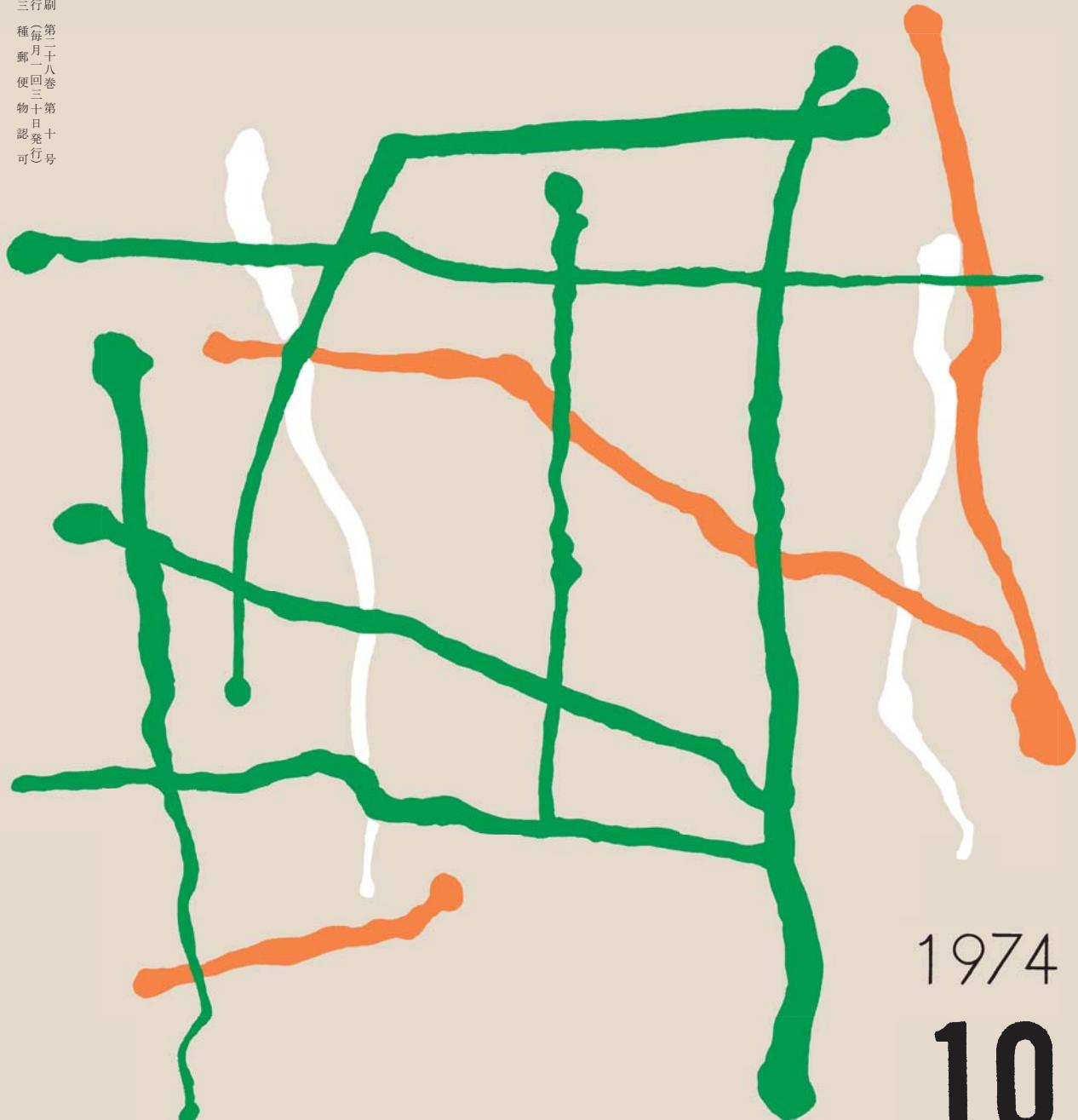


# 植物防疫

昭和四十九年九月二十九日第五回発行  
三行刷  
郵便局認可行第10号  
毎月二十八日第一回発行  
植物防疫  
第三十日第35号  
月月月  
九十九年九月二十九日第五回発行



特集 作物の耐病虫性

VOL 28

NOC

# 果樹農薬

■有機硫黄水和剤

# モノックス

りんご………うどんこ病・黒点病・斑点落葉病の同時防除に

■有機硫黄・DPC水和剤

# モノックス-K

■ビナパクリル

有機硫黄水和剤

# アプルサン 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船町1の3の7

## DM-9は小形の大農機 共立背負動力散布機DM-9

うまい米づくりの近道はDMによる適期、  
適確な本田管理です。

DM-9は、

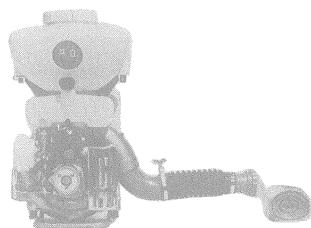
防除はもちろんおまかせください。

防除用マスクがついています。

除草剤が散布できます。

施肥——粒状肥料が散布できます。

散布作業がラクラクできるDM-9は、その他  
驚くほど幅広く効率的に利用できる安心と信  
頼の散布機です。



株式  
会社

共 立



共立エコ一物産株式会社

〒160 東京都新宿区西新宿1-11-3(新宿Kビル) TEL 03-343-3231(代表)

# クマリン処理

雨雪に耐えられる防水性小袋完成

## ラテミン小袋



クマリン剤

固体ラテミンS=家鼠用  
水溶性ラテミン錠=農業倉庫用  
ラテミンコンク=飼料倉庫用  
粉末ラテミン=鶏畜舎用

燐化亜鉛剤

強力ラテミン=農耕地用  
ネオラテミン=農家用  
ラテミン小袋=農耕地用

タリウム剤

水溶タリウム=農耕地用  
液剤タリウム=農耕地用  
固体タリウム=農耕地用

モノフルオール酢酸塩剤(1080)

液剤テンエイティ=農耕地用  
固体テンエイティ=農耕地用

取扱 全 農・経済連・農業協同組合  
製造 大塚薬品工業株式会社



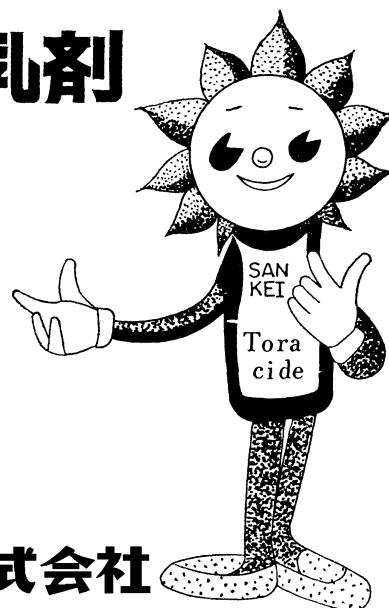
本社：東京都豊島区西池袋3-25-15 IBビル TEL 03(986)3791  
工場：埼玉県川越市下小坂304 TEL 0492(31)1235

農家のマスコットサンケイ農薬

お宅のブドウ園、あなたの桑園は私がガッチャリ守ります。  
私の名前は  
御存知**トラサイド乳剤**

私の特長は

- 穿孔性害虫に卓効があります。
- 滲透力が強く燻蒸作用もあります。
- 残留毒性の心配がありません。
- 低毒性で安心して使用できます。



**サンケイ化学株式会社**

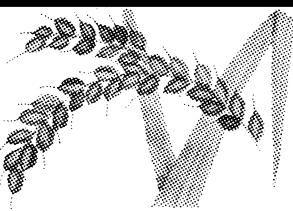
本社 〒890 鹿児島市郡元町880 (0992)54-1161代

東京事業所 〒101 東京都千代田区神田司町2-1 神田中央ビル (03)294-6981代

大阪営業所 〒555 大阪市西淀川柏里2丁目4-33中島ビル (06)473-2010

福岡出張所 〒810 福岡市中央区西中洲2-20 (092)771-8988代

### 種子から収穫まで護るホクロー農薬



水銀に代る新しい種もみ消毒剤

★ばかなえ病・いもち病・ごまはがれ病に卓効

デュポン

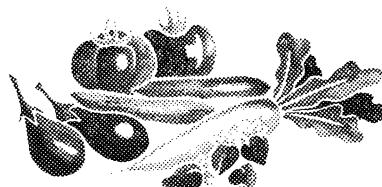
**ベンレート<sup>®</sup>T** 水和剤20

### 新発売

★アブラムシからヨトウムシまで、これ一発でOK

安全・卓効・省力《新型浸透性殺虫剤》

ホクロー **オルトラン** 粒 剂  
水和剤



いもち病に  
**カスラフサイド<sup>®</sup>** 粉剤・水和剤

果樹・野菜の各種病害に  
**トップジンM<sup>®</sup>** 水和剤

《新発売》キャベツ・さつまいも畠の除草に  
ホクロー  
**プラナビアン<sup>®</sup>** 水和剤

MOとの体系除草に(ウリカワにも)  
**グラキール** 粒剤  $\frac{1.5}{2.5}$



北興化学工業株式会社  
東京都中央区日本橋本石町4-2 ④103  
支店: 札幌・東京・名古屋・大阪・福岡

### 特集：作物の耐病虫性

耐病性作物の利用と問題点	高坂 淳爾	1
作物の耐病性機構	富山 宏平	3
作物の耐虫性機構	平野 千里	9
イネいもち病に対する品種抵抗性検定法	小林 尚志	12
イネ白葉枯病に対する抵抗性品種とその利用	江塚 昭典	17
トマトにおける病害抵抗性品種とその利用	国安 克人	23
ウンカ・ヨコバイ類に対する抵抗性イネ品種の利用	腰原 達雄	28
ダイズシストセンチュウに対するダイズの耐性品種の利用	気賀沢和男	33
紹介 新登録農薬	宮坂 初男	37
学会印象記 日本応用動物昆虫学会大会	藤條 純夫	38
新しく登録された農薬 (49.9.1~9.30)		42
中央だより	39 協会だより	41
学界だより	8 人事消息	42

豊かな稔りにバイエル農薬



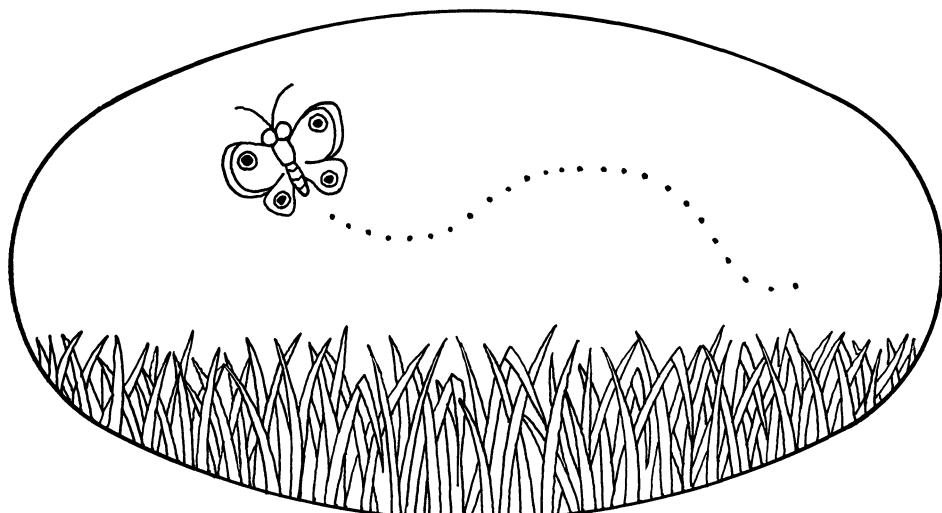
説明書進呈



日本特殊農薬製造株式会社  
東京都中央区日本橋室町 2-8 〒103



# 自然環境を守り、 もんがれ病を防ぐ安全農薬！



## バリタシン<sup>®</sup> 粉剤 液剤

- もんがれ病菌の病原性をなくさせる
- 稻に葉害がなく増収効果が高い
- 稔実障害・減収・穂発芽助長など悪影響はありません
- 人・畜・蚕・魚・天敵に極めて安全
- 米にも土にも残らない

●いもち病・もんがれ病の同時防除剤

## ラフサイドバリタシン<sup>®</sup> 粉剤

●水田害虫の総合防除に

パタン<sup>®</sup>粒剤4 パタンミシン<sup>®</sup>粒剤 武田パタンバッサ<sup>®</sup>粒剤

●そ菜の害虫に

パタン<sup>®</sup>水溶剤 武田オルトラン<sup>®</sup>水和剤 粒剤

●園芸作物の基幹防除に

武田ダコニール<sup>®</sup>

●そ菜・果樹病害に

デュポンベンレート<sup>®</sup>水和剤 武田グラモキソ<sup>®</sup> トレファノサイド<sup>®</sup>乳剤

●あらゆる雑草を速かに枯す

●畑の雑草防除に

# 耐病性作物の利用と問題点

東京農工大学農学部 こう 高 きか 坂 たく 潤 じ  
蘭

もし植物病原菌が少なくともその病原性に関してあまり変異しない生物であれば、耐病性作物・品種の利用はもっと目ざましい防除実績をあげていたことであろう。しかし、ほとんどの病原菌は遺伝的に極めて変異しやすい性質があるので、せっかく育成した耐病性品種が、これを侵す病菌系統の出現などでその利用価値を失うなどの難問が続出し、これらの解決にならされている。以下育種上、栽培上の主要な一般的問題点のみを例示する。

## I 対象病害以外の病虫害などに対する耐病性

耐病性作物・品種の育成に当たっては、対象病害に対する耐病性のほか、収量、品質、他の作物的諸特性、対象病害以外の主な病害虫に対する耐病虫性をも検定して、抵抗性に連鎖した劣悪形質の除去にできる限りの努力をしている。しかし例えれば対象病害以外の病害虫といつても、技術的には我が国の主要病害虫しか取り扱えない。したがって我が国にこれまで存在しないような病害虫については極めて耐病性の弱いものが育成されて思いがけない病害虫の発生をまねくこともある。

ごく最近、九州地区で問題となっているイネわい化病はこの好例と思われる。問題の品種レイホウは多収・良質、いもち抵抗性（対 N、C レース群）、白葉枯抵抗性（対第1菌群）品種として九州で急速に普及し、県によつては 70% 以上の作付率に達したが、普及につれて原因不明のわい性症状が急増した。幸い同地区的研究者の努力で昨年ツマグロヨコバイ媒介の新ウイルス病であることが発見された。このウイルスの発生源は別として、レイホウがこれに極めて罹病性でウイルスの増殖をまねいたことがわい化病激発の原因と考えられよう。1969 年ころから一時問題になったスイカ緑斑モザイク病もこの範疇に入るかもしれない。つる割病抵抗性台木のユウガオが緑斑モザイク病に極めて罹病性で、しかも種子伝染したことが本病蔓延の主原因をなした。

さて、この種の新病害発生の危険性をあらかじめ育種的に防止することはほとんど不可能である。栽培面積の増加などにつれて危険度が高まることを覚悟して早期発見に努めるほかあるまい。

## II 抵抗性の転落\*

病原菌のレースに罹病するか否かに関する抵抗性を特

異的抵抗性（真性抵抗性、垂直抵抗性などともいう）といふ。これは品種間差が極めて明瞭で検定しやすく、單一あるいはごく少数の主効抵抗性遺伝子に支配され、この遺伝子の導入が比較的容易なことから、広く各種の病害の耐病性品種育成に利用されてきた。しかし、この結果は世界的にみて、失望の連続であった。すなわち野生種を含めて苦心して見いだした抵抗性遺伝子をせっかく導入した品種が、普及後もなくこれを侵すレースの出現のためごとくその価値を失うという結果に終わった。多数のレースに汎抵抗性品種の育成も、労多くして功少なきことを世界の育種家は身にしみて悟ったのである。我が国でも高度いもち病抵抗性品種と銘うって育成されたクサブエなどの一連の支那稻系品種が、これを侵す C レース群の急増のため抵抗性を転落して社会的に問題となつたことは記憶になお新しい。この 1~2 年九州でのレイホウのいもち病罹病も、この事例の追加である。イネ白葉枯病菌も強病原性菌群の分布が増加している。

特異的抵抗性品種の育種過程では、後述する非特異的抵抗性遺伝子のエロージョンがおこりやすく (Vertifolia 効果ともいう)，非特異的抵抗性の極めて弱い品種が育成されやすい。このため抵抗性の転落時にはかえって従来品種よりも激しく発病することが多い。

このような抵抗性の転落をできるだけ遅らせ、また、転落時の被害を少なくする方法としては、生態的制御でこれらの品種を侵すレースの増殖を少なくすること、育種的に非特異的抵抗性を附加することが考えられる。後者については次項で述べることとし、前者について考えてみよう。

一般に抵抗性品種という淘汰圧 (selection pressure) が病菌に加えられれば、これを侵すレースの選択増殖をうながし、この淘汰圧が除去されればまたもとに戻ろうとする安定化淘汰 (stabilizing selection) が働くとされている。そこで淘汰圧を地理的、時間的にもし中断できれば新レースの出現をかなりおそくすることができると言えられる。具体的には、①栽培面積をあまり拡大せず、また、罹病性品種とモザイク状に作付する、②抵抗性に

\* あまり適当な言葉でないが、慣用されているので使用した。品種の性質が変異することではないので誤解しないこと。

ついてヘテロのマルチラインを利用する、③罹病性品種と交代栽培をするなどがあげられる。農業そのものが作物生態系の単純化をめざしているので、ここにあげた生態的制御は実現が非常に難しいとは考えられるが、今後大いに研究すべき重要な課題である。カナダではコムギ黒さび病抵抗性遺伝子 *Sr 6* をもつ品種が長期にわたり安定した抵抗性を保っている。これは第1次伝染源の増殖地メキシコ、アメリカ南部には *Sr 6* をもつ品種がないので、安定化淘汰をうけた菌がカナダへ飛来し伝染源となり、新レースの急増が防がれているためという。これにはなお若干の異論もあるが、もし上のことが主原因とするなら淘汰圧が地理的にたくみに除かれて、抵抗性の転落を防いでいる好例といえよう。土壤伝染性病害で品種のレース抵抗性が比較的安定しているのは、病菌の生活史中の腐生的生活のとき、菌の安定化淘汰が行われているからという。

### III 非特異的抵抗性の利用

上述のように特異的抵抗性のみを利用した品種は、意外に短命であるという致命的欠陥が認識され、これを補うため非特異的抵抗性の付加、利用が各国で精力的に行われている。我が国でもいもち病や、ジャガイモ疫病などの苦々しい経験に基づき、この方面的研究、利用が再び活発となった。

非特異的抵抗性とは罹病してもその程度が軽いという性格の抵抗性で、ほ場抵抗性、一般的抵抗性、水平抵抗性などとも呼ばれ、多数の微弱遺伝子に支配されるレースに非特異的な量的抵抗性と考えられている。極めて高度の抵抗度は期待できない、また、環境にも影響されやすいが、レース非特異的で長期間安定して抵抗性が保持されるという長所をもつ。遺伝的性格からみて、常に発病という淘汰圧が働き、雑交雑で抵抗性の強い個体間の雑種のみが生き残るという条件で関与遺伝子の集積が行われ、高度の非特異的抵抗性個体、系統が得られると考えられる。野生種に、また、他家授粉作物に概して致命的病気による被害がみられないのは、これらの作物が自然に非特異的抵抗性遺伝子を集積しているためと解せられる。この好例はアフリカのトウモロコシの *Puccinia polyspora* に抵抗性の品種の生成経過があげられるが、ここでは省略する。逆に自家授粉作物で、高収量のみを目的とした品種育成が進んだ作物では、その育成の経過で

格別の考慮がはらわれない限り、新しい育成品種ほどこの非特異的抵抗性が弱くなっている可能性が高い。イネなどでも我が国では古い在来種をこの意味で再検討し、新しい育種母本を探求する必要があろう。

非特異的抵抗性は量的なもので、遺伝様式も明らかでないところが多いので、一般的育種方法論の確立には未解決の問題が多い。しかし、筆者は非特異的抵抗性品種育成の模範例として、故岩瀬博士による愛知農試におけるいもち病抵抗性品種育成の成果をあげたい。同氏らは陸稲戦捷から出発し、農22を含む非常に多数の交配母本を用いて多系交雑で、激発条件で選抜を行う方法で、真珠→双葉→秀峰→若葉、銀河などの一連の抵抗性品種を育成された。これらの品種はいずれも現在いもち病に対して非特異的抵抗性の最も強い品種として知られているように、見事に関与遺伝子の集積を実現している。

ROBINSON (1973) は自家授粉作物には、多発条件下で、雄性不稔剤を用いて雑交雑を繰り返しながら 10~15 世代にわたって選抜を行い、のち固定させる作業に入ることを提案している。ともあれ、前述の特異的抵抗性と併せて、この非特異的抵抗性を最大限に利用することが、さし当たっての今後の育種の方向であろう。特にいもち病、白葉枯病、ジャガイモ疫病など我が国の重要病害では、このことが重要である。

さて、非特異的抵抗性の利用は栽培的には、抵抗性が完全でないこと、環境の影響をうけやすいことに問題がある。この真価を發揮するには、他の防除法を必要に応じ併用して、病菌量をある一定量以下に制御することが重要であろう。ここにも総合防除的な病害制御技術が必要である。

耐病性作物・品種の利用は、病理・育種の技術者、農民が一体となって取り組んでその真価を發揮する。病理に携わる者が、育種家と一体となって良品種を積極的に実際に作り出すことに一層の努力が必要であろう。また、もともと耐病性作物・品種の要求は、被害多く、他の防除法の困難なものに強い。この意味では、例えばイネでは各種のウイルス病、白葉枯病などを対象に、育種の範囲を拡大することが望まれる。いずれも抵抗性母本が知られているから、抵抗性品種育成成功の可能性は大きい。少なくとも今のウイルス病防除の薬剤をせめて半分にでも減らすことができるだけでも、大きな成果となろう。

# 作物の耐病性機構

—ジャガイモ疫病を中心として—

名古屋大学農学部 富山宏平

## I 真正抵抗性とほ場抵抗性及び非寄主抵抗性

一般に病原菌はその寄主植物と分類学上近縁関係の遠い植物には全く感染しないのが普通である。このような場合も確かに一つの抵抗性であって、これを仮にここでは非寄主抵抗性と呼ぶ。実際の農業場面ではこの種の抵抗性は当然のこととして研究の必要な問題とはされていない。農業技術の上で問題になるのは品種間の抵抗性の強弱である。この品種の抵抗性には真正抵抗性とほ場抵抗性の区別がある。抵抗性の機構を考える場合に対象とする抵抗性がこの2種類のどちらに属するかを明らかにしないと議論が混乱する。実際に異なる研究者の間で異なる意見がこの点を厳格に区別していないために起っていることが多いように思われる。

以下ではまず真正抵抗性の機構について、筆者らの疫病抵抗性に関する北海道農業試験場における、そして一部名古屋大学における研究を中心として述べ、引き続いでは場抵抗性の機構について述べることにする。

## II 真正抵抗性の機構

### 1 感染初期における疫病菌の細胞内侵入

ジャガイモ疫病菌の場合に遊走子付着器及び貫入菌糸とともに無色透明であるから細胞内への貫入を光顕で観測し、また、いろいろの量を測定することができる。そこで塊茎及び葉柄の切断面組織及び無傷の展開中の稚葉中肋表皮細胞を用いて親和性及び非親和性レースの細胞内への貫入に要する時間を測定した。切断面細胞では貫入し始める時間は約90分で付着器の50%が貫入する時間は約2時間である（富山<sup>1)</sup>を参照）。稚葉中肋表皮細胞の無傷表皮では貫入に要する時間はそれより長く、貫入し始める時間が約100分、付着器の50%が貫入する時間は約3時間前後である。この測定値はしかし細胞内に菌糸の先端が顕微鏡下で認められる時間を基準にしているので、実際より20~30分長く測定されていると考えられる。いずれにしても親和性と非親和性レースで貫入の時間に全く差がない。

貫入後の宿主細胞の変化で最も顕著な現象は非親和性レースの感染を受けたときの宿主細胞の急激な過敏感細胞死である。この過敏感細胞死は貫入後30分以内に起

こり始める。宿主細胞の代謝活性が高い場合に過敏感細胞死は速やかに起こり、代謝活性が低い場合には遅い。

この過敏感細胞死が起こる以前の時期に、非親和性及び親和性レースの細胞内菌糸の生長の間に差は見られず、非親和性レースの感染で宿主細胞が死んだあとでも菌糸の生長の阻害は起こらず親和性レースと同様に生長する。しかし、興味のあることは非親和性レースの場合死細胞中での菌糸の総量（全長）の増加は阻害されずに生きているときと同じに続くが、分岐はしない。これに反して生細胞中では盛んに分岐する。ただその生長の総和は分岐しない死細胞中の菌糸の生長量と同じであるということである。この現象は死細胞中での何か菌糸の生長促進物質の不活性化を推定させる。非親和性疫病菌の死細胞中での生長の阻止が始まるのは感染を受けた宿主細胞の20%が死んでから約5時間くらいである（葉柄切断後18時間で切断面に接種した場合）。この時間は後に述べるようにリシンチンが生成し始める時間にほぼ一致する。接種後12~13時間で死細胞内菌糸はほぼ生長をとめる。その時間にリシンチン量はほぼ菌糸の生長をとめるに十分な量（in vitro 実験で）に達する<sup>2)</sup>。

### 2 親和性レースによる感染成立と受容性の誘導

R<sub>1</sub> 抵抗性遺伝子をもつ品種の細胞に親和性レースを接種しておいてから、約15時間後に非親和性レースを再感染させると過敏感細胞死は起こらなくなる（少なくとも4~5時間の観察時間内には起こらない）。しかし、親和性レース接種後5時間では過敏感反応性はある程度失われているに過ぎない<sup>3)</sup>。この現象は親和性レース感染による過敏感反応性の消失は徐々に起こり、10時間前後の時間を要することを示している。

### 3 抵抗性組織内における菌の進展の阻止機構

ジャガイモに含まれる抗菌性物質は大別して4種のものがある。

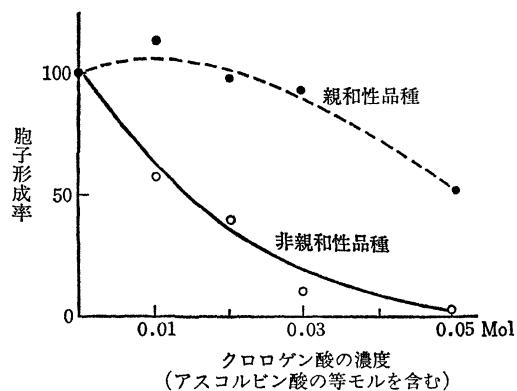
- (1) フェニールプロパン化合物
- (2) クマリン化合物
- (3) グリコステロイドアルカロイド
- (4) ファイトアレキシン

フェニールプロパン化合物はケイ皮酸から誘導される物質で、植物病理学でしばしば問題とされるポリフェノールはこの化合物群に属する。ジャガイモに普通比較的

多量に見られるものはクロロゲン酸とコーヒー酸である。クロロゲン酸は品種リシリの塊茎に他の品種に比べるかに多量に含まれるが、切断して2日後に著しく増加した場合で $4 \times 10^{-4}M$ 、15日たったもので $10^{-3}M$ 程度である。コーヒー酸の場合切断後2日で $4 \times 10^{-5}M$ 程度である。これらの化合物は一般的にO-ジフェノールと呼ばれる化合物群に属するがO-ジフェノールの全量として分析しても切断2日後で $6 \times 10^{-4}M$ 程度である(クロロゲン酸として計算)<sup>4,5)</sup>。この程度の濃度ではこれらの化合物は疫病菌の生長を阻止することはできない<sup>6)</sup>。しかし、これらの化合物は酸化することで抗菌性が増加する。ポリフェノール化合物が酸化することによって組織内の疫病菌菌糸の生長を阻止することができるることは次の実験で示される。

ジャガイモ塊茎を薄層スライスにして、その片面に疫病菌の非親和性レースの濃厚胞子液を接種すると2.5mm以下の厚さでは抵抗性は低下し、特に1.5mm以下では抵抗性は著しく低下する<sup>7)</sup>。0.5mmスライスでは抵抗性を示すはずの非親和性レースの感染に抵抗を示さず多量の胞子を形成するようになる。この場合に宿主細胞の過敏細胞死の起こる時間も遅れるが<sup>7)</sup>、しかし、過敏細胞死が起つたあとも、変色はしても褐変は起こらない。この実験結果は隣接健全組織から菌の生長を阻止する物質が感染部位へ転流沈着することを推定させる。実験を行った当時に最も可能性のある物質としてフェニールプロパンを考えたのは当然であった。そこで0.5mmスライスの片面に親和性と非親和性の濃厚胞子を接種して、のちにクロロゲン酸あるいはクロロゲン酸とアスコルビン酸の混合液で処理した(第1図)。

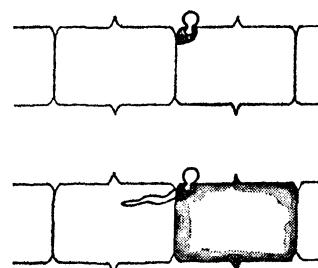
非親和性レースの場合にクロロゲン酸で処理すると(アスコルビン酸を混合してもほぼ同じ)スライスは褐変し、正常の抵抗反応に近い外観を示し、胞子形成は強く抑制される。これに反して親和性では低濃度では抑制はなくむしろ胞子形成は促進され、高濃度でも抑制ははるかに低い。非親和性レース接種の場合には前述のように、遅れるが過敏細胞死が起こる。したがって上述の実験結果はO-ジフェノール化合物(フェニールプロパン類)が健全隣接組織から過敏細胞死を起こした感染細胞へ転流して、そこに酸化沈着し褐変を起こし、かつ菌糸の組織内進展をとめることができること(可能性であって実際に起こっていることの実証ではない)を明らかに示している。実際の非親和性レース感染病斑での褐変は時間的に徐々に濃化してゆく、完全な褐変になるためには1日あるいはそれ以上の時間を要するよう見える<sup>8)</sup>。したがって実際に以上のような現象が感染組織で



第1図 疫病菌を接種した0.5mmスライス(ジャガイモ塊茎)をクロロゲン酸で処理したときの胞子形成率<sup>7)</sup>

起こっている可能性は非常に高い。

第1図から酸化によってクロロゲン酸が菌糸の進展を阻止すると考えられる場合でも与えたクロロゲン酸の量が $10^{-2}M$ という高い濃度で初めて50%程度の阻害を与えるにすぎない。実際のジャガイモに含まれるO-ジフェノール化合物の含量は傷害を受けて急激に増加した場合でも2日目でせいぜい $4 \times 10^{-4}M$ 程度(クロロゲン酸量に換算して)であって必要な量には達しない。しかし、前述の薄層スライスの実験ではクロロゲン酸による処理時間は30分であり、実際の感染組織では長時間にわたって周辺健全組織からフェノール化合物が集まって蓄積するとすれば褐変部への十分量の集積は当然期待されるところである。しかし、このことを定量的に証明することは不可能とは思えないが容易ではない。フェニールプロパン化合物の酸化が確実に疫病菌の細胞内生長を阻止する場合があることの証拠は筆者の顕微鏡観察で提出されている(第2図)<sup>9)</sup>。稚葉中肋表皮細胞ではポリフェノール化合物の含量は著しく高い。この細胞に菌糸が侵入して過敏細胞死が起こると細胞死とともに細胞



第2図 ジャガイモ中肋表皮(展開中の稚葉)に侵入した非親和性疫病菌が褐変によって褐変側へは伸長できず、褐変しない側へ伸長する。

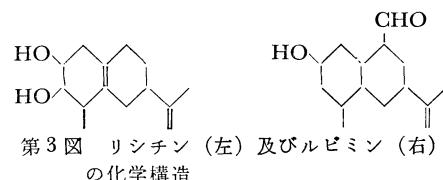
は黄変し(顕微鏡下にその瞬間を認めることができる),その後徐々に褐変が濃化する。その細胞中の菌糸も直ちに変色しこそその時点で菌糸の生長をとどめるよう見える。これを顕微鏡切片として検鏡を続けるとやがて細胞膜に接した褐変していない側で菌糸は生長を始め,褐変側は生長しない。この現象は短時間の間に起こることで,後に述べるようにこの間にリシチンの生成が起こることは考えられない。この観察は二つのことを示している。すなわちポリフェノール化合物の酸化が菌糸の生長をとめることがあることと,もう一つはポリフェノールの酸化による菌の生長阻止は殺菌というよりは(結果的には長時間後にそうなるだろうが)封じ込めであるように見えることである。

ジャガイモに含まれているクマリン化合物で感染によって著しく増加する化合物としてスコポリン及びそのアグリコンであるスコポレチンがある。HUGHES and SWAIN (1960) は疫病菌の感染を受けるとスコポリンの濃度が10~20倍に増加することを見いだし,その抵抗性における意義を述べている。しかし,その場合でも濃度は $10^{-6}$ ないし最高で $5 \times 10^{-6}M$ 程度である。CLARK<sup>10</sup>(1972)によればスコポレチンは親和性レースに侵された場合,すなわち罹病性の場合に増加し,非親和性レースに侵された場合,すなわち抵抗性の場合にはほとんど増加しない。疫病罹病組織のすべての細胞にこのスコポリンが含まれているわけではなく単一細胞あるいは2ないし数細胞のグループになってとびとびにスコポリン蓄積細胞が存在するという。このスコポリンが蓄積している細胞を含む層はほ場抵抗性が弱いほど広く分布しているという。また,必ずしも比例しているわけではないが一般にスコポリンの量もほ場抵抗性が弱いほうが多い。このスコポリンの量はクロロゲン酸の量にほぼ逆比例している。CLARKは疫病の菌糸は細胞間隙を走り,ところどころで細胞内に吸器を入れるという事実及び細胞内に入ってもスコポリンは原形質膜に囲まれた細胞中にあり,菌は原形質を破って中に入ることはないということから,菌がスコポリンに接触する可能性はないと考えている。したがってスコポリンが疫病抵抗性に役立つことはないと結論する。CLARKによれば親和性レースの感染によって抵抗反応に向かう代謝経路が転換して,抵抗反応に関係しない物質としてスコポリンが蓄積すると考えている。

ジャガイモに含まれているもう一つの抗菌性物質としてはステロイドグリコアルカロイドがある。一般にソラニンとして知られている物質で,このソラニンはクロマトグラフィーで $\alpha$ , $\beta$ 及び $\gamma$ ソラニン及び $\alpha$ , $\beta$ 及び $\gamma$

チャコニンにわかれる。通常の分析法ではこれらは一つのものとして分析され,ソラニン量として考えることができる。ALLEN & KUĆ (1968)によればジャガイモの皮部には全ソラニン量として $1.1 \times 10^{-3}M$ (品種ケネベック)程度が含まれていて,健全イモの皮部の抽出液中の抗菌性物質は大部分この物質によるという。しかし,この物質は非親和性疫病菌レースを接種した場合(抵抗反応になる)には生成せず,あるいは十分に生成しない<sup>11,12</sup>。また,ソラニンは周知のようにジャガイモの芽に多量に含まれるがこの芽も疫病菌に侵される。これらの事実はソラニンが疫病の抵抗性に役立っていないことを示している。しかし,ALLEN & KUĆはソラニンは*Helminthosporium carbonum*に対するジャガイモの芽の抵抗性に役立っていると考えている。このステロイドグリコアルカロイドはイソプレン誘導体であってメバロン酸経路を経て合成される。

この同じメバロン酸経路を経て合成されるイソプレン誘導体としてリシチン,ルビミン及びその関連物質がある。リシチンは1968年に北大理学部の正宗・勝井らと筆者らの共同研究によって発見,報告された<sup>13</sup>。この物質はファイトアレキシンの1種と見なすことができる。その後METLITSKYら<sup>14</sup>によって1970年にルビミンが発見された。この物質はリシチンと化学構造がよく似ている(第3図)。その後勝井ら(1972)によってリシチンと構造のよく似ているリシチノールが発見された。



リシチンのED<sub>50</sub>は約 $2.1 \sim 2.4 \times 10^{-4}M$ であり, $4.5 \times 10^{-4}M$ (100 $\mu g/ml$ )でほぼ完全に疫病菌の生長を阻害する。ルビミンもほぼ同様の抗菌性をもつ<sup>15,16</sup>。METLITSKYらによるとルビミンの含量はリシチンに比べてその量にあまりかわりはない。しかし,筆者の研究室における分析結果では一般にルビミンの量はリシチンの量に比べはるかに低い<sup>18</sup>。リシチンの感染部位における濃度は菌糸の生長をとめるのに十分な量に達する。また,実際に非親和性レースの菌糸が宿主細胞内で生長を阻害され始める時間にリシチンの生成が始まることが示された<sup>2</sup>。したがってリシチンが(そして多分ルビミンも)抵抗性組織での菌糸の生長阻害に重要な役割を果たしていることは疑いない。

リシチン,ルビミン,リシチノール及びその他の関連

物質<sup>17)</sup>は前述のように感染を受けて宿主が抵抗反応を示しているときにだけ生成し、健全植物あるいは親和性レースの感染を受けた組織には存在しない。どの疫病菌レースも、リシチンに対してその病原性に関係なくほぼ同じ程度の感受性をもつ。また、R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> 及び R<sub>4</sub> のどの抵抗性遺伝子をもつ品種も同じように非親和性菌の感染を受けるとリシチンを生産する。抵抗性遺伝子をもっていないいわゆる r-遺伝子をもつ品種も同じように何かの手段で褐変を起こすことによりリシチンを生成させることができる。したがって抵抗性品種における細胞内の疫病菌菌糸生長阻止のあるなしはリシチンに対する病原菌の耐性ではなく、リシチンの生成のあるなしにかかっていると考えられる。一般に植物を化学物質で処理することによってもファイトアレキシンの生成を誘導することができることが知られている。ジャガイモの場合にも HgCl<sub>2</sub> などで処理することによってリシチンの生成を誘導することができる。この場合処理で褐変が起った時にだけリシチンの生成が認められると結論される<sup>18)</sup>。以上から筆者らは疫病感染によって過敏細胞死が起り、その結果リシチン、ルビミンなどが生成蓄積すると結論する。

### III ほ場におけるジャガイモの疫病抵抗性の機構

以上述べたところから抵抗性の強さの程度を支配する要因として次のことが考えられる。

- (1) 過敏細胞死が速い場合により抵抗性になる。  
(経験的にそう考えられるが、完全な証明は将来の問題である)。
- (2) 代謝活性が高いような状態では過敏細胞死が速い。したがって抵抗性の程度は強くなる。
- (3) 非親和性菌の感染によってリシチン、ルビミンが新たに合成され抗菌的に働く。
- (4) 非親和性菌の感染によってポリフェノールが増加し、菌を封じ込めるように働く。
- (5) 細胞壁が堅い場合に貫入の時間が長く、したがって各種の抵抗反応が起こる十分な時間を与え、抵抗性は強くなるはずである。
- (6) 抵抗性が完全に起こるために感染組織の周囲に十分な量の健全細胞が必要である。

これらの諸要因が抵抗性の基本的に重要な要因であることは既に明確であって、ほ場における作物の抵抗性を考えてゆく場合に、まずこれらの知識によって説明を試みることは当然の順路であろう。

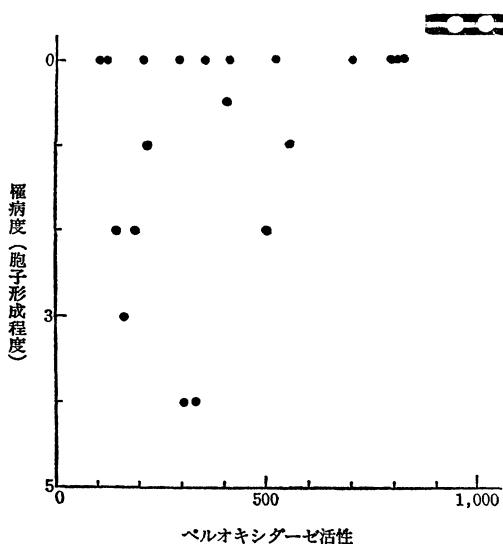
GRECHUSHUNIKOV (1939), KAMMERMANN (1950, 1951), KEDAR (1959), UMAERUS (1959, 1960) らによ

ってほ場における疫病抵抗性の強さの程度は葉のペルオキシダーゼ活性に比例するということが主張された。しかしながら実際のほ場における同一抵抗性遺伝子をもった異なる品種間のほ場抵抗性とペルオキシダーゼ活性を測定してみると<sup>19)</sup>、生育の早い時期(6月)には両者の間に相関は見られず、生育後期(7月中旬以後)に初めて見られるようになる。そこで各葉位のペルオキシダーゼ活性を時期別に測定してみた。その結果によると上位葉(おそらく展開した葉)ほど、ペルオキシダーゼ活性は高く、その結果晩生品種ほど平均した葉のペルオキシダーゼ活性が高くなることが示された。疫病抵抗性が熟期と高い相関にあることは周知のことであり、したがってペルオキシダーゼとほ場抵抗性の相関は直接的なものではなくペルオキシダーゼが葉齢と相関し、葉齢が疫病抵抗性と相関するにすぎないことが明らかになった。実際に若い葉より古い葉のほうがペルオキシダーゼ活性が高いにもかかわらず、古い葉のほうが疫病に罹病しやすい事実はペルオキシダーゼ活性がこの場合のほ場抵抗性に直接関与していないことを示している。

以上の事実はしかし、ペルオキシダーゼが実際にほ場抵抗性に関与する可能性がないということを示しているわけではなく、ただこの場合の相関が単に見かけ上のものに過ぎないことを示しているだけである。

そこでこの点を明らかにするために、比較的単純な実験系と考えられる塊茎切断面組織を用い、その切断面の抵抗性における品種間差とポリフェノール関連諸生理的要因の間の相関を調べた<sup>20)</sup>。その結果の一部を第4図に示した。供試した 22 品種(あるいは系統)はすべて R<sub>1</sub> 遺伝子をもつものである。非親和性レースに対する抵抗性の程度は特にペルオキシダーゼ、フェノールオキシダーゼ、O-ジフェノール含量の高い品種で常に高かったが、これらが低い品種群では一般に抵抗性の程度の弱い品種が多くあったが強いものもあった。親和性レースに対する反応では、その抵抗性の程度(その切断面上に生ずる胞子量)とこれらのフェノール因子との間の相関はほとんど見られなかった。以上の結果は、各品種を比較する場合に、感染のいろいろな条件を一定にすれば、フェノールに関連した要因が多く含まれている品種が一般に抵抗性が強いことを示している。同時にその逆は(フェノール関連要因の量が少なければ罹病しやすい)必ずしも成立しないことを示している。

次にこのポリフェノール関連要因にリシチンを加えて、品種間差を考えるために次の実験を試みた。R<sub>1</sub> 遺伝子をもつ 58 種の品種(ならびに系統)の塊茎切断面組織を用いて、抵抗性の程度と O-ジフェノール含量(切



第4図  $R_1$  品種群における塊茎切断面の疫病菌 race 0 の孢子形成程度とペルオキシダーゼ活性の相関

リシチンの含量	抵抗性の程度	O-ジフェノール含量( $\mu\text{g/g fr.wt.}$ )		
		<100	100-150	150<
少	弱抵抗性	■	■	■
	中抵抗性	■	■	■
	強抵抗性	■	■	■
中	弱抵抗性	■■■■■	■■■■	■■■
	中抵抗性	■■■■■	■■■■	■■■
	強抵抗性	■■■■■	■■■■	■■■
多	弱抵抗性	■	■	■
	中抵抗性	■	■	■
	強抵抗性	■	■	■

注 1 系統当たりのバーの長さ□

第5図  $R_1$  品種群における塊茎切断面の疫病菌 race 0 の抵抗性の強さと O-ジフェノール含量とリシチン含量の関係

断無接種 48 時間後) 及びリシチン含量(感染 48 時間後) の間の相関関係を調べた。結果は第5図に示した。

この場合の相関はポリフェノール関連要因だけで相関をとるよりは高くなっているようである。しかし、この場合にリシチンは感染によって生成したものであって、抵抗性の結果を見ていることになる。すでに明らかなようにリシチンは過敏性細胞死の結果生成するように考えられる。したがってある品種がより早く過敏的に反応するならばより早くリシチンが生成し始め、その結果リシチン含量は高く分析されることになる。リシチン含量

が高いものが抵抗性が強いことが、どこまでも結果にすぎないのか、それともリシチン生成能力に品種間差があるのかという問題の解決は将来に残されている。

このような塊茎の切断面組織という単純化された系でもなお決してポリフェノールとファイトアレキシンの生産量という要因だけで説明できるものでなく過敏反応性の程度の差という品種間差量を考えなければならないだろうということを前述したが、なおそれだけではないことが次の観察結果から示される。塊茎切断面に疫病菌を接種した場合の病斑形成過程を模式的に第6図に示した。これは高瀬(1968)、北沢(北農試)らの経験及び筆



第6図 ジャガイモ塊茎切断面の全面に疫病菌非親和性 race を接種した場合の横断面の褐変形成の様子のモデル(実物の模写ではない)

リシリの場合ここに図示したものはこれ以上病斑は進行しない。感染切断面に直角に横断面をつくったとして図示した。

者自身の経験を集めて模式的に表現したものである。リシリもケネベックも  $R_1$  遺伝子をもつがリシリはほ場抵抗性が最強であり、ケネベックはほ場抵抗性が弱い。しかし、図に示されるようにケネベックの場合にも抵抗性の強い部分はリシリに劣らず薄い褐変層をつくるだけで菌の進行をとどめている。しかし、リシリはこの抵抗性の強い組織が均一に分布し、ケネベックの場合は岬状に組織深部へ菌が進行できる組織が分布しているかのように見える。この病斑の違いが本当に強い組織と進行を許す組織の構成の問題なのか、それとも組織的には均一であるが単なる機会のためにこうなるのか現在のところ議論すべき証拠はないが、いずれにしてもリシリとケネベックの抵抗性の品種間差がこのようなものであるならば

組織を 10 g ずつとて分析して比較するだけでは問題の解決にならないことは明らかである。第6図を眺めるときジャガイモにおけるほ場抵抗性の品種間差について我々は何も知らないと感じられる。

ほ場抵抗性の極端な形としてジャガイモのリシリ品種、水稻の石狩白毛タイプのものがある。どのようなタイプのほ場抵抗性はどのような操作によるものであろうか。これらは将来の、そして非常に重要な問題であると考える。

### 引用文献

- 1) 富山宏平(1973) : 植物病害研究(赤井教授退官記念論文集) 8: 115~132.
- 2) SATO, N. et al. (1971) : Physiol. Pl. Path. 1: 289~295.
- 3) TOMIYAMA, K. (1966) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 32: 181~185.
- 4) ——— et al.(1966) : The dynamic role of molecular constituents in plant-parasite interaction. Ed. C. J. MIROCHA & I. URITANI, 165~182.
- 5) SAKAI, R. et al.(1967) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 33: 216~222.
- 6) SAKUMA, T. et al.(1967) : ibid. 33: 48~58.
- 7) KITAZAWA, K. et al.(1973) : ibid. 39: 85~89.
- 8) 富山宏平(1955) : 日植病報 14: 149~154.
- 9) ———(1970) : 植物の化学調節 5: 105~115.
- 10) CLARKE, D. D. (1972) : Proc. R. Soc. Lond. B. 181: 303~317.
- 11) TOMIYAMA, K. et al.(1968) : In Biochem. Regulation in diseased plants or injury (HIRAI, T. ed.) Phytopath. Soc. Japan. pp 287~292.
- 12) ISHIZAKA, N. et al.(1972) : Plant & Cell physiol. 13: 1053~1063.
- 13) TOMIYAMA, K. et al.(1968) : Phytopathology 58: 115~116.
- 14) METLITSKY, L. V. et al.(1971) : ソ連科学アカデミー通信、生物学シリーズ No. 3
- 15) VASYUKOVA, N. I. et al.(1970) : ソ連応用生化学及び微生物学 6: 431.
- 16) 石坂信之ら(1974) : 日植病報 4: 119 (講要).
- 17) HORIKAWA, T. et al. (1974) : 日植病学会昭和49年大会要旨.
- 18) 衣川 勝ら(1974) : 日植病報 40: 143.
- 19) SAKAI, R. et al.(1964) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 29: 33~38.
- 20) ——— et al.(1964) : ibid. 29: 120~127.



○日本植物病理学会秋季関東部会開催のお知らせ  
期日: 49年11月27日(水)午前9時30分~  
会場: 農林省農業技術研究所3階講堂  
東京都北区西ヶ原2の1の7  
電話 03-915-0161  
連絡先: 日本植物病理学会関東部会事務取扱所  
東京都目黒区下目黒5の37の21 〒153  
農林省林業試験場保護部樹病研究室内  
電話 03-711-5171 (内線 267 または 268)

### 新刊本会発行図書

### 農薬安全使用基準のしおり

昭和49年版

A5判 34ページ 200円 送料55円

農薬残留に関する安全使用基準、農薬の残留基準、作物残留性農薬および土壤残留性農薬の使用基準、水産動物の被害の防止に関する安全使用基準を1冊にまとめた書

### 次号予告

- 次11月号は下記原稿を掲載する予定です。
- |                       |       |
|-----------------------|-------|
| クリミドリシンクイガの生態と防除      | 高村 尚武 |
| クリ実炭そ病の生態と防除          | 内田 和馬 |
| ナス褐斑細菌病の生態と防除         | 山本 勉  |
| フキを加害するウスグロハナアブの生態と防除 | 浅山 哲  |

- |                       |       |
|-----------------------|-------|
| ブドウトラカミキリの生態と防除       | 山田 健一 |
| プリンスマロンの果実汚斑とその原因     | 白浜 賢一 |
| 海外主要カンキツ産国におけるウイルス病対策 | 佐々木 篤 |

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ  
頒価改訂 1部 260円 送料 16円

# 作物の耐虫性機構

高知大学農学部 平野千里

## はじめに

第2次大戦後、有機合成殺虫剤が広く農業害虫の防除に使用されるまで、作物の耐虫性向上は虫害を防ぐ重要な手段であった。そして近年、殺虫剤多用に対する反省から、再び注目されようとしている。

さて、殺虫剤を初め多くの害虫防除手段と比べて、耐虫性の働き方は極めて特異的で、もっとも理にかなった防除手段であると、筆者は考えている。それは、他の防除手段が直接害虫を殺し、その個体数を減少させることで効果をあげようとするのに対し、耐虫性の利用では害虫とその食物である作物との関係に影響を与えることによって、作物の受ける被害を低下させるのであり、害虫自身に第一義的に働くものではないことである。

害虫は、それが存在するから防除するのではなく、作物に被害を与えるから防除しなければならないのである。したがって、害虫防除の本来の目的は害虫を殺すことではなく、害虫の栄養摂取活動の結果生じる作物の被害を減少させることにある。作物が害虫の食物として適さなくなるよう方向づける耐虫性の利用は、殺虫剤や天敵の利用のように害虫の個体数を直接減少させることによって作物の被害を減らそうとする手段に比べて、はるかに害虫防除の本来の目的に沿った防除手段と考えるが、いかがであろうか。

害虫の個体数の管理こそが害虫防除の唯一の途であるかのような考え方があるが、巷間に流布されている。このような途の重要性を否定するつもりは毛頭ないが、害虫が害虫である度合いを低下させる耐虫性の利用に比べて、理論的に1桁下のレベルの防除法であるといえよう。

もちろん理論的にすぐれた方法が、今日の段階で、実用的に有効な防除手段であるとは限らない。耐虫性の利用だけで十分な防除効果をあげることは、現実には多くの場合困難であり、過大な期待はできない。筆者のいいたいのは、害虫防除の途を考える場合のフィロソフィーの問題である。

## I 昆虫抵抗性の形成

話が前後するが、最近筆者は栽培面の管理によって、農作物が害虫の食物として適さなくなるように方向づけた防除法を耐虫性向上と呼び、その主要な内容として

- (1) 虫害からの時間的回避
- (2) 農作物の生理的状態の調節
- (3) 遺伝的昆虫抵抗性の利用

を考えた(平野, 1973)。ここでは、これらのうち遺伝的昆虫抵抗性を中心に話を進めようと思う。

もともと植物の示す昆虫抵抗性は、昆虫の攻撃に対する植物の防衛メカニズムそのものであって、人間にとっての経済的被害の多少などとは無縁の自然現象である。植物は長い進化の過程で、草食動物の攻撃から身を守るいろいろの方法を獲得してきた。しかし、生産者である緑色植物を栄養源とすることなしに、自然界の食物連鎖は成立し得ない。第一次消費者である草食動物は植物の防衛手段に対抗し、これを克服する能力を身につける。そして植物は、再びこれに抵抗しようとする。このような繰り返しの結果、植物の防衛機構は次第に強力かつ複雑になっていったことであろうし、これに応じて動物の攻撃機構もエスカレートしてきたに違いない。こうして現在われわれがみる、植物と草食動物の間の秩序ができ上がったと考えられる。

少なくとも草食動物のうち、種類数からみても個体数からみても、その大部分を占めるいわゆる食植性昆虫に対しては、植物の防衛機構はかなりの成功をおさめている。どんな植物をとり上げてみても、これを攻撃できる昆虫の種類よりも、攻撃できない種類のほうははるかに多い。昆虫側からみても、食物となる植物よりも食物とならない植物のほうが圧倒的に多い。つまり食植性昆虫類のそれぞれの種類は、たくさんある植物の防衛機構すべてを克服しようとしたわけではなく(あるいは試みたが成功せず)、比較的少数の植物が示す、ほんのわずかの防衛機構だけをのり越える能力を得ることができたのであった。

## II 昆虫抵抗性のメカニズム

植物と食植性昆虫の間の秩序は、これを昆虫側からみれば寄主植物の選択としてとらえることができるし、植物の側からは昆虫に対する抵抗性とみることができる。昆虫の寄主選択と植物の昆虫抵抗性とが、表裏一体の関係にあることは、すでに指摘したとおりである(平野, 1971)。

とすれば、昆虫抵抗性の仕組みを探るには、昆虫の寄

主選択のメカニズムを考えればよい。昆虫がある植物を寄主として生活できるためには、植物は次のような条件を満たさなければならない。

- (1) 誘引因子をもつこと
- (2) 忌避因子をもたないこと
- (3) 定着因子をもつこと
- (4) 移動促進因子をもたないこと
- (5) 産卵刺激因子をもつこと
- (6) 産卵阻害因子をもたないこと
- (7) 摂食刺激因子をもつこと
- (8) 摂食阻害因子をもたないこと
- (9) 栄養的欠陥がないこと
- (10) 発育阻害因子をもたないこと

よく知られている古典的な PAINTER (1951) の昆虫抵抗性メカニズム—選好性 (preference/non-preference)，抗生作用 (antibiosis) 及び耐性 (tolerance) —と対比させると、条件 (1)～(4) は選好性，(9) と (10) は抗生作用に相当する。条件 (5)～(8) を選好性と考えるべきか、それとも抗生作用とすべきかについては、必ずしも明確ではない。もし、PAINTER に従って、昆虫が植物に到着するまでを選択性、到着したあとの生活に影響を与える要因を抗生作用とすれば、条件 (5)～(8) は抗生作用の範ちゅうに入れるべきである。また、感覚生理的反応を選好性、生化学的反応に関与する要因を抗生作用とすれば、これらの条件は選好性と考えられる。

もし、上記の条件が一つでも欠ければ、その植物はその昆虫の寄主とはなり得ない。つまり昆虫抵抗性の植物である。そしてこれらの条件の一つまたはそれ以上を満足しないことが、そのまま昆虫抵抗性のメカニズムなのである。

これだけ多くの条件がそろわなければ寄主—寄生者の関係が成立しないのであるから、植物は昆虫に対して抵抗性であるのが普通であって、寄主となることのほうが、むしろまれである。われわれが問題としている農作物とその害虫との組み合わせは、実はこのよういろいろの条件が完全に満たされた、数少ない例と思ってよい。

もちろん、これらの諸条件それぞれが、いつも同じ重要度をもっているわけではなかろう。昆虫によって、あるいは昆虫と植物の組み合わせによって、決定的な条件もあれば、あまり重要でない条件もある。また、条件によっては、更に細かい段階に分けて考えなければならない場合もあるし、幾つかの条件が同時に働くことも多いであろう。

### III 2, 3 の問題点

昆虫抵抗性の利用を実際に考えるとき、数多い問題点がある、そこにある。このなかから、これまであまり取り上げられなかった、比較的基本的な問題点を幾つか挙げておこうと思う。

昆虫がある植物を寄主とするためには、要求される一連の条件がすべて満たされなければならない。したがって昆虫は、種類によってその食性に多少の幅があるにしても、比較的少数の植物だけしか食物とすることができない。一方植物も、大部分の昆虫に対して抵抗性をもっているのが普通である。このように、昆虫は比較的少数の植物との間で、また、植物も比較的少数の昆虫と、それぞれ寄主—寄生者関係を成立させているということは、それらの関係が時間の経過とともにますます緊密な、より完成されたものに近づきつつあるとみてよいであろう。すると、これを人為的な処理、例えは抵抗性因子の導入によって、打ち破るのは、そうたやすいことではないと考えなければならない。ただ、希望がもてるのは、野生植物と違って、栽培植物とその害虫との関係のなかには、比較的近年、作物が栽培されるようになってから、寄主—寄生者関係が成立した場合がかなりあると思われる。これらの組み合わせでは、両者の関係はなお不安定な部分を残している。栽培植物はその遺伝的素質が比較的よく研究されていることもあり、抵抗性品種の育成、導入の可能性が残されている。

さて、強力な昆虫抵抗性を示す新品種が生まれたとしよう。これで万事解決かというと、そうはいかない。優れた抵抗性品種であればあるほど、広く栽培されることになる。害虫からみれば、高い淘汰圧がかけられることになる。特に食性的幅が狭く、野生の寄主植物のない害虫に対しては、その影響は大きく、その結果、害虫は絶滅するか、抵抗性を発達させるかのいずれかを選ぶことになる。昆虫抵抗性の作物に対して害虫の抵抗性が発達したよい例が、クリタマバチ抵抗性クリ品種に対するクリタマバチの抵抗性である(梅谷, 1972; 志村, 1972)。

植物に昆虫抵抗性が形成されてきたいきさつからみて、昆虫が昆虫抵抗性に対して抵抗性を発達させる可能性は十分にある。この抵抗性発達の有無、あるいはその速度は、昆虫抵抗性の強さ、抵抗性品種の栽培面積、野生の寄主植物の有無などを内容とする淘汰圧のほかに、

- (1) 植物の昆虫抵抗性のメカニズム
  - (2) 昆虫(個体群)の遺伝的素質
- によっても影響を受けよう。

抵抗性対策として、強い淘汰圧を選ぶべきか、適度の

昆虫抵抗性を利用すべきかなど問題は多いが、その解答は将来に残されている。ただ、幾つかの異なった昆虫抵抗性メカニズムを同時にもつ抵抗性作物を作り出すことが、昆虫の抵抗性発達を抑える上で、非常に有効であろうことだけを指摘しておこう。

最後に、耐性 (tolerance) についてふれておこう。PAINTER (1951) が作物の昆虫抵抗性のメカニズムの一つにあげた耐性は、BECK (1965) と平野 (1971) によって、昆虫抵抗性とは別の概念であることが指摘されたが、その位置づけは必ずしも明確なものではなかった。しかし、最近になって、昆虫抵抗性とははっきり異なった、明確な位置が与えられた (平野, 1973)。すなわち昆虫の攻撃に対して示される植物の防衛反応のうち、攻撃してくる昆虫に対してではなく、植物自身に向けられる反応が耐性なのである。

耐性は昆虫の加害に対して強健性、回復性、補償性などを示す植物の形質である。昆虫によって一定の攻撃があっても、それが直ちに被害につながるとは限らない。つながらなければつながらないほど、耐性が大きいといえよう。そしてこのような形質は決して攻撃してくる昆虫に向けられる反応ではなく、植物自身に向けられる反応であり、選好性や抗生作用を内容とする昆虫抵抗性が

攻撃してくる昆虫に対して積極的に向けられた植物の反応であるのとは、全く性格を異にしている。

耐性作物の利用と抵抗性作物の利用とは、それぞれ独立した耐虫性向上技術と考えるべきである。特に注目したいのは、作物の反応が害虫に対してではなく、作物自身に向けられていることからみて、害虫が耐性に対して抵抗性を発達させる可能性は、理論的に絶対にあり得ない点である。

筆者に与えられたテーマは、作物の耐虫性機構であったが、本文では具体的な耐虫性機構を解析し、ら列することを避け、耐虫性をどのように理解すべきかについて、最近考えていることを、幾つか述べた。しかし、筆者自身、耐虫性について完全な理解なり認識なりをもっているわけではない。誤りや独断の多いことをおそれ小文を終わる。

#### 引用文献

- S. D. BECK (1965) : Ann. Rev. Entomol. 10 : 207.  
 平野千里 (1971) : 昆虫と寄主植物、共立出版。  
 — (1973) : 総合防除 (深谷・桐谷編), 講談社.  
 R. H. PAINTER (1951) : Insect resistance in crop plants, MacMillan Co.  
 志村 黙 (1972) : 園試報 A-11 : 1.  
 梅谷献二 (1971) : 農業および園芸 46 : 950.

## 農薬要覧

農林省農蚕園芸局植物防疫課監修

好評発売中! ご注文はお早目に!

— 1974年版 —

B6判 542ページ タイプオフセット印刷

実費 1,700円 送料 160円

— おもな目次 —

- I 農薬の生産、出荷  
品目別生産、出荷数量、金額 製剤形態別生産数量、金額  
主要農業原体生産数量 48年度会社別農薬出荷数量 など
- II 農薬の輸入、輸出  
品目別輸入数量 品目別輸出数量 仕向地別輸出金額など
- III 農薬の流通  
県別農薬出荷金額 48年度農薬品目別、県別出荷数量 など
- IV 登録農薬  
48年9月末現在の登録農薬一覧
- V 新農薬解説
- VI 関連資料  
水稲主要病害虫の発生・防除面積 空中散布実施状況 防除機械設置台数 法定森林病害虫の被害・数量 など
- VII 付録  
法律 名簿 年表

農薬要覧編集委員会編集

- 1964年版 — 実費 340円 送料 160円
- 1965年版 — 実費 400円 送料 160円
- 1966年版 — 実費 480円 送料 160円
- 1970年版 — 実費 850円 送料 160円
- 1971年版 — 実費 1,100円 送料 160円
- 1972年版 — 実費 1,300円 送料 160円
- 1973年版 — 実費 1,400円 送料 160円
- 1963, 1967, 1968, 1969年版 —  
品切絶版

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

# イネいもち病に対する品種抵抗性検定法

農林省東北農業試験場 小林尚志

イネ品種のいもち病に対する抵抗性を客観的な尺度によって示すこと、すなわち抵抗性の検定方法を確立することは育種学では耐病性品種を選出する上の基本の問題であり、植物病理学では病害抵抗性の本態を明らかにする第一歩の問題である。我が国といもち病研究において抵抗性の検定方法に関する研究は、育種・病理それぞれの分野で以前より進められ、数多くの方策を生み出したが、現在なお研究途上の課題となっている。

今日、通常に用いられる検定方法はほとんどがイネにいもち病菌を接種し、現れた発病状態によって抵抗性的程度を判定するもので、一応、菌と寄主の直接的な関係の上に立つ確実な方法といえる。このほかにイネの体質より推定する方法も試みられているが、むしろ品種の一生における抵抗力の変動を探る手段として適したものが多く、本文では一応触れないこととした。

更に現在では後藤を中心に農林省植物防疫課で実施したいもち病菌の菌型に関する共同研究<sup>7)</sup>の成果により我が国といもち病菌の菌型（レース）の分化の実態が明らかとなり、また、山崎・清沢<sup>13)</sup>の努力により後藤らの菌型分類に利用しうるイネのいもち病抵抗性遺伝子型の解析に成功した。これらの新知見は、品種抵抗性をいもち病菌のレースに対する品種の反応が異なる真性抵抗性（質的抵抗性 Vertical resistance）、すなわち主働抵抗性遺伝子型に支配される抵抗性と、レースに対する反応は共通する品種の間でも罹病程度が異なって現れるほ場抵抗性（量的抵抗性 Horizontal resistance）に分割し、それに対応した検定法が必要であることを明らかにした。

真性抵抗性はイネの一生を通じて変化しない形質と考えられ、特定の菌株を幼苗に接種して、葉の病徵（病斑型）によって検定することができる。穂に接種する検定法も可能と考えられるが、手法上疑点もありまだ確立されていない。ほ場抵抗性は環境の影響を受けやすい微動遺伝子の集積結果に基づくとも考えられつつも、まだ定義を確立するまでの研究は進んでいない。当面、罹病程度の差を病斑の大小、罹病型病斑数、病斑面積率などを尺度として品種間の比較を行うのが通例である。広く用いられる畑晚播検定法は本田との相関もみられるので大量検定法として適している。穂いもちに対するほ場抵抗性については真性抵抗性の場合と同様、多くの問題点が残され、今後の検討にまかされている。

以下現在実施されている検定法についてその主なものと要約を試みるが、まず、各種検定法に共通でしかも第一段の要点である接種源の用意、接種方法を略述する。

## I 接種源及び接種方法

### 1 接種源の用意

接種源を自然に飛散浮遊するいもち病菌胞子に頼る場合は必要でないが、発病時期、レースを自由に制御できない。人工接種はこの欠点を補うもので、簡易な方法としては前年度の罹病節を保存し、検定時に散布するなど実際に行われるが、ここでは特定の菌株の胞子を比較的容易にかつ大量に形成させる方法を述べる。

#### (1) オオムギ穀粒培地<sup>4)</sup>

100 ml 三角フラスコに皮麦粒 12 g、蒸留水 18~20 ml を入れ綿栓を施し、120°C 18 分間高圧滅菌後直ちに蒸気を排出し、冷却後あらかじめ培養した菌糸を 1 フラスコ当たり 5 mm 角程度に切り取り白金耳で移植する。1~2 日間 26°C 前後に保ち、菌糸が周囲の麦粒に広がるのを待って十分振とうし、再び 26°C に 1 週間くらい保つと菌糸は麦粒を覆い、胞子を形成する。1 フラスコに清水 60 ml を混じガーゼでろ過すると、通常顕微鏡 150 倍 1 視野中 20~50 個以上の胞子を含む浮遊液を得る。洗浄後の麦粒は水を切り、シャーレなどに広げ開放状態で放置すると 1~2 日後に多量の胞子を麦粒上に形成させることができ、乾燥後冷所に保存することもできる。

#### (2) オーツ培地

中国農試<sup>3)</sup>で考案された方法を多少改善した方法である。第 1 段として蒸留水 1 l、砂糖またはブドウ糖 20 g、粉末酵母エキス 5 g を混合した液体培地に菌を移植し、時々振とうしつつ培養し菌糸片を含む液を用意する。このとき、培養フラスコに小ガラス玉など搾はん材を入れて菌糸が結集しないよう注意する。別に市販オーツを粉碎したもの 50 g、砂糖 20 g、粉末寒天 12 g（棒寒天では 15~20 g）、水 1 l を混じ、加熱し寒天が溶解したら 100 ml フラスコ 1 本当たり 50~80 ml を分注し、常法により高圧滅菌後、殺菌シャーレ 4~5 枚にフラスコ 1 本を目途にして平面培地を作る。先の菌糸浮遊液を固化した平面培地 1 個当たり 5 ml くらいを無菌的に流し、26°C 前後の定温に保つ。1 週間以内に寒天面は菌糸に覆われる所以、この時取り出して筆で菌糸面を掃き気中

菌糸を除く。この際 10,000 倍ストレプトマイシン水溶液で洗い流すとよい（流水でもよい）。気中菌糸を洗い去った培地はふたをとったまま通気のあるところで蛍光燈（1 m<sup>2</sup>当たり 20W 燈 4 本）下に曝光すると 1~2 日後に表面に多量の胞子を一齊に形成する。この培地はなお放置すると乾固するので、シリカゲル乾燥剤とともに冷蔵所に保存することができる。

以上の 2 法のうち（1）法は菌を純粋に保つことができ、（2）法は開放期間があるので厳密には混菌がないといえないが実用上は多量の目的の胞子を採取する良法である。

## 2 接種の手法

一般的な手法として注射接種法と噴霧接種法をあげる。注射接種法<sup>6)</sup>はイネの最上葉葉鞘に注射器で胞子浮遊液を注入し、葉鞘内の新葉に病斑を形成させ、展開後に生成する病斑を調査する。この方法は接種後、特に植物を温室に保つ必要もなく簡単であるが、1 個体ずつ処理しなければならないので、多数個体を一時に扱うには不便である。通常の抵抗性検定では 5 葉期の幼苗を用い、胞子濃度は 1 ml 当たり 2~5 万個が適当である。注入量は 1 個当たり 0.2~0.5 ml で十分である。噴霧法は胞子浮遊液を噴霧機でイネに噴霧し、18~24 時間噴霧した液滴が乾かないよう 24~26°C の温室に保ち、のちガラス室などに移す。胞子濃度は 1 ml 当たり 10~20 万個とし、液量は 5 葉期の苗で 200 本当に 60 ml くらいで十分である。この方法では一時に多数の接種を行うことができる。ここで留意することは真性抵抗性検定の場合病斑型で判定するのが通常であるが、注射接種法では噴霧接種法に比べて病斑型がやや確病的に傾く傾向があるのでいずれの方法を用いるかは検定目的によって選ぶ必要がある。

## II 真性抵抗性の検定

真性抵抗性の検定は換言すれば品種の保有する主働抵抗性遺伝子型を解析することとなる。イネの抵抗性を支配する遺伝子の構成については研究途上の問題で研究者によってそれぞれの見解があるが、ここでは実用上広く用いられている山崎・清沢による遺伝子構成を使用するのが利便が大きい。遺伝子型の推定は正確には両氏らの使用した菌糸を用いた注射接種による検定、品種間雑種の試みなどによる解析により決定すべきであるが、ここでは後藤らによる日本レースを使用し、噴霧接種法によって大まかな推定を行う方法について述べる。

現在の日本におけるいもち病菌レースの判別品種はインド稻系 36 種、支那稻系 3 品種、日本稻系 6 品種が用

いられ、18 レースが認められている（本誌第 23 卷第 11 号参照）。これらのレースのうち日本に分布する主要な 7 菌系に対する抵抗性の遺伝子分析が清沢<sup>5)</sup>によって行われ、日本に導入されている品種の抵抗性遺伝子としては、*Pi-a*, *Pi-i*, *Pi-m*, *Pi-k*, *Pi-ta*, *Pi-ta<sup>2</sup>*, *Pi-Z*, *Pi-Zt* などが発見されている。ここでは *Pi-a*（愛知旭型）、*Pi-i*（石狩白毛型）、*Pi-k*（関東 51 号型）及びその複合を推定しうる簡便法について述べる。

まず、N-1 と C-1 に対する反応で C-1 に R 反応ならば *Pi-a*, *Pi-i*, *Pi-k* 以外に更に他の遺伝子の存在が想定される。N-1 に R, C-1 に S 反応ならば *Pi-k* を含むと考えられ、更に C-8 に R ならば *Pi-k* のほかに *Pi-i* の 2 遺伝子、または *Pi-i* と *Pi-a* の 3 遺伝子を含み、C-9 に対する反応が R ならば *Pi-k*, *Pi-i*, *Pi-a* を含み、S ならば *Pi-i*, *Pi-k* の構成を推定できる。また、C-8 に S 反応を示す場合は C-9 で R ならば *Pi-k*, *Pi-a* の構成を、S ならば *Pi-k* 単独と推定する。同様に日本型品種の場合は N-1, C-1 に対する反応はともに S であり、更に N-2 に R の場合は *Pi-i* または *Pi-i*, *Pi-a* の複合であり、これが N-5 に R であれば *Pi-i*, *Pi-a* の複合、S 反応では *Pi-i* 単独と推定する。N-2 に S 反応の場合は N-5 によって *Pi-a* 単独か、+ (*Pi-k*) かを推定できる。以上をまとめると次ページの表となる。ここで N-2 と C-8, N-5 と C-9 は日本型に含まれる *Pi-a*, *Pi-i* における反応は同一であるので、C-8 と C-9 で間に合うから、結局 C-1, C-8, C-9, N-1 の 4 菌型でよいことになる。このような経過で推定した遺伝子型はあくまで一応の目安であり、遺伝学的な正確さは求め得ないものであり、また、未知の遺伝子を含む場合に模式どおりの結果よりはずれることも考えられる。また、検定に用いる菌株は少なくとも日本判別品種の上の反応は安定した株を用いる必要があろう。なお、この項に関しては清沢<sup>5)</sup>の論文を参照されたい。実際にこの程度の推定を行うにもある程度の経験を必要とするので、本文では参考として略述するに止めた。

## III ほ場抵抗性の検定

ほ場抵抗性についてはその現象の定義、機作、関連要因についての知識は不十分であり、したがってその検定方法についても確立したとはいえない。しかし、本文ではほ場抵抗性を真性抵抗性遺伝子型の同一な品種・系統間における罹病程度の差異として捕えることとする。ほ場抵抗性の検定方法として最も一般的な形は畑晚播苗代を用いた方法で育種過程の手法として知られており、改めてその手法を述べる必要はないと考えるが、2, 3 そ

レースを用いた抵抗性遺伝子型の推定

抵抗性遺伝子型	C-1	C-8	C-9	N-1	N-2	N-5
+	S	S	S	S	S	S
<i>Pi-a</i>	S	S	R	S	S	R
<i>Pi-i</i>	S	R	S	S	R	S
<i>Pi-k</i>	S	S	S	R	R	R
<i>Pi-a, Pi-i</i>	S	R	R	S	R	R
<i>Pi-a, Pi-k</i>	S	S	S	R	R	R
<i>Pi-i, Pi-k</i>	S	R	S	R	R	R
<i>Pi-a, Pi-i, Pi-k</i>	S	R	R	R	R	R

注 噴霧接種による反応を示す。

の得失ならびに改善の試みについて述べたい。畑晚播法は多数品種系統の検定が特別な施設も要せず行いうる点が最も優れており、栽培期間も長期にわたるので適切な耕種を得ればいもち病の本来の姿である初発よりまん延に至る過程での伝染環の繰り返しが行われ、品種の抵抗性程度をある程度本田に近い状態で示しうると考えられる。しかし、反面欠点もあり、当年の気象など環境要因の影響で発病の遅速があり、不齊一な発病となることはしばしば遭遇するところである。更に自然感染を待つ場合は現地に存在するレースに親和性の品種・系統でなければ検定できないことになる。このような諸点を改善するために人工接種による発病の制御が考えられるが、これは現地に存在する菌のレース以外のレース（厳密には同一レースでも現地で採取した菌株以外の他所の菌株）を接種することは好ましいことではなく、また、十分な隔離ほ場を得ることも困難が多い。そこで考えられたのがガラス室における室内検定法である。中国農試で試みた方法は多窒素条件下で育苗箱において7葉期に達したイネに対し、1 ml 中いもち病菌胞子を10~25万個含む浮遊液を120 cm<sup>2</sup> の箱1箱当たり10 ml 噴霧し、温室で24時間保った後、ガラス室に移し、発病を待ち、生成した罹病性病斑数を比較することにより、検定を試みた。この方法は畑晚播における結果とよく一致したので有効と考えられる。

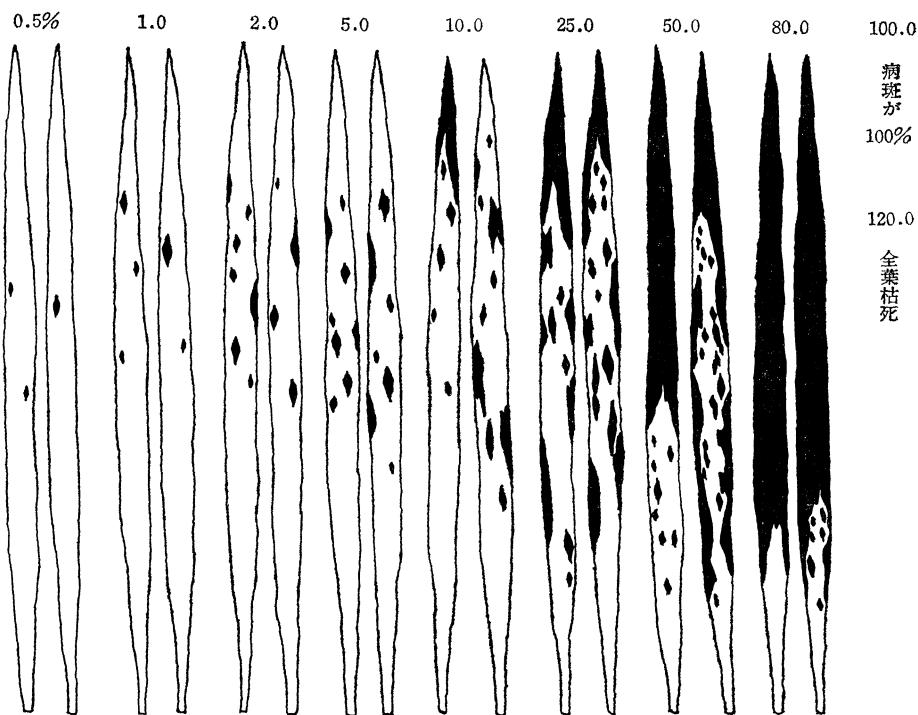
このほか、八重樫（未発表）は東北農試（大曲）において早期検定を試みた。これは現地で自然感染がまだみられない6月中旬以前に畠ほ場で接種検定を完了する試みで検討段階にあるが参考として紹介したい。本法は4月下旬~5月上旬に畠育苗と同様の形では場に播種し、寒冷紗被覆によって保護育苗する。6月上旬苗が4葉時のころに気温が17~20°Cに達する目中に通常の噴霧接種と同様に寒冷紗の上から苗床1 m<sup>2</sup>当たり300~400 ml の胞子浮遊液で噴霧接種する。この方法では湿度を保ちつつ、侵入に必要な温度を保つに十分で、均一な発病を得た。この方法で自然発病が起こる（7月上旬

以降）以前に検定が完了するので、レースを自由に選択することができる。

ほ場抵抗性の検定尺度としては病斑数、病斑面積率の計測、または達観によって指指数を与える方法がとられることが多いが、統一した基準として、株単位の罹病程度の把握には農林省発生予察事業実施要領による基準図、中国農試で作成した1葉の病斑面積率基準図が便利である。後者は特に噴霧接種を行うと自然発病と異なって上位葉に発病が多く、前出の株単位の基準図より利用しやすい。このような基準を用いた場合の評価方法には一定期間内における病斑面積率の増加率で示すことが多い。この場合、病斑面積率の増加が直線的な軌跡を示す範囲を用いるとよいが、ほぼ今までの試験例では病斑面積率が5%に達してから90%に至る間が適当と思われる。このほかに初発時の病斑数（罹病型）、初発より5%に達する期間、ズリコミの程度、枯死に至るかどうかなどを記録しておくと品種の特性を考察するに便利である。

畠晚播検定は歴史も古く現地でそれぞれ創意工夫がなされているところであるが、一般的な留意事項として次のようなことがあげられる。①初発時の病斑は少なめで均一であることが、のちの病勢進展の観察に有利である。②現地で強・弱の代表品種で真性抵抗性遺伝子型が明らかとなっている品種を比較対照品種としてできるだけ反覆して検定区に配置する。これにより区間における発病ムラを点検し、考察を容易になしうる。③ほ場抵抗性の検定の際の葉令は6~7葉期に発病がみられるのが適当であり、状況によっては薬剤で適期まで自然発病を防ぐことを考える。④人工接種を行うときは、接種したレースを大まかに判別できる品種を参考として栽植すると自然感染の有無の判定に役立つ。例えばN群レースを接種する場合関東51号を栽植すればC群レースの存否を推定しうる。⑤順調な発病経過を期待するために床土を乾燥させないよう灌水に注意する。

以上のようにほ場抵抗性を検定するためには親和性のある菌株を必要とする。しかし、ある品種について病原



第1図 病斑面積率基準図（中国農試病2研資料より転写）

性を示す菌株が得られない場合でも、ほ場抵抗性の評価の定まった品種を検定しようとする品種・系統と交配し、後代における姉妹系統のほ場抵抗性を検定することにより、親品種のほ場抵抗性を推定することができる。浅賀<sup>2)</sup>はこの方法によりとりで1号のほ場抵抗性を推定した。この方法は  $F_2$  でとりで1号と同じ真性抵抗性を有すると思われる個体を選び、 $F_3$  以降に罹病個体を混ぜるヘテロ系統のほ場抵抗性程度を片親に用いた既知品種と比較して推定する。この結果とりで1号のほ場抵抗性はクサブエと同程度で、極弱と推定された。

#### IV 穂いもちにおける抵抗性の検定

II, III において述べたように葉いもちについての真性抵抗性・ほ場抵抗性に関する知見は各種検定法にみられるようかなり集積、整理され、信頼しうる検定法が開発されている。しかし、穂いもちについては、穂いもちの病理学的研究そのものも研究途上の段階にあり、検定方法についても確立されてはいない。穂いもちに関する研究上の障害として品種により出穂期が大きく異なり、また、播種より出穂までの生育期間が長く、葉いもち研究における反復が困難なことがあり、更に真性抵抗性に関しても葉身に対しては病原性のみられないレース

が穂いもちから分離されたり、穂に病原性を示す例も知られ、穂いもち抵抗性検定にあたっては特にイネの条件の規制を確立する必要が痛感される。

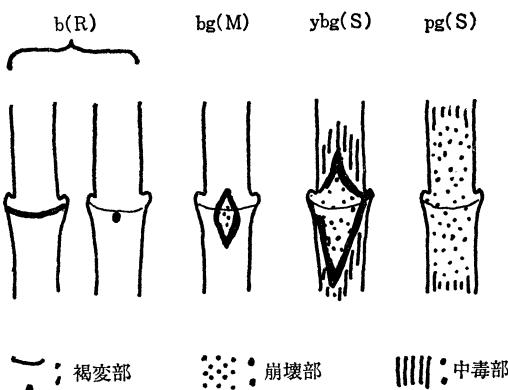
鈴木ら<sup>10)</sup>は出穂期を調整し、接種時期を整一にして品種の条件をそろえる種々の試みを行った。その一つとして生育中のイネの茎葉を切除することによって、一般に早生種では出穂期は遅れ、晩生種は早まる傾向があることに着目し、本田移植後約70日経過したとき、地際部より15cmの高さで上部を切除することにより、品種間の出穂期幅を縮小することができた。実際には地域により切除時期を考慮する必要がある。

出穂期の調整の他の方法として短日処理による出穂促進の途があり、中国農試、北陸農試でそれぞれ試みた。短日条件として北陸農試では日長を8時間半、中国農試では12時間とし、第3葉時より、21~25日間処理することで生育期間の短縮をはかり、良い結果を得た。

##### 1 穂いもちの調査方法

穂いもちの抵抗性評価方法として一般には罹病程度及び罹病部位に加重係数を与えた罹病指数で示すことが多い。この方法は簡単であるが、更に、穂いもちにおいても葉いもちと同様病斑型<sup>1)</sup>による区分も提案されている。病斑型によれば葉いもちと同様真性抵抗性検定に利

用しうるとも考えられるが、なお検討の余地があり、葉いもちとの関連も確認されていない。第2図に穂首における病斑型の模式を示した。



第2図 穂首いもち模式図

## 2 接種方法

噴霧法、注射法、自然感染など葉いもちと同様の手法で実施する。手法によって接種時期は異なり噴霧法では出穂後15~20日めくらいがよいという成績がある。注射法は穂ばらみ期以後穂が半分程度抽出した時までの間に注射器でまだ止葉葉鞘内にある穂部を十分浸す量の胞子浮遊液を注入する方法である。もちろん噴霧法では接種した後は湿室に保つ必要がある。自然感染による方法の改善の一方向として中国農試では感染源として葉いもちを激発させた苗床の内部に溝を設け、出穂した検定イネを溝中に沈め、激発苗と検定イネの穂部とがほぼ同一の高さになるよう調節し、濃厚な自然感染を生ずるよう処理し、更に前述の日長処理による出穂調節と組み合わせて目的を達している。

## 3 室内検定方法

簡単な方法としては場のイネの穂首より2節間を残した茎を採取し、0.015%の亜硫酸水または1.5%ショ糖液に下部を浸し、24°C下で噴霧接種し14日後十分判定しうる病斑を形成し得た<sup>8)</sup>。

間接的な方法で穂いもち抵抗性を検定する試みとして茎節接種法<sup>9)</sup>が行われている。これはまだ検討中で実用法ではないが簡単に実施でき、装置も必要としない点が優れている。は場で出穂したイネから穂首より下位2節めを中心とする5cmの長さに茎を切り取り、湿室としたシャーレに並べ、節上に胞子浮遊液を含ませた脱脂綿を置き、25~26°C下で接種を行う。発病程度は無発病(0)、小数の褐点を節上に生ずる(1)、……菌糸が節及び隣接の節間部まで覆い多量の胞子を形成する(7)の8段階に分け、品種ごとの平均値で比較する。この方法で節上に

黒点のみ生ずる場合をR(抵抗型)、節全面が黒変し、菌糸、胞子に富むものをS(罹病型)及びこの中間(M)とすると葉における日本判別品種におけるレースの反応とよい一致がみられた。また、節上の病斑拡大の程度はほ場での品種の穂いもち発病程度と似かよっているので興味深い。

## 4 その他

穂いもちの抵抗性を判定するため接種法としては、脱脂または粉末ろ紙+CMCに胞子浮遊液を含ませて穂首に塗りつける方法がある。また、室内検定法として葉いもちにおける葉鞘裏面細胞接種法<sup>11)</sup>に相当する、穂軸内面細胞接種法がある。手技はほとんど葉鞘接種法と同じであるが、内面のワックス質を除いてから胞子浮遊液を注入すること(半分に割ってもよい)である。両法とも調査に労力を要すること、多少熟練を要することで一般的ではない。高橋・後藤<sup>12)</sup>は葉鞘接種法による抵抗性解析を試みている。

## おわりに

以上、いもち病抵抗性的検定法のうち、主として広く用いられ、また、比較的容易に実施できるものについて述べた。ただ本文において、菌の準備など、検定技法以前の事項を取り上げたのは、日常よく質問されることであり、かつ検定の遂行の基礎となることと考えたからである。いずれにせよ、いもち病抵抗性の問題はなお研究途上にあり検定技術についても研究者の創意を大いに加える必要があろう。特に穂いもちについては早急に確立した検定法が必要である。本文に引用させていただいた研究成果のうち、特に断らないで場所名を用いた場合は農林水産技術会議事務局研究成果63(1973)によった。紙面で関係の方々に謝したい。

## 参考文献

- 1) 鎌谷大節(1955): 北日本病虫研報 6: 29.
- 2) 浅賀宏一ら(1972): 日植病報 38: 176(講要).
- 3) 古田 力ら(1967): 植物防護 21: 160~162.
- 4) 河村貞之助ら(1960): 植物病理実験指針: 16. 養賢堂, pp. 129.
- 5) 清沢茂久(1969): 植物防護 23: 465~471.
- 6) 栗林數衛ら(1953): 北陸病虫研報 3: 9~10.
- 7) 農林省農政局植物防疫課(1972): 農作物有害動植物発生予察特別報告 24: 216.
- 8) 桜井義郎ら(1963): 中国農業研究 26: 43~44.
- 9) 進藤敬助ら(1971): 日植病報 37: 381(講要).
- 10) 鈴木幸雄ら(1969): 北陸病虫研報 17: 40~43.
- 11) 高橋喜夫(1951): 北海道立農試報告 3: 1~61.
- 12) ————ら(1967): 育種学最近の進歩 8: 79~87.
- 13) 山崎義人ら(1966): 農技研報告D14: 39~66.

# イネ白葉枯病に対する抵抗性品種とその利用

農林省野菜試験場 江 づか あき のり  
え 塚 昭 典

## はじめに

イネ白葉枯病は、我が国ではいもち病に次ぐイネの重要な病害の一つとして古くから注目され、これに対する抵抗性品種の育成はすでに50年の歴史をもっている。その経過については、先に藤井<sup>6)</sup>によって本誌上にくわしく紹介された。この間、多くの優良抵抗性品種が普及し移され、特に西南暖地の稻作安定に大きな役割を果たしてきた。

しかし、まだ問題の全部が解決されたわけではない。1957年の福岡県におけるアサカゼの罹病化<sup>9)</sup>は、本病に対する品種の抵抗性が菌系によって変動する場合のあることをはっきりと示した。しかし、それに対する育種的対応はまだ必ずしも十分ではない。また、白葉枯病を扱っている病理学者や育種家の間には、主として用語の不統一に起因する論議の混乱がかなりみられる。それが一般的の理解を不當に妨げている面がないとはいえない。

本稿ではこれらの点についてなるべくわかりやすく問題を整理するとともに、今後の本病抵抗性育種はいかにあらべきかについてもふれてみたいと思う。

## I イネ品種と白葉枯病菌との相互反応による両者の分類方式

久原ら<sup>9)</sup>によってアサカゼの罹病化が報告されて以来、本病菌の寄生性分化の問題は多くの研究者の関心を集めてきた。イネ品種と白葉枯病菌菌系との相互反応について多くの試験が行われ、その結果、両者の分類方式

について幾つかの提案がなされた。しかし、それらの分類方式は一見はなはだまちまちであったため、研究者によつて著しい見解の相違があるかのような印象を一般に与えてきた。ところが、データの内容をよく検討してみると、それらの違いは主として品種群・菌系群の名前のつけ方の違いに起因するものであつて、群の分け方に多少の粗糲の差はあるものの、本質的には各研究者の分類方式は互いに矛盾するものではないことが分かる。第1表はそれらの分類方式を内容に従つて整理し、相当する群同士を横に並べて対比させてみたものである。群の命名法がこれだけ不統一であつては、一般に理解されにくかったのも無理のないことであろう。

これらの分類方式の中で、高坂<sup>8)</sup>の方式が現段階では最も合理的で理解しやすいと考えられるので、今後はこれを我が国における標準的な分類方式とすることを提倡したい。この方式は坂口ら<sup>13)</sup>と鶴尾ら<sup>15)</sup>との折衷方式であつて、その内容は第2表のとおりである。

この分類方式によれば、日本産の白葉枯病菌菌系は病原性を異にする三つの菌系群に大別され、また、日本稻及び若干の外国稻を含むイネ品種は、それら3菌系群に対する抵抗性の違いによって四つの品種群に大別される。

日本稻の実用品種の大部分は金南風群に属し、3菌系群のいずれに対しても感受性である。一部の日本稻で本病抵抗性を目標として育成された品種のほとんどは黄玉群に属し、第I群菌系には抵抗性を示すが、第II群、第III群菌系の存在下では感受性となる。Rantaj-emas群及

第1表 イネ品種と白葉枯病菌との相互反応による各種分類方式の対比<sup>2)</sup>

項目	仮谷・鶴尾(1959)	吉村ら(1960)	久原ら <sup>9)</sup> (1965)	草葉ら <sup>10)</sup> (1966)	坂口ら <sup>13)</sup> (1968)	鶴尾ら <sup>15)</sup> (1966)	高坂 <sup>8)</sup> (1969)
品種群の分類	朝日 etc.	罹病性品種	{弱品種 (中品種)}	罹病性品種群	金南風群	IV群	金南風群
	黄玉 etc.	抵抗性品種	強品種	抵抗性品種群	黄玉群	III群	黄玉群
	—	—	—	—	Rantaj-emas群	II群	Rantaj-emas群
	—	—	—	—	—	I群	早稻愛國群
菌系群の分類	H-9	弱菌株群	II型	B群	I群	A型	第I群
	H-15, H-16	強菌株群	I型	A群	{II群 III群}	B型 C型	第II群 第III群

第2表 高坂<sup>8)</sup>の分類方式 (品種名一部訂正)

品種群	代表品種	菌系群		
		I	II	III
金南風群	金南風, 十石, 農林37号, シモツキ, 朝日, Originario	S	S	S
黄玉群	黄玉, 全勝17号, 農林27号, Nep-Vai, 大葉子, Sigadagabo	R	S	S
Rantaj-emas群	Rantaj-emas 2, Tadukan, Te-tep, Nigeria 5	R	R	S
早稻愛国群	早稻愛國3号, 中新120号, TKM-6, Lead Rice	R	R	R

注 S : 感受性, R : 抵抗性

黄玉はコウギョク, 早稻愛國はワセアイコクと読むのが正しい。愛國早稻3号系という呼称は現在は用いられない。Rantaj-emasは原産地のインドネシアでは最近 Rantai Emas または Rantai-Emas と書くことになったという。

び早稻愛國群には、日本稻の実用品種はほとんど含まれていない。

白葉枯病菌については、我が国に最も普通に分布するのは第I群であると考えられる。しかし、第3表にもみられるように、第II, III群に属する菌系も決して珍しいわけではない。特に、この東海近畿地方のように、従来黄玉群品種が栽培された実績に乏しい地域においてさえ第II, III群の分布がみられることは注目に値する。長年にわたって黄玉群品種が広く栽培されてきた九州地方では、すでにかなりの程度その罹病化が進んでいるとのことであるが、これは第II, III群菌系の増加によるものと推定することができる。

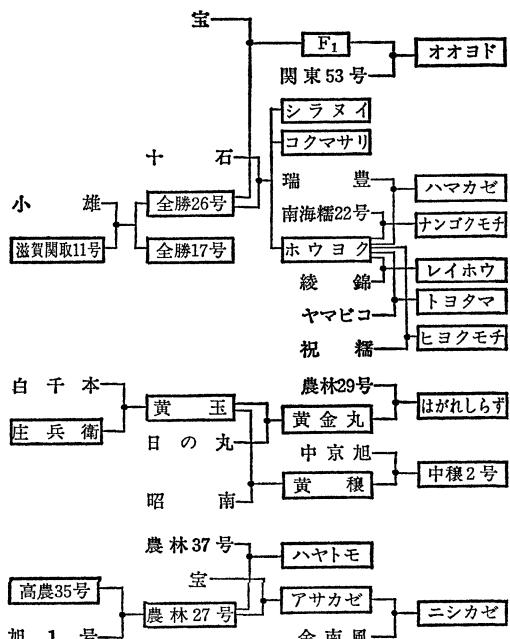
このような実態を考慮すると、今後の白葉枯病抵抗性育種は、従来の黄玉群品種中心主義から脱して、新しい

方向を切りひらくことが必要であろうと思われる。その方向の一つとしては、早稻爱国群品種の育成があり、他の一つとしては、いわゆる量的抵抗性(ほ場抵抗性)の積極的利用があげられよう。

## II 黄玉群品種の抵抗性の利用

既に藤井<sup>6)</sup>によって紹介されたように、黄玉群に属する日本稻の育成品種の大部分は、日本在来の滋賀関取11号、庄兵衛、及び高農35号の3品種に由来するものである。それらの育成系譜は第1図に示した。なお、このほかに、Tadukanに由来する Pi No. 1 がある。これら品種の抵抗性は、いずれも同一の主働抵抗性遺伝子 *Xa-1* によるものであることが、坂口<sup>12)</sup>初め数人の研究者によって確認または推定されている。したがって、この *Xa-1* 遺伝子の作用が働くかのような菌系(第II, III群)が優勢になれば、これらの抵抗性品種はいずれも罹病化することになる。

なお、中穀2号の後代である幸風及び日本晴の抵抗性は *Xa-1* によるものではなく、量的な抵抗性であるらしい。Rantaj-emas群品種は *Xa-1* のほかに第II群菌系に作用する *Xa-2* 遺伝子をもつために、第I・第II両菌系群に対して抵抗性を示す<sup>12)</sup>。しかし、これとても第III群



第1図 滋賀関取11号、庄兵衛及び高農35号に由来する白葉枯病抵抗性品種の育成系譜  
(□内は抵抗性遺伝子 *Xa-1* をもつと推定されるもの)

第3表 東海近畿地域におけるイネ白葉枯病菌菌系群の分布調査 (1970~71)<sup>2)</sup>

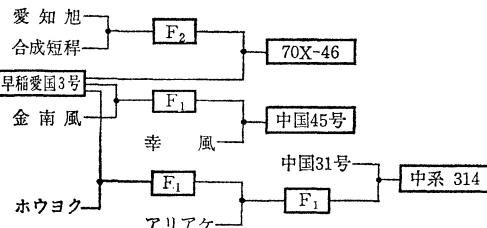
府 県	菌 系 群			
	第 I 群	第 II 群	第 III 群	
静	岡	14	4	0
愛	知	7	1	5
岐	阜	15	7	0
三	重	13	5	1
滋	賀	22	1	0
京	都	18	0	1
大	阪	1	3	0
和	歌	1	0	1
計		91	21	8

の菌系が増殖してくれば、罹病化してしまうことになる。

### III 早稲爱国群品種の抵抗性の利用

そこで、当面の対策の一つとして考えられるのは、我が国に分布する三つの菌系群のすべてに強い早稲爱国群に属する実用品種の育成である。早稲爱国群の品種としては EZUKA ら<sup>2)</sup>により 19 品種が報告されているが、その中には日本稻の在来種や外国稻など形質の非常に異なるものが含まれている。また、その抵抗性を支配する遺伝子も、同じものばかりではないらしい。

それらのうち、日本稻の育成母本として比較的有望で、しかも安定した白葉枯病抵抗性を示すものとしては、早稲爱国 3 号とそれに由来する抵抗性をもつ中国 45 号、中系 314 及び 70X-46 があげられる。それらの育成系譜は第 2 図に示した。この早稲爱国 3 号の抵抗



第 2 図 早稲爱国 3 号に由来する白葉枯病抵抗性品種の育成系譜

(□内は抵抗性遺伝子 *Xa-w* をもつと推定されるもの)

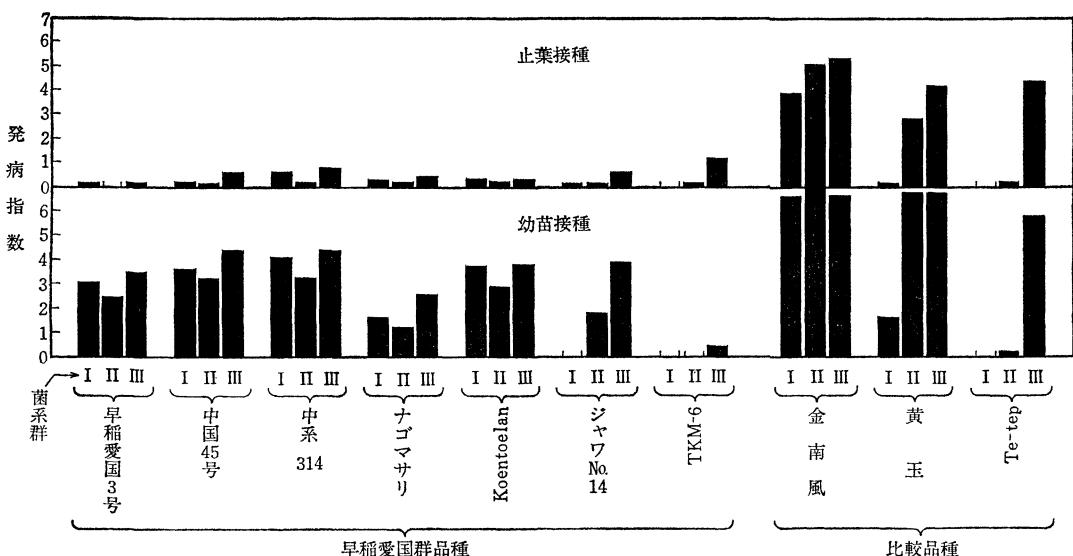
性は坂口ら<sup>13)</sup>によって発見されたものである。

近年、これらの品種は各地の水稻育成機関で交配母本として用いられるようになってきたので、近い将来に早稲爱国 3 号の血を引く実用品種の出現も期待できそうである。

早稲爱国 3 号の抵抗性は、三つの菌系群に共通に作用する新しい主働抵抗性遺伝子 *Xa-w* によるものであることが EZUKA ら<sup>5)</sup>の遺伝子分析によって明らかにされた。同じ品種群に属するナゴマサリ、ジャワ No. 14 及び Koentoelan も *Xa-w* と同じか、もしくはそれと密接に連鎖する主働抵抗性遺伝子をもつものと推定された。しかし、中新 120 号、アキシノモチ、70X-43 (Lead Rice から育成)、TKM-6 などの抵抗性は、*Xa-w* とは異なる遺伝子に支配されているものと推定された。

早稲爱国群の品種を育成する場合に注意しなければならないのは、この品種群の抵抗性は幼苗期の針接種では検出しにくいものが多いことである<sup>3)</sup> (第 3 図参照)。的確な検定のためには、止葉(成稻)針接種法か、もしくは幼苗噴霧接種法<sup>7)</sup>によらなければならない。また、成稻剪葉接種法もかなり有効である。このような抵抗性はいわゆる adult resistance に該当するものであるが、日本のように稻作後期に病勢が進展するような発病条件のもとでは、十分抵抗性品種として役立つものと思われる。

さて、それでは早稲爱国群の品種には罹病化のおそれはないのであろうか。この点については、既に沖縄県で



第 3 図 早稲爱国群品種の抵抗性発現の幼苗期と成稻期とにおける差異<sup>3)</sup>

ナゴマサリが本病に侵されるという報告があり、また、インド、インドネシアでは早稲爱国3号を侵す菌系が見出されている。更に、TKM-6は我が国では圧倒的な強さを發揮するが、原産地のスリランカでは抵抗性品種とはいえない程度に罹病することである。したがって、早稲爱国品種の抵抗性といえども決してオールマイティではなく、病原菌の変異によって将来罹病化する危険性がないとはいえない。

#### IV 量的抵抗性（ほ場抵抗性）の重要性

そこで、クローズアップされてくるのが、病原菌の変異にあまり関係がないと考えられている量的抵抗性の積極的利用である。ここで量的抵抗性というのは、いもち病などの場合に用いられるほ場抵抗性とほぼ同じ意味と解していただきたい。例えば、久原ら<sup>9)</sup>が白葉枯病抵抗性中品種として分類した農林18号、ベニセンゴク、大分三井120号などの抵抗性は、量的抵抗性とみなされる。

量的抵抗性は多くの場合ポリジーン支配であって、作用力の小さい多数の遺伝子の加算的効果によって発現する。したがって、*Xa-1*, *Xa-w*などのような主働遺伝子に支配される質的抵抗性（真性抵抗性）と異なり、それを侵しうる菌系が出現する可能性が小さく、抵抗性の程度はあまり高くないが、菌系の変異に対しては安定した抵抗性であると考えられている。安藤ら<sup>1)</sup>によれば、金南風品種の第I, II, III群に対する量的抵抗性の間、また、黄玉品種の第II, III群に対する量的抵抗性の間にはそれぞれ高い相関関係が認められるという。これは量的抵抗性の発現機構がどの菌系群に対しても同様であることを暗示しており、実用上はなはだ都合のよい性質であるといえる。

ただし、ポリジーン支配の抵抗性は罹病化の危険性は少ないかわりに、育種技術上は取り扱いにくいという不利な点をもっている。しかし、今までの水稻育種事業の中で既に意識されるとされないとかかわらず、白葉枯病抵抗性のポリジーン集積は行われてきた。そして、最近の奨励品種の中には実用上有効なかなり高度の量的抵抗性をもつ品種が現れている。幸風や日本晴もその例であるといえよう。

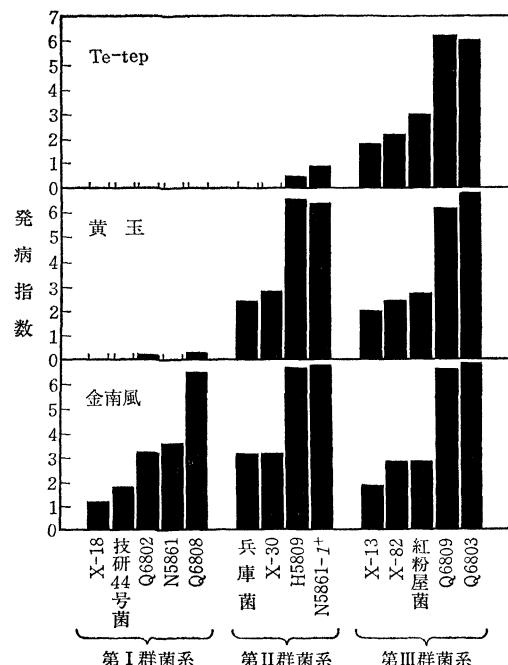
今後の問題点は、このような高度の量的抵抗性品種をより効率的に育成するための技術論の確立である。そして、更にはそのような量的抵抗性と主働遺伝子による質的抵抗性とを結合して、より安定性の高い抵抗性品種を育成することである。この方面に関与しておられる育種関係の方々の今後の御努力に大いに期待したい。

#### V 白葉枯病菌における病原性と病原力

従来我が国の白葉枯病研究者の間では、「病原力」という語が質的なものも量的なものも含めた広義の病原性、あるいはむしろ、量的な病原性の意味に用いられている場合が多い。海外の文献でも、“virulence”という語が“pathogenicity”とほぼ同じ意味、または量的な病原性の意味<sup>18)</sup>に使われている場合が多いようである。おそらく我が国の「病原力」はこの“virulence”に相当する語として意識されているのであろう。これは本病に限らず、一般に植物細菌病学者の間にみられる普通の傾向のようである。

このような用語法は、もちろんそれ自体がよいとか悪いとかいうものではない。ことばというものは本来約束ごとであり、意思伝達の手段として十分役立つならばそれでこと足りる。ところが、イネ白葉枯病の場合には、既に久原ら<sup>9)</sup>及び草薙ら<sup>10)</sup>によって、菌系間の病原性的差異が質的なものと量的なものとに明らかに区分できることが指摘されている。最近 EZUKA ら<sup>4)</sup>もこの点を追試して、同様の結論を得た。

すなわち、第4図中の供試14菌系はまず金南風、黄玉、Te-tepの三つの判別品種上における抵抗性反応の質的な差異（親和性の有無）によって、第I, II, III群



第4図 イネ白葉枯病菌菌系間における病原性的質的及び量的差異<sup>4)</sup>

の3菌系群に大別された。そして、更に各菌系群の中でも、菌系によって同一品種上における発病度に著しい量的な差異が認められた。興味あることには、この量的病原性は、菌系と寄主品種との親和性関係にある（質的病原性がプラス）かぎりにおいては、品種のいかんにかかわらず同様に現れる。すなわち、第Ⅰ群菌系の金南風、黄玉に対する量的病原性、また、第Ⅲ群菌系の金南風、黄玉、Te-tepに対する量的病原性の菌系間差異は、それぞれ非常に似た傾向を示している。ただし、菌系と寄主品種との不親和性関係にある（質的病原性がマイナス）場合には、量的病原性の差異はかくされてしまって、ほとんどまたは全く現れない。

この質的病原性と量的病原性との関係は、ちょうど抵抗性の場合における質的抵抗性と量的抵抗性との関係に似ている。いずれの場合も、質的なものは特異的に、量的なものは非特異的に働くのが普通である。VAN DER PLANK<sup>14)</sup>は一般に特異的抵抗性を垂直抵抗性（vertical resistance）、非特異的抵抗性を水平抵抗性（horizontal resistance）と呼び、更に同じ考え方を病原性の場合にも適用して、特異的病原性を“virulence”，非特異的病原性を“aggressiveness”と呼んだ。のちに ROBINSON<sup>11)</sup>はより端的に、これらに“vertical pathogenicity”及び“horizontal pathogenicity”的呼称を与えた。WATSON<sup>17)</sup>もVAN DER PLANK<sup>14)</sup>とほぼ同様の考え方で pathogenicity, virulence, 及び aggressiveness にそれぞれの定義を与えている。このような考え方は、上述のイネ白葉枯病菌の場合にもよくあてはまるようと思われる。

いずれにしても、このように病原性の内容が二つのカテゴリーに分けられるものであるとすると、従来のように単なる「病原力」あるいは“virulence”という単一の物差で白葉枯病菌の病原性を測ることには問題がある。非特異的な量的病原性だけが関与する場合ならばそれでよいが、特異的な質的病原性の差異を含む場合には、両者を区別して考えないと話が混乱する。例えば、第4図中で Q6808 が黄玉や Te-tep をほとんど侵さないからといって、その「病原力」が弱いとするのは妥当でない。金南風に対してはこの菌は非常に強い病原性を示すからである。一方、X-13 が黄玉や Te-tep をも侵すからといって、その「病原力」が強い、というのも妥当とは思われない。更に Q6808 と X-13 とを比べてどちらが病原力が強いか、という話になると、もはや「病原力」ということばの定義を明確にしなければ答えられなくなる。

そこで、このような混乱を防ぐために、今後は「病原力」という語は量的病原性だけに用いることとし、質

的な病原性（狭義の「病原性」、これに相当する適当な文用語はまだない）と区別することが必要である。イネの白葉枯病を初め、多くの糸状菌病の場合には、既にそのような使い方が一般化しつつある。そして、「病原力」に相当する英語としては“aggressiveness”を用いるのが無難であろう。“Virulence”は VAN DER PLANK<sup>14)</sup>によって逆の意味の特異的病原性に当てられており、これは細菌病学の分野での慣例とは一致せず、都合が悪い。ROBINSON<sup>11)</sup>は“virulence”的語は従来種々の意味に乱用されているので、なるべく使用しないほうがよいとしている。このような状況下では、少なくもイネ白葉枯病菌の場合には、“virulence”という語を明確な定義を示さずに使用するのは避けたほうがよいと思われる。

## VI 热帯アジアにおける白葉枯病抵抗性の諸問題

热帯アジアにおけるイネ白葉枯病抵抗性に関しては、今後検討を要する問題点が多い。

まず、热帯アジアからの報告では、我が国の場合と異なり、抵抗性や病原性の質的な差異がはっきりしない場合が多い。この原因是、質的な抵抗性が実際に存在しないためなのか、それとも、検定技術上の不備のために検出されるべき抵抗性が検出されていないのか、よく分からぬ。ともかく、大部分の検定が幼苗針接種法だけで行われているのは、気になるところである。

次に、热帯地方に多い本病の一症状である萎ちう症（クレセック症）に対する品種抵抗性の問題がある。WATANABE<sup>16)</sup>によれば萎ちう症抵抗性は普通の葉枯症抵抗性と必ずしも一致するとはかぎらないとのことであるが、もしそうであれば、热帯地方の本病抵抗性育種は萎ちう症と葉枯症との両者に対する検定を要することになる。両症状に対する抵抗性の遺伝子支配がどのようにになっているのか、興味をそそられる問題である。

## む　す　び

我が国におけるイネ白葉枯病抵抗性の研究は、いもち病などの場合に比べるとかなり不統一な形で進められてきた。しかし、これからは、農業の現場に対応するためにも、また、海外との研究交流を円滑にするためにも、ある程度国内で統一されたコンセンサスをもつことが要求される。もちろん、研究そのものは自由でなければならないが、用語・名称の最少限度の統一は必要であろう。抵抗性についての考え方には研究者によって多少の相違があるのはむしろ当然のことである。しかし、用語の意味内容の誤解から論議が混乱し、相互理解が妨げられるのは望ましくない。その意味でこの小文が今後の検討のた

たき台として役立つならば、筆者の最も幸いとするところである。

#### 引用文献

- 1) 安藤隆夫ら (1973) : 北陸病虫研報 21 : 32~35.
- 2) EZUKA, A. & HORINO, O. (1974) : 東近農試報 27 : 1~19.
- 3) ——— et al. (1974) : 同上 27 : 20~25.
- 4) ——— & HORINO, O. (1974) : 同上 27 : 26~34.
- 5) ——— et al. (1974 予定) : 同上 28 : 印刷中.
- 6) 藤井啓史 (1968) : 植物防護 22 : 113~115.
- 7) 堀野 修ら (1973) : 北陸病虫研報 21 : 29~32.
- 8) 高坂淖爾 (1969) : 農及園 44 : 208~212.
- 9) 久原重松ら (1965) : 九州農試彙報 11 : 263~312.
- 10) 草葉敏彦ら (1966) : 農技研報 C20 : 67~82.
- 11) ROBINSON, R. A. (1969) : Rev. Appl. Mycol. 48 : 593~606.
- 12) 坂口 進 (1966) : 農技研報 D16 : 1~18.
- 13) ———ら (1968) : 同上 D18 : 1~29.
- 14) VAN DER PLANK, J. E. (1968) Disease resistance in plants. 206 pp.
- 15) 鶴尾 養ら (1966) : 中国農試報 A13 : 55~85.
- 16) WATANABE, Y. (1974 予定) : 東近農試報 28 : 印刷中.
- 17) WATSON, I. A. (1970) : Ann. Rev. Phytopath. 8 : 209~230.
- 18) ANONYMOUS (1940) : Phytopathology 30 : 361~368.

### 新刊本会発行図書 農薬用語辞典

農薬用語辞典編集委員会 編

B6判 100ページ 1,200円 送料85円

農薬関係用語 575用語をよみ方、用語、英訳、解説、慣用語の順に収録。他に英語索引、農薬の製剤形態及び使用形態、固体剤の粒度、液剤散布の種類、人畜毒性の分類、魚毒性の分類、農薬の残留基準の設定方法、農薬希釈液中の有効成分濃度表、主な常用単位換算表、濃度単位記号、我が国で使用されている農薬成分の一覧表、農薬関係機関・団体などの名称の英名を付録とした必携書。講習会のテキスト、海外出張者の手引に好適。

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

### 新刊本会発行図書

### 登録農薬適正使用総覧

農林省農蚕園芸局植物防疫課 監修

昭和48年1~12月の1年間分 8,000円 送料サービス 好評発売中

昭和49年1~12月の1年間分 9,000円 送料サービス 1~3月分整版中

B5判 加除式カード形式 表紙カバー付

昭和48年1月14日以降に再登録され、毒性及び残留性に関する試験成績に基づき、その安全性が評価された農薬の再登録年月日、種類名、名称、有効成分の種類及び含有量、適用病害虫の範囲及び使用方法（作物名、適用病害虫名、10アール当たり使用量、希釈倍数、使用時期、使用回数、使用方法）などを詳細にとりまとめた資料

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

# トマトにおける病害抵抗性品種とその利用

農林省野菜試験場 くに 国 やす かつ と 人  
安 克 人

## はじめに

抵抗性品種の利用は、病虫害の総合防除の一環としてますます重要となっている。トマトは抵抗性品種育成の最も成果の上がった作物の一つで、我が国においても萎ちよう病、葉かび病、TMV、ネコブセンチュウなどに対する抵抗性品種が既に育成され普及している。今後の問題として、一方で病原菌または病原ウイルスなどの系統分化に対する対応、諸作型に対する適応性の拡大など既成の抵抗性品種の持つ問題点の解決を図りながら、他方では今まで研究の遅れている他の重要病害に対する抵抗性品種育成に取り組まなければならない一転換期にあると考えられる。

## I トマトの病虫害抵抗性因子

トマトの病虫害に対する抵抗性品種の育成は主な抵抗

性素材であるトマト近縁野生種がアメリカ大陸に分布する関係もあって特にアメリカにおいて発達し、育種材料を世界に広く供給している。現在までに明らかにされている抵抗性因子は Tomato Genetic Corporation (TGC-Report) によれば第1表のようである。

## II 抵抗性品種が実用化されている病害

国公立試験場で育成され、実用化の段階にある品種・系統を第2表に示した。それらの育成経過及び問題点について述べると次のようである。

### 1 萎ちよう病

トマト萎ちよう病に対する抵抗性品種育成はアメリカにおいてはすでに1905年に開始された。当初育成された Marglobe, Prichard などの抵抗性品種は多因子支配の Type B に相当する抵抗性で、育種の成果は遅々として進展せず、苦難の連続であった。ところが 1940 年 BOHN

第1表 トマトの病害抵抗性因子（単因子）

因子記号	対象病害	年代	研究者	備考
ad	<i>Alternaria solani</i>	1945	REYNARD and ANDRUS	
cf <sub>1</sub>	<i>Cladosporium fulvum</i>	1937	LANGFORD	collar rot に抵抗性
cf <sub>2</sub>	"	"	"	
cf <sub>3</sub>	"	"	"	
cf <sub>4</sub>	"	1964	KERR	
cf <sub>5</sub>	"	1971	KERR et al.	race 10 に抵抗性, PI 187002
cf <sub>6</sub>	"	1972	LENHARDT and KERR	race 11 に抵抗性, PI 211839
I <sub>1</sub>	<i>Fusarium oxysporum</i> f. <i>lycopersici</i> race 1	1940	BOHN and TUCKER	Accession 106
I <sub>2</sub>	" race 2	1966	CIRULLI	PI 126915
Se	<i>Septoria lycopersici</i>	1945	ANDRUS and REYNARD	Targinnie Red
Sm	<i>Stemphylium solani</i>	1949	HENDRIX and FRAZIER	Targinnie Red
Ve	<i>Verticillium albo-atrum</i>	1951	SCHAIBLE et al.	Utah Accession 665
Ph	<i>Phytophthora infestans</i>	1955	GALLEGLY and MARVEL	(TR <sub>1</sub> は旧称)
Phf	"	1970	GÜNTHER	Atom に由来, field resistance に関与する
Phf <sub>2</sub>	"	"	"	
Py	<i>Pyrenopeziza lycopersici</i>	"	HOGENBOOM	L. Glandulosum
Sw <sub>1</sub> <sup>a</sup>	Spotted wilt	1953	FINLAY	Pearl Harbor
Sw <sub>1</sub> <sup>b</sup>	"	"	"	
Sw <sub>2</sub>	"	"	"	
Sw <sub>3</sub>	"	"	"	
Sw <sub>4</sub>	"	"	"	
Tm	TMV	1960	CLAYBERG	PI 235673, HES 563915
Tm <sub>2</sub> -nv	"	"	"	HES 2603, netted virescent (nv) と連鎖
Tm <sub>2</sub>	"	1969	LATERROT	nv と連鎖のない因子
Tm <sub>2</sub> <sup>a</sup>	"	"	CIRULLI and ALEXANDER	PI 128650
Mi	<i>Meloidogyne incognita</i>	1955	GILBERT and McGuire	Mi/Mi で fruit cracking が表現型となる
Hero	<i>Heterodera rostochiensis</i>	1971	ELLIS and SMITH	

第2表 実用段階にあるトマト耐病性品種  
(国公立試験場育成成分)

品種・系統名	育成場所	対象病害
興津 1 号	園試興津支場	トマト萎ちう病
	〃	〃
	〃	〃
	〃	〃
	〃	〃
	〃	トマト葉かび病
	〃	トマト萎ちう病, 葉かび病
	〃	トマト萎ちう病, 葉かび病
	〃	〃
	〃	〃
	〃	青枯病, 萎ちう病
	東京農試	萎ちう病, 線虫(ネコブセンチュウ)
NFR-1		〃
NFR-2		〃
NFR-3		〃
あずま		〃
FTvR-12(つかま)	長野農試桔梗ヶ原分場	萎ちう病, TMV
FTvR-26	〃	〃
FTvR-30(はっぽう)	〃	〃
FTvR-50(たのも)	〃	〃
FTvNR-1		萎ちう病, TMV, 線虫(ネコブセンチュウ)
FTvNR-2(雷電)	〃	〃
FTvNR-3	〃	〃
若潮	千葉農試	TMV, 萎ちう病

らによってトマト近縁野生種の1種 *Lycopersicon pimpinellifolium* である PI 79532 に由来する Accession 106 の育成が端緒となり、抵抗性品種の育成は急速に発展した。これは単因子優性の I 因子を有し、免疫的な抵抗性を示す。現在アメリカにおいては I 因子をもたないトマトの栽培品種はないといわれるまでに普及しているが、このように飛躍的に成果が上がるまでに 30 年以上の歳月が費やされている。我が国においては 1955 年に旧園芸試験場興津支場において抵抗性育種が開始され、I 因子を有する Homestead に実用形質親品種として June Pink Fruit, Sioux などを交配し、1960 年にトマト興津 1~6 号を発表した(鈴木ら, 1962)。これらの抵抗性系統はいち早く F<sub>1</sub> 親として利用され、実用品種が育成された。その実用効果の一例を紹介すると、本系統が育成された当時、静岡県清水市三保の温室地帯は萎ちう病の多発でトマト産地としての存続があやぶまれる状態であったが、前記興津系統を片親とした F<sub>1</sub> 組み合わせの現地検討の結果、興津 6 号×揚子の F<sub>1</sub> が優良と認められ、1960 年清水市温室組合連合会はこれを秋光と名付け普及に努めた結果、産地の存続が可能となった。以来近年

まで同地方における秋光の占有率は 70% を占め大きな効果をあげてきた。

病原菌のレースの分化は抵抗性品種の利用において常に問題となるところであるが、菅原ら(1966)は福岡市箱崎において I 因子を犯す菌を発見し、これをレース J-2 とした。現在の産地では問題となっていないが、J-2 の分布については更に詳細に検討する要がある。

最近促成栽培の低温期栽培で問題となっているフザリウム菌によるトマトの根腐れ萎ちう症状はトマト萎ちう病菌レース J-3(山本ら, 1970) とされたが、駒田ら(1974)はトマト近縁野生種 PI 126944 が J-3 に対して抵抗性であることを発見した。山川(1971)は PI 126944 と栽培品種との種間交雑に成功し、その後代系統から J-3 に対する抵抗性系統を得ている。本抵抗性の遺伝様式は単因子優性と考えられ、比較的早期に抵抗性品種を育成しうるものと見込まれている。同じく低温期の栽培の病害として静岡県下に発生の見られた褐色根腐病に対しては、欧州で育成された抵抗性台木品種 KNVF, KVF を用いた接木栽培が有効であることが実証されている。これらの台木品種は J-3 に対してもかなりの抵抗性を有する(国安ら, 1974)ので、J-3 防除における利用を検討するのも意味があろう。

## 2 葉かび病

旧園芸試験場興津支場では 1958 年より Improved Bay State, Waltham Mold-Proof Forcing などを材料に用いて抵抗性育種を開始し、長野農試桔梗ヶ原分場においても STEP 390 を抵抗性材料として利用した育種が進められた結果、第2表に示す数系統が育成された。民間種苗会社においても上記育成系統その他を用いて抵抗性品種が育成され、市販されている。我が国に分布する葉かび病菌の系統はレース 0, 3 に大別されレース 0 は更にレース 0(0), 0(1), 0(1, 3) の四つのサブレースに分けられ(岸, 1966) ているが、最近では上記の既成抵抗性品種を犯すレースの分化が認められ、野菜試病害研究室で詳細に検討が進められている。PATRICK(1971)によると葉かび病菌にはレース 12 が発見されているが、それに対応する抵抗性品種も育成され、野菜試育種部での試験でも Walter, Tropic, Tropi Red 及び放育系(山川, 1971)は病原性が最も高いとみられる菌系に対しても免疫的な抵抗性を示し、新分化レースに対する抵抗性品種育成も手掛けられている。PATRICK(1971)によると cf<sub>1</sub> を併せもつ品種がレース 12 に対しても抵抗性を有したと報告しているが、cf<sub>1</sub> は common race に対する抵抗性因子として軽視できず、これを他の抵抗性因子と併せもたせることがレース分化に対処する上で重要と

考えられる。

### 3 TMV

長野農試桔梗ヶ原分場では STEP 390 (STEP は The Southern Tomato Exchange Program の略称で、1945 年アメリカ南部諸州のトマト育種機関の間で組織された) 及び HES 6792 (HES は Hawaii Experiment Station の略称) を TMV 抵抗性親として育種を進めた。第 2 表に示したように長野農試育成の一連の系統及び強力 TVR (むさし育種) が実用的品種として最初のものであろう。最近、より高度の抵抗性を示す品種の育成が進み試作または市販されているが、その中のあるものは Tm-2<sup>a</sup> をヘテロに有する F<sub>1</sub> で、同因子型においてはトップネクローシスを生ずることが多く実際栽培には問題がある。第 1 表に示したように TMV 抵抗性因子には Tm, Tm-2, Tm-2<sup>a</sup> のほかに *L. hirsutum* または *Solanum pennellii* に由来するものがある。これらの因子の組み合わせと TMV 系統に対する抵抗性についてはウイルス研究及び千葉農試などで詳細に研究されている。諸因子のうち Tm-2<sup>a</sup> が最も高度の抵抗性を有する因子であるが、前述のトップネクローシスを回避する方策として、Tm-2<sup>a</sup>/Tm のように 2 種類または 3 種類の TMV 抵抗性因子を複合させた F<sub>1</sub> 品種の実用効果が高いとされ当面の課題となっている。WALTER (1967) は現在までに発見されている抵抗性素材を用いている限り品質の優れた抵抗性品種の育成は望み得ないとの見解を表明しているが、現在の TMV 抵抗性系統は実用形質において種々の欠陥を持つことは事実であり、特に我が国のように市場性においてデリケートな形質が求められる場合には的を射た言であろう。TMV 抵抗性因子は不完全優性で、F<sub>1</sub> では抵抗性が明らかに低下する。そこで F<sub>1</sub> 育成の際には実用形質親品種にもなんらかの形で TMV 抵抗性を有する系統を利用する必要があろう。

TMV は促成栽培トマトに発生する「しおれ」の原因の一つとされ、その重要な伝染源としてトマト連作畑における残根に由来する土壤伝染が認められているので、他の土壤病害抵抗性台木品種においても TMV 抵抗性を併せ持つことが望ましい。

### 4 ネコブセンチュウ

ネコブセンチュウに対しては東京都農試では早くよりアナフを用いた育種が開始され、第 2 表に示したように数品種が育成され実用化されている。これらの品種は分布が広がりつつあるキタネコブセンチュウに対しては抵抗性がないといわれ、パールハーバーなどの品種を利用して適用性の広いネコブセンチュウ抵抗性品種の育成が望まれる。

### 5 トマト青枯病

旧園芸試験場興津支場で North Carolina より導入した系統について選抜が行われ、NC 1953-60N, 及び NC 1953-64N から OTB-1, OTB-2 がそれぞれ選抜育成された。これらは萎ちよう病菌レース 1 に対する抵抗性を有しており、OTB-2 の選抜後代はトマト BF 興津 101 号と名付けられ台木品種として公表し (小谷ら, 1970), 実用的な防除効果を上げている。

## III 近い将来抵抗性品種の見込まれる病害

### 半身萎ちよう病

飯嶋ら (1973) によれば、東京都における本病の発生は三鷹市全域及びその周辺の調布市、世田谷区の一部で多発し、都下全域にまん延のおそれがあると報告されている。東京都農試においては諸系統の抵抗性検定の結果 Tropic, Tropi Red, VR-Moscow, VF 系統などを用いて新たに抵抗性品種の育成が開始され、ほぼ実用品種に近いものが得られつつある。半身萎ちよう病に対する抵抗性は、第 1 表で Ve で示されているように単因子優性であり、萎ちよう病に準じた育種により近い将来発病地帯に広く抵抗性品種がとり入れられるものと考えられる。なお、本病は奈良県でも発生が確認され、重要病害となりつつある。コルキールート抵抗性台木品種である KNVF, KVF の V は *Verticillium* に対する抵抗性を示し、当面はこれら台木品種の利用も可能であろう。

## IV 抵抗性品種育成中であるが完成までに更に年月を要するものと思われる病害

### 1 トマトかいよう病

本病の記載は 1909 年に既にみられるが、本病による被害が増大したのは比較的近年のようで、抵抗性品種育成の歴史は浅い。1965 年ごろより Utah 20, 同 659, 同 737, G 14565, LA 12156 L, Bulgarian 12, PI 126443 (*L. glandulosum*), PI 251305 (*L. hirsutum*) などの抵抗性素材が発表され、1971 年 Bulgarian 12 に由来する抵抗性品種 H 2990 が公開された。旧園芸試験場興津支場において 1970 年ごろよりトマト種間雑種による耐病性育種に関する研究の一環として諸種の種間雑種後代と上記抵抗性導入系統のかいよう病抵抗性検定を行った結果、PI 134418 (*L. hirsutum*) との種間雑種後代が、供試系統の中では最も高い抵抗性を示し、以後戻し交配によって実用形質の向上を図り、1973 年トマト興津素材 1 号を選抜した (栗山ら, 1974)。1974 年度より同系統は本病発病地帯において自然感染による抵抗性の検定が行われることになっている。この系統は中間育種

素材であって、更に実用品種を反復交配し実用形質の向上を図る必要がある。トマトかいよう病の抵抗性は少数の主効因子の関与が想定される面もあるが、複数因子支配に属するとみてよいようであり、実用品種育成までにはかなりの年数を要しよう。我が国におけるトマトかいよう病の発生は散発的で、かつ年次あるいは環境条件に対して一定の傾向が見られず、自然発病による検定は困難な状況にある。抵抗性検定は人工接種が主体となるを得ず、抵抗性の程度は、その接種方法、条件で異なり、現在採用している刺針接種ではトマト興津素材1号にもかなりの発病個体が出る(国安ら, 1972)。しかし、緩慢な接種法を採用すれば大部分の個体が抵抗性を示し、ある抵抗性因子については固定系統とみることもできる。

## 2 CMV

トマトの耐病性育種の進んでいるアメリカでもトマトのウイルス病抵抗性育種の対象となっているのはTMV, Tomato spotted wilt virus, Tobacco etch virus, Potato virus Y, Beet curly top virusなどであって(WALTER, 1967), CMVは含まれていない。BROADBENT(1967)によるとイギリスの温室トマトでは発生したウイルス病のうちTMVが94%を占め、CMVはわずかに0.5%であったと述べられている。したがってトマトのCMV抵抗性に関する研究は欧米ではほとんど行われていない。最近になってCMV抵抗性に関する報告が散見されるようになったが、PECAUT(1966)はCMVに対する抵抗性素材は全く見出しができなかったと述べている。しかし、ALEXANDERの育成したOhio MR-13は、CMVに対してもある程度の抵抗性があると報告している。旧園芸試験場興津支場においては1969年より多数のTMV抵抗性系統を導入し、CMVの汁液接種による抵抗性検定を実施したところMR-9, MR-12, Ohio 690712及びL-253が供試系統の中では高い抵抗性を示し、これら相互間の交配後代の選抜が続けられている。放射線育種場においては交配前の放射線照射によって *L. peruvianum* と栽培種との種間交配に成功し、その後代系統にある程度のCMV抵抗性が認められた(山川, 1971)。長野県農試桔梗ヶ原分場においてもMR-9, MR-12, 及び放育場の育成系統にある程度の抵抗性を認めている。

CMV抵抗性検定には解決されなければならない問題点が多い。本ウイルスはアブラムシによる虫媒伝染が主体といわれ、汁液接種で検定することにも問題がある。また、汁液接種においても接種条件、特に接種時の苗齢とCMVの濃度によって、抵抗性の程度に差異を生

ずる(国安ら, 1974)が、CMV濃度をあらかじめ規定することは現状では非常に困難である。汁液による人工接種とほ場での自然感染による発病との相関については、ほ場において均一な発病が得られなかつたため十分なデータが得られていない。CMVもほ場で確実で均一な発病を期待することが困難な場合があり、CMV抵抗性検定ほ場を設定し、計画的に保毒植物を混植し、接種源を確保しておく必要が認められる。

## 3 疫病

長野県桔梗ヶ原分場では1960年よりアメリカより導入したWest Virginia accession 36及び同700(以下W.V. 36及び700と略記)を用いて疫病抵抗性育種が開始されFLR-24などが育成された。しかし、抵抗性は十分とはいえない面がある。旧園芸試験場興津支場においても1965年より疫病抵抗性育種の研究が再開され、人工接種による幼植物の抵抗性検定法の確立に努めてきた。GÜNTHER(1970)の解説によると、疫病菌普通系( $T_0$ またはrace 0)に対する抵抗性因子(Ph)は優性であるが、長野県農試などで用いられた抵抗性系統のW.V. 36はPhに低度のほ場抵抗性(low field resistance), W.V. 106はPhのみでは場抵抗性を有しない、W.V. 700はPhに高度のほ場抵抗性(high field resistance), W.V. 63はPhと中程度のほ場抵抗性(middle field resistance)を有するとされ、race 0に対してのみわゆる優性因子による抵抗性を示すとされている。岸(1962)によると我が国に分布する疫病菌のトマト系のレースは0, 1, X(XはW.V. 700を犯すもの)とされ、レース0以外のレースに対しては上記West Virginiaの系統はほ場抵抗性のみに依存するということになろう。最近育成された $T_1$ 抵抗性品種Atomもほ場抵抗性を示すもので、少なくとも2種の不完全優性因子(Phf, Phf-2)を有するとされている。疫病抵抗性育種の困難性は疫病菌のレースの分化もさることながら、十分に抵抗性を示す素材がないことに起因し、大規模な素材検索の必要があろう。

## 4 輪紋病

輪紋病抵抗性育種は旧園芸試験場興津支場で1970年ごろより手掛けられたが、適当な素材がなく中断されている。トマト輪紋病の病徵には果実の腐敗(fruit rot), 地際部の茎のかいよう症候(collar rot)及び葉の斑点形成と落葉(Early blight)の3種があるとされ、それらに共通した耐病性素材が知られていない。第1表で示した *Alternaria solani* の抵抗性因子(ad)はcollar rotに対する抵抗性である。事実adを有するといわれるトマト多数を導入し、我が国の輪紋病early blightの抵抗性

検定を実施したが、ほとんど抵抗性が認められなかつた。トマト輪紋病菌は通常の培養法では分生胞子が全く形成されず、人工接種が困難であったが BARKSDALE (1969) の培養方法に従うと容易に多量の分生胞子を得ることができた。

### V 新たに抵抗性育種が望まれる病害

産地の老朽化、栽培法の変化、使用農薬の変遷などから病害発生の様相にも変化が見られ、それに伴い抵抗性育種の対応も変わってきている。近年になって一般的に細菌による病害の発生が多く、防除が困難なため問題となっているが、トマトでも斑点細菌病、軟腐病の発生が多い。斑点細菌病については ALEXANDER (1942) によって抵抗性検定が実施され PI 126923 が選抜された。ソ連において本病に対する抵抗性育種が進められ USSR PI 280669, 280602 が選抜された。我が国においても本病に抵抗性があるとされている品種が市販されているが、抵抗性は十分でない。軟腐病についてはこれまでの調査の範囲では抵抗性育種に関しては情報が得られていない。最近多発傾向にある *Stemphylium solani* による斑点病については、第1表に示したように Sm (単因子優性) が発見されている。この *Stemphylium leaf spot* に対してはアメリカでは多数の実用品種に本病抵抗性因子が導入されている。その一例を第3表に示した。我が国ではトマトの新病害である Tomato spotted wilt virus が奈良、神奈川の諸県で発見されているが、本 virus に対しても第1表で示したようにレースの分化に応じて *Sw<sub>1</sub><sup>a</sup>*, *Sw<sub>1</sub><sup>b</sup>*, *Sw<sub>2</sub>*, *Sw<sub>3</sub>*, *Sw<sub>4</sub>* などの抵抗性因子が発見されている。パールハーバー、アナフなどが本病抵抗性品種とされているが、アナフに由来する東京都農試育成のあずまなどはこの点で興味ある品種である。今後はうどんこ病、ダニなどに対する抵抗性品種の必要性も高まってくると想定される。なお、最近我が国に侵入が確認されたジャガイモシストセンチュウがトマトに与える害は明らかでないが、被害が増大した場合には第1表に示したように *L. Pimpinellifolium* に由来する抵抗性因子 Hero の利用が可能と考えられる。

### 引用及び参考文献

- ALEXANDER, L. J. et al. (1970) : Res. Circ. Ohio agric Res Devel Cent. 55 : 32~35.  
 BARKSDALE, T. H. (1969) : Phytopath. 59 : 443~446.  
 BOHN, G. W. et al. (1940) : Missouri agr. Expt. Sta. Res. Bull. 311. 82 pp.  
 BROADBENT, L. et al. (1966) : Ann. appl. Biol. 57 : 113~120.  
 GÜNTHER, F. D. et al. (1970) : ibid. 65 : 255~260.
- 第3表 フロリダグループによって育成されたトマトの抵抗性品種 (CRILL et al. 1970)
- | VARIETY—DISEASE RESISTANCES*                | DATE RELEASED |
|---|---------------|
| Newell—Fusarium wilt race 1 tolerant        | 1940          |
| Cardinal King—Fusarium wilt race 1 tolerant | 1940          |
| Ruby Queen—Fusarium wilt race 1 tolerant    | 1940          |
| Manasota—CW                                 | 1940          |
| Manahill—AStW                               | 1940          |
| Manalucie—CAStW                             | 1953          |
| Manalee—CAStW                               | 1954          |
| Indian River—CAStW                          | 1958          |
| Manapal—CAStW                               | 1960          |
| Floralou—CAStW                              | 1962          |
| Floradel—CAStW                              | 1965          |
| Immokalce—AStW                              | 1966          |
| Tropi-Red—CAVStW                            | 1967          |
| Tropi-Gro—CAVStW                            | 1967          |
| Tropic—CAVStMW                              | 1969          |
| Walter—CAStWd                               | 1969          |
- \* A = Alternaria diseases  
 St = Stemphylium leaf spot  
 C = Cladosporium leaf mold  
 W = Fusarium wilt—race 1  
 d = Fusarium wilt—race 2  
 M = Tobacco mosaic virus  
 V = Verticillium wilt
- 飯嶋 勉 (1973) : 日植病報 39 : 199.  
 ——— ら (1973) : 同上 39 : 131.  
 岸 国平 (1962) : 同上 27 : 180~188.  
 ——— (1962) : 同上 27 : 189~196.  
 駒田 旦 (1974) : 農業および園芸 49 : 900~904.  
 小谷 晃ら (1970) : 園学昭 45 春研発要 154~155.  
 国安克人ら (1972) : 園試報 B 12 : 119~132.  
 ——— ら (1974) : 日植病報 40 : 115.  
 栗山尚志ら (1974) : 野菜育種年報 1 : 41~43.  
 前田速雄 (1964) : 東京農試研報 3 : 1~7.  
 長野農試桔梗ヶ原分場 (1973) : 農業技術 28 : 460~463.  
 農林水産技術会議編 (1973) : 総合野菜・畑作技術事典 II : 1~311.  
 PATRICK, Z. A. et al. (1971) : Canadian Journal of Botany 49 : 189~193.  
 PECAUT, P. et al. (1966) : Genet. agr. Pavia 20 : 110~120.  
 菅原祐幸ら (1966) : 園試報 B 5 : 1~28.  
 ——— ら (1966) : 同上 B 5 : 29~44.  
 鈴木一平ら (1962) : 同上 B 1 : 57~73.  
 WALTER, J. W. (1967) : Annual Review of Phytopathology 5 : 131~162.  
 YAMAKAWA, K. (1971) : Gamma Field Symposium 10 : 11~31.  
 山本 磐ら (1974) : 関西病虫害研究会報 16 : 17~29.

## ウンカ・ヨコバイ類に対する抵抗性イネ品種の利用

農林省野菜試験場 こし  
腰 原 達 雄

我が国の稻作における抵抗性イネ品種の利用による害虫防除は、周知のようにイネカラバエ *Chlorops oryzae* を除いては進んでおらず、長い間利用の道が開けずに推移していたのが実情である。しかし、幸い、近年になって、イネの主要なウンカ・ヨコバイ類である、ヒメトビウンカ *Laodelphax striatellus* (岡本・井上, 1964), ツマグロヨコバイ *Nephrotettix cincticeps* (井上, 1966), タイワンツマグロヨコバイ *Nephrotettix virescens* (PATHAK et al., 1969), トビイロウンカ *Nilaparvata lugens* (PATHAK et al., 1969), セジロウンカ *Sogatella furcifera* (PATHAK, 1972) に対し、それらの発育、生存を阻害する、いわゆる抗生作用 (Antibiosis) を示す抵抗性 (Resistance) がイネ品種のなかに存在する事実が相次いで知られ、抵抗性イネ品種の利用に期待がかけられるようになったことはよろこばしい。

ツマグロヨコバイ、タイワンツマグロヨコバイ、トビイロウンカに対する、これらイネ品種抵抗性の生態的側面については、その後既に研究がかなり進み、抗生作用とともに寄生回避作用 (Non-preference) のあることが分かり、その耕種的利用を目指した遺伝、育種研究も開始されている。ここでは、我が国で問題が大きいツマグロヨコバイ、トビイロウンカ、セジロウンカに対する、これらイネ品種抵抗性に焦点をしぼり、その耕種的利用に関する研究の現状を概略紹介し、今後の課題についても述べることにしたい。

### I ツマグロヨコバイ

本種に対するイネ品種抵抗性は、1966年に初めて見いだされた。その後、筆者の研究によって、このイネ品種抵抗性は、本種の発生を顕著に抑制することが分かってきた。

#### 1 イネ品種における抵抗性の分布

イネ品種における抵抗性の分布の概況は、強制寄生させた幼虫に対する発育阻害作用 (幼虫期間死虫率) を指標に調査した結果によると、第1表に示すとおりである。幼虫発育を阻害する抵抗性イネ品種は、外国稻のみに存在し、東南アジア原産のC型 (インド型、松尾 (1952) の分類による。以下同じ) 品種を中心にかなり広く分布する。成虫を羽化直後から強制寄生させ、産卵阻害作用を指標に調査した結果では、幼虫発育を阻害する抵抗性

第1表 イネ品種のツマグロヨコバイ抵抗性

イネ品種	草型	抵抗性			
		R	M	S	計
日本水稲	A	0	0	74	74品種
日本陸稲	A	0	0	22	22
蓬萊種水稻	A	0	0	9	9
外國稻	A	0	1	24	25
外國稻	B	1	10	24	35
外國稻	C	20	21	27	68

注1 幼虫期間死虫率  $\leq 10\% : R, \geq 50\% : S$  と判定。

2 草型A：日本型、B：中間型、C：インド型 (第2, 3表も同じ)。

イネ品種には、成虫の産卵を阻害する作用も認められる。

A型 (日本型) の日本水稻及び陸稻については、主要在来品種を主体に系統的に選定、供試したが、抵抗性イネ品種は見いだされず、外国稻とは著しく対照的である。抵抗性イネ品種であることが判明したC型イネ品種 Tadukan, Te-tep, 觀音袖を母本として育成した耐病性的日本水稻品種、系統があるが、検定の範囲では、これらにも見いだされていない。C型イネ品種を母本として育成した蓬萊種水稻にも見いだされていない。

#### 2 抵抗性とそのイネ品種間差異

抵抗性イネ品種に寄生した幼虫は、発育が遅延し、死亡率が高い。Tadukanなど高度抵抗性イネ品種では、死亡率は90~100%に達する。死虫の出現は1~2令期に特に多く、25°C恒温条件下ではふ化・寄生後約10日間で大多数が死亡する。例え、成虫となることができても、羽化が遅延し、体格は小型で、軽量である。

抵抗性イネ品種では、成虫は生存期間が短縮し、雌成虫は産卵を阻害される。羽化直後から寄生すると、体重増加、蔵卵が順調に進まず、産卵雌率が低下し、産卵することができても産卵前期間が延長し、産卵が少ない。高度抵抗性イネ品種では産卵数が非抵抗性イネ品種の約5%以下に減少する。産卵中の成熟成虫が寄生する場合には、正常な蔵卵が直ちに中断され、ほとんど産卵できなくなり死亡する (KOSHIHARA, 1971)。

抵抗性イネ品種では、このように、寄生する幼虫の発育と成虫の産卵を阻害する結果、個体群の増殖を阻害する。その一例を示すと概況は第2表のとおりである。本種は、幼虫、成虫両期をイネで寄生し、生活環がイネに

第2表 個体群増殖の稻品種間差異

稻品種	抵抗性	1雌成虫当たり 産出次代成虫数
トワダ Charnach	S	35.2
陳桂種 Lua Rong	S	19.0
Tadukan	M	2.9
Lua Rong	M	0.6
Tadukan	R	0

強く依存しているが、1世代の間に幼虫及び成虫期に二重に発育、生存を阻害され、個体群増殖に及ぼす影響が倍加されることは注目される。増殖に及ぼす影響は、高度抵抗性イネ品種の場合には1世代で決定的であり、中程度の抵抗性イネ品種でも、世代を重ねた場合には加速度的に累積されて大きくなるものと考えられる。

発育阻害の度合は、品種によって強弱があり、幼虫発育及び成虫の産卵をほとんど阻止するものから、軽微に阻害するものまで多様である(第2表)。しかし、幼虫の発育遅延、死虫出現経過でみると、発育阻害のパターンには品種間差異が明らかでない。

抵抗性イネ品種には、強くはないが寄生回避作用も認められる。成虫について観察した結果では、寄生の当初の定着には異状がないが、約1日後以降になると離散する個体が出現する。しかし、この寄生を回避しようとする反応は、中程度の抵抗性イネ品種ではやや不明瞭で、高度抵抗性イネ品種でも絶対的なものではない。非抵抗性イネ品種への選択寄生ができる条件下にあっても、高度抵抗性イネ品種で寄生虫数が少ないものの、寄生が認められる。発育阻害作用及び寄生回避作用は、ツマグロヨコバイ抵抗性イネ品種に一般に備わる機能と考えられる。

### 3 抵抗性の要因

成熟卵を既に藏卵した雌成虫を抵抗性イネ品種に移し産卵状況をみるとその成熟卵の産み付けそのものには異状がなく、産卵行動への影響は認められない。抵抗性イネ品種での成虫の吸汁摂食は、吸汁時についてみると、非抵抗性イネ品種と同程度に活発で、また、1日当たりの吸汁量には明瞭な差異がない。これらのことから、発育阻害は、生化学的機構に基づき吸汁液の中に代謝阻害物質が存在するか、あるいは必須栄養物質が欠落するか、必須な栄養的バランスが欠けているかに起因するものであろうと考えられる。虫の味覚反応に基づくと思われる寄生回避現象は、稻体に摂食維持刺激が欠けるか、あるいは忌避刺激が存在する結果であろうが、発育阻害と同一の要因によるものかどうかは不明である。抵抗性の要因解析は、端緒をつかんだところで、今後によつところ

が大きい。

### 4 発生抑制効果

ほ場の高度抵抗性イネ品種 Tadukan での産卵は、実験的に成熟成虫を放して調べた結果によると、対照の非抵抗性イネ品種におけるよりもかなり少ない。自然発生条件下の稻作期間の成・幼虫の発生消長も、農事試験場のほ場における調査によれば、隣接の非抵抗性イネ品種作付けほ場に比較して1/5~1/10程度の低密度で経過しており、顕著な発生抑制効果が認められる。ほ場に栽植された抵抗性イネ品種では、その機能からみて、成虫に対する寄生回避作用と成・幼虫に対する発育阻害作用とが表現されると考えられる。栽植面積の規模によって、成虫に対する寄生回避作用が発生抑制効果の発現にかなり重要な役割を果たす場合があると考えられ、一方、成虫が寄生回避反応を示すものの終局的に寄生を強制され、成・幼虫ともに発育阻害作用をもっぱら強くこうむり、発生抑制効果が発現する場合があるものと想定されるが、いずれにしても、実際栽培条件下的抵抗性イネ品種では発生抑制効果は大きいと考えられる。

### 5 抵抗性の遺伝及び育種

抵抗性の C型外国稻品種 Tadukan と非抵抗性の日本水稲品種ヨネシロを交配した後代には、抵抗性の個体が出現し、抵抗性は明らかに遺伝する。

我が国で、防除に本抵抗性を利用するためには、外国稻品種のみに存在する抵抗性遺伝因子の日本水稲への導入、固定をはからなければならない。日本水稲と近縁の A型外国稻にただ1品種だけ認められた抵抗性イネ品種である陳桂種の存在は、実用品種の育成、利用をはかるうえで特に注目される。抵抗性遺伝因子を日本水稲へ取り入れようとする試みは、既に始められ、Tadukan とヨネシロとの単交配後代について抵抗性系統の選抜が行われている。現在、F<sub>6</sub> 世代について、東北農業試験場で選抜が進んでいるが、草型、熟期、粒型、稔性、耐倒伏性からみて日本水稲型化した系統が得られている。抵抗性の日本水稲品種の育成に役立つと考えられる抵抗性系統の育成は間もない段階に到達している。

抵抗性の遺伝子分析は、抵抗性品種の育種と利用をはかるうえで極めて重要である。しかし、まだ研究がない。今後に残された重要な研究課題である。

## II トビイロウンカ

トビイロウンカに対するイネ品種抵抗性は、1969年に国際稻研究所 IRRI において初めて発見された。その後、IRRI で研究が組織的に展開され、我が国でも育種を中心に研究が進捗しつつある。

### 1 イネ品種における抵抗性の分布

世界的規模で収集した約1,400のイネ品種について、高密度寄生条件下におけるイネの萎ちよう、枯死及び強制寄生させた幼虫の死亡状況を指標に抵抗性を検定した結果によると、C型イネ品種に抵抗性品種が存在し、それらは主にインド、セイロン原産のものであるとされている (PATHAK, 1971)。強制寄生させた幼虫の死虫率を指標にして筆者が総計71品種 (ツマグロヨコバイ抵抗性検定ずみ)について調査した結果は第3表のとおりで、ツマグロヨコバイに対し抵抗性のC型、B型 (中間型) 外国稻のうちの3品種だけに抵抗性が認められる。トビイロウンカに対する抵抗性の分布は、ツマグロヨコバイ抵抗性に比べるとかなり限定されているように思われる。

第3表 イネ品種のウンカ抵抗性

イネ品種	草型	トビイロ		セジロ		ツマグロ	
		抵抗性 R	S	R	S	R~M	S
日本水稻	A	0	2	0	2	0	2品種
外 国 稻	A	0	5	0	5	1	4
外 国 稻	B	1	10	0	11	6	5
外 国 稲	C	2	51	2	51	31	22

### 2 抵抗性とそのイネ品種間差異

抵抗性イネ品種に寄生した幼虫は、発育が遅延し、死亡率が高い。高度抵抗性イネ品種 Mudgo では、ふ化・寄生後5日以内に大多数が死亡し、成虫となることができても有翅虫の出現が多く、体格が小さく、軽量である。成虫は、抵抗性イネ品種に寄生すると、体重が減少し、寿命が短縮し、産卵も少ない (PATHAK, 1971; 寒川, 1973)。

このように、抵抗性イネ品種では、幼虫発育と成虫の産卵を阻害し、その結果、個体群の増殖を阻害する (PATHAK, 1971; SOGAWA, 1971)。

発育阻害の度合は、品種によって強弱があり、幼虫発育をほぼ完全に阻止するものから、軽微に阻害するものまで多様なようである (PATHAK, 1971)。

抵抗性イネ品種には、絶対的なものではないが、寄生回避作用も認められる。成虫の寄生の当初の定着には異状がないが、約1日後以降になると離散する個体が出現し、その度合は発育阻害作用と平行的である (PATHAK, 1971)。

トビイロウンカ抵抗性イネ品種にみられる発育阻害と寄生回避作用は、現象的には、ツマグロヨコバイ抵抗性イネ品種に認められるそれと同様のものであるといえる。

### 3 抵抗性の要因

高度抵抗性イネ品種 Mudgo についての研究 (寒川, 1973) によれば、成虫の口針がイネの維管束部へ高い頻度で挿入されているにかかわらず、雌成虫の吸汁摂食はほとんど行われず、吸汁量が非抵抗性イネ品種よりもきわめて少ない。これらのことから、抵抗性イネ品種に寄生したトビイロウンカの発育阻害は、味覚反応が関与した生化学的機構によるもので、摂食阻害に起因し、イネ品種に摂食を維持させる刺激がないか、あるいは忌避させる刺激が存在するため起こるものと考えられている。寄生回避現象は、発育阻害と平行する現象であり、両者は同一の要因によって起こるものであろうと思われる。

### 4 発生抑制効果

ほ場条件下の抵抗性イネ品種では、顕著な発生抑制効果が認められる (PATHAK, 1970, 1971)。我が国でも、Mudgo の抵抗性因子を導入、育成中の日本水稻系統で、自然発生虫による萎ちよう、枯死が回避されることが、九州農業試験場における調査で明らかになっている (金田, 1973)。ほ場に栽植された抵抗性イネ品種は、成虫に対する寄生回避作用と成・幼虫に対する発育阻害作用とを示すものと考えられる。栽植面積の規模によって、成虫に対する寄生回避作用が発生抑制効果の発現にかなり重要な役割を果たす場合と、一方、終局的に成虫が寄生を強制され、成・幼虫とともに発育阻害作用をもっぱら強くこうむり、発生抑制効果が発現する場合とがあるものと想定されるが、いずれにしても、実際栽培条件下の抵抗性イネ品種では発生抑制効果は大きいと考えられる。

### 5 抵抗性の遺伝及び育種

トビイロウンカ抵抗性は、遺伝子分析の結果から、これまでに、優性の抵抗性遺伝子 Bph 1 (Mudgo, MTU 15などの品種) 及び劣性の抵抗性遺伝子 bph 2 (ASD 7, PtB 18など) によるものが明らかにされている (ATHWAL & PATHAK, 1972)。両者をもつ抵抗性イネ品種は未知で、二つの抵抗性遺伝子座が極めて近いことから、その作出も容易ではないといわれる。

IRRI では、遺伝研究と平行して、Mudgo を主な交配母本とした実用品種の育成が進んでいる (PATHAK, 1972) が、我が国における耕種的利用を目指した抵抗性日本水稻品種の育成も進行中である (金田, 1971)。Mudgo と日本水稻品種ホウヨクを交配し、更にコチカゼその他を交配した後代から有望な日本水稻系統が選抜され、育種の中間母本が作出されるに至っている。トビイロウンカ抵抗性日本水稻品種の育種は間もないと期待される。

### III セジロウンカ

本種に対するイネ品種抵抗性は、最近明らかになったところで、まだ知見が少ない。筆者が、トビイロウンカと平行して同じ品種で検定した結果は、第3表に示すとおりで、ツマグロヨコバイに抵抗性のC型外国稻品種の2品種にのみ抵抗性が認められる。そのうち、Mudgoはトビイロウンカにも抵抗性であり、注目される。

我が国では、発生加害の実態からみて、トビイロ、セジロ両種ウンカ抵抗性の单一品種への集積、利用が要望され、今後緊急に研究を進めることが重要である。

### IV 今後の課題

害虫の増殖を阻害する、いわゆる抗生素作用を示す型の抵抗性品種は、抵抗性程度が中程度の品種でも、世代を重ねて発生密度を高め被害をもたらすツマグロヨコバイやトビイロウンカ、セジロウンカのような害虫に対しては、発生を低密度に抑制し、被害を軽減、回避する可能性が強いと考えられる。大規模に栽培される場合には、長期的にみれば、個体群に対する増殖阻害作用が累積され、漸進的に発生が著しく低水準に抑えられる可能性があり、コムギの Hessian fly *Mayetiola destructor* などではこのような事例が知られている (PAINTER, 1958)。作物の病原媒介昆虫である場合には、その発生を抑えることによって、病原の伝播も軽減する可能性があり、タイワンツマグロヨコバイと同種が媒介する Tungro で実際にもこのような事例が明らかになっている (PATHAK, 1970)。ツマグロヨコバイでは、土着の害虫であり、漸進的に発生を低水準化し、吸汁による被害とともに、本種が媒介するイネ萎縮病などの重要病害を低減させる可能性がある。イネのウンカ・ヨコバイでは、発生加害をほとんど許さないような、いわゆる絶対的な抵抗性イネ品種に限らずに、効果があがる利用をはかることが可能であると考えられるので、このことを踏まえた、抵抗性の実用優良品種の育種、利用が重要であると考えられる。

抗生素作用をその機能とする抵抗性品種の耕種的利用にあたって注意すべきことは、大規模かつ濃密な利用が進むにつれて抵抗性品種に寄生性の新しい害虫系統の淘汰、発達を促し、抵抗性品種でも発生加害をこうむる事態が起こる可能性が潜在することであろう (HATCHETT & GALLUN, 1968; PATHAK, 1970)。この可能性は、単一の主働遺伝子による抵抗性の場合に、多数の微動遺伝子による抵抗性の場合よりも一般に高いと考えられている (ATHWAL & PATHAK, 1972)。稻作における抗生素作用を示す抵抗性イネ品種の利用はまだ実例が少ないもの

の、自然発生条件下で抵抗性イネ品種に寄生性の害虫系統が出現した事例は知られていない。約30年間、インドネシア及びフィリピンで大規模に栽培されてきた Tungro 病耐病性イネ品種が、タイワンツマグロヨコバイに対し单一主働遺伝子による抵抗性をもつことが判明したが、これらイネ品種にも寄生性の新系統は出現していないという (KHUSH & BEACHELL, 1972)。我が国のイネカラバエでも、主働遺伝子による抵抗性イネ品種を長年栽培している (岡本, 1970) が、新系統が出現した兆候はない。これらの事例は、自然発生条件下では、寄主条件によって害虫新系統が淘汰、発達するには、内因あるいは環境条件のかかわりあいがあり、必ずしも容易に発達するものではないことを示唆しているように思われる。しかし、実験的には、単一主働遺伝子による抵抗性イネ品種 Mudgo に累代寄生させたトビイロウンカ後代に寄生性の新系統が出現した事例が報告されており (ATHWAL & PATHAK, 1972), 可能性がないとはいえない。このため、ツマグロヨコバイでは、土着害虫であるので、このような可能性を想定した、遺伝、育種ならびに生態研究が今後重要である。抵抗性イネ品種の利用を永続させるには、主働遺伝子によっている場合異なる遺伝子の抵抗性品種の交互利用、単一品種への遺伝子の集積利用が有効であると考えられる (PAINTER, 1958; ATHWAL & PATHAK, 1972) ので、できるかぎり多数の抵抗性遺伝子の探索と利用が望まれる。同時にまた、寄生性系統出現の可能性あるいは難易を、寄主イネ品種及び害虫個体群の条件との関連において究明し、必要に応じて有効な耕種法を案出することが望まれる。トビイロウンカ、セジロウンカについては、海外からの飛来成虫が増殖源となって発生を毎年繰り返しているようなので、このような懸念はほとんどないと思われるが、寄生性を異にしたウンカ系統の飛来の可能性を否定できないので、この観点からの生態あるいは遺伝、育種研究が重要であろう。

イネのウンカ・ヨコバイに対しては、1種類に対する抵抗性イネ品種の利用に止まつたのでは、その意義が必ずしも大きくない場合が考えられる。複数種に対する抵抗性の単一品種への集積利用が望まれるすがたであろう。絶対的な抵抗性イネ品種の利用に限らずに、殺虫剤の併用場面を想定した利用も重要であると考えられる。

### おわりに

以上、本文においては、イネの主要ウンカ・ヨコバイに対し、その発生を抑制するイネ品種抵抗性に焦点をしづつ述べた。イネの主要なウンカ・ヨコバイ防除にお

ける、これらイネ品種抵抗性の耕種的利用は、抵抗性の実用品種の育成などなお今後にまつところが大きいが、幸い素材に恵まれ、明るい見通しにある。優良形質の実用品種の育種が達成され、利用の第一歩が1日も早く踏み出せることを強く期待したい。

#### 引用文 献

- ATHWAL, D. S. & M. D. PATHAK (1972) : Rice Breeding (IRRI) : 375~386.
- HATCETT, J. H. & R. L. GALLUN (1968) : Ann. Ent. Soc. Amer. 61 : 1446~1449.
- 井上 齊 (1966) : 応動昆中国支会報 8 : 17~19.
- 金田忠吉 (1971) : 農業技術 26 : 421~423.
- (1973) : 農事試場報 13 : 3~5.
- KHUSH, G. S. & H. M. BEACHELL (1972) : Rice Breeding : 309~322.
- KOSHIHARA, T. (1971) : Symposium on Rice Insects (TARC) : 221~225.
- 岡本大二郎 (1970) : 中国農試報告 E5 : 15~124.
- ・井上 齊 (1964) : 応動昆大会講要 : 13.
- PAINTER, R. H. (1958) : Ann. Rev. Ent. 3 : 267~290.
- PATHAK, M. D. (1970) : Concepts of Pest Management (ed. RABB, R. L. & F. E. GUTHRIE) : 138~157.
- (1971) : Symposium on Rice Insects : 179~193.
- (1972) : Rice Breeding : 325~341.
- et al. (1969) : Nature 223 : 502~504.
- SOGAWA, K. (1971) : Symposium on Rice Insects : 195~200.
- 寒川一成 (1973) : 名大害虫学教室特報 4 : 70~151.

### 新刊本会発行図書

### 防除機用語辞典

用語審議委員会防除機専門部会 編

B6判 192ページ 2,000円 送料 110円

防除機の名称、部品名、散布関係用語など523の用語をよみ方、用語、英訳、解説、図、慣用語の順に収録。他に防除機の分類ならびに散布関係用語、防除機関係単位呼称、薬剤落下分布および落下量の簡易調査法、高性能防除機の適応トラクタの大きさ、防除組作業人員、英語索引を付録とした農業機械と病害虫防除の両技術にまたがる特殊な必携書。講習会のテキスト、海外出張者の手引に好適。

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

### 新刊本会発行図書

### 野そ防除必携

野鼠防除対策委員会 編

A5判 104ページ 900円 送料 70円

野そ防除に関する事項を1冊にとりまとめた講習会のテキストなどに好適な書。

#### 内 容 目 次

- 第1章防除 野そとは、防除の目的と手順、防除計画
- 第2章そ害発生調査 そ害の実態調査、そ害発生環境調査、生息調査
- 第3章駆除 殺そ駆除法、環境駆除法、忌避駆除法、駆除時期、効果判定、駆除が失敗する原因
- 第4章そ害の発生防止 そ害発生防止の手段、ネズミの減少率と復元期間
- 参考資料 野その種類と習性、ネズミの一生、ネズミの感覚、ネズミの鑑定標本とその用語、ネズミの生息数推定法、発生予察、省力試験の実例、最近の被害例、殺そ剤小史、殺そ剤のイタチに対する二次毒性試験成績、野鼠防除対策委員会、主要参考文献

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

## ダイズシストセンチュウに対するダイズの耐性品種の利用

農林省北海道農業試験場 けがさかかずね  
氣賀沢和男

線虫防除の一つの重要な手段としての線虫耐性品種の利用は、輪作とともに栽培技術上の基本的防除法であり、既に以前から採り入れられ、その成果も幾つかあがっている。しかし、その線虫耐性機構の本質の究明については、残念ながらある段階でとどまっているのが現状である。一方、新しい線虫耐性品種の育成、栽培に伴って線虫自身に生態的変化が起こり、新しい品種の利用を困難にするという事例も少なくない。つまり線虫耐性品種の利用は常に古くて新しい問題である。

線虫耐性の研究には、線虫の生理生態的な面、植物の細胞化学的な面、及び作物の遺伝学的面からの追求の流れがある。

既往の研究は、主としてネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウについて研究を進めたものが多く、それらの幼虫の植物体への侵入は品種（種類）の耐性・感受性に関係なく行われるとする説が大部分であるが、品種により差があるとする説もあり、決定的な証明はなされていない。しかし、侵入後の植物体の反応、幼虫の発育については、ほとんど研究成果は一様である。すなわち、ネコブセンチュウ幼虫の侵入した根組織は、巨大細胞を生ずることが普通であるが、線虫耐性を有する品種では、えぞを生ずる。したがって侵入幼虫は、根の形態的変化もさることながら化学的ないしは生理的要因によってその発育が阻害され、死滅するものが多いことが明らかにされている。

また、ネグサレセンチュウの場合も、幼虫侵入による初期の病斑には差がないが、線虫耐性品種では、線虫の分泌物に関連して防衛木栓層の形成が早く、中毒細胞はえ死し線虫の新しい組織への移動が不可能となって死滅する。

シストセンチュウについては、ジャガイモに寄生するジャガイモシストセンチュウの研究で、いずれの品種にも幼虫侵入は行われるが、耐性強品種では侵入幼虫が雌成虫まで発育する個体が全くないか、極めて少数であることが証明されている。

作物遺伝に関連した研究では、ネコブセンチュウへの耐性が単一の優性遺伝子あるいは複数の遺伝子によって支配されることが認められている。

ダイズで問題となる線虫はダイズシストセンチュウが主体である。ダイズシストセンチュウに対する耐性品種

の研究は 20 年余り前から行われ幾つかの優良品種を作り出し、耐性機構の解析もなされている。ネコブセンチュウに対するダイズの耐線虫性品種の検討もなされたが、いまだ有望な品種は見いだされず、耐性品種の利用に至るには更に年数を要しよう。

### I ダイズのダイズシストセンチュウ耐性品種の育種

東北地方では、1950 年から青森農試、1951 年から東北農試刈和野試験地、1953 年から山形農試、1955 年から秋田農試などで線虫耐性品種の検定が始められ、在来品種の中から「南郡竹館」、「黒莢三本木」、「目黒 1 号」、「岩手 2 号」、「第一稗貫」、「下田不知」、「淡緑」、「奥羽 13 号」、「陸羽 27 号」、「ソコシン」、「木ノ下」などの品種が、それぞれ線虫ほ場における減収率の低いことにより耐性のあるものとして確認された。しかし、これらの品種はいずれも晚生系であり、また、粒質の優れたものばかりとはいい難いため、育種専門家は更に交配選抜を繰り返した。なかでも線虫耐性が最も強いと考えられた「下田不知（ゲデンシラズ）」系については、子実中粒、白めで粒質もよいという長所のある反面、晩熟でつる化しやすく、茎や枝が柔らかく倒伏しやすい欠点があるので、これを系統分離し、秋田農試では「下田不知 1 号」を、東北農試では「ネマシラズ」を、山形農試では「つきよしらズ」をそれぞれ選抜した。特に「ネマシラズ」は 6 年の系統選抜により得られたもので、熟期はやや晩生に属するが、子実中粒、白めで粒質が極めてよく、タンパク質量が高く、収量も線虫ほ場、無線虫ほ場とも多収である。この「ネマシラズ」に放射線  $^{60}\text{Co}$  の 10~20 kr 照射により熟期の早い系統が得られ「ライデン」、「ライコウ」とした。

北海道十勝地方では、十勝農試により 1952 年から線虫耐性品種の検定が行われ、東北地方の耐性品種が北海道でも同様に耐性であることは確認したが、いずれも晩生で成熟できないため、従来から北海道に栽培されている感受性品種「十勝長葉」、「十勝裸」に「黒莢三本木」の耐性因子の導入を計り、28 組み合わせの交配の中から 3~4 系統を選抜し、被害兆候の黄化程度が軽微でシスト着生度が「十勝長葉」の 1/4 程度、収量が「北見白」の 2 倍程度のものを得たが、熟期がやはり遅く実用品種

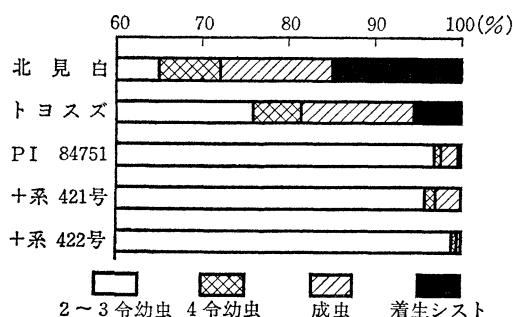
第1表 収量及び線虫寄生状態 (北海道農試畑虫研, 1966)

品種	子実重 (kg/10a)		同左比		根侵入虫数 (1本当たり) (12/VII)	シスト 寄生指数 (5/VIII)
	線虫ほ	無線虫ほ	線虫ほ	無線虫ほ		
トヨスズ	170	240	389	109	974	66.7
ホウライ	163	261	362	119	565	29.2
コガネジロ	45	200	100	100	1,060	100.0

となり得なかった。

また、「下田不和」系品種を母本とした15組み合わせの中から、「ホウライ」、「トヨスズ」を得たが、これらは「下田不知1号」、「ネマシラズ」と同様に地上部に黄化症状が現れず、根粒の着生が顕著で、シストの着生は極端に少なかった。収量も第1表のように十勝地方で奨励されている実用品種に勝るとも劣らず、粒は白めで北海道の最良種「鶴の子」に匹敵するものもっている。

Ross & BRIM は、線虫耐性品種である中国原産の「Peking」、「PI 84751」、「PI 90763」では3~4対の遺伝子が線虫耐性を支配することを明らかにし、同時にその耐性は黒色種子と強い連鎖関係があると報告している。これら3品種は、種子が黒色、小粒で粒質が劣るために、十勝農試ではこれらを交配母本として第1図のように「PI」と同程度に侵入線虫の成熟率の悪い「十系421号」、「十系422号」を得た。しかし、収量性、粒大などにお問題があり、更にこれらを育種母本とした実用品種の育成を進めている。



第1図 根部侵入幼虫令期別比率 (十勝農試, 1968)

## II ダイズにおける線虫耐性機構の解析

ダイズに線虫耐性を生起させる機構は、線虫自体の植物体への侵入の可否、侵入線虫のその後の発育のいかん、線虫寄生に対する植物体の反応などの諸要因に分けられる。

線虫のダイズ根への侵入及び侵入後の発育に関しては、一戸らが「第一稗貫」と「南郡竹館」を対象に検討

した結果、全侵入幼虫数では差は認められないが、侵入後の発育で品種間に差があり、「第一稗貫」では3、4令幼虫数が感受性品種「十勝長葉」に比し明らかに少なく、雌成虫数も約1/7~1/10で、発育途中の幼虫の死亡によるものであるとしている。湯原らが観察した結果も第2表のとおりで、死亡幼虫数が「大谷地2号」よりも耐性品種の「PI」「東北6号」では極度に多く、特に「PI」では侵入幼虫が3令までにほとんど死亡し、極めて少数の4令幼虫、成虫しか認められなかった。また、「東北6号」でも成虫まで達する幼虫個体は少ない。

植物体の根組織では、侵入幼虫の頭部周辺に幼虫体を包むようにえそが形成され、細胞膜で区切られ角状あるいはしま状を呈する。このえそが侵入幼虫の発育阻害あるいは死亡と直接的関係があるかどうかは明らかでないが、根組織細胞の反応として線虫耐性との密接な関連性が考えられ、これは Ross も報告しているとおりである。また、これらのダイズシストセンチュウ耐性品種がネコブセンチュウ、ネグサレンセンチュウに対しては耐性を示さなかったことも 2, 3 の報告と一致し、線虫耐性機構の解析を線虫の栄養生理的面から究明する上にひとつの重要な示唆を与えるものである。

植物体の生育面からみた興味ある問題のひとつはダイズシストセンチュウと根粒菌との関係で、線虫寄生の多い株あるいは感受性品種では根粒数が少ないとある。第3表のよう、この根粒菌と線虫寄生との拮抗現象について岡田は、線虫寄生の多い株では根粒菌の侵入、増殖が遅れるために少なくなると説明している。また、多くの栽培、育種試験でもシスト着生と根粒の着生との間に明らかな負の相関関係のあることが証明されている。線虫寄生によるダイズ茎葉黄変は窒素欠乏が最も大きいとされており、これには根粒菌不足つまり窒素源不足が関連していると考えられ、感受性品種でも窒素肥料の多用で線虫寄生度が高いにもかかわらず葉の黄変をみないことがある。このことから窒素の多用によりある程度の補償がなされること、及び根粒菌着生の大きな役割がうかがわれる。

第2表 侵入虫の発育と死亡 (北海道農試虫2研, 1962)

播種後週数	侵入虫のステージ			着生シスト数			死　亡　率 (%)		
	PI 90763	東北6号	大谷地2号	PI 90763	東北6号	大谷地2号	PI 90763	東北6号	大谷地2号
3	II, III	II, III	II	0	0	0	14.3	21.5	11.8
5	II, III	II, III, IV ♂	II, III, IV ♂	3	0	1	31.3	14.0	2.3
7	II, III ♀, ♂	II, III, IV ♀, ♂	II, III, IV ♀, ♂	0	5	142	27.8	24.1	0.6
9	II, III ♀, ♂	II, III, IV ♀, ♂	II, III, IV ♀, ♂	0	5	170	20.7	28.8	3.2

注 II, III, IVは2令, 3令, 4令幼虫, ♀, ♂は雌, 雄成虫。

第3表 シスト及び根粒着生状況 (十勝農試, 1962~64)

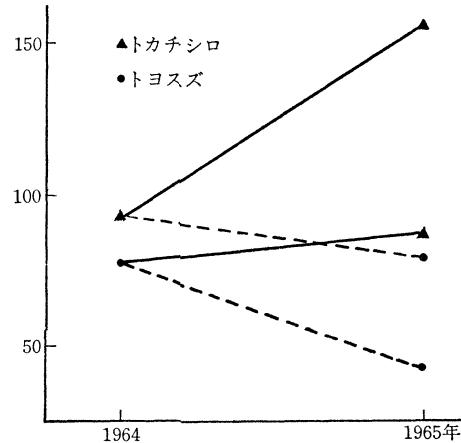
ダイズ品種	シスト数*		根粒数*	
	7月	9月	7月	9月
大谷地2号	173.0	187.3	4.7	44.7
十勝長葉	672.7	366.7	1.7	7.0
北見白	122.3	216.7	7.7	43.3
トヨスズ	0.3	1.0	59.0	114.7
ネマシラズ	0.3	0.1	38.3	205.7

\* いずれも1個体当たり平均値

### III 線虫耐性品種の利用と今後の問題点

線虫耐性品種の利用による線虫害の回避は、線虫がその根に全く寄生しないか、寄生してもその後全く発育しなければよいわけであるが、現状では線虫の全く寄生しないような実用品種は見あたらない。したがって次善の策として、線虫の寄生はあっても雌成虫になる率が低い品種、または線虫の寄生にもかかわらず減収度合の低い品種によらなければならない。

畑作物栽培体系の基盤であるべき輪作に組み入れられるダイズ品種も、当然上記のことを考えて選択する必要がある。その品種が線虫の増殖をおさえるような品種であれば、場合によっては連作さえも可能である。線虫耐性品種の連作による土壤中線虫密度の増減、子実収量への影響を検討した砂田によると、土壤中シスト数は、耐性品種「トヨスズ」と感受性品種「トカチシロ」の跡地に耐性品種を栽培すると減少傾向を示し、感受性品種を栽培すると増加傾向を示す(第2図)。また、ダイズの生育、収量は感受性品種の場合(「コガネジロ」、「トカチシロ」)、前作ダイズの耐性・感受性によって差がみられ、耐性品種(「ホウライ」、「トヨスズ」)の跡地が勝った。一方、耐性品種は前作ダイズの耐性いかんにかかわらず良好な生育、収量を示した(第4表)。



第2図 土壤中シスト数 (乾土 50g) (砂田, 1967)

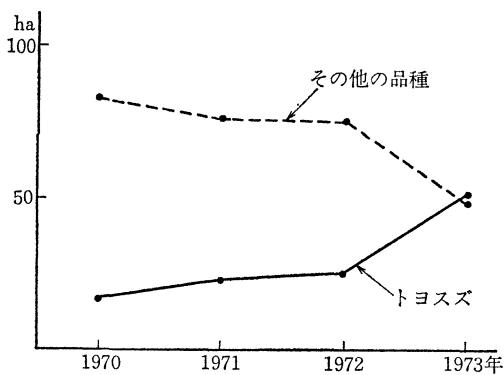
第4表 線虫耐性強弱品種の連作と収量 (砂田, 1967)

品種	収量	1964		1965	
		品種	収量	左同比	
コガネジロ*	21.3	{コガネジロ トカチシロ	32.9 76.3	100 232	
トカチシロ*	37.3	{ホウライ トヨスズ	195.7 182.8	595 556	
ホウライ**	21.3	{コガネジロ トカチシロ	105.1 130.9	319 398	
トヨスズ**	37.3	{ホウライ トヨスズ	189.8 199.3	577 606	

注 収量は kg/10a 当たり

\* 感受性品種, \*\* 耐性品種

このようなダイズシストセンチュウ耐性品種は、一般農家に既に普及栽培され、第3図のように、1町の例ではあるが年を追って増加し、ついには他の感受性品種のそれを上回るまでになっている。



第3図 品種の移り変わり(作付け面積率)  
(十勝芽室町)

また、現在十勝農試で育成中の耐性品種の中に、実用性には乏しいが、耐性因子導入のための交配母本として有望なものが多く、今後に期待がもたれる。

しかし、ダイズシストセンチュウ耐性品種の育成及び普及が進められる中で、新たに提起された重要な課題がある。それは線虫の系統ないしは寄生型に関する生理生態的問題である。例えば第5表のようにダイズの連作によって耐性品種の「ネマシラズ」にもかなりのシストの着生がみられるようになった。このことが品種そのものの遺伝的分離によるものか、あるいは同一わく内での連作環境による線虫自体の生理生態的変化であるのかは判然としないが、ネコブセンチュウやある種のシストセンチュウでも同じような現象がみられ新しい「寄生型」の出現が問題となっているので、本線虫の場合も今後対応すべき問題と思われる。

第5表 品種によるシスト着生の年次変動  
(北海道農試虫2研、1967)

品種	1960	1961	1962	1963	1964
PI 90763	0	0	0	0	0
ネマシラズ	—	6	0	164	429
大谷地2号	113	113	261	389	518

また、同じ耐性品種でも栽培地域によりその耐性が異なるという現象も確認されている。例えば「下田不知」系の耐性品種が東北地方ではシストの着生があつても減収率は30%以下であり、東山地域では40~60%の減

収率、十勝地方では耐性が極めて顕著で減収率は低い。このようなことも単に作物生育の地域的変動だけではなく、線虫そのものの生理生態的地域差が予想される。このことについて各地産のシストセンチュウを比較検討した北海道農試の実験結果は第6表のとおりで、耐性品種「ネマシラズ」、感受性品種「大谷地2号」の両者ともほぼ同様な傾向を示し、ダイズ根着生シスト数、シスト内卵・幼虫数が、秋田県刈和野が最も少なく、芽室町高岩は反対に最も多く、芽室町新生、長野県桔梗ヶ原は両者のほぼ中間に属する。このような現象についてはアメリカでもBRIM & Rossによって「Pickett」を使い地域によりシストの寄生の異なることが報告されている。要するに、ダイズシストセンチュウに地域的系統の(race)の存在が推測されるので、更に精密な研究が進められなければならない。

第6表

場所	着生シスト数		シスト内卵・幼虫数	
	大谷地2号	ネマシラズ	大谷地2号	ネマシラズ
北海道芽室町新生	23	17	92	80
同 芽室町高岩	92	78	107	165
秋田県刈和野	12	3	53	52
長野県桔梗ヶ原	20	11	102	64

#### 引用文献

- ALLARD, R. W. (1954) : Phytopath. 44 : 1~4.  
BRIM, C. A. and J. P. Ross (1965) : Soybean digest. 25.  
CHRISTIE, J. R. (1949) : Proc. Helminth. Soc. Wash. 16 : 104~108.  
DROPKIN, V. H. (1954) : Phytopath. 44 : 43~49.  
石川正宗・宮原萬芳 (1958) : 育種学雑 8 : 43~50.  
一戸 稔・浅井三男 (1956) : 北農試彙報 71 : 67~79.  
溝上津爾 (1947) : 九州農試研報 1 : 19~20.  
岡田利承 (1969) : 応動昆 13 : 167~173.  
Ross, J. P. (1958) : Phytopath. 48 : 578~579.  
杉山信太郎・宮原万芳 (1966) : 農及園 41 : 87~88.  
砂田喜与志 (1964) : 北農 31 : 12~14.  
—— (1967) : 北海道立農試集報 16 : 106~113.  
—— 酒井真次 (1969) : 北海道農学談話会会報 9 : 15~16.  
湯原 巍・稻垣春郎 (1963) : 北農試彙報 80 : 94 ~ 102.

## 紹介 新登録農薬

今回は殺虫剤 1 種 (DCV 水和剤), 殺菌剤 1 種 (プロベナゾール粒剤)について紹介する。

### 〔殺虫剤〕

#### DCV 水和剤 (マツケミン水和剤)

中外製薬が開発した天敵病原微生物による殺虫剤で, マツのマツカレハ幼虫を対象としている。また, 微生物殺虫剤として, 我が国最初のものである。

有効成分はマツカレハの中腸から得られたマツカレハ細胞質型多角体ウイルス (DCV) で 20 面体の白い結晶物である。

本剤は有効成分を 0.0028% (1,000 DCV 単位/g) 含有し, その他鉱物質微粉などを 99.9972% 含有する類白色水和性粉末 (300 メッシュ以上) で, マツのマツカレハ幼虫に 200 倍で 10 a 当たり 20 l 敷布する。散布時期は 5~6 令を対象とする場合は 5 月下旬から 6 月上旬 (春散布), 若令幼虫にあっては 8 月中旬までである。

使用上の注意事項は, ①本剤の使用時期, 使用方法などについて誤りのないよう注意すること。特に初めて使用する場合は林業技術者の指導を受けることが望ましい。②高温, 多湿などの悪条件下で保存すると効力が低下があるのでできるだけ早く使用すること。また, 調製した散布液は速やかに散布すること。③本剤の効果は遲効性であり害虫の密度を下げることを主体とるので, 敷布後生虫が残ってもそのため近接して他剤を散布しないこと。他剤との混用も避けること。④カイコに対する毒性は低いが, 本剤を蚕室内に入れないようにすること。⑤散布液量はマツの大きさ, 本数によって十分かかるよう増減すること。

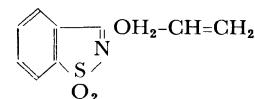
試験動物に対する急性経口毒性は最大投薬量 (3,200 mg/kg) 下で影響が認められず, また, DCV 200mg/kg, あるいはそれ以下の量を 90 日間連続投与しても全く影響は認められなかった。コイに対する魚毒性試験では, 原体に対して 1 ml 当たり原体 3,200mg 以上 DCV 多角体数  $10^8 \sim 10^6$  の濃度中で 48 時間後にいずれも生存率 100% であり, また, 製剤の場合であっても 10~50 ppm の濃度中で 48 時間後の生存率も 100% である。よって本剤は普通物で, 魚毒性は A 類である。

取り扱い: 中外製薬, クミアイ化学工業。試験段階時の薬剤名: マツケミン。登録年月日: 昭和 49 年 4 月 27 日。

### 〔殺菌剤〕

#### プロベナゾール粒剤 (オリゼメート粒剤)

明治製薬が開発したいもち病防除剤である。有効成分は 3-アリルオキシ-1, 2-ベンゾイソチアゾール-1, 1-ジオキシドで次の構造式を有する。



原体は白色または淡黄色の結晶性粉末で純品の融点は 138°C で水にはほとんど溶けず, メタノール, エタノールには冷時に溶けにくいが, アセトン, クロロホルムによく溶け, エーテルにも溶ける物質である。製剤は有効成分を 8.0% 含有する類白色細粒である。

本剤はイネのいもち病に 10 a 当たり 3~5 kg を散布する。使用時期は葉いもちの場合, 初発の 7~10 日前ころとし, 穂いもちの場合は出穂 3~4 週間前までとし, 敷布回数は 2 回以内とすること。

使用上の注意事項は, ①本剤の所定量を均一に散布すること。②散布にあたっては, 田水深を 3 cm 以上の湛水状態とし, 敷布後少なくとも 4~5 日間は湛水状態を保ち, 落水,かけ流しはしないこと。③砂質土などの漏水の多い水田での使用は避けること。④本剤は予防的に散布した場合有効であり, 葉いもち病防除の使用適期は初発の 7~10 日前である。発生予察情報に注意して時期を失しないように散布すること。穂いもち病防除の使用適期は出穂 3~4 週間前である。なお, 本剤の使用にあたっては使用時期を誤らないよう農業技術者の指導を受けることが望ましい。

試験動物に対する急性毒性 LD<sub>50</sub> は原体の場合, マウス経口 (雄) 2,750mg/kg, (雌) 2,220mg/kg, ラット経口 (雄) 2,160mg/kg, (雌) 2,310mg/kg 以上であり普通物である。

魚毒性はコイに対する 48 時間後の TLm 値が 6.3ppm で B 類である。

取り扱い: 明治製薬, 北興化学工業。試験段階時の薬剤名: PO-20 粒剤。登録年月日: 昭和 49 年 4 月 27 日。

(農蚕園芸局植物防疫課 宮坂初男)

## 学会印象記

1974年

### 日本応用動物昆虫学会大会

49年度日本応用動物昆虫学会は8月27~29日の3日間札幌市の市民会館において、約600名の文字どおり全国から参会者を得て盛大に開催された。5会場において280題の講演が一斉に行われたから、全体の把握は到底不可能で、生理関係を中心に若干の又聞きを加えて印象を記してみたい。なお、本大会の中心となられた北大、北農試をはじめとして、地元の方々の御苦労に感謝したい。

今年度の大会の特色として、従来夜間にバラバラに行われていた小集会が、第2日の午後に6会場で併行して行われたことが挙げられる。この小集会も充実するために、自分の聞きたい題目を求めて会場をわたり歩いている参加者もかなりおられた。

話題を完全にさらったのは市川ら(京大)の小集会及び一般講演でのウンカ類の振動による交信の研究である。処女雌の腹部から振動を雄が感受して接近し、また、雄の鳴き声が雌の振動発生を誘起する。雌の振動は種によって異なり、別種の振動に対しては全く反応しないという実に画期的な発見をテープによる録音をも披露して聴衆を魅了した。

フェロモン及びホルモン関係の講演は今年も盛況、会場はいっぱいとなった。ハスモンヨトウの合成性フェロモン(リトルア)は既に発生予察の実用段階に入ったことを示した(農技研・四国農試)。更に興味あるのは、コカクモンハマキ及びハスモンヨトウにおいて、性フェロモンの複数構成成分のうちの一方を用いると、誘引あるいは交尾が阻害されることを見いだし、この現象を応用した防除技術開発への展望を示した(農技研・四国農試)。石井ら(京大)は、チャバネゴキブリ雌の触角に含まれ、雄の配偶行動を解発させる性フェロモン2種のうちの一つを、3,11-ジメチル-2-ノナコサノンと同定した。ニカメイガにおいても性フェロモンは着々単離され、同定の方向に進んでいる(太田ら、理研)。ジャガイモガ配偶行動における鱗粉の役割(小野、名大)、ハスモンヨトウの配偶行動の解析(日高ら、農工大)など生物学的な解析も進んでいる。今後、フェロモン物質の単離・同定というだけでなく、その作用機作が実際の応用面をも結びつ

いて重視されなければならないと思う。そうした点で、カイコの精液中に含まれる産卵刺激物質が雌の産卵行動を活発化するに至る機序を電気生理学的に追究した山岡ら(東洋大)の研究は注目したい。

ホルモンの研究では器官培養法が定着してきた感がある。ヨトウガ休眠蛹の脳が前胸腺ホルモンによって活性化されてホルモンを分泌し、この脳ホルモンが前胸腺を活性化することを示唆した報告(安居院、教育大)、アワノメイガの休眠には幼若ホルモンが決定的な役割を示していることを明らかにし、深谷・三橋によって提唱されたニカメイガの休眠機構がかなり普遍的に存在することが示された(八木ら、教育大)。甲斐ら(名大)のカイコの休眠ホルモンの作用機構の研究は核心に迫るものとして期待したい。

幼若ホルモン類縁体の探索はある限界に到達したのか、安定性や効力の面で実用化にはまだ問題が多い。スクリーニングの方法自体を再検討して、作用機作の解明が新たな展望を開くものと信じたい。

光周期に対する昆虫の反応についてかなりの報告があったが、特に正木(弘前大)によって示されたその複雑さは驚くべきものであった。その反面、こうした光周反応の機構についての研究はほとんどなく、今後生理化学・内分泌学的解明がないと、単なるモデル作りに終わる。

殺虫剤関係では、光に対して不安定なために使途が限定されていたピレスロイドを、 $\beta$ -シクロデキストリンと接合し、野外でも効果が期待できるようにした山本ら(東農大)の研究は今後の殺虫剤開発が指向しているものである。

カーバメート剤抵抗性のツマグロヨコバイは、コリンエステラーゼの性質の相違が問題であることが前年度の大会で指摘されたが(浜ら、農技研)、本大会でも同様な事例がいくつか発表された。こうして、抵抗性の機構は代謝ばかりでなく作用面からも追究されていくであろう。同時に、選択毒性についても深いメスが入れられなければならないのは当然だが、いさか迫力にかけた。また、残留や生物濃縮についての報告が皆無に近いのはどうしたことだろうか。

BT剤はもう実用段階に入ったといっても良いであろう。ここまで進めてきたのは主として昆虫病理の研究者たちであるが、今後は害虫の総合防除の中にどのように組みこんでいくかという面で、生態学関係との協力が必要であろう。

生態関係の講演は会場の都合で聞くことができなかつたので残念ながら省略した。

(東京大学農学部 藤條純夫)

## 中央だより

### —農林省—

#### ○「土壤病害虫防除対策について」通達さる

8月26日、農蚕園芸局植物防疫課長名で地方農政局を通じ各県に対して、標記通達が施行された。通達の内容は下記のとおりである。

(1) 最近、施設園芸の著しい進展やコンニャク、タバコ、特用作物の振興を背景に土壤病害や土壤線虫の防除剤に対する需要が急速に高まっている。しかしながら、土壤病害虫防除剤の供給については、原料の塩素、臭素などのひっ迫や生産面における公害規制などの影響により直ちに急激な増強は望めない情勢である。このため、49農薬年度における土壤病害虫防除剤の需給については、生産面で前年に比べて10%以上の増加を図ったものの、地域によっては薬剤の不足がみられ、その対策に苦慮するところとなった。

土壤病害虫防除剤に対する旺盛な需要は、引き続き50農薬年度以降にも及ぶものとみられるが、供給体制については、設備の増設、輸入についての検討がなされているものの必ずしも楽観は許されない情勢である。

(2) このような情勢を踏まえて、50農薬年度における的確な土壤病害虫対策が要請されており、地方農政局、各県においては適宜、試験研究機関、普及所などの関係者も含めて土壤病害虫対策についての検討会の開催が望まれるが、特に次の点を検討し、薬剤の確保、防除を進める必要があると考える。

① 試験研究機関と密接な連絡を保持し、耐病性品種の導入、輪作など耕種的防除に努めるなど薬剤の節約について検討すること。

② 畑の全面消毒は技術的に必要やむを得ない場合実施し、植溝や播溝処理、あるいは植穴や播穴処理に努めるとともに、ビニールやポリによる被覆を励行するなど薬剤の節約について検討すること。

③ 施設園芸地帯においては、蒸気土壤消毒技術の導入、促進について検討すること。

④ 作物の連作障害対策としての薬剤の多投は、地力保全の観点からも問題があると考えられるので検討すること。

(3) 50農薬年度における土壤病害虫防除剤の需給対策に資するため、49年9月30日までに下記資料を植物防疫課あて1部提出されたい。

① 作物別土壤病害虫防除剤の使用計画

② 薬剤別の月別需要計画

③ 各県における土壤病害虫防除の現状と問題点

ア 土壤病害虫防除剤の需要増加の背景

イ 土壤病害虫防除対策上問題となる作物とその栽培形態、防除の概要

ウ 土壤病害虫防除対策の推進方向と問題点

#### ○病害虫発生予報第6号発表さる

農林省は昭和49年8月31日付け49農蚕第5470号昭和49年度病害虫発生予報第6号でもって、主な病害虫の向こう約1か月間の発生動向の予想を発表した。その概要は、①イネいもち病の発生がやや多いし多くなる。②トビイロウンカ及びコブノメイガの発生は西日本でやや多くなる。③カンキツ黒点病及びモモハモグリガの発生がやや多くなるといったものであった。なお、今回の予報にとりあげられた病害虫は下記のとおりであった。

〔イネ〕いもち病、紋枯病、白葉枯病、ニカメイチュウ、トビイロウンカ、ツマグロヨコバイ、コブノメイガ、カメムシ類、〔カンキツ〕黒点病、かいよう病、ヤノネカイガラムシ、ミカンハダニ、〔リンゴ〕斑点落葉病、黒星病、モモヒメシンクイガ、コカクモンハマキ、キンモンホソガ、ハダニ類、〔ナシ〕黒斑病、黒星病、シンクイムシ類、コカクモンハマキ、ハダニ類、〔モモ〕コスカシバ、モモハモグリガ、ハダニ類、〔ブドウ〕晩腐病、さび病、フタテンヒメヨコバイ、〔カキ〕炭そ病、うどんこ病、カキミガ、フジコナカイガラムシ、〔チャ〕コカクモンハマキ、チャハマキ、チャノサンカクハマキ、チャノミドリヒメヨコバイ、カンザワハダニ。

#### ○49農業年度における登録農薬の概要

49農業年度(48年10月～49年9月)における新規登録農薬は124件で、前年同期の件数に比べ460件の減となっている。

これらの農薬の用途別内訳を見ると殺虫剤は50件で全体の40.3%，殺菌剤は30件で24.2%，殺虫殺菌剤は9件で7.3%，除草剤は20件で16.1%，殺そ剤は6件で4.8%，植物成長調整剤は5件で4.1%，農薬肥料は1件で0.8%，その他は3件で2.4%となっている。

これらの薬剤のうち新規化合物製剤として登録されたものは8種類16件であり、その内訳は殺虫剤3種類7件、殺菌剤2種類5件、除草剤1種類1件、殺そ剤1種類1件、植物成長調整剤1種類2件である。

## 一環 境 庁

## ○16 農薬の登録保留基準を追加告示する

環境庁は、農薬取締法第3条第1項第4号に規定する農薬登録保留要件に該当するかどうかの基準（登録保留基準）を9月9日（10農薬について）及び9月26日（6農薬について）に以下のように追加告示した。これにより全部で42農薬の登録保留基準が告示されたことになる。次の表の第1欄に掲げる農薬の成分は、同表第2欄に掲げる農作物などにそれぞれ同表第3欄に定める量をこえて含有されるものであってはならない。

☆9月9日の分

第1欄	第2欄	第3欄
2,6-ジクロルチオベンズアミド（別名DCBN又はクロルチアミド）	米 麦・雑穀	各 0.05 ppm
2-(4-ターシャリーブチルフェノキシ)シクロヘキシルプロピニルスルフィド（別名BPPS）	果実 茶	各 3.0 ppm
O,O-ジメチルジチオホスホリルフェニル酢酸エチル（別名PAP又はフェントエート）	麦・雑穀 果実（なし、もも及びみかんを除く。） 野菜（かぼちゃを除く。） いも類 豆類 茶	0.4 ppm 0.1 ppm  0.1 ppm  0.05 ppm 0.05 ppm 0.1 ppm
1,1-ビス(4-クロルフェニル)エタノール（別名BCPE）	果実 野菜 茶	1.5 ppm 0.5 ppm 7.0 ppm
N'-(4-クロル-o-トリル)-N,N-ジメチルホルムアミジン（別名クロルフェナミジン又はクロルジメホルム）	米 果実 野菜 茶	0.1 ppm 2.0 ppm 0.6 ppm 0.6 ppm
N'-(4-クロル-o-トリル)-N,N-ジメチルホルムアミジン塩酸塩（別名クロルフェナミジン又はクロルジメホルムヒドロクロリド）	米 果実 野菜 茶	クロルジメホルムとして0.1ppm クロルジメホルムとして2.0ppm クロルジメホルムとして0.6ppm クロルジメホルムとして0.6ppm
ヘキサクロルヘキサヒドロメタノベンゾジオキサチエビンオキシド（別名ベンジエビン又はエンドスルファン）	果実 野菜 いも類 豆類 てんさい 茶	$\alpha$ -エンドスルファン、 $\beta$ -エンドスルファン及びエンドスルファンスルファートの和として各0.5 ppm

2,4,5,4'-テトラクロルジフェニルスルホン（別名テトラジホン）	果実（かんきつを除く。） かんきつ 野菜 茶	1.0 ppm 3.0 ppm 1.0 ppm 1.0 ppm
ジメチルジブロムジクロルエチルホスフェート（別名BRP又はナレド）	米 果実 野菜 茶	各 0.1 ppm
2-クロル-4,6-ビス(エチルアミノ)-5-トリアジン（別名CAT又はシマジン）	米 麦・雑穀 果実 野菜 いも類 豆類 茶	各検出されないこと

☆9月26日の分

第1欄	第2欄	第3欄
水酸化トリフェニルスズ（別名有機錫又はフェンチンヒドロキシド）	いも類 豆類 てんさい	0.1 ppm 0.02 ppm 0.1 ppm
酢酸トリフェニルスズ（別名有機錫又はフェンチンヒドロキシド）	いも類 豆類 てんさい	フェンチンヒドロキシドとして0.1 ppm フェンチンヒドロキシドとして0.02 ppm フェンチンヒドロキシドとして0.1 ppm
塩化トリフェニルスズ（別名有機錫又はフェンチンクロリド）	いも類 豆類 てんさい	フェンチンヒドロキシドとして0.1 ppm フェンチンヒドロキシドとして0.02 ppm フェンチンヒドロキシドとして0.1 ppm
N-(1,1,2,2-テトラクロルエチルチオ)-4-シクロヘキセン-1,2-ジカルボキシミド（別名ダイホルタン又はカブタホール）	果実 野菜 いも類 茶	5 ppm 1 ppm 1 ppm 1 ppm
O,O-ジエチルS-2-(エチルチオ)エチルホスホロジチオエート（別名エチルチオメトソ又はジスルホトン）	米 果実 野菜 いも類 豆類	O,O-ジエチルS-2-(エチルチオ)エチルホスホロチオレートとして各0.1 ppm
オキシエチレンナタネ油アルコール	米 果実 野菜	各 1.0 ppm

（試験法は省略）

## 協会だより

### 一本 会一

#### ○本会事務所 3階より 2階へ移転

植防ビルの2階を借りていた会社が移転したのに伴い全館を改装し、9月26日に事務所を3階から2階へ移転しました。いままで手狭で本会へおいで下さった方が座る場所もない状態でしたが、2階は約142m<sup>2</sup>あり(3階は約89m<sup>2</sup>)、だいぶ広くなりました。在京の方はもちろん、地方の方も上京の節などには、ぜひお立寄り下さい。なお、3階は会議室に、4階は学会関係事務室にする予定です。

#### ○昭和48年度蒸散法に関する特別研究成績検討会を開催す

蒸散法特別研究会による成績検討会を9月12日、東京家の光会館において、本研究会委員、県試験研究機関担当者、関係会社など約80名参会のもとに開催した。

10時遠藤常務理事の開会挨拶のち、本研究会委員会の委員長である岸国平氏(野菜試)が座長となり、進行した。発表は基礎試験と効果試験とあり、基礎試験は大型ハウスにおける拡散状況と効果について、山形、福井、茨城、埼玉、千葉、奈良、高知、宮崎の8県より成績の発表があった。効果試験については、トリアジン、ダコニール、アクリシッド、レジサン、ベンレート、トップシンMなどの水和剤を使用しての効果発表が行われたが、最も期待されていたトップシンM、ベンレートが機械の温度調節に不備があり、適当な蒸散温度に保てず十分な効果が得られなかつた。温度調節について機械の改良が望まれた。

#### ○プラスフォグ中間成績検討会を開催す

9月13日、東京家の光会館において本会試験研究委員、県試験研究機関担当者、関係会社など約50名参会のもとに開催した。遠藤常務理事の開会挨拶のち、畠井直樹委員(農技研)、武長孝委員(機械化研)が座長となり進行した。プラスフォグはハウスの省力防除で好評であるが、本会の委託試験として実施したのは今年からである。成績発表は大阪府農林技術センターより本機の性能調査についての発表があり、次いでモレスタン、ダコニール、アグレプト、トップシンM、オルトランなどの薬剤を使用した場合の各種病害虫に対する防除効果について関係機関より発表が行われた。各成績ともおおむね良好の結果であったが、今回は中間成績検討会で正式考察は12月の中央成績検討会において行う予定である。

#### ○第1回種子消毒現地研究会を開催す

種子消毒用有機水銀剤の製造中止に伴い、代替種子消毒剤の開発の緊急性から種子消毒特別研究会が発足し(詳細は本誌第28巻第8号41ページ協会だより一本会一欄参照)、本年度の事業の一つとして第1回の種子消毒現地研究会を9月25、26の両日岩手県において、本研究会委員、都道府県試験研究機関、農業製造会社などの関係者210名参会のもとに開催した。

第1日目の25日は盛岡市の岩手県自治会館において講演会を行った。本会研究所の後藤和夫氏の開会挨拶のち、東北農試督 益次郎場長、水上武幸委員長(農技研)の挨拶があった。講演は座長に午前中は高坂淖爾委員(農工大)が、午後は山口富夫委員(農技研)となり、下記の6講演が行われた。

- |  |                |
|--|----------------|
| 1 東北地方における種子伝染性及び立枯性病害の現況                            | 東北農業試験場 越水幸男氏  |
| 2 馬鹿苗病菌の種に対する感染経過                                    | 東北農業試験場 佐々木次雄氏 |
| 3 Rhizopus による立枯病の発生と対策                              | 福島県農業試験場 橋本晃氏  |
| 4 種子伝染性病害に対する消毒剤の効果                                  | 山形県農業試験場 木村和夫氏 |
| 5 種子消毒における薬害の発生と対策                                   | 岩手県農業試験場 渡部茂氏  |
| 6 各種立枯病に対する防除剤の効果<br>—Fusarium, Pythiumによる苗立枯を中心として— | 青森県農業試験場 千葉末作氏 |

講演終了後、富永時任委員(農技研)が座長となり、総合討論を行った。

第2日目の26日はバスで東北農試、果樹試盛岡支場、野菜試盛岡支場と岩手県農試内の岩手農業博物館などを見学し、午後0時30分盛岡駅で解散した。

#### ○出版部より

10月1日より小包料金が変わり、値上げされました。本会発行図書のうち一部送料が値上げになったものがあります。図書には旧郵便料金が印刷されておりますが、お含みおき下さい。

#### ○編集部より

本号は、3月号の「ダニ類」、5月号の「微生物源農薬」、8月号の「生体外培養」に続く本年4冊目、最後の特集号となっております。なお、口絵写真はありませんので、休載いたしました。御了承下さい。

## 新しく登録された農薬 (49.8.1~8.31)

掲載は登録番号、農薬名、登録業者(社)名、有効成分の種類及び含有量の順。なお、アンダーラインのついた種類名は新規のもので、次の〔 〕は試験段階時の薬剤名。

### 『殺虫剤』

#### メソミル水和剤

13279 ランネット水和剤 デュボン ファーイースト  
日本支社 メソミル 45%

13280 ランネット水和剤シエル シエル化学 同上

#### メチルイソキサチオニン乳剤 [SI 7104]

13281 ダイメックス乳剤 三共 O,O-ジメチル-O-  
(5-フェニル-3-イソキサゾリル)ホスホロチオエ  
ート 50%

#### ダイアジノンくん煙剤

13281 「中外」ダイアジノンくん煙顆粒 中外製薬 ダ  
イアジノン 7%

#### アレスリン・CVMP エアゾル

13283 ガードピレンエアゾル 小池化学 アレスリ  
ン 0.02%, CVMP 0.14%

### 『殺そ剤』

#### ビスチオセミ殺そ剤 [NK 15561]

13284 カヤネックス 日本化薬 メチレンビス(1-チオ  
セミカルバジド)2%

#### タリウム殺そ剤

13286 固形タリウムS「大塚」 大塚薬品工業 硫酸タ  
リウム 0.3%

#### りん化亜鉛殺そ剤

13287 リンカS.1 北海道森林防疫協会 りん化亜鉛 1%

### 『その他の』

#### 展着剤

13285 ラビデンSS 日本曹達 ポリオキシエチレノア  
ルキルエステル 20%, ポリオキシエチレナル  
キルアリルエーテル 8%

### 人事消息

岡田吉弘氏(関東農政局生産流通部農産普及課植物防疫係長)は農蚕園芸局植物防疫課農業航空班技術係長に木村一栄氏(八郎潟新農村建設事業団入植指導訓練所普及課)は関東農政局生産流通部農産普及課植物防疫係長に

江塚昭典氏(野菜試験環境部病害第2研究室長)は農業技術研究所病理昆虫部細菌病第2研究室長に

西 泰道氏(九州農試環境第1部病害第2研究室長)は野菜試験場環境部病害第2研究室長に

新海 昭氏(植物ウィルス研研究第2部主任研究官)は九州農業試験場環境第1部病害第2研究室長に

田中寛康氏(果樹試安芸津支場病害研究室長)は果樹試験場本場保護部病害研究室長に

高梨和雄氏(同上試本場保護部病害研究室長)は同上部主任研究官に

成澤信吉氏(同上部主任研究官)は同上場安芸津支場病

害研究室長に

坂本 裕氏(茶試枕崎支場長)は茶業試験場本場企画連絡室長に

前原三利氏(同上場土壤肥料研究室長)は同上場枕崎支場長に

石原 健氏(同上試本場企画連絡室長)は退職

江住和雄氏(嬬恋馬鈴薯原原種農場原種部長)は雲仙馬鈴薯原原種農場長に

小暮光美氏(日本蚕糸事業團理事長)は農業機械化研究所理事長に

原 政司氏(農業機械化研究所理事長)は退職

井筒屋化学産業株式会社本社の住所は住居表示変更に伴い、熊本市花園1の11の30に変更。郵便番号は860、電話番号は860(52)8121と從来どおり

住木諭介氏(東大名誉教授)は9月11日胃がんで逝去了されました。御冥福をお祈りします。

### 植物防護

第28卷 昭和49年10月25日印刷  
第10号 昭和49年10月30日発行

実費320円 送料16円 1カ年3,360円  
(送料共概算)

昭和49年

10月号

(毎月1回30日発行)

—禁転載—

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 遠藤武雄

印刷所 株式会社 双文社

東京都板橋区熊野町13-11

—発行所—

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号 170

社団法人 日本植物防疫協会

電話 東京(03)944-1561~4番

振替 東京 177867番

増収を約束する

日曹の農薬

稻の一生の  
スタートを守る

新発売!

水銀を含まない種子消毒剤

# ホーマイ

- 種もみのばかなえ病、いもち病、ごまはがれ病防除にすぐれた効果があります。
- 箱育苗に浸種前処理ができます。また、高濃度短時間処理、低濃度長時間処理が可能です。
- 毒性やかぶれの心配がない安全な薬剤です。



日本曹達株式会社

本社 東京都千代田区大手町2-2-1 〒100

支店 大阪市東区北浜2-90 〒541

## はじめて生態学全分野の重要用語を網羅

# 生態学辞典

沼田真一編

11月中旬発売

予約受付中

●詳細カタログ呈

収録7,000項目・英文索引10,000項目

A5変型版 500ページ 2段組 上製函入 價8500円

学界の第一線研究者が執筆に参加した

わが国最初の画期的辞典である。

広汎な現代生態学の全分野から

7,000項目におよぶ重要用語を収録した。

生態学・環境問題に関して不可欠の辞典である。

本辞典の特色

- 現代生態学の各分野と環境問題に関する重要用語を小項目主義・50音順列で収録した。

- 7,000項目におよぶ学術用語を簡潔に定義・解説し、10,000項目の英文総索引を付した。

- 從来定訳のなかった学術用語に初めて日本語訳を付した。

- 新語・境界領域の用語を多数収録し、多岐にわたる現代生態学を十分カバーできるようにした。

- 人名は生態学史上一定の評価を受けているものを収録した。

●執筆者一覧・主要執筆分担(50音順、○印は執筆責任者)

○飯泉茂(東北大)——草地・耕地・砂漠・気候

○伊谷純一郎(京大)——動物社会学・人間生態学  
大塚柳太郎(東大)  
西田利貞(東大)

○巖俊一(名大)——個体群・有害動物防除・行動学・動物生産  
小野勇一(九大)

日高敏隆(東京農工大)

前田憲彦(城西衛科大)

宮田正(名大)

○手塚泰彦(東京都立大)——微生物・生理・環境

○中村純(高知大)——古生態学・遺伝・種生態学・進化学

○沼田真(千葉大)——方法論・学史・雑草学・都市生態系  
大沢雅彦(東大)  
太田邦昌(東経大)

○原田英司(京大)——海洋生物学・海洋汚染

○水野寿彦(大阪教育大)——陸水生物学・陸水汚染

○宮脇昭(横浜国大)——植物社会学・植物地理学

○依田恭二(大阪市大)——森林・熱帯・極地・土壤・生態系



築地書館

●東京都中央区築地2-8-2

●電話541-2051(代)

●振替東京19057

虫がネをあげた



作物の播種、植付時の土壤処理で  
長期間にわたり  
高い効果を示します。  
さらに、ガス効果が強いので  
作物の成育中の  
葉面、地表面散粒で  
特効を示します。  
毒性が少なく、薬害の  
心配もないので  
安心して使えます。

手まきでアフラムシが防げる  
**ホスト<sup>ム</sup>粒剤**

イソチオエート粒剤



日本農薬株式会社 東京都中央区日本橋一丁目2-5栄太樓ビル103

# 使う人・食べる人 の安全を考える 兼商の農薬

■果樹・そさい病害防除の基本薬剤

## キノンドー®

■安全性が確認された塩素系殺虫剤

## マリックス

■新しい殺虫殺ダニ剤

## トラック

■果樹園・桑園・牧草地の除草剤

## カソロン 粒剤

●適正摘果で安定高収益を！

●使い易いみかんの摘果剤

## ビオモン

●最も信頼されているダニ剤

## スマイト®

●水田のヒルムシロ・ウキクサ  
アオミドロ・ウリカワ防除に

## モゲトン®



兼商株式会社

東京都千代田区丸の内2-4-1

近畿大学教授・平井篤造 神戸大学教授・鈴木直治共編

—第2版出来—

# 感染の生化学 —植物—

A5判 474頁

2800円 〒140円

前編—糸状菌および細菌病

\* 感染（神戸大学農学部教授・鈴木直治） \* 細胞壁と細胞膜（香川大学農学部教授・谷 利一） \* 呼吸（北海道農業試験場病理昆虫部技官・富山宏平） \* 光合成（農業技術研究所病理昆虫部技官・稻葉忠興） \* 蛋白質代謝（近畿大学農学部教授・平井篤造） \* 核酸代謝（京都大学農学部助教授・獅山慈孝） \* フェノール物質の代謝（東北大學農学部教授・玉利勤治郎） \* ファイトアレキシン（島根大学農学部教授・山本昌木） \* ホルモン（農業技術研究所生理遺伝部技官・松中昭一） \* 毒素（鳥取大学農学部教授・西村正暉）

後編—ウイルス病

\* 感染（近畿大学農学部教授・平井篤造） \* 呼吸（岩手大学農学部教授・高橋 壮） \* 葉緑体（名古屋大学農学部助手・平井篤志） \* 蛋白質代謝（植物ウイルス研究所研究第1部技官・児玉忠士） \* 核酸代謝（岡山大学農学部助教授・大内成志） \* 感染阻害物質（九州大学農学部助手・佐吉宣道）

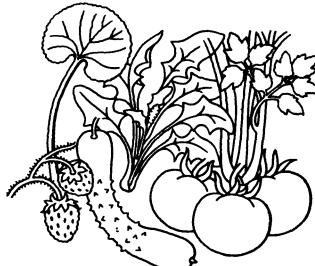
農業技術協会刊

東京都北区西ヶ原1-26-3(〒114)

振替 東京 176531 TEL (910) 3787 (代)

昭和四十九年九月三十五日第発印  
植物防疫便物認行  
毎月二回三十八卷第十号  
明治四十九年九月三十五日第発印  
植物防疫便物認行  
毎月二回三十八卷第十号

# ゆたかな実り=明治の農薬



野菜、かんきつ、もも、こんにゃくの細菌性病害防除に  
タバコの立枯病に

## アグレプト水和剤

デラウェアの種なしと熟期促進に 野菜の成長促進・早出しに

## ジベレリン明治

トマトのかいよう病特効薬

## 農業用ノボビオシン明治

イネしらはがれ病防除に

## フェナジン明治粉剤・水和剤



明治製薬・薬品部  
東京都中央区京橋2-8



## 住友信託銀行

生きた情報とアドバイスを  
お届けする銀行です――

TOMORROW!  
たしかな  
明日のために

実費三三〇円（送料一六円）