり、8名共著の6番目に農業試験場の知人の名があったりする。私のカードでは、それらの人が、ほか何名になってしまっている。この多数の共著者の誰が研究の指揮をとったのか、誰が主として実験を行ったのか、誰に聞けば内容が最もよく分かるのか、などと考えてくると、一体共著者とは何なのか、共同研究とは何なのか、に妙な問題意識を感じてしまう。

まず、共同研究、共同発表の実態を知りたいと思い、日本植物病理学会報の第1巻第1号から、平成元年の第55巻までの中の、論文形式のものについて、その年次変化を調べてみた。病理学会報の第1巻第1号は大正7年に創刊されているが、大体5年ごと、会報の巻数にして5巻を区切りにして、論文数及び共著者数を提示したのが表-1である。ただし、会報の発行年次やその他の理由から、1区切りが4年のところと6年のところがあるが、共同発表の実態を見るには、そう問題はあるまいと思う。

これによると、戦前は、大部分が著者は1人で、2人名のものも30%以下である。これが戦後になると、平均で1.44名から急速に共著者数が増加し、昭和40年頃には著者2人が当たり前になり、昭和60年前後には大体3名が普通ということになっている。最近の発表では7名共著というのもチラホラ見え、最も多いのは10名というものもある。こうなるとカードには“ほか何名”とならざるを得ない。

植物病理学会報の発行年をほぼ5年ごとに区切ったも

のの中から、適当な時期を取り出し、その各期における共著者数の分布を見ると表-2のようである。

これによると、大正末期頃には、著者1名が85%と、大部分が単独発表である。昭和24～28年では2人名が25%に増し、39～43年では1人名よりは2人名の方が多くなる。さらに49～53年では多いものは7名、8名もあり、多く(60%)の論文は、2名、3名になっている。最近の数年になると3名のところにモードがあり、10名といった少々バカげた数さえ現れた。

ここには例として日本植物病理学会報のみまいたにのせたが、私の手もとにある、各地の病害虫研究会報や、農業学会報、雑草学会報などを、ザッと見ても、共著者名の多くなっている傾向は、ほぼ似たようなものである。

共著に関しては昔から、いろいろ論議もされているが、今“科学論文の書き方”と銘付った2冊の本から、その意見を聞いてみよう。名著の名の高い。田中義麿、田中潔：科学論文の書き方(昭56、裳華房)は次のように言

表-1 日本植物病理学会報にみる論文共著者数の推移

年 次	会報巻号	論文数	共同発表者の数 (平均人数)
大 7～10	1.1～1.4	17	1.11
11～昭2	1.5～2.1	14	1.28
3～ 8	2.2～2.6	58	1.24
9～13	3.1～8	60	1.16
14～18	9～12	68	1.22
19～23		0	
24～28	13～17	122	1.44
29～33	18～23	164	1.74
34～38	24～28	135	1.70
39～43	29～34	228	2.08
44～48	35～39	190	2.21
49～53	40～44	232	2.55
54～58	45～49	303	2.72
59～平1	50～55	313	2.97

表-2 共著者数の推移

		年 次 (%)				
		大9～13	昭24～28	39～43	49～53	59～平1
共著者数の率(%)	1	85.1	66.1	34.4	18.6	9.5
	2	13.5	25.5	38.0	35.7	30.8
	3	1.3	7.0	17.0	27.8	31.4
	4		1.4	7.6	10.8	15.3
	5			2.1	4.6	8.7
	6			0.4	2.0	3.1
	7			0.4	0.2	1.1
	8				0.2	0
	9					0
	10					0.2

っている。“著者は1名とは限らない。2人あるいはそれ以上の協力によりいっそう大きな仕事のできる場合も多い。ただし小さな論文に非常に多数の著者名を列記したものは、あまりにぎょうぎょうしいばかりでなく、他人が引用するのにも不便であるし、みぐるしいものである。単にその仕事にたずさわったというだけで著者の仲間に入れるのは、著者の責任を軽く取り扱いすぎている証拠である。”また富田軍二は、その著“科学論文のまとめ方と書き方”(昭28, 朝倉書店)の「共著者」という項に、“共著者として名を出すのは、その論文の内容について十分に責任あるうけ答えのできる人でなければならない。ただ研究指揮を受けたとか、手に入りにくい研究材料をくれたとか、熱心に助手として働いてくれたとか、時々意見や批評をしてくれたとかいうだけの理由で、それを共著者にするのは正しくない”と言っている。

何故こんなに共著者が増したか、つまり共同研究が増えたかという点、一つには科学研究分野にも民主化、平等化といった風潮が現れてきたことによるのだろう。昔は大学なら教授1人、試験場なら部長か室長1人名が多く、若い研究者の名前はめったにつけてもらえなかったものである。研究に関与した人達の名を堂々と、出してもらえるようになったことは、研究の責任の所在もはっきりし、大いに励みにもなるようになり、誠に結構なことだと思う。が、田中や富田の言うように、少し度が過ぎはしないかと心配される。

また共著者の増した理由に、近年、学問の分化が進み、1人の人が、一つの課題を全部やり通すということが難しくなってきたことにもよる。例えば、病害抵抗性に関する仕事をするにも、一応植物病理学の研究者が中心になるにしても、作物の品種については育種学、虫媒伝染については昆虫学、抵抗性物質らしいものについては生化学というふうに、それぞれの専門家の協力がほしくなる。ここに共同研究が成立するわけで、この類に属するものもたしかに増している。

共同研究には同質専門の共同と異質専門の共同がある。同質の中でも同じ機関内の共同と、離れた機関の間の共同とがある。例えば、イネミズゾウムシの研究に農

水省農業研究センターと東北農試、山形農試、愛知農試が共同で研究を行えば、同質専門、異機関間の共同研究ということになる。この種の研究は多く、古くから、いもち病の研究、ニカメイチュウの研究などで赫々たる成果を上げている。

前の表に示した病理学会の共著論文の大部分は、植物病理学という同質専門の共同であり、多くは同機関、つまり大学の同一教室の研究者、試験場などの同研究室の人達の共著である場合が比較的多いようであり、これらの人達が多人数の共著にするには、それらしい将来への配慮とか、一種の甘やかしとか、複雑にして温和な人間関係があるのも察せられるが、多少厳しい科学的な考えもほしいものと思われる。

異質専門の共同研究は効果の高いもので、今後も大いに進展するものと思われるが、いざ実行となると、なかなか困難な問題がかくれているものである。その難しい実状は、例えば大学であれば総合大学であり、内部には法文経理農医など、一揃い揃っているし、農業関係の試験場なども、農業、林業、水産、園芸、畜産などの各種の専門が揃っており、農業試験場の中には官公立とも、栽培、育種、土壤肥料、病虫、機械、気象など、大ていの分野が総合的に設置されているのに、ごく身近な部門でさえも、あまり共同研究が行われていないところを見ると、よく分かる。部門にまたがる共同研究になると、マネージャー、経費、発表などで、実際には、感情的にも耐えられないような問題が生じてくるものである。あとで学会賞とか企業内であれば特許の問題など、共著者名の筆頭に誰をもってくるか、といった問題一つを取り上げても、陰にこもる幾多の問題が見え隠れするものである。

共同研究にもいろいろ関係の異なるものがある。師弟関係、上司と部下のような上下関係のあるものもあれば、専門別のような横の関係もあり、時には新農業創製研究のように、化学陣が合成したものを生物陣が効果判定をするといった、時間的前後関係を持つものもある。共同研究には強力な権力による統制がなされるか、または厚く堅い友情が保たれないと、成功しにくいものである。

(27 ページより続く)

桑原勝敏氏(技会事務局連絡調整課長)は食品流通局野菜振興課長に
関口洋一氏(農蚕園芸局植物防疫課長)は技会事務局企画調査課長に
上原達雄氏(農蚕園芸局果樹花き課長)は技会事務局連絡調整課長に
眞鍋武紀氏(水産庁漁政部長)は環境庁出向、水質保全局長に

甕 滋氏(農林水産事務次官)は退職
安橋隆雄氏(農蚕園芸局長)は退職
管原敏夫氏(大臣官房技術総括審議官)は退職
小林 富士雄氏(森林総研所長)は退職
高橋 修氏(技会事務局企画調査課長)は退職
山本茂樹氏(国際協力事業団農林水産計画調査部)は経済局国際部国際協力課海外技術協力室長に
咲花茂樹氏(農蚕園芸局農産課首席農蚕園芸専門官)は農蚕園芸局植物防疫課農薬対策室長に

植物防疫基礎講座

イチゴの萎ちょう性病害／見分け方・発生生態・防除(4)

長崎県病害虫防除所 さか ぐち そう いち
 社団法人日本植物防疫協会研究所 坂 口 庄 一
 にし ざわ つとむ 務
 西 澤

I 根腐萎ちょう症

イチゴの根腐萎ちょう症は、その原因が特定の病原菌による病害とは異なり、*Cylindrocarpon* sp.を主体とした土壌病原菌とクルミネグサレセンチュウを主体とした線虫類を主因とし、イチゴの根の活力低下や株の衰弱が素因となり、これに土壌の塩類障害や水分ストレスなど連作障害的誘因が総合的に関連して発生する病害と考えられている(新須ら, 1981)。

本畑のクロルピクリン剤あるいは殺線虫剤による土壌くん蒸や、太陽熱を利用したハウス密閉法による土壌消毒が、本症の発生防止に顕著な効果があり(村越ら, 1982; 佐藤ら, 1983; 新須ら, 1979, 1980), このことによっても、本症は土壌伝染性の病害の一種と考えられている。

本症の発生と対策については、新須(1982)が本誌36巻12号に詳述しているので、ここでは本症の病状、病原、類似病害との識別点について記述する。

1 症状

本症はクラウン内部に異常を認めず、根の腐敗による株の生育不良や萎ちょうを生じるのが特徴である。はじめ、根の一部に褐色～黒褐色の斑点を散生する。斑点は根の全周あるいは上下に拡大し、後には主根および分岐根全体が黒変し、細根は腐敗消失する。

地上部では草勢が衰退し、外葉の枯れ込みが早まり、新葉の抽出、展開が鈍る。葉は小型化し、しだいに株全体がわい小化する。果梗の伸長や果実の肥大は抑制され、着果量も減少する。さらに症状が進むと株全体が枯れ上がり最後は枯死する。

萎ちょう症状は、比較的正常に近い状態で生育していた株の生育後期に急激に現れることが多い。はじめ、晴天時に萎ちょうし曇天時や夜間に回復する現象を示すが、後に回復せず枯死する。この症状は当初、急性萎ちょう症(木曾ら, 1976; 重松ら, 1977)と呼称されたが、

検討の結果、根腐萎ちょう症の範ちゅうに含められた。

発生の初期や被害の軽い圃場では被害株は圃場内に散生したり畝に沿って数株連続して発生するが、後にこれらを中心として拡大していく。激しい場合はほとんど全株に発症する。

根の腐敗は育苗期を含め各作期を通じて認められるが、地上部の症状が明りょうになるのは果実肥大期に入ってからである。特に、頂果房の収穫が終わり、第2果房が肥大する時期や、気温が上昇し始める3月上旬ごろから発症が急激に増加する。

2 病原の究明と分離菌の形態

発症株の根を水洗し、健全部と褐変部の境界部分を中心に5～7mm程度の長さに切り取り、この組織片を常法により表面殺菌後PDA平板培地に置床すると、*Cylindrocarpon* sp.をはじめ*Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., 藻菌類などが分離される。筆者らの調査の結果、調査地点、調査時期、栽培条件、品種が異なっても、*Cylindrocarpon* sp.の分離頻度が高く、その他の菌の分離頻度は低かった。*Cylindrocarpon* sp.の胞子は口絵写真のような形態である。大きさは約35～50×8～10μmで3隔膜を有するものが多い。胞子の形態は*Cylindrocarpon destructans*に類似するが正確に同定されていない。なお、オランダ、アメリカならびにフィンランドでイチゴから*C. destructans*が分離された事例がある(BOOTH, C., 1966; FARR, D. F. et al., 1989; PARIKKA, P., 1981)。

一方、発症株の根を2～3mmの長さに刻み、ベルマン法により線虫の分離を行うとネグサレセンチュウ、ネコブセンチュウ、ハリセンチュウなどが分離され、根圏土壌からも同様の線虫類が分離される。小川らの調査結果では、イチゴの根、根圏土壌ともにネグサレセンチュウの分離頻度が顕著に高く、その種はほとんどがクルミネグサレセンチュウ(*Pratylenchus vulnus* ALLEN and JENSEN, 1951)であった(新須ら, 1981)。

筆者らはイチゴの実生苗を殺菌土壌に栽培し、長崎、福岡、受援各県産の*Cylindrocarpon* sp.の数菌株とクルミネグサレセンチュウのそれぞれの単独、あるいは複合接種により、本症状の再現を繰り返し検討した。いずれの接種試験においても、ある程度類似の症状が再現され

接種菌が再分離されたが、症状の程度は軽かった。*Cylindrocarpon* sp. と同時に分離される *Fusarium* spp. や *Rhizoctonia* spp. を接種しても症状の再現は認めなかった。

3 他の病害との識別点

イチゴの萎ちょう性病害は根腐れの様相とクラウン内部の腐敗、導管褐変の有無によって概略区別される。本症は根の腐敗に特徴があり、根の中途部に褐色斑点が数か所現れ拡大しながら腐敗するが、萎黄病と萎ちょう病は主に根が先端部から腐敗し、炭そ病と疫病はクラウン側の根元が褐変する。また、本症は根腐病のように根の中心柱が赤褐変することはない。さらに、本症はクラウン内部に腐敗を生じることはなく、クラウンの表層部から中心部に向かって腐敗する炭そ病、疫病とは明確に区別される。また、青枯病、萎ちょう病、萎黄病にみられる導管褐変は本症ではみられない。

本症が最も類似する症状に、すくみ症がある。根腐れ症状を呈し株がわい小化する点で本症とすくみ症は酷似するが、すくみ症は葉が濃緑となり外葉の周縁にアントシアンが発現し、赤褐色～紫褐色となるのが特徴とされる。本症では時により葉が紅葉し類似の症状がみられることがあっても、そのような症状を特徴とするほどではない。また、本症では症状が急速に進んだ場合に葉の萎ちょう症状が激しくなるが、すくみ症では萎ちょう症状はみられない。すくみ症の原因について、渡辺 (1978) は、*Pysium ultimum* を主要病原とした。しかし一方では、ウイルス、特に strawberry mottle virus, strawberry vein banding virus, strawberry mild yellow edge virus の3種の重複感染の関連が強く指摘され (大木ら, 1974; 要ら, 1975), ウイルスフリー株の栽培によりすくみ症の発生が明らかに少なくなることが実証されている (佐藤ら, 1974)。そのほかにもネグサレセンチュウや *Rhizoctonia* sp. などの関連も疑われている。以上のように、すくみ症の原因は未確定ではあるが、前述のように根腐萎ちょう症で想定される原因とはかなり異なる。

4 防除法

耕種的防除：土壌の理化学性の悪化が発生を助長するので、3年以上の連作を避け、堆厩肥などの有機物を施用し適正な肥培管理を行う。生育後期まで根の活力を保持することが肝要であり、Mnの欠乏は根の生育阻害につながるので注意が必要である。発症株は根の吸水能が低下しているので土壌水分を適正に保ち、生育後半の乾燥防止に留意する。ウイルスフリー苗は、非フリー苗に比べ根の活力がおう盛で吸水能も高いので、本症の発生しやすい圃場での導入は有意義である。発症圃場から採取

した土壌を1～3か月間湛水処理してイチゴを栽培した場合の、イチゴ根からの *Cylindrocarpon* sp. と線虫の検出率は顕著に低下し、イチゴの生育は良好であった。また、本症の多発圃場に水稻を1作栽培した後作のイチゴでは発症がかなり軽減した。

土壌消毒：定植前の土壌消毒法として本症に登録された薬剤はないが、イチゴの、ほかの病害虫に登録がある薬剤の中では、クロルピクリンくん蒸剤の防除効果が安定して優れている。D-D・クロルピクリン油剤、臭化メチルくん蒸剤の防除効果もかなり期待できる。太陽熱利用の土壌消毒もハウス密閉法はクロルピクリン剤による場合と同等の防除効果があり、単なる畝立てマルチ法だけでも有効である。

(坂口 莊一)

引用文献

- 1) BOOTH, C. (1966) : C. M. I. Mycol. paper, No. 104 : 35～37.
- 2) FARR, D. F. et al. (1989) : Fungi on plant and plant products in United States, Ame. Phyto. Soc., 467.
- 3) 要 司ら (1975) : 日植病報 41 (3) 285.
- 4) 木曾 皓, 手塚信夫 (1976) : 九病虫研会報 22 : 47～51.
- 5) 大木孝之ら (1974) : 神奈川園試験報 22 : 85～91.
- 6) 村越重雄, 白石修生 (1982) : 日植病報 48 : 354～355.
- 7) PARIKKA, P. (1981) : Annales Agriculturae Fenniae 20 (2) 192～197 (Review of Plant Pathology 61(5) : 2362, 1982).
- 8) 佐藤紀男ら (1974) : 神奈川園試研報 22 : 92～100.
- 9) 佐藤俊次ら (1983) : 日植病報 49 : 85.
- 10) 重松喜昭ら (1977) : 同上 43 : 341.
- 11) 新須利則ら (1979) : 九病虫研会報 25 : 42～45.
- 12) ————ら (1980) : 同上 26 : 48～51.
- 13) ————ら (1981) : 長崎総農林試研報 9 : 69～94.
- 14) ———— (1982) : 植物防疫 36 : 541～544.
- 15) 渡辺恒雄 (1978) : 農及園 53 : 679～682.

II 根腐線虫病

現在世界で70種前後のネグサレセンチュウが記載されているうち、イチゴに寄生が認められた種類は10種である。そのうち、グローバルな視点からは、キタネグサレセンチュウ (*Pratylenchus penetrans* (以下、なるべく和名の…“センチュウ”を省略) がイチゴでの最重要種とされている (RASKI and KRUSBERG, 1984)。しかしながら、わが国においてはやや事情が異なり、キタネグサレにクルミネグサレ (*P. vulnus*) とノコギリネグサレ (*P. crenatus*) を加え、計3種のネグサレセンチュウの寄生加害がイチゴで認められているうち、クルミネグサレの重要性が圧倒的に高いようである。したがって、ここではクルミネグサレを中心に記述することにしたい。

1 病徴

地上部には格別に特徴的な症状は示さない。ただし、根の被害程度に対応して全体的に生育が阻害され、健全

株に比べて葉は小さく、株全体がしだいにわい化して、開花結実も阻害される。このような草勢の衰退は緩慢に起こり、生育後半特に収穫期に顕著となり、ときには枯死株を生ずることもある。露地栽培よりも施設栽培の場合に被害が大きいようである（口絵写真参照）。

ネグサレセンチュウはいずれも絶対寄生性であり、かつ強い病原性や耐久生存性を持つために、“コッホの原則”の実習に格好の材料である。つまり、無菌条件下での接種実験によって宿主の地下部に容易に根腐れ症状を発現させ、かつそこで簡単に線虫を増殖させることができる。例えば、キタネグサレによる無菌条件下でのイチゴの根における発症経過は次のとおりである。まず線虫は表皮を貫通して侵入し、皮層部柔組織内に分散する。中心柱の中には侵入しないが、線虫の摂食に伴って最初に起る組織学的変化は、中心柱の外層部すなわち内皮組織の変色である。間もなく線虫体周囲の皮層部柔組織に褐変と破壊が進み、表皮は最も遅れて変色する(TOWNSHEND, 1963)。

一般的に表皮の変色は初めやや赤みを帯び、不整形でおおむね縦長の小斑点として認められるが、たちまち拡大・融合してその根全体に広がってゆく。色調も褐色からしだいに黒褐色に変わってゆくが、最終的な色調や状態は宿主組織が含有するフェノール性物質の質的・量的差異や共存微生物のいかんによって異なるものようであり、結果的に根が部分的に腐敗脱落する場合や、黒化した針金状の根が残っている場合などがある。初期の根腐れ症状は、発根・加害の時期的相違により同一株内でも根ごとに異なり、概して古い根で症状が進んでいるようにみえる。

以上のような根腐れ症状の発症に関して、ネグサレセンチュウの種間差はほとんど認められない。なお、自然状態でネグサレセンチュウの寄生・加害を受けたときの最終的な症状と被害は、ほとんどすべての場合に、そこに共存する様々な微生物の二次的な影響が加わった“複合病”としてとらえるのが妥当と思われる。“根腐萎ちよう症”はその代表例といえよう

2 病原線虫とその発生生態

ネグサレセンチュウの種の同定は大変厄介なので、ここでは詳述できない。ただし、わが国でイチゴから検出される3種の間では、図-1に示すように、雌成虫の尾端の形状に特徴的な違いがある。

3種のネグサレセンチュウは、いずれも沖縄地方を除き、ほぼ全国的に発生分布する。

クルミネグサレの宿主は80種以上に及び、元来各種の果樹類等永年作物で問題の多い線虫であるが、マメ科や

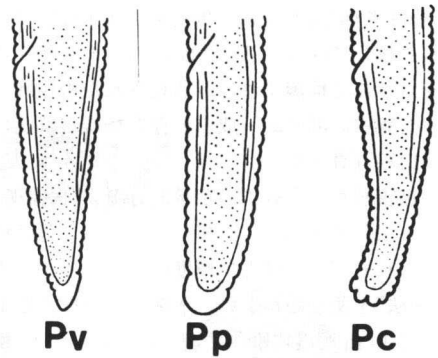


図-1 雌成虫の尾端の形状

Pv: クルミネグサレセンチュウ, Pp: キタネグサレセンチュウ, Pc: ノコギリネグサレセンチュウ

ウリ科の作物などにも好適寄主が多い。イチゴについては、本邦では関東以西で問題となるのはほとんどが本種であるが、海外ではカリフォルニアとフランスからの報告が見当たる程度でしかない。

キタネグサレの宿主は350種以上に及び、わが国においても代表的な有害線虫の一種であるが、なぜかイチゴでの実害の記録は乏しい。ノコギリネグサレも、広食性ではあるが本邦での検出頻度自体が低く、かつイチゴからの検出記録は静岡県下での1例があるにすぎない。

ネグサレセンチュウは、ほとんどの種類が無寄主の畑状態の土壤中で数年間に及ぶ耐久生存が可能といえるようである。好適温度条件(25~30℃)で好適寄主が与えられると、約1か月間で世代を完了する。幼虫も成虫も感染態であり、移住性の内部寄生を営み、産卵は随時寄主組織内で行われる。自らの栄養摂取により変質・腐敗した植物組織は線虫に対して忌避的に作用するため、線虫は常に健全部分への組織内移動、もしくはいったん土壤中に脱出して新たな健全根への再侵入を繰返している。

3 病原線虫の検出法

(1) 根圏土壌からの検出: 被害株の根まわりの土壌からベルマン法で線虫を分離し、種類や個体数を調べる。ネグサレセンチュウの場合、ベルマン法での回収効率率は高いので、あえて他の複雑な手法を用いる必要はない。径9cmの漏斗を用いる場合、供試土壌量は20g程度とし、室温下2日間分離でよい。生育末期のクルミネグサレ被害圃場では、通常数100頭/20gの幼・成虫が検出される。

(2) 被害根の染色調査: 水洗した被害根を、例えば0.05%程度に酸性フクシンを加えたラクトフェノール中

で1〜2分間煮沸し、水洗した後色素を含まないラクトフェノールに移して保存する。2枚のスライドガラスの間に試料をはさんで検鏡すれば、透化された根組織内に赤く染まった線虫の卵や幼・成虫の存在様態が鮮明に観察できる(口絵写真参照)。

(3) 被害根からの線虫の定量的分離：“保温遊出法”や“ミスト法”あるいは“直接ベルマン法”等各種の方法が用いられるが、迅速性及精度面からみて次のような“ミキサー法”を使うのがよい。水洗した被害根1〜2gを秤量して1cm程度に細かく切り、ブレンダー(家庭用でも可)に入れ水を加えて十分磨砕(数秒間隔で数回)する。このとき、植物組織は砕けても線虫はほとんど無傷である。モスリン布またはティッシュ・ペーパーを張ったベルマン用篩を使って磨砕液を濾過した後、篩をそのままベルマン漏斗に移す。1日静置すればほとんどの幼・成虫が回収できる。生育後期のクルミネグサレ被害根では、しばしば根内に線虫や卵が充満している程に高密度であるため、生根1g当たりの検出幼・成虫数は数千頭以上に及ぶことはまれではない。

4 防除法

イチゴ栽培は栄養繁殖であるため、まず無線虫苗を育成・利用することに十二分の配慮が必要である。線虫に汚染された苗圃や本圃は、田畑輪換や土壌くん蒸(D-D剤等)により、事前に線虫防除を徹底しておく。幸いクルミネグサレはキタネグサレよりも薬剤耐性が弱い。ネグサレセンチュウに抵抗性を示すイチゴ品種については、これまで報告が見当たらない。

(西澤 務)

参 考 文 献

- 1) 近岡一郎(1970): 神奈川農総研報 109: 61〜77.
- 2) CORBETT, D. C. M.(1974): C. I. H. Descriptions of plant-parasitic nematodes, Set 3, No. 37, 3pp.
- 3) JENSEN, H. J.(1953): Plant Disease Reporter 37(7): 384〜387.
- 4) 小林義明(1977): 関西病虫研報 19: 140.
- 5) RASKI, D. J. & L. R. Kursberg(1984): In “Plant and Insect Nematodes”(Ed. W. R. Nickle) Dekker, New York, 925pp. 457〜506.
- 6) 下川三男・牛山欽司(1960): 神奈川農試園分研報 8: 54〜59.
- 7) 新須利則ら(1977): 九病虫研究会報 23: 43〜47.
- 8) TOWNSHEND, J. L.(1963): Canad. J. Plant Sci. 43: 75〜78.

中 央 だ よ り

○特殊病虫害防除に関する検討会開催さる

特殊病虫害防除に関する検討会が、6月25日10時から農林水産省共用会議室において開催され、鹿児島県、沖縄県、東京都、近畿大学、農業研究センター、農業環境技術研究所、熱帯農業研究センター、横浜・門司・那

覇の各防疫所、沖縄開発庁、沖縄総合事務所、国土庁小笠原総合事務所及び植物防疫課の担当者が参集した。

会議では、①平成2年度ミバエ類防除事業の実施状況、②平成3年度ミバエ類防除事業の実施計画、③アフリカマイマイの生態及び天敵の研究、④アリモドキゾウムシ・イモゾウムシ等根絶技術確立事業について検討が行われた。

協 会 だ よ り

○人事異動

(7月27日付)研究調整部長・研究部長・病害研究室長 藤村俊彦(研究調整部長・研究部長)、研究所付(国際協力事業団に派遣)匠原監一郎(病害研究室長)

(7月31日付)(退職)簗島龍久(参事)

○出版部より

先月号(8号)に掲載いたしました、“中国における害虫の生物的防除の近況(李麗英氏執筆)”の訳者、広瀬義躬氏につきまして、読者の方より、その所属につきましてお問合せがありましたので、下記によりお知らせいたします。

広瀬義躬 九州大学農学部 附属生物的防除研究施設 助教授

植 物 防 疫

第45巻
第9号

平成3年8月25日印刷

平成3年9月1日発行

定価600円 送料51円
(本体583円)

平成3年分
前金購読料 6,720円
後払購読料 7,240円
(共に千サービス、消費税込み)

平成3年

9月号

(毎月1回1日発行)

— 禁 転 載 —

編 集 人 植物防疫編集委員会

発 行 人 岩 本 毅

印 刷 所 三 美 印 刷 (株)

東京都荒川区西日暮里5-9-8

— 発 行 所 —

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号170
社 団 日 本 植 物 防 疫 協 会
法 人

電 話・東京 (03) 3944-1561〜6番
振 替 東京 1 - 1 7 7 8 6 7 番

しつこい害虫も即OK!

ミナミキイロアザミウマ、コナガ、ネギハモグリバエ等

難防除害虫に卓効!

オンコル[®] 粒剤 5

特長

- 1 浸透移行性：速やかに浸透移行し、植物全体を害虫から守ります。
- 2 残効性：残効期間が長いので、薬剤散布回数を減らすことができます。
- 3 広い殺虫スペクトル：広範囲の害虫に効果を示し、一剤で同時防除が出来ます。

※新たにキスジノミハムシ、アオムシ、アブラムシ等の害虫にも、登録が拡大され更に使い易くなっております。



大塚化学株式会社

大阪市中央区大手通3-2-27
農薬部 / Tel.06(946)6241



効きめ、速攻……。
環境にやさしい……。



茶のカンザワハダニ防除に…
MILBEKNOCK

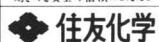
ミルベノック^{*}
乳剤



三共株式会社

東京都中央区銀座2-7-12 〒104
農薬開発普及部・普及グループ

効きめと安全の信頼にこたえる



東京都中央区日本橋 2-7-9

店は住友化学の登録商標です。

母なる自然のために —— 30年。

「スミチオン」は30周年をむかえ、これからもこんな気持ちを大切にしています。



1962年4月、「スミチオン」は誕生の声を上げました。当時日本は新幹線開通、東京オリンピック開催を控え、高度成長に向かつて着々と歩み出していました。国民全体が豊かで健康な生活を目指すなかで、食卓を豊かにし、生活環境をクリーンにするために、スミチオンはまさしく時代の期待を背負ったスタートを切ったのです。

以来30年、世界数十ヶ国において農業分野はもとより、海外諸国でのマラリア防止をはじめ、人々の生活の周辺でも幅広く使われ、今日でも大いなる貢献を果たしています。

このことは、「スミチオン」が効能、効果といったハード面のみならず、人にも優しく環境にも優しいといったソフト面からも、エロジカル・ニーズをいち早く先取りしていたことを現わしています。

21世紀に向け、人びとにとって自然との調和がより一層強く求められるなかで、「スミチオン」は、ますますその使命を果たしつつ、人類の快適ライフのために大いにお役に立ちたいと思っています。



スミチオン®

〈農業は正しく使いましょう〉

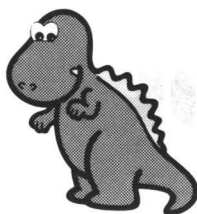


箱で余裕、イネミズ防除。

水稻初期害虫を同時防除

- ★高い浸透移行作用により、イネミズソウムシ成虫・幼虫を強力に防除します。
- ★残効が長いので薬剤の使用回数を減らすことができますので経済的です。
- ★初期害虫であるイネドロオイムシ、ヒメトビウンカなどを同時に防除できます。
- ★箱施用なので省力的です。葉害が出にくいので田植3日前から直前まで使用できます。

作物名	適用害虫名	10アール当り使用量	使用時期	本剤及びカルボスルファンを含む農薬の総使用回数	使用方法
水 稲 (育苗箱)	イネミズソウムシ	育苗箱 (30×60×3cm) 使用土壌 約5Q 1箱当り 40〜70g	移植前 3日〜 移植当日	1回	本剤の所定量を育苗箱の苗の上から均一に散布する
	ヒメトビウンカ ツマグロヨコバイ イネヒメハモグリハエ イネドロオイムシ イネソウムシ	育苗箱 (30×60×3cm) 使用土壌 約5Q 1箱当り 50〜70g			



ガゼット[®]粒剤

カルボスルファン…3.0%

新登場

(®)は米国FMC社の登録商標です。



日産化学



原単位供給元
FMCコーポレーション



ダニ専科。

「アブロード」を生んだ日本農薬の技術が、いま、さらに画期的な新殺ダニ剤を完成させました。

〔新発売〕 新規殺ダニ剤



ダニトロン[®]
フロアブル

®:「ダニトロン」は日本農薬㈱の登録商標です。

チクハトローピー
性を有する
高品質処方



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

資料請求券
ダニトロン
植物防疫

“殺虫剤の概念を変えた
注目の脱皮阻害剤”

- 1ヵ月以上の長い効き目。他の殺虫剤に抵抗性の害虫にも効く。人畜・有益昆虫に安全。葉害の心配がない。殆どの薬剤と混用出来る。(ボルドーにも混ぜられます。)

- ウキクサ・アオミドロ・表層ハクリの防除に最適の専用剤です。初期・中期・一発剤との混合散布は大好評!!

モゲトン[®] 粒 剤

- 各種ハダニの卵・幼虫・成虫に有効でボルドー液にも混用できるシャープな効きめのダニ剤。

バイデン 乳 剤

- 晩柑類のへた落ち防止剤。速効的に効くりんご・梨の落果防止剤。

マデック 乳 剤

メロンのミナミキイロアザミウマにも適用拡大

今話題の

デミリン[®] 水和剤

- 花・タバコ・桑の土壌消毒剤。刺激臭がなく安心して使えます。

パスアミド[®] 微粒剤

- ボルドー液の幅広い効果に安全性がプラスされた果樹・野菜の殺菌剤。

キノンドー[®] 水和剤 80・40

- ヨモギ・ギシギシ・スギナには特によく効きます。粒剤タイプで果樹園、空地、駐車地、墓地等に最適です。

カソロン 粒 剤 6.7
4.5



アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内3-1-1 国際ビル4階

ニコッ。ハハッ。ウフフツめ明日へ。



除草剤

MO粒剤・9・ショウロンM粒剤・シンザン粒剤

殺虫剤

トレボン粒剤・トレボン粉剤DL・トレボン乳剤
トレボン水和剤・トレボンエアー
オフナックM粉剤DL

殺虫・殺菌剤

ドロクロール



地球サイズで考えて

三井東圧化学

東京都千代田区霞が関3-2-5

TEL 03(3592)4616

■ 野菜・果樹・花・花木の灰色かび病や
うどんこ病、つる枯病に

ポリバリン® 水和剤

- 新複合殺菌剤。
- 耐性菌の灰色かび病
つる枯病、うどんこ病
に卓効。
- 安定した防除効果。
- よごれや、薬害も
ほとんどない。
- 人畜・魚類に毒性低く
安心使用。



◎資料御請求は、下記のところに御連絡ください。



農協・経済連・全農



自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社

本社／〒110-91 東京都台東区池之端1-4-26

昭和三十三年九月二十五日
発行（植物防疫）
第四十五卷第九号

ゆたかな実り——明治の農薬

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



オリゼメート粒剤

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

カッパーシン水和剤



明治製菓株式会社
104 東京都中央区京橋2-4-16



定価 六〇〇円（本体五八三元）（送料五一円）