

強力4駆に実力派新登場

共立スピードスプレーヤ

SSV-660F



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

〈仕様〉 ●寸法/3,300(全長)×1,320(全幅)×1,235(全高)mm ●重量/1,005kg ●走行用エンジン排気量/600cc ●送風用エンジン排気量/952cc ●走行部形式/4輪-4駆 ●薬液タンク容量/600ℓ ●噴霧用ポンプ吐出量/80ℓ/min ●送風機風量/550m³/min ●ノズル個数/16

	株式会社 共立
	共立エコ物産株式会社 〒181 東京都三鷹市下連雀7-5-1 ☎0422-49-5941(代表)

りんごの病害防除に!

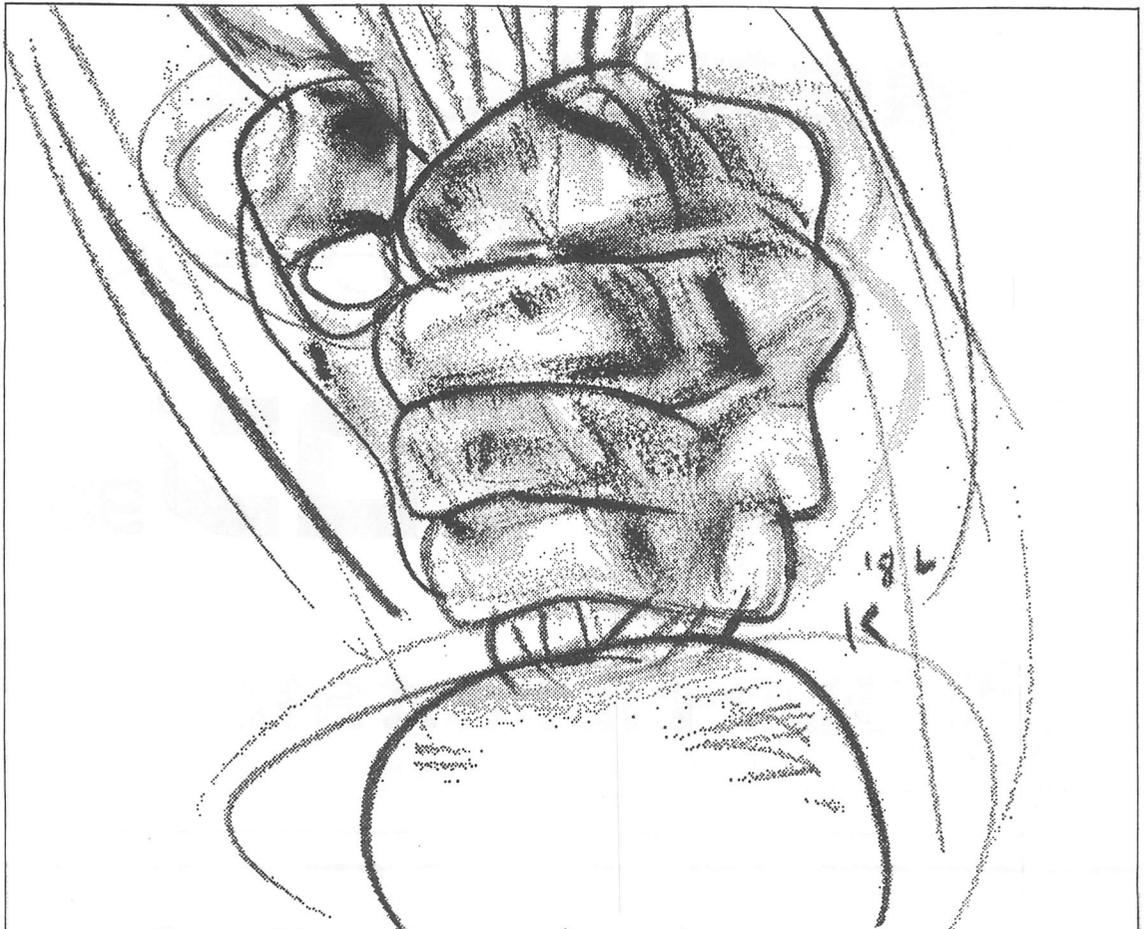
*適用拡大になりました。

*赤星病/黒点病/*黒星病
斑点落葉病/*すす点病/*すす斑病

パルマックス

 水和剤

大内新興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4



収穫はラブ・ストーリー。

大きく育てほしい。大きな姿で応えたい。
人と作物、ふたつの心が通いあい、ひとつになって実りに結びます。
すばらしい愛のストーリー、デュボンジャパンは技術で応援します。

豊かな収穫に貢献するデュボン農薬

殺菌剤——ベンレート* / ベンレート-T / タコレート / スパグリン
殺虫剤——ランネード*45 / ホスクリン
除草剤——ロロックス* / レナバック / ハイバー*X / ソーバー*

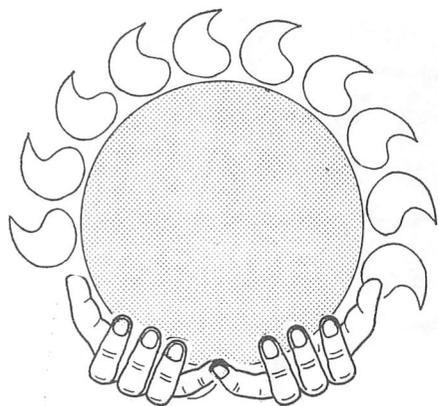
デュボン ジャパン リミテッド 農薬事業部
〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル

●デュボン農薬のお問い合わせは……
Tel.(03)585-9101

デュボン ジャパン



線虫剤と伴に30年



線虫剤の
トップブランド

テロン^{*}92



サンケイ化学株式会社

鹿児島・東京・大阪・福岡・宮崎

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

豊かさを描いて。

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

健苗育苗に

総合種子消毒剤

デュボン

ベンレート^{*} 水和剤20

苗立枯病に

カヤベスト[®] 粉剤10

幼苗腐敗症・褐条病に

カスミン[®] 粒剤

新発売 苗立枯病・褐条病に

コタパロン 粉剤



農協
経済連
全農



北興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本石町4-4-20

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 41 卷 第 3 号
昭和 62 年 3 月号

目次

特集：永年作物の紋羽病

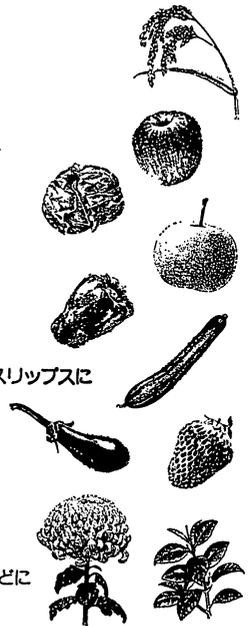
紋羽病の研究の現状と今後の問題点	佐久間 勉	1
リンゴ紋羽病の発生実態と発生生態	福島千万男	3
リンゴ紋羽病の薬剤防除	荒井 茂充	8
ナシ白紋羽病のイソプロチオラン剤による防除	梅本 清作	12
桑園における白紋羽病の防除	小島 暁	17
クワ紋羽病の発生生態と制御	久保村安衛	22
北海道におけるダイズシストセンチュウのレース—十勝地域を中心として—	清水 啓	27
生果実の蒸熱処理によるミバエ類の殺虫方法	杉本 民雄・砂川 邦男	34
抗菌微生物を用いた土壌病害の生物学的防除	木嶋 利男・有江 力	39
カブリダニの交尾と生殖行動	天野 洋	44
植物防疫基礎講座		
病害虫防除のための統計学 (2)		
分布様式とサンプリング (1)	塩見 正衛	48
新しく登録された農薬 (62.1.1~1.31)		33, 47
中央だより	53	人事消息
次号予告	7	出版部より
		16
		7



「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

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

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



®は登録商標

日本特殊農薬製造株式会社
東京都中央区日本橋本町2-4 ☎ 103



タケダ

* 農薬は正しく使しましょう。



低コスト稲作に最適！

薬剤費が安く、 イネミズゾウムシを 経済的に防除できます。

■育苗箱施用及び床土混和に

パダン[®]粒剤4

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

■本田の防除には

パダン[®]ハッサ[®]粒剤

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

特集：永年作物の紋羽病〔1〕

紋羽病の研究の現状と今後の問題点

農林水産省果樹試験場 ^ま ^く ^ま 佐久間 ^{つとむ} 勉

はじめに

クワの紋羽病（白、紫）、アスパラガス、サツマイモなどの紫紋羽病の被害軽減策については、多くの研究成果があり、ある程度満足のゆく対応策が講じられているように思われる。

一方、果樹の場合には水銀剤が使用できた時代に開発された防除法——すなわち、被害樹を掘り上げ病患部を除去し薬液で洗いながら土壌と混和し埋め戻す——よりあまり進歩していないように思われる。それは、果樹が永年性作物であること、および食用作物であることによる使用薬剤の制限が厳しいことにあると思われる。

今回、永年性作物の紋羽病特集号を組むにあたり、いわゆる、永年性作物の紋羽病（白、紫）に関する研究の現状および今後に期待する研究上の問題点を述べ、関係者の御意見を賜りたい。

I 紫紋羽病による永年性作物の被害状況

本病による被害は果樹ではリンゴが主で、まれにセイヨウナシで認められる。クワでは昔から被害が大きかった。これら作物の紫紋羽病による被害面積は全国的調査資料が無いので定かではないが、青森県りんご試の調査によれば4.9%、約25万本が被害を受けており、東北地方および群馬、長野県で被害が大きい。

リンゴにおける被害の記録は明治30年代にあり、古い。ただ、この病気は大樹仕立ての場合には果実をたくさん付けない、強剪定をしない、堆肥をたくさん施用する、地際部を開いて陽光に当てるとかして昭和50年ごろまで紫紋羽病発生ほ場でもリンゴを生産してきた。

昭和50年を境にしてリンゴ産業では、わい性台リンゴ樹によるリンゴ生産が始まったが、わい性台リンゴ樹作付面積の増大とともに本病問題は大きくなってきた。すなわち、わい性台樹は本病に対して弱かったのである。その被害発生状況は以下のようである。

紫紋羽病発生ほ場にM9、M26台リンゴ樹を植えた場合に3年で果実がなり始めるが、このころより発症

し、着果量の増加とともに被害樹が増大してくる。一番困るのは9月下旬ごろに数日前まで元気であった樹が急激にしおれてくる、いわゆる急性型の発症である。研究者はこのタイプの被害を重要視して研究対象にしている。現在、わい性台リンゴ樹の作付面積は約10,000haである。

II 白紋羽病による永年性作物の被害状況

上に述べたように、紫紋羽病による被害の大きい果樹はわい性台リンゴ樹であるが、白紋羽病の場合は少々異なり、全果樹で発症を見ている。もちろん、クワの被害も大きい。わい性台リンゴ樹の被害は紫紋羽病におけるそれと同じであり、青森県の調査によると約20万本のリンゴが発症している。

リンゴ以外の果樹における被害の状況は以下のとおりである。ナン、ブドウで被害が大きく、その被害面積は全作付面積の10%に近いと考えられている。ただ、リンゴわい性樹におけるような一筆の畑で50%も被害を受けるというような例は聞かない。白紋羽病の場合には、堆肥の効果が低いこともあって、いわゆる耕種的防除は難しい。

III 両紋羽病に関する現在までの主な成果

(1) 昭和55年ごろまでに報告された主な成果
Iro, K. (1949): Studies on "Murasaki-monpa" disease caused by *Helicobasidium Monpa* TANAKA.

林試報告 43: 1~126.

鈴木直治ら(1957): 甘藷紫紋羽病に関する研究

農業技術研究所報告 C8: 1~200.

荒木隆男(1967): 紫紋羽病、白紋羽病の発生と土壌条件
農業技術研究所報告 C21: 1~109.

上記2編では紫、白紋羽病の発生生態に関して深く掘り下げた研究がなされ、この中で現在果樹関係で普及指導している掘り上げかん注法などが開発された。

岡部光波(1954): 桑の白紋羽病について

群蚕試報 30: 11~19.

岡部は以後数編、両紋羽病に関する報告を出しており、乾燥ぎみの土壌では紫紋羽病、湿土では白紋羽病の発生が多いなど、荒木(1967)と同様なこれら病害の発

The Latest Trend and Further Prospect of Research on Violet and White Root Rot of Fruit Trees. By Tsutomu SAKUMA

生生態に関する結果をクワで得ている。

榎藤道夫ら(1959)：土壤病原菌の土壤生態学的研究

第2報 紫紋羽病菌と非病原性土壤菌との関係

鹿児島大学農学術報 8：70～75.

鈴木孝仁(1978)：アスパラガス紫紋羽病の生態と防除に関する研究

北農試研報 122：87～165.

本研究では、地上部の切断が根部よりのアミノ酸分泌を促し、結果的に菌のコロニズを促すと述べている。

家城洋之(1981)：桑紫紋羽病の感染過程に関する解剖学的研究

東京農大学位論文 (1～46).

家城洋之(1969)：白、紫紋羽病菌に対する *Trichoderma* 菌の拮抗作用

日植病報 35：71～75.

(2) 果樹、クワにおける最近の成果

中沢憲夫ら(1973)：リンゴ紫紋羽病の防除剤に関する試験

北日本病虫研報 24：66.

ダイセンステンレス 2,000 倍は実用的とされている。

山川隆平(1974)：ニンニクの紫紋羽病菌にたいする成育抑制効果について

東北農業研究 15：393～394.

落合政文ら(1978)：リンゴ白紋羽病の防除薬剤に関する研究

福島園試報 8：25～44.

福島千万男ら(1982)：リンゴ紫紋羽病に対する石灰の防除効果

北日本病虫研報 33：81～82.

久保村安衛ら(1982)：クワ紫紋羽病に対する土壤改良剤バイオファーターの施用効果

蚕試研究 124：22～23.

佐久間 勉ら(1984)：機械注入したクロールピクリンのリンゴ紫紋羽病に対する効果及びブルーサンを指標植物にしたその効果検定

果樹試報 C11：39～47.

斎藤司朗ら(1985)：フジワシ粒剤の土壤表面施用によるナン白紋羽病防除

関東東山病虫研報 32：133～134.

小森三郎ら(1985)：リンゴ白紋羽病に対するケンタッキーブルーグラスの効果について

関東東山病虫研報 32：137～138.

IV 最近の話題

① 紫紋羽病に対して抑止型土壤が青森県で2か所見つかっており、これらの物理、化学、生物学的解析が青森県りんご試験場および果樹試験場盛岡支場でなされている。

② 現在の薬剤による防除は掘り上げかん注または跡地処理であるが、前者は労力を多く要するために薬剤施用法の改善が要求されているが、現在検討中である。

③ 微生物入り土壤改良資材や産業廃棄物による堆肥が末端農家に売り込まれているが、これら資材の評価を

する組織が無い。早急に対応する組織が必要である。

V 現在の研究状況

両紋羽病に対する組織だった研究は、果樹関係では昭和60年より始まった総合助成試験(青森県りんご試、同畑作園試、岩手園試、秋田果試、群馬園試、長野果試)、61年から始まった特別研究：根圏環境(果樹試盛岡支場、蚕試)である。一般作物に発生する紫紋羽病に関しては東北農試で研究されている。

VI 今後の研究に期待される点

第一には、現在の防除法を改良して農家が実際に使える方法を開発すべきである。とにかく白紋羽病に対するベノミル水和剤、紫紋羽病に対するアンバム剤の殺菌効果は高いが、注入した場合にその効果を十分に発揮しない。薬剤の土壤吸着が強いため、これをいかに解決するかである。

次に考えられることは、拮抗微生物の利用である。紫紋羽病に対して腐熟堆肥の効果が高いことは証明済みであるが、施用量が問題で大量施用が要求される。この場合、拮抗微生物との併用で施用堆肥量の軽減問題は解決されよう。白紋羽病に対する堆肥施用の問題は、逆に病気を促進させるとも言われているので、拮抗微生物の施用は単独施用か新しい土壤改良剤との混用になろう。

抵抗性台木育成の問題は言うにややすいが両病菌の寄生範囲が広いので、短時間で育成できるとは思えないので、息の長い努力が必要である。以下の点は検討に値しよう。

リンゴにおける両紋羽病では *Malus* 属植物の種間で両紋羽病に対して感受性に差があると思われるので、この点を整理する必要がある。*Pyrus* 属植物は紫紋羽病に強いので、この種植物の血をリンゴ台木に入れるのも一法であろう。ナン白紋羽病についても同じことが言える。

イネ科牧草の樹冠下への栽植の効果の問題がある。これに関しては、青森県りんご試験場のほ場の一角にその良い例があるが、紫紋羽病がなぜ発生しないかの原因解析が終わっていない。両紋羽病の発生しない土壤の探索と、その原因解析ともども急がれる研究テーマである。

以上、永年性作物の紋羽病(白、紫)に関する研究の現状と今後期待される解決点について述べたが、白紋羽病の発生は世界的な広がりがあるのに学会誌に姿を見せることは少ない。紫紋羽病は本邦特有な病害とすると、これら病害問題の解決は他に期待できない。関係者のいっそうの努力が必要である。

特集：永年作物の紋羽病〔2〕

リンゴ紋羽病の発生実態と発生生態

青森県りんご試験場 ^{ふく}福 ^{しま}島 ^{ちま}千万 ^お男

はじめに

リンゴ紋羽病には白紋羽病と紫紋羽病があり、両病ともリンゴ以外のナン、ブドウなどの果樹をはじめクワおよび林木などにも発生する多犯性の土壤病害である。

特に、リンゴにおいては樹の老齢化が進んでいることや、早期多収を目的としたわい化栽培が普及されるに伴い、紋羽病の発生が増加し、リンゴ安定生産上大きな問題になっている。青森県内のリンゴ園には紫紋羽病または白紋羽病の単独発生する園、両病の混在発生する園および発生の見られない園が存在する。そこで、リンゴ紋羽病の発生実態調査を行い、発生要因を抽出するとともに、発生相の異なる要因を解明するため、紫紋羽病の多発園、白紋羽病の多発園および発生の見られない園地を選定し、土壌中および土壌煎汁培地上における紋羽病菌の生育状況を調査したので、その概要を紹介する。

I 青森県におけるリンゴ紋羽病の発生状況

青森県におけるリンゴ紋羽病の発生の歴史は古く、1911年に紫紋羽病の発生が初めて確認されている。その後紋羽病の被害が増加し、「将来寒心に耐えざるものなり」という記載がある。

青森県内の標準栽培におけるリンゴ紋羽病は1929年に被害樹が1.3% (26,979 樹)、枯死樹が0.4% (約9,000 樹)であったのに対して、1952年には被害樹が4.4%に増加し、枯死樹も1.0%に増加した。その後、1964～66年の調査では被害樹が6.9%、枯死樹が2.9%に増加し、紋羽病の被害が著しく増加していることが明らかになった。さらに、1978～80年の調査では、被害樹が8.6% (約40万樹)に増加したが、枯死樹は1.1% (約5万樹)に減少している。しかし、現在、青森県内のリンゴ園においては毎年5万樹も枯死し、罹病樹が40万樹もあるものと推定され、紋羽病による被害の大きさがあらためて痛感される。

また、紫紋羽病と白紋羽病の発生状況を見ると、1964

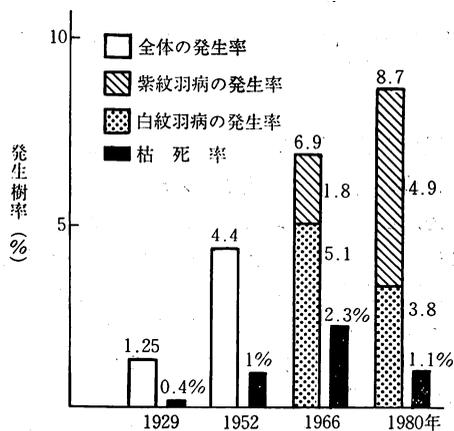
～66年の調査では紫紋羽病の発生が1.8%であったのに対し、白紋羽病の発生が5.1%と多く、被害も大きかった。

しかし、1978～80年の調査では紫紋羽病の発生が4.9%に急増し、白紋羽病の発生は3.8%に減少した。紫紋羽病が増加している原因として古い園地が宅地化され、新開植園が増加していることが考えられるが、比較的古い園地で白紋羽病の発生型から紫紋羽病の発生型に変化している園が一部に見られる。

次に、土壌の種類と紋羽病の発生について見ると、沖積土壌では土壌が粘土質で、紋羽病菌の生育に適さず、しかも根圏が深いので紋羽病の発生がほとんど見られない。

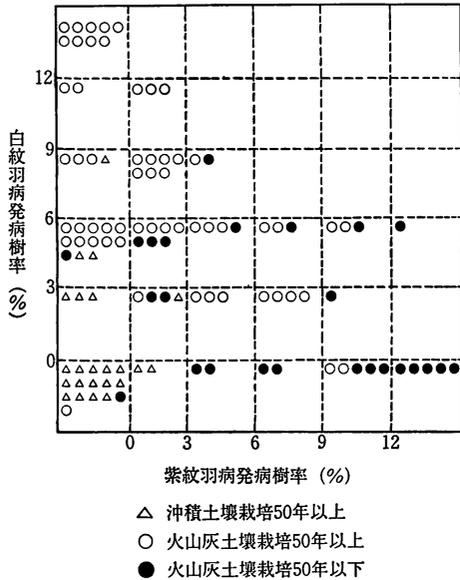
実際に紋羽病が発生し問題になっている園は、火山灰土壌である。火山灰土壌の園で表土が浅く、下層に粟砂、ゴロタ、シラス、砂利などの層がある園では肥料の溶脱が激しく土壌の乾湿の差が大きいので、根の活動が著しく劣り、樹勢が低下して紋羽病が発生しやすく、被害も大きい。

火山灰土壌におけるリンゴの栽培年数と紋羽病の発生状況を見ると、栽培年数が50年以上の園では白紋羽病の単独発生が多く、50年以下の園では紫紋羽病の単独発生が多い。また、両病が混在して発生している園においても、栽培年数が50年以上の園では白紋羽病、50年

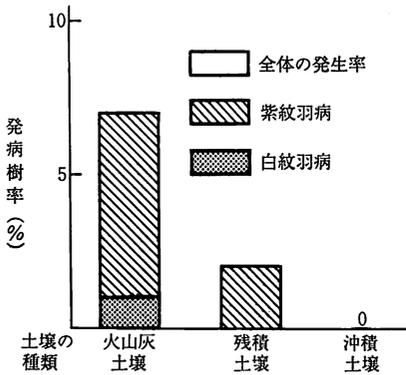


第1図 紋羽病の発生状況

Recent State of Violet and White Root Rot of Apple Trees in the Aomori Prefecture with Some Notes on the Feature of their Occurrence. By Chimao FUKUSHIMA



第2図 土壌の種類および栽培年数と紋羽病の発生 (1980年)



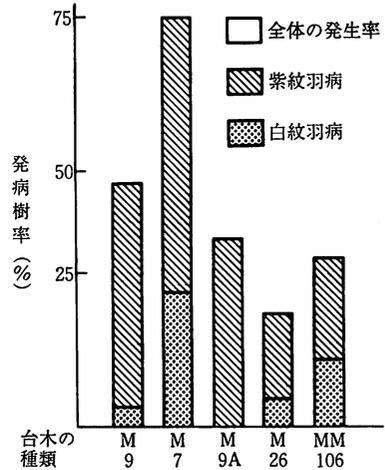
第3図 わい化栽培園における紋羽病の発生状況 (1985年)

以下の園では紫紋羽病の比率が高い (第2図)。

一方、1985年に青森県内のリンゴわい化園地から51園地を選定し、紋羽病の発生状況を調査した。

その結果、発病樹率は火山灰土壌では7%でもっとも多く、残積土壌では2%と少なく、沖積土壌では発生がまったく見られなかった。紋羽病の種類別では紫紋羽病の発生が圧倒的に多く、白紋羽病の発生は非常に少なかった (第3図)。

また、りんご試験場内のリンゴわい化栽培園におけるわい性台木別紋羽病の発生は、M7がもっとも多く、次



第4図 わい化栽培園 (りんご試) における台木別紋羽病の発生 (1985年)

いで M9, M9A, MM106 の順で、M26 がもっとも少なかった (第4図)。

II 紋羽病の発生消長

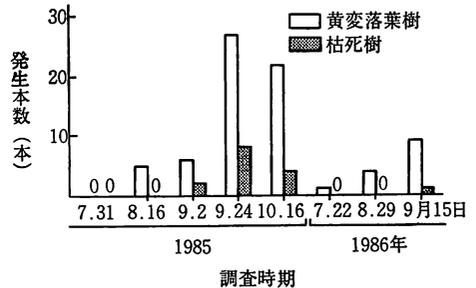
1 白紋羽病菌の土壌中での繁殖消長

りんご園内の深さ30cmの位置にりんご徒長枝を埋没し、一端に白紋羽病菌を接種して1か月後に菌糸の繁殖状況を調査した。

その結果、白紋羽病菌の生育は4月中旬から12月上旬まで見られ、特に地温が20°C前後に経過する6月から9月上旬までの生育がおう盛であった。しかし、12月中旬から4月上旬までは白紋羽病菌の生育がほとんど見られず、この期間には現地のりんご園においても病原菌は活動していないものと思われる。

2 紫紋羽病の地上部の発病消長

紫紋羽病の発病跡地にりんご苗木を1985年4月に植



第5図 紫紋羽病による黄変落葉樹および枯死樹の発生消長 (青森畑作園試) 苗木植付月日: 1985年4月

えて、紫紋羽病の発病状況を調査した。

初年目の発病は8月から見られ、9月上旬から10月中旬に急増した。2年目は7月下旬から見られ、9月中旬に増加した(第5図)。

これらのことから、リンゴ紫紋羽病は8月ごろから地上部に症状を現し、9月から10月に症状が急激に進むので、診断、治療に当たっては注意する。

III 各種土壌における紋羽病菌の生育

1 白紋羽病菌の生育

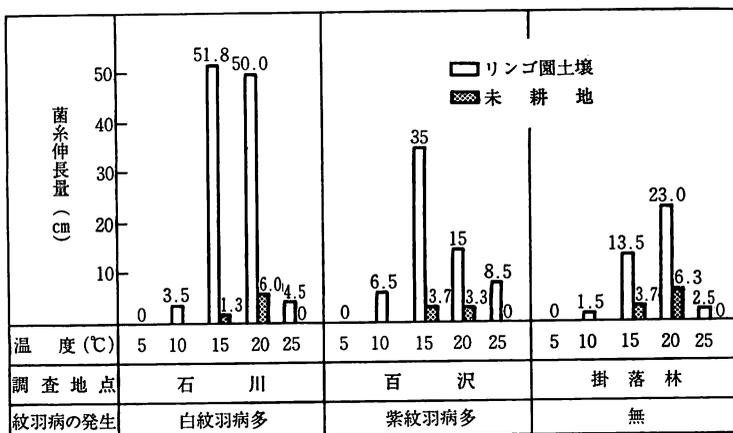
紋羽病の発生相の異なる園地およびその園地に隣接する未耕地から土壌を採取し、ワグネルポットに入れ、リンゴ徒長枝に白紋羽病菌を接種、埋没して菌の生育を調査した。その結果、白紋羽病菌の生育は白紋羽病の多発地である弘前市石川でもっとも良く、次いで紫紋羽病の多発地である岩木町百沢で良く、発生の見られない板柳町掛落林ではもっとも劣った。これらの園地に隣接する未耕地土壌中の白紋羽病菌の生育は、いずれの地点においても著しく劣り、調査地点間の差は見られなかつ

た(第6図)。また、いずれの園地の土壌中においても、白紋羽病菌の生育は15~20°Cで良好で、培地上の生育適温より低かった(第7図)。

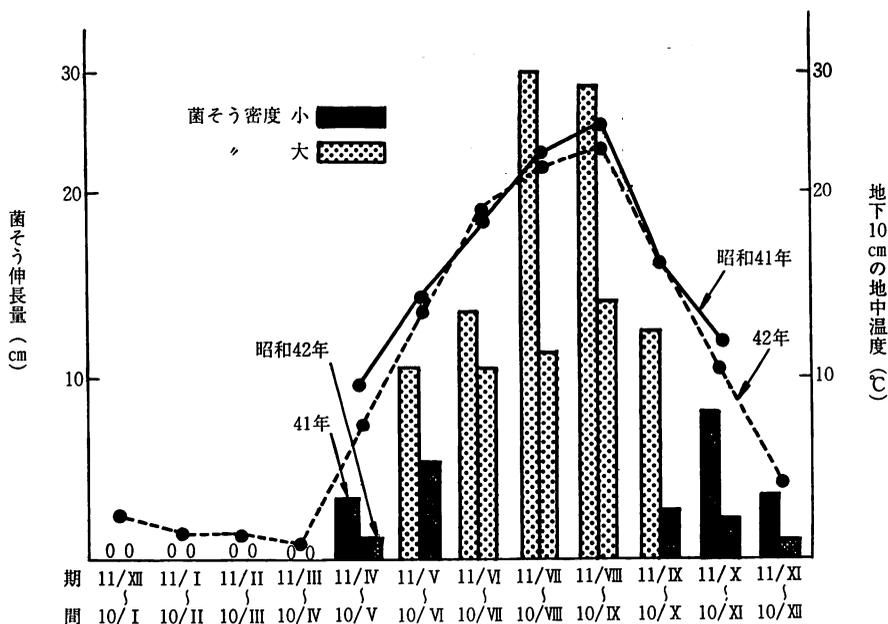
このように、リンゴ園土壌に比較して、隣接する未耕地土壌で白紋羽病菌の生育が著しく劣ることは、リンゴを長年栽培することによって、リンゴ園土壌が白紋羽病の発生型に移行しているものと思われる。

2 紫紋羽病菌の生育

紋羽病の発生相の異なる園地から土壌を採取し、オートクレーブで殺菌後、牛乳びんを用いる荒木の方法



第6図 リンゴ園土壌と未耕地土壌中における白紋羽病菌の生育(1981年)



第7図 土壌中での白紋羽病菌の繁殖消長

(1967) で紫紋羽病菌の生育状況を調査した。

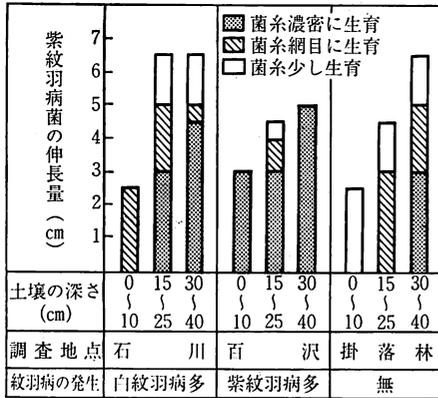
その結果、紫紋羽病菌の伸長はいずれの園地においても地表から 10 cm の間の土壌で劣り、15~40 cm の深さの土壌で良好であった。しかし、菌糸の密度は紫紋羽病菌の多発地である百沢でもっとも高く、次いで白紋羽病菌の多発地である石川で、紋羽病の発生の見られない掛

落林ではもっとも低かった。また、これらの園地における菌糸の生育密度は地表から深くなるに従って高くなっている (第 8 図)。これらのことからリンゴを長年栽培することによって、園地の表層から、紋羽病の発生相に変化が起こっていることが示唆される。

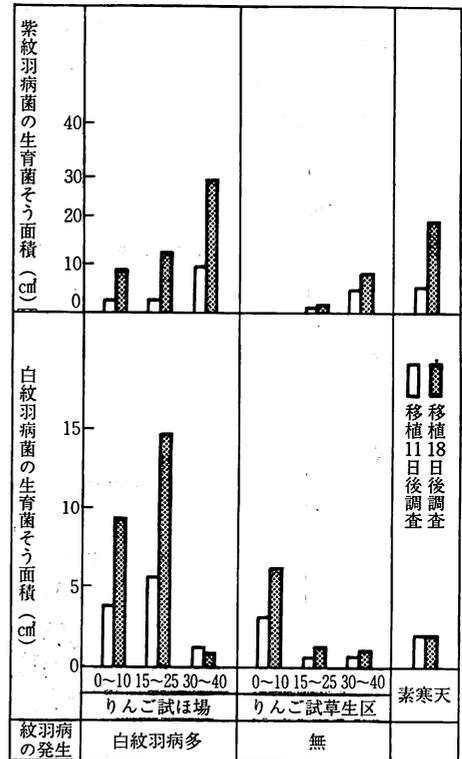
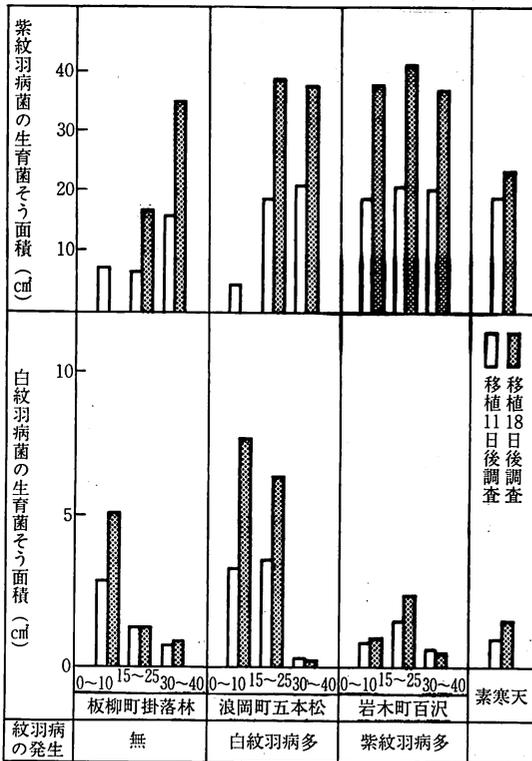
IV 各種土壌煎汁培地上における紋羽病菌の生育

紋羽病の発生相の異なる園地から、土壌の深さ別に土壌を採取し、土壌 500 g 当たり蒸留水 500 ml を加えて、オートクレーブで処理後、沱紙で沱過して土壌煎汁液を作った。土壌煎汁液 100 ml 当たり寒天を 2 g 添加して培地を作り、各種土壌煎汁培地上での紋羽病菌の生育を調査した。

その結果、白紋羽病菌の生育は白紋羽病の多発地である浪岡町五本松およびりんご試験場ほ場で良好であったが、紫紋羽病の多発地である百沢、紋羽病の発生の見られない掛落林およびりんご試験場草生区 (ケンタッキブルーグラス) では劣った。いずれの地点においても、白紋羽病菌の生育は深さ 30~40 cm より地表から 25 cm の深さで良好であった。



第 8 図 各種土壌中における紫紋羽病の生育 (1982 年)



第 9 図 土壌の深さ別土壌煎汁培地上における紋羽病菌の生育 (1980 年)

一方、同じ培地での紫紋羽病菌の生育は、紫紋羽病の多発地である百沢ではいずれの深さの土壤においても良好であったが、白紋羽病の多発地である五本松、りんご試験場ほ場、紋羽病の発生が見られない掛落林、りんご試験場草生区の地表から 10 cm の深さの土壤で著しく劣った。

特に、りんご試験場草生区の地表から 10 cm の土壤では、紫紋羽病の生育はまったく見られなかった(第9図)。

一方、これらの園地に隣接する未耕地土壤煎汁培地上での紋羽病菌の生育は、いずれの地点においても白紋羽病菌の生育が劣り、紫紋羽病菌の生育が良好で、地点間の生育差は見られなかった。

しかし、リンゴ園土壤では紋羽病菌の生育に園地間差が見られることから見て、リンゴを長年栽培することによってリンゴ園土壤になんらかの変化が起こり、紋羽病の発生相に差が生じているものと思われる。

おわりに

リンゴ紋羽病の発生が年々増加しているが、最近の特徴として、白紋羽病の発生が減少している一方において、紫紋羽病の発生が増加している。特に、わい化栽培園において、紫紋羽病の発生が新開植園はもちろん、古

くからリンゴを栽培していた改植園においても多発している。

一方、沖積土壤、りんご試験場ケンタッキーブルーグラス長年草生栽培区および長年堆肥連用現地ほ場の火山灰土壤、残積土壤の園地では紋羽病の発生は見られないか、非常に少ない。

また、土壤中および土壤煎汁培地上での紫紋羽病の生育は、同病の多発地である比較的新しい園地および未耕地土壤で良好で、それ以外の園地の表層で抑制される。

これらのことから、リンゴ園は栽培年数の経過とともに紫紋羽病の発生型から白紋羽病の発生型に移行していることが示唆される。このような紋羽病の発生相の変化については荒木(1967)も報告しているが、最近、白紋羽病の発生型から紫紋羽病の発生型に変化しているリンゴ園が見られるようになっているので、さらに検討する必要がある。

また、青森県のリンゴ園には紋羽病の発生しない数種のタイプの抑止型土壤が存在しているので、土壤の物理、化学、生物的な面および栽培管理の面から検討する必要がある。

参考文献

- 1) 荒木隆男(1967): 農技研報 C21: 6~35.

○出版部より

☆「植物防疫」専用合本ファイル定価改訂について

ご好評をいただいております合本ファイルが品切れとなり、このほど増刷をいたしました。これを機に表紙紙

質をビニール製に改良し、定価も改訂することとなりました。より保存に適した新しい合本ファイルを、前回と同様にご利用下さいますようお願いいたします。

改訂定価 1部 600円 送料 350円

次号予告

次4月号は下記原稿を掲載する予定です。

特集: アブラムシ

昭和62年度植物防疫事業の概要 岩本 毅
植物防疫研究課題の概要 河部 暹

特集: アブラムシ

アブラムシのモルフとその発現決定機構 河田 和雄
電気泳動法によるアブラムシの遺伝的変異の検出

—モモアカアブラムシを中心にして—

アブラムシの薬剤抵抗性 高田 肇
野菜アブラムシ類の防除の現状と問題点 浜 弘司
谷口 達雄

アブラムシのプレパラート作製法 宮崎 昌久
ブドウ芽枯病(新称)の発生とその病原菌

深谷雅子・工藤 晟・加藤作美・田中寛康
岡山県の促成栽培ナスにおける青枯病の発生実態と
防除法 伊達寛敬・那須英夫・畑本 求
ヨーロッパにおける土壤病害の生物的防除に関する
研究現状 内記 隆

ボルドウ液100年の足跡(4)—戦後の足跡— 向 秀夫

植物防疫基礎講座

病害虫防除のための統計学(3)
分布様式とサンプリング(2) 塩見 正衛

定期購読者以外のお申込みは至急前金で本会へ

定価 1部 500円 送料 50円

特集：永年作物の紋羽病〔3〕

リンゴ紋羽病の薬剤防除

青森県りんご試験場 ^{あら}荒 ^い井 ^{しげ}茂 ^{みつ}充

はじめに

リンゴ紋羽病は古くからリンゴの主要病害として知られ、その発生生態および病原菌の生理生態については多くの知見が得られている。しかし、防除法に関しては、本病が土壌というきわめて複雑な環境を介在して起こるため、いまだ十分に確立したとは言い難い。現に、青森県における紋羽病の発生は増加の傾向にある。

本病の防除剤としては、以前有機水銀剤が使用されていたが、1970年にその使用が全面的に禁止され、防除上著しい支障をきたした。そこで有機水銀剤と同等の効果を持つ薬剤の検索が実施されるとともに、ほ場での効果の確認が行われてきた。その結果、数種の有効な薬剤が見いだされ、これら薬剤に登録が認可され、現在に至っている。

本病の薬剤防除は、①跡地消毒、②苗木消毒、③被害樹の治療、の面から検討が加えられてきた。近年わい化栽培が広く普及し、その増加に伴い地域によっては紋羽病の発生が大きな問題となっている。わい化栽培体系における被害樹の治療法は、新たに組み直す必要に迫られている。さらに、予防法の必要性が重要視されている。

本稿では、現在検討している被害樹の治療法、予防法および跡地消毒法などを紹介する。

I 被害樹の治療

リンゴ紋羽病の治療は喬木性台（普通台）栽培体系を対象として開発されており、被害樹の根部を露出させ被害部を徹底的に除去した後、有効薬剤をかん注する方法によって行われている。この方法は一般に露出かん注法と呼ばれている。

処理薬剤としては有機水銀剤に代わるものとして白紋羽病に対してはベノミル（ベンレート）水和剤 1,000～1,500 倍、チオファネートメチル（トップジンM）水和剤 1,000～1,500 倍、紫紋羽病に対してはアンバム（ダイセンステンレス）1,000～1,500 倍、ダイホルタン水和剤 1,000～1,500 倍が、薬害もなく治療剤として高い

効果を示すことが認められた（福島ら，1973；落合ら，1975；中沢ら，1973）。これらの薬剤のうち、ベノミル水和剤、チオファネートメチル水和剤が白紋羽病に、アンバムが紫紋羽病に登録認可され普及に移されている。これら薬剤は被害部が根部全体の 2/3 以下であれば、高い治療効果を示すことが確認されている（第 1, 2 表）。

一方、わい性樹に対する治療についても喬木性樹に準じて行われているが、わい性樹は 10a 当たり 120 本前後栽植されるため、多発生園では実行が困難である。そこで、土を掘らないで、直接被害樹の根圏域へ有効薬剤を注入する方法について検討した。

(1) 各種有効薬剤の注入（注入法）

本法はスピードスプレーやないし動力噴霧機に装着した注入器で、被害樹の根圏へ直接有効薬剤を注入する。したがって、被害根をそのまま土壌中に残すことになるので、治療効果を高めるためには早期に発生を確認し処理することが重要となる。そこで、白紋羽病に対してはベノミル水和剤 1,000 倍、チオファネートメチル 1,000 倍、紫紋羽病に対してはアンバム 1,000 倍、ダイホルタン水和剤 1,000 倍を供試し、被害程度の異なる紋羽病わい性樹を対象として、治療効果の差を検討した。

現在、1985年4～5月にこれら薬剤を1樹当たり50～100 l 注入処理した5～12年生の紋羽病罹病樹について、樹勢、新根の発生程度、再発病など総合的に治療効果を継続調査している。1986年10月までの調査では、白紋羽病が被害程度 1/4 以下、紫紋羽病が 2/3 以下であれば、治療効果が高いことを確認している（第 3, 4 表）。この結果は処理後2年間の調査であるが、これら有効薬剤の注入処理はわい性樹紋羽病の治療法として実用性が期待できると思われる。

わい化栽培では栽植本数が多く、隣接樹との距離が近いいため、1樹に発生を確認した場合には隣接樹が一見健全に見えても紋羽病に侵されていることが多い。このような樹が放置されると、さらに被害が進み発生を確認したときには、すでに次の隣接樹も侵されていることになる。したがって、発病樹を含めてその隣接樹へ予防的に有効薬剤を注入することは、紋羽病の拡大を阻止する面からも有効と思われる。また、わい性樹は喬木性樹に比べ発病が激しく、いったん発病を確認したときには、す

第1表 各種薬剤の白紋羽病に対する治療効果

(福島ら, 1973)

試験場所	供試薬剤	希釈倍数(倍)	品種	樹齡(年)	処理時の被害程度	新根の発生	菌の生死	新梢の伸び	徒長の伸び	玉伸び	樹勢	回復の可否
弘前市乳井	チオファネートメチル	1,000	ふじ	15	1/2	良好	死	普	普	普	普	可
	〃	1,000	ふじ	5	2/3	良好	死	普	普	普	普	可
	〃	1,000	ふじ	8	1/2	良好	死	普	普	普	普	可
	〃	1,000	王鈴	10	3/4	少	死	普	劣	普	普	可
	〃	1,000	ふじ	6	2/3	少	死	普	普	普	普	可
	ベノミル	1,000	王鈴	10	1/2	少	死	普	普	普	普	可
	〃	1,000	ふじ	6	3/4	良好	死	普	普	普	普	可
青森県りんご試験場	チオファネートメチル	1,500	ふじ	8	2/3	少	死	普	劣	普	劣	可
	〃	1,500	ふじ	8	1/2	良好	死	普	普	普	普	可
	ベノミル	1,500	ふじ	8	1/2	良好	死	普	普	普	普	可
	〃	1,500	ふじ	8	3/4	乾燥により根が活着できず枯死						

第2表 紫紋羽病に対するアンバムの治療効果

(中沢ら, 1974)

供試薬剤	希釈倍数(倍)	品種	処理時の被害程度	菌の生死	新根の発生程度	新梢の伸び	樹勢	回復の可否
アンバム	1.500	スターキング	1/3	死	卅+	良好	並	可?
〃	〃	〃	3/4	死	卅	並	不良	可
〃	〃	〃	2/3	死	卅	並	並	可
〃	〃	〃	2/5	死	卅	良好	並	可
〃	〃	ふじ	2/5	死	卅	良好	良好	可
〃	〃	〃	2/3	死	卅	良好	並	可
〃	〃	〃	4/5	生	卅	並	並	否
〃	〃	陸奥	2/3	死	卅	並	並	可

5~6年生

第3表 ベノミル水和剤, チオファネートメチル水和剤の注入法による白紋羽病に対する治療効果

供試薬剤および希釈倍数	処理時の被害程度	供試被害樹数(樹)	回復可能樹数(樹)
ベノミル水和剤 1,000倍	1	5	5
	2	1	0
	3	2	2
	4	10	5
チオファネートメチル水和剤 1,000倍	1	8	7
	2	1	0
	3	2	1
	4	1	0
無処理	1	1	0
	2	1	0
	4	1	0

第4表 アンバム, ダイホルタン水和剤の注入法による紫紋羽病に対する治療効果

供試薬剤および希釈倍数	処理時の被害程度	供試被害樹数(樹)	回復可能樹数(樹)
アンバム 1,000倍	1	6	5
	2	1	1
	3	1	1
	4	3	2
ダイホルタン水和剤 1,000倍	1	2	2
	2	2	2
	4	2	2
無処理	1	3	0
	2	1	0
	4	1	0

- 1) 処理: 1985年4~5月, 調査: 1986年10月8日
- 2) 処理量: 100 l/樹
- 3) 供試樹: M26, M7を台木とする9~12年生ふじ, スターキングデリシャスなど
- 4) 処理時の被害程度: 第3表と同じ。

- 1) 処理: 1985年4~5月, 調査: 1986年10月8日
- 2) 処理量: 50~100 l/樹
- 3) 供試樹: M26, M9Aなどを台木とする5~9年生ふじ, スターキングデリシャスなど
- 4) 処理時の被害程度 1: 1/4以下, 2: 1/4~1/2
3: 1/2~2/3, 4: 2/3以上

第5表 ベノミル水和剤の注入法による白紋羽病に対する予防効果

供試薬剤および希釈倍数	供試樹数(樹)	発病樹数(樹)
ベノミル水和剤 1,000 倍 無処理	14 8	2 6

- 1) 植え付け: 1985年4月13日, 薬剤処理: 1985年6月4日, 調査: 1986年10月8日
2) 供試樹: 10年生スターキングデリシャス/M7

で治療が間に合わない場合が多い。このため、薬剤による予防法が重点の一つとなる。

現在、土壌消毒を実施しない紋羽病発病土壌にわい性樹を栽植し、有効薬剤を注入処理して、その予防効果を継続的に調査している。処理後2年間経過しているが、発病がかなり抑えられている(第5表)。この処理効果の持続期間は今後の調査を待たなければならないが、このことは、わい化栽培園では定期的な有効薬剤の処理によって紋羽病の防除が可能であることを示唆している。

(2) 土壌くん蒸剤原液の注入

土壌くん蒸剤原液注入による果樹紋羽病の治療は、すでに荒木らによってカーバム(ペーバム)を用いてミカン白紋羽病で試験が行われており、良好な成績を得ている。そこで、リンゴについても本法の検討を行った。

供試薬剤については、クロルピクリン(99.5%), メチルイソチオシアネート・D-D油剤、およびカーバム(NCS)を用いてきたが、ここでは安全性、毒性などで問題が少なく、かつもっとも効果が期待できるカーバム(NCS)の結果を紹介する。

試験は被害樹の樹幹を中心として半径80cmの範囲内に20穴(半径20cmに2穴, 40cmに4穴, 60cmに6穴, 80cmに8穴), 1穴3~5ml(1樹当たり60~100ml)のカーバム原液を深さ30cmの根圏域へ直接注入する方法によって行った。本法は1982年以来実施しており、その結果リンゴに対して高い治療効果が認められた(第6表)。しかし、本剤を治療剤として用いた場合、薬害の発生が問題となる。現在までのところ、薬害の発生は休眠期から発芽期までは少ないが、展葉期以降になると多くなることを確認している。

今後、さらにリンゴの生態を含めた使用時期、1樹当たり使用量などの検討が必要である。

II 発病土壌の消毒

跡地消毒剤は古くから使用されてきたクロルピクリンおよび最近登録が認可されたカーバム(NCS)が、一般に推奨される。青森県では、従来から60cm四方に一

第6表 カーバム原液注入による白紋羽病および紫紋羽病に対する治療効果

供試薬剤	紋羽病の種類	処理時の被害程度	供試被害樹数(樹)	薬害発生樹数(樹)	回復可能樹数(樹)
カーバム	白紋羽病	1	4	0	3
		2	1	0	1
		3	3	1	1
		4	6	4	1
	紫紋羽病	1	2	0	1
		2	3	0	1
		3	2	0	2
		4	3	1	2
無処理	白紋羽病	1	1	—	0
		2	1	—	0
		3	1	—	0
		4	1	—	0
	紫紋羽病	1	3	—	0
		2	1	—	0
		3	1	—	0
		4	1	—	0

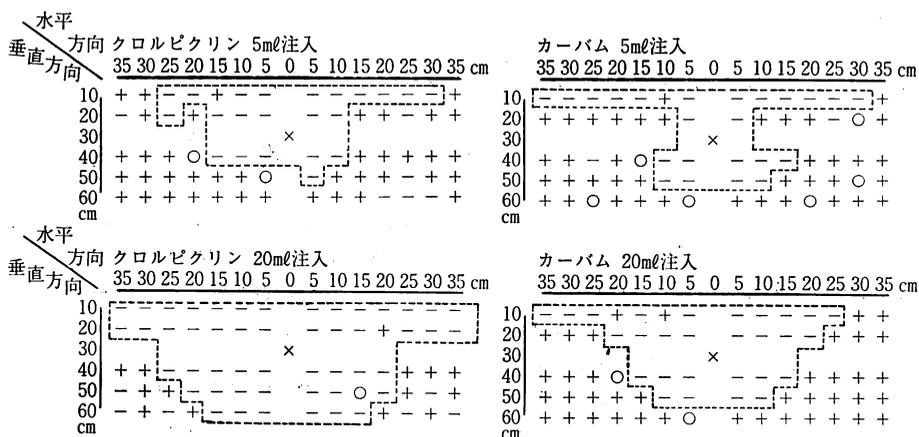
- 1) 処理: 1986年4月9日, 調査: 1986年10月8日
2) 処理量: 1樹当たり60ml
3) 供試樹: M7を台木とする8年生つがる, 紅玉など
4) 処理時の被害程度: 第3表と同じ

か所の割合で深さ20~30cmに15~20ml処理する方法が行われてきた。処理方法については各県で異なり、30cm四方に1か所、深さ20cmに10ml注入する方法などが採用されている。そこであらためて処理方法についてクロルピクリン(99.5%), カーバムの施用量を変えて、白紋羽病菌に対する有効拡散範囲の検討を行った。

方法は、白紋羽病菌培養枝を水平方向に注入点から5cmおきに35cmまで、垂直方向に地表面から10, 20, 40, 50, 60cmの位置に埋没した後、深さ30cmの位置に5および20ml注入して行った。注入後、直ちにポリエチレンフィルムで被覆し、約1か月後に白紋羽病菌の生死を判定した。その結果、有効拡散範囲は両薬剤とも、5ml処理では地表面付近で水平方向に25~35cmまで、垂直方向には40~50cmまで認められた。また、20ml処理では5ml処理に比較して、クロルピクリンが水平、垂直方向に拡大するのに対して、カーバムでは水平方向のみに拡大することを認めた(第1図)。

今後、さらに注入量、注入深および注入時期などについて紫紋羽病菌と合わせて検討が必要である。

なお、代替薬剤としてダズメット粒剤(ガスタード微粒剤およびバスアミド微粒剤)について検討を行っている。両薬剤とも1m四方、深さ40cmまでの発病土壌と200g混合処理した場合、高い効果のあることをほ場



第1図 土壌埋没法による白紋羽病菌(培養枝)に対するクロルピクリン(99.5%), カーバムの有効拡散範囲

- 1) 処理: 1986年8月26日, ポリエチレンフィルム被覆, 埋没期間: 処理34日間
- 2) 黒ボク土壌(青森りんご試), 3) 地温(午前10時, 深さ10cm): 22.1~16.4°C
- 4) ×印: 注入点(深さ30cm), +: 生, -: 死, O: 紛失

第7表 クロルピクリン(99.5%), カーバムおよびダゾメット微粒剤の紋羽病に対する防除効果

供試薬剤	処理量	供試苗木数(樹)	発病苗木数(樹)		
			計	白紋羽病	紫紋羽病
クロルピクリン	15 ml/60 cm ²	13	0	0	0
カーバム	15 "	14	0	0	0
ダゾメット微粒剤	200 g/m ²	12	1	1	0
無処理	—	11	8	4	4

1) 薬剤処理: クロルピクリンおよびカーバム: 1984年4月18日, ダゾメット微粒剤: 1984年5月16日

苗木栽植: クロルピクリンおよびカーバム: 1984年5月16日, ダゾメット微粒剤: 1984年12月12日

調査: 1985年9月24日

2) 供試苗木: 1年生ふじ/M26

で確認している。バスアミド粒剤については、さらに50, 100g処理した場合にも、高い効果のあることが確認されている(長内ら, 1983)。

ダゾメット粒剤はガス拡散に要する期間が長いので、処理後1か月以内に苗木を定植した場合には激しい薬害が生じる。しかし10月に施用し、翌春4月の植え付けでは薬害が発生しないことを確認している。

III 苗木消毒

土壌病害防除の有効な方法の一つは、病原菌を持ち込

まないことである。最近、リンゴ紋羽病の多発生の背景には、苗木による持ち込みが大きいことを指摘する向きもあり、本病防除上、苗木消毒の重要性は高い。

苗木消毒剤としては、治療剤として効果の確認されている薬剤がいずれも有効である。現在苗木消毒剤として登録が認可されている薬剤は、白紋羽病に対してベノミル水和剤およびチオファネートメチル水和剤、紫紋羽病に対してアンバムがある。青森県では白紋羽病および紫紋羽病の両者に対処するため、苗木根部をベノミル水和剤1,000倍加用アンバム1,000倍またはチオファネートメチル水和剤1,000倍加用アンバム1,000倍の薬液に10分間浸漬する方法がとられている。

おわりに

紋羽病の薬剤防除に関する当面の諸課題について述べてきたが、本病は土壌というきわめて複雑な環境下で発生し、かつ樹勢と密接に関係して発病するので、薬剤防除だけでは不十分である。したがって、紋羽病防除の観点からの土壌基盤の改善を含めた土壌管理技術の開発、樹勢強化対策を盛り込んだ栽培技術の開発が重要と考えられる。それら諸技術と薬剤防除を組み合わせた合理的かつ総合的防除法の確立が必要である。

引用文献

- 1) 荒木隆男ら(1961): 植物防疫 15: 409~413.
- 2) 長内敬明ら(1983): 北日本病虫研報 34: 128~129.
- 3) 落合政文ら(1975): 同上 26: 57.
- 4) 中沢憲夫ら(1973): 同上 24: 66.
- 5) 福島千万男ら(1973): 同上 24: 67.

特集：永年作物の紋羽病〔4〕

ナシ白紋羽病のイソプロチオラン剤による防除

千葉県農業試験場 ^{うめ}梅 ^{もと}本 ^{せい}清 ^{まく}作

はじめに

ナシに発生する多くの病気の中で、白紋羽病は根部に発生するために、地上部に発生する黒星病や黒斑病と比べて発生状態の把握が困難であり、またその防除も難しい。そのために、これまで防除は半ばあきらめ、罹病樹はいわばだましだましで栽培を続けるのが実状であった。ナシ栽培においては白紋羽病は一般に慢性病と考えられていた。しかし、防除法などについて試験研究がされていなかったわけではない。防除法については荒木ら(1961)、落合ら(1978)、田中(1967)などの報告があり、その基礎となる生理・生態に関しては荒木(1967)や渡辺(1963)の詳細な研究がある。しかし、そのときに確立された防除法は、当時広く用いられていた有機水銀剤によるものであり、昭和40年代前半にこの農薬の使用が中止されて以来通用しなくなった。その後、本病に有効な薬剤の登場はついにないまま経過してきた。

最近になり、イネのいもち病防除剤として実用化されたイソプロチオラン剤が白紋羽病菌 (*Rosellinia necatrix*) に対して有効であることが明らかにされた(齊藤, 1986)。その後、いくつかの試験の結果卓効があり、さらに注目すべきことに発根を促進させる作用もあることが明らかとなった(梅本ら, 1986)。

I 千葉県における白紋羽病の発生状況

県内の白紋羽病の発生状況について取りまとめたところ、被害園率で見るとかなり高率に発生しており、1樹ずつ根部を掘って調査をすれば、発病園率および発病樹率はさらに高くなるものと推定される(第1表)。白紋羽病罹病樹では、樹勢に応じて着果数を健全樹の80~0

第1表 千葉県におけるナシ白紋羽病の発生状況

項目	内容
栽培面積	成園 (1,300 ha), 未成園 (200 ha)
発生面積率	15~20%
発生ほ場率	85%
減収程度	多発園 (20~30%), 中発生園 (10~19%) 少発生園 (0~9%)

Control of White Root Rot of Japanese Pear with Isoprothiolane. By Seisaku UMEMOTO

%に制限しなければならない。しかし、発病樹の果実はやや小さいながら熟期は数日早くなる。また、徒長枝の数は少なく、伸長程度は小さく、花芽の形成が異常に多くなりやすい。落葉時期もやや早い。

II 白紋羽病の多発原因

千葉県の場合は、ナシの主産地が火山灰土地帯にあり、この土壌は気相に富んでいる。また、過去の一時期果樹振興のために深耕および粗大有機物の添加が行われた。白紋羽病菌は好気性であり、粗大有機物の添加は、土壌をより気相に富んだものにするとともに、栄養源ともなって本病菌の生存および伝染に非常に好つごうとなった。

III 有効薬剤および処理法の検討

白紋羽病に対して高い効果が期待される数種薬剤の効果と処理法について検討した。

1 かん注処理による防除

かん注処理法とは水銀剤の時代に確立された方法と同様である。水銀剤の代わりにベノミル水和剤、チオファネートメチル水和剤およびアンバム剤を供試し、樹幹を中心に半径約1m、深さ約40cmまで掘り、発病の激しい根は切除した後所定濃度の薬液100~200lをかん注しながら土を埋め戻した。その結果、ベノミル水和剤の効果ももっとも高く、チオファネートメチル水和剤の効果はベノミル水和剤に近く、アンバム剤の効果はやや劣った(第2表)。しかし、もっとも効果の高かったベノミル水和剤処理でも、処理当年の秋の調査で太い根に菌糸の付着している例が非常に多く、これらの薬剤の単年度のみの処理では効果が不十分であると判断された。

2 注入処理による防除

注入器具を用い、動力噴霧機やスピードスプレーヤにより薬液を加圧して樹幹を中心に半径1~1.5mの範囲の50~100か所から約30cmの深さに注入した。かん注処理やそれに準ずる方法では、根を露出する際に根を傷つけたり細根などを切断するために、処理は休眠期に限られる。しかし、本方法は根に傷をつけないので処理時期を選ばないという大きな利点がある。ベノミル水和剤、チオファネートメチル水和剤およびイソプロチオラ

第2表 薬剤のかん注処理による白紋羽病の防除効果

供試薬剤濃度・処理量	供試樹			発病度		細根		病原菌		葉害
	No.	品 種	樹齡(年)	処理前	処理後	発生度	発生量	着生度	着生量	
アンバム 剤 1,000倍 200l	1	幸水	10	30	20	3	中	3	中	—
	2	幸水	10	50	30	2	中中	2	中中	—
	3	幸水	6	30	10	3	中	3	粗	—
ベノミル 水和剤 2,000倍 100l	1	幸水	10	15	8	4	密	1	中	—
	2	幸水	6	70	25	2	中中	3	中中	—
	3	幸水	6	50	25	3	中	3	中	—
ベノミル 水和剤 2,000倍 200l	1	幸水	6	25	5	4	密	1	粗	—
	2	幸水	6	15	3	4	密中	1	粗中	—
	3	幸水	10	80	10	3	中	2	中	—
チオファネート メチル 水和剤 1,000倍 200l	1	豊水(高接)	34	45	30	2	中	3	中	—
	2	長十郎	34	35	15	3	中中	2	中中	—
	3	幸水(高接)	34	45	18	3	中密	2	中	—

第3表 薬剤の注入処理によるナシ白紋羽病の防除効果

供試薬剤濃度・処理量	供試樹			処理時期 ^{a)}	発病度		処理当年 ^{a)}				追処理当年 ^{b)}				葉害
	No.	品 種	樹齡(年)		処理前	処理後	細 根		病原菌		細 根		病原菌		
							発生度	発生量	着生度	着生量	発生度	発生量	着生度	着生量	
ベノミル 水和剤 ^{c)} 2,000倍 200l	1	幸水	7	休眠期	15	30	2	中	3	中	4	中	1	粗	—
	2	幸水	7		8	15	3	中中	4	中	3	中中	0	粗	—
	3	幸水	7		15	15	3	中	2	密	3	中	1	粗	—
ベノミル 水和剤 1,000倍 200l	1	幸水	7	休眠期	35	30	4	密	2	中	4	密	1	中	—
	2	幸水	7		20	20	3	中	3	中	4	中	1	中	—
	3	幸水	7		15	20	2	粗	2	中	2	中	1	中	—
ベノミル 水和剤 2,000倍 200l	1	幸水	7	生育期	10	10	2	粗	2	中	2	中	1	中	—
	2	幸水	7		35	30	3	中	3	中	3	中	1	中	—
	3	幸水	7		45	55	2	中	4	中	3	中	1	中	—
ベノミル 水和剤 1,000倍 200l	1	幸水	7	生育期	40	38	3	中	4	密	2	中	1	密	—
	2	幸水	7		15	18	3	中中	3	中	3	中	1	粗	—
	3	幸水	7		25	30	3	中	3	中	3	中	0	粗	—
チオファネート メチル 水和剤 500倍 200l	1	豊水(高接)	35	生育期	50	60	1	粗	2	中	—	—	—	—	—
	2	幸水(高接)	35		35	15	5	密	3	中	—	—	—	—	
	3	幸水(高接)	35		20	8	5	密	1	中	—	—	—	—	
イソプロチオラン 200倍 200l	1	豊水	7	休眠期	25	10	4	中	1	粗	—	—	—	—	
	2	幸水	7		15	8	5	中	1	粗	—	—	—		
	3	幸水	7		25	30	3	中	3	中	—	—	—		

^{a)} 休眠期：1985年3月26日，生育期：1984年5月18日または1985年5月24日

^{b)} 休眠期：1986年3月17日，生育期：1986年5月24日

^{c)} 追処理は1,000倍液200l

ン水和剤を供試し，休眠期または生育期に注入処理した。その結果，初年度1回の処理ではいずれの薬剤の処理でも効果が低かった（第3表）。また，処理時期としては生育期の5月処理のほうが，休眠期処理より効果がやや高い傾向であった。

ベノミル水和剤については翌年追処理を行った。その

結果，休眠期および生育期の両処理とも前年に比べてかなり高い効果が得られた。また，この試験でも生育期処理は休眠期処理よりも効果が高かった（第3表）。

本方法は処理時期を選ばないという大きな利点があるが，注入した薬剤は高率に土壤に吸着されるためか1回だけの処理では効果が低く，年1回の処理で少なくとも

第 4 表 粒剤の土壌混和处理によるナシ白紋羽病の防除効果

供 試 薬 剤 処 理 量	処 理 開 始 年	供 試 樹			処 理 前 発 病 度	処 理 当 年					処 理 2 年 後 発 病 度	処 理 3 年 後 発 病 度	処 理 4 年 後 発 病 度	葉 害
		No.	品 種	樹 齢 (年)		発 病 度	細 根		病 原 菌					
							発 生 度	発 生 量	着 生 度	着 生 量				
ダイホルタン 微粒剤 F 3 kg	1983	1	幸水 (高接)	34	45	30	1	粗	4	中	—	—	—	± ^{a)} — —
		2	新 高	34	50	0	2	粗	0	—	—	—		
		3	長 十 郎	34	25	5	1	中	1	粗	—	—	—	
イソプロチオ ラン 粒 剤 1 kg	1983	1	幸水 (高接)	34	25	5	2	中	1	粗	—	—	—	— —
		2	幸水 (高接)	34	35	23	2	中	3	中	—	—	—	
イソプロチオ ラン 粒 剤 3 kg	1983	1	豊水 (高接)	34	25	2	4	中	1	粗	2	0	13	— — —
		2	豊水 (高接)	34	45	3	4	中	1	粗	0	4	7	
		3	幸水 (高接)	34	35	3	4	密	1	粗	0	6	3 ^{b)}	
イソプロチオ ラン 粒 剤 5 kg	1984	1	幸水 (高接)	34	45	0	2	粗	0	無	6	5 ^{b)}	—	—

a) 根の枯死が目だつ b) 1986年3月17日1樹当たり3kg追処理.

2年以上処理を続ける必要があると思われた。

3 粒剤の土壌混和による防除

かん注処理と同様に土を掘り、罹病部を露出させ発病の激しい根は切除した後掘り上げた土と薬剤を混和しながら埋め戻した。

ダイホルタン微粒剤Fとイソプロチオラン粒剤を供試して試験を行った。その結果、ダイホルタン微粒剤Fは高い効果が認められる場合とほとんど認められない場合があり、また発根は概して悪いので、白紋羽病防除に有効であるかどうか判定できなかった(第4表)。イソプロチオラン粒剤は1樹当たり1kgの処理では効果が不安定であったが、3kgおよび5kg処理では高い効果が認められた(第4表)。

以上から、白紋羽病に対してもっとも効果が高い薬剤および処理法は、イソプロチオラン粒剤の混和処理であることが明らかとなった。

IV 各処理作業の簡易性

白紋羽病防除においては、効果とともに処理の能率、難易、種々な制約の有無は重要なポイントである。処理に要する時間は、混和処理と注入処理ではほぼ同程度であり、1樹当たり20~40分を要し、かん注処理はさらに時間を要する。処理の難易では混和処理がやや容易である。注入処理とかん注処理では大量の水が必要であるので、水の便が良い園でのみ実施可能である。注入処理は処理時期に制限がないが、かん注処理および混和処理は休眠期に限られる。

白紋羽病罹病樹においては、発病程度に応じて着果数を制限する必要があるが、地上部の生育状況が地下部の

発病程度と密接に関係している場合は少ない。本病の発病の有無と程度を把握するためにも、地下部の観察ができるかん注処理と混和処理は好つごうである。

V ナシ白紋羽病防除におけるイソプロチオラン粒剤の特長

1 イソプロチオランの白紋羽病菌に対する抗菌力

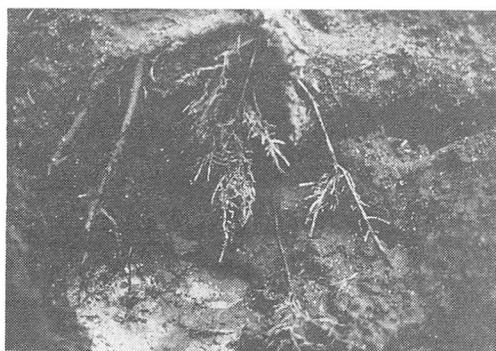
イソプロチオランの白紋羽病菌に対する抗菌力を試験した。所定濃度のイソプロチオランを含有するジャガイモ煎汁寒天培地(PSA培地)に4分離菌株を移植した。25°C暗黒下で5日間培養後、菌糸の伸長の有無から最少生育阻止濃度(MIC)を求めたところ、3菌株のMICは100ppm、1菌株のMICは200ppmであった。ペノミルの同じ4菌株に対する抗菌力はMICで0.19~0.78ppmであったので、イソプロチオランの白紋羽病菌に対する抗菌力は予想外に低いといえる。

2 イソプロチオラン粒剤処理樹のナシ根における濃度

イソプロチオランの白紋羽病菌に対する抗菌力はかなり低いのが、ほ場レベルの防除試験では非常に効果が高いので、根におけるイソプロチオランの濃度に興味を持たれた。そこで、1樹当たり3kgまたは5kgを土壌混和処理し、1か月後の根表面および内部別に分析を行った。その結果、新根の表面では170~200μg/g、その内部では240~320μg/g、古根の表面では50~61μg/g、内部では90~132μg/gであった(第5表)。これらの結果から、新根の表面および内部では白紋羽病菌の生育を阻止するのに十分な濃度に達しており、古根の内部でも白紋羽病菌の生育を高率に抑制すると思われる濃度に

第5表 フジワン粒剤処理樹の根の表面および内部におけるイソプロチオラン量

区	品 種 お よ び 分 析 部 位	処 理 量 (kg/樹)	イソプロチオラン量		
			表 面		内 部
			$\mu\text{g}/\text{cm}^2$	$\mu\text{g}/\text{g}$	$\mu\text{g}/\text{g}$
1	幸水(新根)	3	3.10	195.3	240
2	幸水(新根)	5	5.40	167.4	320
3	幸水(古根)	3	4.03	49.74	91.4
4	幸水(古根)	5	4.38	61.32	132
5	二十世紀 (古根)	0	0.01	0.07	0.19



第1図 イソプロチオラン粒剤処理樹の発根状況

達していることが明らかとなった。また、古根より新根においてイソプロチオランの濃度が高いことは、ナシの根がその回りに処理されたイソプロチオランを積極的に吸収しているものと判断された。したがって、処理したイソプロチオラン剤が土壤中に長期間存在するとすれば、残効はかなり長くと推定される。

3 イソプロチオランの発根促進効果

武市ら(1983)は、イネにイソプロチオラン剤を処理すると発根が促進されると報告しているが、ナシにおいても発根数が特異的に多くなり、その根は白色でよく伸長しており、外観健全である(第1図)。このような現象は、白紋羽病防除に供試した薬剤の中でイソプロチオラン剤のみに認められた。白紋羽病に罹病している樹は根が腐敗しているために根量が少なく、樹勢は低下している。罹病樹の樹勢回復には一定根量が必要であり、イソプロチオラン剤のこのような特性は非常に有効と考える。

4 白紋羽病防除におけるイソプロチオラン剤の残効

白紋羽病の薬剤防除は1樹ずつ根圏部の土を掘って根を露出させ、罹病部を切除したのちに薬剤処理を行うのが一般的方法であるので、非常に労力がかかる。また、

処理時期は休眠期の晩秋または早春に限られるので、1シーズンに多数の樹を処理するのはほとんど不可能に近い。現実には、罹病部の切除は特に発病の激しい部分だけに限った簡易法で行い、数年をかけて園内罹病樹に対する処理を一巡している。したがって、1回の処理効果が長期間持続することは白紋羽病の防除においては非常に重要な要素である。

ペノミル水和剤やチオファネートメチル水和剤のかん注処理では、処理当初の効果は高いようであるが処理当年の秋には再び菌糸が根に附着している例が多いことはすでに述べた。イソプロチオラン粒剤による防除試験では、1樹当たり3kg処理で3年間は発病程度は非常に軽かったが、4年目になるとやや重くなった。また、1樹当たり3kgと5kgの処理では残効性に差はないようであった。したがって、イソプロチオラン粒剤の実用的残効期間はおよそ3年間とみてよさそうである。

VI イソプロチオラン粒剤処理上の留意点

1 処理方法

白紋羽病の防除効果からいえば、罹病部は外科的処理によりできるだけ完全に除去するのが望ましい。しかし、人手が少なくなっている現状では、簡易処理として特に症状の激しい部分を除去する程度で薬剤処理を行う場合が多い。このような場合には病患部に薬剤が濃厚に処理されるのが望ましく、塗布処理または水で病患部をぬらした後に薬剤を散布する方法を取り入れると効果が高い。

2 処理時期

ナシの根は関東地方では遅くとも3月中旬には動き始めるので、処理適期は3月上～中旬と考えている。また、イソプロチオラン粒剤は従来の薬剤に比べて白紋羽病に対してかなり残効が長いので、試験例はないが落葉後から12月下旬ころの処理も有効と思われる。



第2図 イソプロチオランの処理状況

3 土性と効果

筆者が試験を行っているほ場の土性は、表層腐植質黒ボク土である。原因は不明であるが、この土性のほ場ではイソプロチオラン粒剤の効果は高い。6県による特別連絡試験では、同様の処理を行っているにもかかわらず効果にやや差が認められ、この原因は土性によると考えられる。

4 追処理の時期および方法

イソプロチオラン粒剤の残効はかなり長いことはすでに述べた。しかし、本剤の効果は半永久的に持続するものではなく、また一度の処理で完治するとも考えられない。そこで、追処理の方法が問題となる。残効期間を調べる試験で、処理4年後に発病が多くなり始めた。また、並行して行った試験で、処理2年または3年後に主幹を中心に半径約1.5m、深さ約10cmの部分に1樹当たり3kgを追処理したところ、処理当年秋の調査で処理範囲内の発病部に対しては効果が高かったが、それより深い部分の発病部に対しては効果は認められなかつた。

したがって、追処理は初回の処理3～4年後に初回と同程度掘り、1樹当たり3kg程度処理を行うのが望ましい。

おわりに

白紋羽病は典型的な難防除病害であり、薬剤の処理だけではとうてい十分な防除効果は得られないと考えられる。白紋羽病の防除の根本は、樹を健康な状態に維持管理することだといえる。そのためには、施肥、剪定などの栽培管理で白紋羽病の発生しにくい環境作りを行う必要がある。薬剤の処理はその後に行うべきであろう。

引用文献

- 1) 荒木隆男ら (1961): 植物防疫 15: 409~413.
- 2) ——— (1967): 農技研報 C21: 1~109.
- 3) 落合政文ら (1978): 福島園試研報 8: 25~44.
- 4) 斉藤司朗 (1986): 農業 33: 38~41.
- 5) 武市義雄ら (1983): 千葉農試研報 24: 25~29.
- 6) 田中澄人 (1967): 福岡園試研報 6: 29~36.
- 7) 梅本清作ら (1986): 千葉農試研報 27: 141~152.
- 8) 渡辺文吉郎 (1963): 農林水産技術会議事務局, 茨城県農試指定試験 (病虫部) 3: 1~110.

人事消息

(1月1日付)

佐々木昭博氏(環境研環境管理部計測情報科情報処理研)は技会事務局研究調査官(運営)に

(1月3日付)

武長 孝氏(農研センター機械作業部派遣職員「インド」)は農研センター機械作業部主研に

(1月6日付)

大久保隆弘氏(農業研究センター総合研究官)は東北農業試験場次長に

池田 弘氏(東北農試農業技術部長)は農研センター総合研究官に

村井敏信氏(野菜・茶試茶利用加工部製茶研究室)は環境研資材動態部農薬動態科長に

棟方 研氏(農研センタープロジェクト研6チーム長)は東北農試農業技術部長に

吉村 亮氏(環境研主研)は中国農試畑地利用部長に
伊藤 稔氏(畜試茶養部茶養1研究室長)は農研センタープロジェクト研6チーム長に

袴田勝弘氏(技会事務局連絡調整課課長補佐)は野菜・茶試茶利用加工部製茶研究室長に

持田 作氏(熱研センター研究一部派遣職員「フィリピン」)は熱研センター研究一部主研に

山口富夫氏(東北農試次長)は退職

上杉康彦氏(環境研資材動態部農薬動態科長)は退職

小野敏忠氏(中国農試畑地利用部長)は退職

武長 孝氏(農研センター機械作業部主研)は退職

新しい [植物防疫] 専用合本ファイル

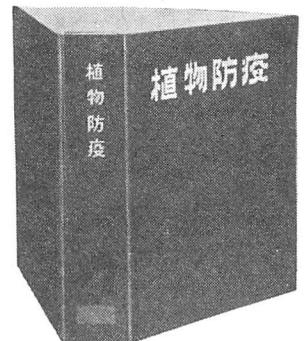
本誌名金文字入・美麗装幀

本誌B5判12冊1年分が簡単にご自分で製本できる。

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

改訂定価 1部 600円 送料 350円

ご希望の方は現金・振替・小為替で直接本会へお申込み下さい。



特集：永年作物の紋羽病〔5〕

桑園における白紋羽病の防除

群馬県蚕業試験場 小島 さとる 暁

桑園における紋羽病は、クワという永年性作物の土壤病害であるという点で、防除がきわめて困難である。しかもその被害は、養蚕の成立基盤に影響するので、他の病虫害に比較して問題が大きい。

近年、繭価の低迷、後継者不足など、養蚕を取り巻く諸情勢が厳しさを増す折から、本病の発生は桑園の荒廃化につながると同時に、農家の生産意欲を減退させる原因となっている。桑葉の安定生産による低コスト養蚕の推進が叫ばれている現在、本病のまん延防止は急務である。

群馬県の桑園における紋羽病による被害面積は、県蚕糸課の調査によると、全桑園の10%近くに及んでいる。本県の場合桑園地帯が平たん部に集中するため、白紋羽病による被害が多い。

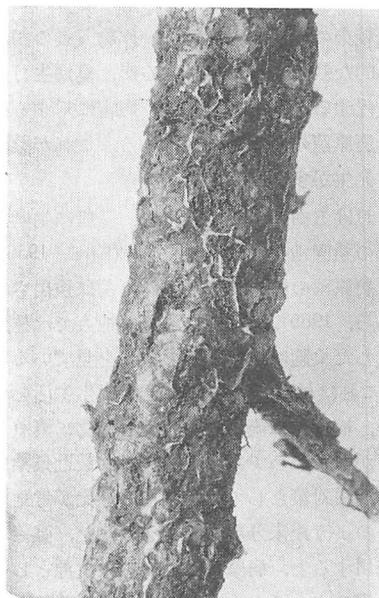
そこで本稿では、主にこれまで現場で行った本病に関する試験研究結果や、筆者が現場で経験した知見などを基に、本県桑園における白紋羽病の発生と防除対策について記してみたい。本文に入るに先立ち、本稿のご校閲をいただいた蚕糸試験場桑病害研究室長高橋幸吉博士に厚く御礼申し上げる。

I 発生の特徴

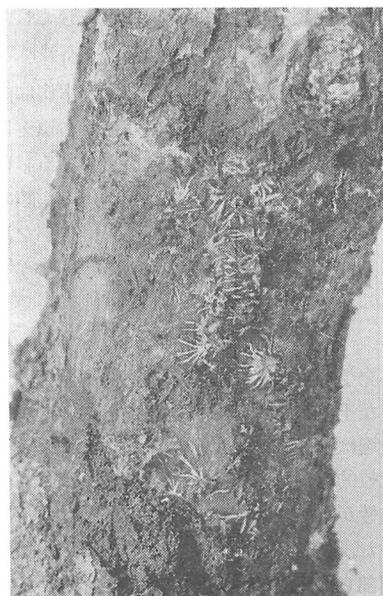
比較的生産力が高く、いわゆる熟畑化した既設桑園で、クワが集中的に次々と枯死してゆくような場合は、ほぼ白紋羽病によるものと判断できる。土壌中の菌の分布は一般に浅く、したがって桑園でのまん延は主に表層を通して行われ、そこに分布する根系から根系へと、初発病株を中心にほぼ同心円状に周囲に広がってゆく。その速度は土壌条件や植付密度などによって若干差はあるが、年間約1mである。病原菌の寄生を受けてから寄主が枯死するまでの期間は短く、普通クワは感染してから1～2年で枯死するという(岡部・高橋, 1956)。罹病後長期間経過した桑株では、一般に根面上には白色の菌糸束(第1図)が見られない。この場合、枯死根表皮下の白色菊花状または扇状菌糸束(第2図)の有無によって病気の判定を行う。

病原菌に侵された根の分解は、土壌中の微生物や小動

物類などによって行われ、一定期間経過すると病根は伝染源としての機能を失う。この期間は罹病後3年程度



第1図 病根上の菌糸束



第2図 病根表皮下の菊花状菌糸束

Control of White Root Rot in Mulberry Field.
By Satoru Kojima

で、これ以上経過すると発病跡地は無病地化することが認められた(岡部ら, 1959)。したがって、前記の伝染速度から、苗木を補植せず放置してきた広面積の発病地では、周縁部 3~4 m 幅以外は、無消毒のままクワを植え付けても発病を見ない。なお、この病根の分解に関する土壌小動物として、キイロシリアゲアリが明らかにされている(岡部, 高橋, 1963)。

II 発病要因

クワは枝条の伐採収穫という、作物(蚕の飼料)としての宿命的な栽培方法がとられるが、夏期生育期間中に枝条を全伐すると、根は衰弱し、病害に対する抵抗力が弱まり、病原菌の侵害が助長される。これが桑園における本病の発生が多い原因である。

本県における白紋羽病の発生は、一般に生産力の高い平たん部の桑園地帯で多く見られ(岡部, 1956)、林野における病原菌の探索では、本病原菌は検出されなかった(小島ら, 1965)。一方、西日本地方では林野を開拓して造成した桑園に白紋羽病の激発を見ている(糸井, 1965)。これは林野の植物遺体上で腐生生活をしていた病原菌が、植え溝に施用した粗大有機物に繁殖して、桑園内に広がったためであった。なお、最近桑生育残渣の有効利・活用対策として、桑園への還元が考えられているが、このような未分解の粗大有機物を、直接本病発生桑園に施用すると、病原菌がこれを栄養源として定着繁殖し、本病のまん延がより助長されるおそれが考えられる。これを防止するには、それらを一定期間(6か月以上)、桑園の一部(無病地)などに堆積しておき、分解を待ってから施用する(小島, 1979)。

次に苗木による伝搬であるが、苗木が本病に感染するのは、苗ほが病原菌で汚染されているか、植え付け前の仮植地が本病発生跡地である場合などである。苗木の消毒は、チオファネートメチル水和剤 500 倍液に 15 分間、または 45°C 温湯に 30 分間以上、根部を浸漬する方法が有効である。

III 土壌条件

本病が発生しやすく、まん延も速い病原菌の生息や繁殖に好適な土壌条件は、桑の生産にも適している。すなわち、土壌は深く、表土は砂壤土かこれに近い土壌で通気性が比較的良く、下層土は植壤土またはこれに近い土壌で保水性が良い。腐植に富み、石灰含量多く、pH が高い。また、糸状菌に比べて細菌数の多い土壌とされている(岡部ら, 1963)。ちなみに紫紋羽病の発生は、これと対照的な土壌条件でよく見られ、土壌改良などによ



第3図 白紋羽病多発桑園

る環境的防除が考えられているが、白紋羽病の場合、クワ栽培の立場から難しい。

IV 防除方法

永年性植物の紋羽病の防除方法としては、罹病植物や土壌に種々処理をして回復を図る治療的方法と、発病跡地の土壌消毒を行い改植する方法などが考えられるが、クワのように栽植密度が高く、経済性の低い植物では、一般に治療の方法は行われぬ。特に急性症状を示す白紋羽病では、土壌消毒による改植が有利と思われる。

1 クロロピクリンくん蒸剤による簡易土壌消毒

本病跡地の土壌消毒法として従来、病株を除去し、深さ 1 m に天地返しを行い、病根を取り除いたのち、クロロピクリンを 1 m² に 50 g 点注する方法が勧められていた。しかし、本法における天地返し作業は非常に重労働であるため、ほとんど実行されていなかった。そこで簡易にできる土壌消毒法について検討した。

まずクロロピクリン(成分含量 99% 以上、20 ml 注入)の土壌中における殺菌範囲を調べた結果、注入の深さとはあまり関係なく、注入位置を中心とした半径 20~30 cm 内であった。したがって、実際にクロロピクリンで処理する場合は、病原菌の土壌内分布深度に応じて注入の深さを決める必要があることを認めた。

次に、クロロピクリンの注入量について、本病発生跡地(沖積性火山灰土)で試験した(7~10月)結果、3.3 m² 当たり 500 g (30 cm 間隔、1 穴 8 ml 注入)以上の注入量が必要であった。なお、この場合わずかに生存菌が見られたが、それは補植したクワへの伝染源としては問題にならない程度のものであった。注入の深さは 30~40 cm が適当と思われた。なお、クロロピクリンによる場合にも枯死根上には *Trichoderma* 菌の繁殖が認められる場合がある。

土性と注入量との関係では、通気性中程度の火山灰土

の場合、1穴 8 ml 以上、通気性良好な沖積砂質土では、5 ml 以上で有効であった（小島ら、1967）。久保村ら（1970）によれば、細粒質の火山灰土および中粒質の沖積土では無耕起のまま1穴 8 ml を、前者が深さ 40 cm に、後者は 25 cm に、第三紀層の細粒質土壌では耕起後深さ 25 cm に1穴 10 ml の注入により、深さ 60 cm まで消毒できるという。

クロルピクリンは土壌くん蒸剤として使用する場合、地温 15~20°C 以上が適当といわれているが、労力が得やすい冬期間の土壌消毒が可能かどうか検討したところ、1月中~下旬処理（4月下旬調査）でも効果が見られた。しかし、この場合ガス抜きを徹底しないと補植クワの春植えはできない。

これらの結果、従来労力的負担が大きいため、実施困難であったクロルピクリンによるクワ紋羽病跡地の土壌消毒を簡易化（1a 当たり約 1/6 に短縮）することができた（小島・平田、1971）。本法はすでに実用技術として桑園の紋羽病防除体系の中に組み入れられている（第1, 2表）。

桑園における土壌消毒の適期は、晩秋蚕終了後の10~11月である。まず、罹病境界を確認する。これを正確に行わないと消毒が不完全となり、そこが伝染源となって再発病の原因となる。一般に白紋羽病の場合、罹病株に隣接する株は見かけ上健全でも、根系には病原菌が着生している場合が多い。

次に、病株を除去し表土を耕起して整地する。掘り取った病株は桑園内に放置せず、できれば焼却処理する。薬液の注入は 30 cm 間隔、深さ 30~40 cm を正確に保ち注入後は注入穴を踏圧し、地表面をポリシートなどで被覆する。クワ苗の植え付けは普通翌春とし、植え付け前に消毒地の土壌をよく耕起して、ガスの残留の有無を確認後に健全クワ苗をそのまま植え付ける。

以上が土壌消毒の手順であるが、本法は消毒作業の簡易化をねらったものであり、土壌内の病原菌を完全に殺滅しなくても、その分布密度を補植したクワへの伝染源とならない程度に低下させること、薬剤の選択的効果により、拮抗微生物の繁殖を促すことなどによって、事実上無病地化しようという考えを基本としている。したがって、消毒後も散発的な再発病を見る場合があるが、この場合局所的なので、発見次第再消毒を実施し病原菌の根絶を図る。

2 その他の薬剤による防除

家城・糸井（1971）によれば、本病跡地を改植する場合、PCNB 20% 粉剤を、植え溝 1 m 当たり 240 g 混合処理し、直ちにクワ苗木を植え付け、その後3年目まで

の調査ではほとんど発病を見ず、クワの生育も良好であった。

筆者（1974）は、前記クロルピクリン剤と同様な試験を、D-D およびディトラベックス油剤について行い、前者が1穴 10 ml 以上、後者は1穴 6 ml 以上の注入により（沖積性火山灰土）、土壌消毒が可能であることを明らかにした。

次に、ダゾメット剤（バスマイド微粒剤）について、まず菌培養桑枝切片を埋没した人工汚染地において、本剤を 100~150 g/m²、深さ 30 cm に土壌と混和処理することにより、殺菌効果を認めた。また、新植桑園に発生した本病に対し、150 g/m² 処理によりその後の発生が見られなかった（小島・高橋、1984）。本剤は小面積の局所的な土壌消毒への利用が有利と考える。

このほか、これまで数多くの土壌消毒剤（静菌剤を含む）の本病原菌に対する効果検定を室内試験、ポット試験、ほ場試験の順で試みたが、実用効果のある薬剤は見いだせなかった。また、土壌改良資材的なものについても、本病防除の可能性を検討したが、桑園の紋羽病に対して実用性の認められるものは見られなかった。

3 湛水処理による防除

桑園を一定期間湛水状態に保つことによる病原菌殺滅の可能性については、ポットレベルの試験、小面積のは場試験などでは効果が認められている（久保村・糸井、1968；小島・平田、1969）が、広い面積の発病桑園を長期間湛水状態に保つことは困難であり、本法はまだ実用化されていない。農業用水などの利用による桑園の湛水法の検討は今後の課題である。

4 生物的防除

家城（1969）は各地から採取した *Trichoderma* 菌の拮抗作用について、PDA 培地上で調べた結果、白紋羽病菌に対しいずれも拮抗作用を示すことを認めた。また、久保村・高橋（1980）は、ふすまとおがくずを混合した培地に培養した *Trichoderma* 菌を土壌施用し、白紋羽桑枝培養菌の活性低下を見ている。

罹病根の分解とそれを取り巻く土壌微生物について、久保村・内田（1979）は、桑根の腐朽につれて病根上の微生物相が変動することを認めた。筆者（1980）は白紋羽病発生桑園において、病原菌の消長と土壌微生物との関係について調査した結果、病原菌の侵害が進行中の土壌では、他の土壌微生物数も多かった。

桑園における本病の生物的防除に関しては、*Trichoderma* 菌、放線菌などを直接土壌に施用する方法や、発病地土壌に理化学的処理を行い、拮抗微生物の増殖を促す方法などが考えられ、その検討も試みられているが、ほ

第 1 表 火山灰土 (SL~CL) におけるクロルピクリン注入量と消毒効果 (7~10 月)

区 別 項目 土壌の 深さ (cm)	無 処 理 区			3 ml/穴区			5 ml/穴区			8 ml/穴区			10 ml/穴区		
	生 根 (g)	枯 死 根		生 根 (g)	枯 死 根		生 根 (g)	枯 死 根		生 根 (g)	枯 死 根		生 根 (g)	枯 死 根	
		総 量 (g)	菌 生 存 根 (g)		総 量 (g)	菌 生 存 根 (g)		総 量 (g)	菌 生 存 根 (g)		総 量 (g)	菌 生 存 根 (g)		総 量 (g)	菌 生 存 根 (g)
0~20	11.0	485.0	485.0	—	314.0	—	—	76.0	—	—	45.0	—	—	35.0	—
20~40	70.0	437.0	437.0	—	1,115.0	—	—	218.0	7.0	—	379.0	—	—	437.0	—
40~60	52.0	485.0	485.0	—	173.0	6.0	—	186.0	14.0	—	161.0	—	—	373.0	—
60~80	44.0	197.0	197.0	9.0	91.0	31.0	—	18.0	7.0	—	45.0	—	—	153.0	—
80~100	42.0	16.0	16.0	101.0	14.0	—	2.0	4.0	2.0	—	14.0	—	—	49.0	—
計	219.0	1,620.0	1,620.0	110.0	1,707.0	37.0	2.0	502.0	30.0	—	644.0	—	—	1,047.0	—

第 2 表 沖積砂質土 (S~SL) におけるクロルピクリン注入量と消毒効果 (7~10 月)

区 別 項目 土壌の 深さ (cm)	無 処 理 区			3 ml/穴区			5 ml/穴区			8 ml/穴区			10 ml/穴区		
	生 根 (g)	枯 死 根		生 根 (g)	枯 死 根		生 根 (g)	枯 死 根		生 根 (g)	枯 死 根		生 根 (g)	枯 死 根	
		総 量 (g)	菌 生 存 根 (g)		総 量 (g)	菌 生 存 根 (g)		総 量 (g)	菌 生 存 根 (g)		総 量 (g)	菌 生 存 根 (g)		総 量 (g)	菌 生 存 根 (g)
0~20	270.0	336.0	336.0	—	310.0	14.0	—	412.0	—	—	740.0	—	—	351.0	—
20~40	81.0	521.0	521.0	—	371.0	18.0	—	215.0	—	—	477.0	—	—	413.0	—
40~60	51.0	240.0	240.0	—	205.0	1.0	—	11.0	—	—	308.0	—	—	82.0	—
60~80	30.0	24.0	24.0	—	56.0	—	—	—	—	—	165.0	—	—	7.0	—
80~100	3.0*	1.0*	1.0*	25.0	19.0	—	*	*	*	25.0*	6.0*	—	*	*	*
計	435.0	1,122.0	1,122.0	25.0	961.0	33.0	—	638.0	—	25.0	1,696.0	—	—	853.0	—

* 地下水位

場レベルで成功した例はほとんどない。薬剤防除と並行して本法の実用化が必要と思われる。

V 密植機械収穫桑園の紋羽病対策

近年、経営の合理化や規模拡大の前提条件である条桑収穫の能率向上のための新技術として、密植機械収穫桑園（以下、密植桑園）が導入され、その栽植面積も漸増の傾向にあり、本県でも老朽桑園などを改植して密植桑園を造成する気運が高まっている。本桑園は根系が密に接触するため、紋羽病の発生には細心の注意が必要である。基本的にはやはり早期防除が決め手となるが、特に造成前の病原菌の根絶を徹底させることが大切である。

クワ栽培における革新的技術としての密植桑園の普及を図るうえで、本病対策は必須である。なお、密植桑園については、これまでの普通植えの桑園とはかなり異なった見かたをする必要があり、したがって紋羽病対策も新しい視点に立って考えるべきかもしれない。

引 用 文 献

- 1) 家城洋之 (1969) : 日植病報 35 : 71~75.
- 2) 糸井節美 (1971) : 日蚕維 40 : 127~135.
- 3) 糸井節美 (1965) : 同上 34 : 275~280.
- 4) 小島 勝ら (1965) : 同上 34 : 184 (講要).
- 5) 36 : 258 (講要).
- 6) 平田明由 (1969) : 群馬蚕試技術資料 3 : 9~11.
- 7) 群馬蚕試報 44 : 13~22. (1971) :
- 8) (1974) : 日蚕園東 講要 25 : 4.
- 9) (1979) : 日蚕講要 49 : 17.
- 10) (1980) : 同上 50 : 23.

- 11) ———・高橋章夫 (1984) : 群馬 蚕試技術資料 20 : 4~6.
 12) 久保村安衛・糸井節美 (1968) : 日植病報 34 : 373 (講要).
 13) ———ら (1970) : 蚕試報 24 : 287~302.
 14) ———・内田浩治 (1979) : 日蚕中部講要 35 : 67.
 15) ———・高橋広治 (1980) : 同上 36 : 51.
 16) 岡部光波 (1956) : 群馬蚕試報 31 : 1~18.
 17) ———・高橋智美 (1956) : 同上 31 : 29~36.
 18) ———ら (1959) : 群蚕要報 42 : 23~26.
 19) ———・高橋智美 (1963) : 日蚕雑 32 : 166 (講要).
 20) ———ら (1963) : 群蚕要報 49 : 38~44.

本会発行図書

植物防疫講座

病害編, 害虫編, 農薬・行政編 全3巻

B5判 各巻約 210 ページ 上製本 定価各 2,500 円 全3巻セット 7,000 円

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

各巻内容目次

病害編

I 総論

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

II 各論

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

害虫編

I 総論

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

II 各論

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

農薬・行政編

農薬編

I 総論

II 農薬の作用特性と利用

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

III 農薬の施用技術

- 1 農薬製剤と施用法
- 2 防除機

IV 農薬の安全使用

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

行政編

I 植物検疫

II 農薬行政

III 防除組織

特集：永年作物の紋羽病〔6〕

クワ紋羽病の発生生態と制御

農林水産省蚕糸試験場松本支場 ^{くぼひら}久保村 ^{やすえ}安衛

はじめに

クワ紋羽病には白紋羽病と紫紋羽病とがあるが、両病原菌とも地下部を侵害するなど共通性が多いため、一括して紋羽病と呼ばれている。病原菌は白紋羽病菌 (*Rosellinia necatrix prillieux*) と紫紋羽病菌 (*Helicobasidium mompa* TANAKA) であり、分類学的には前者は子の菌類に属し、後者は担子菌類であるため性状はかなり異なっている。

わが国では両菌ともほぼ全国的に分布し、クワ、果樹など永年性作物および草本性作物などを広く侵し、土壌病害の中で特に防除が困難な病害とされており、そのため作物相互の転作上からも問題となっている。

クワの白紋羽病は野村 (1901) により、紫紋羽病は田中 (1890) により国内で初めて記載されてから多くの研究が蓄積されてきた。

紋羽病によるクワの被害面積は第1表に見られるよう

に、主要桑病害の中でもっとも大きく、成園のほぼ 5.5% に相当し、桑葉生産性向上の阻害要因の一つとなっている。

クワ紋羽病の実用化防除技術については桑園造成前の病原菌の検索による予防措置、薬剤による発病跡地の消毒、苗木消毒、苗植え付け時の予防措置ならびに耕種の防除法にまで及んでいる。

ここでは、クワ紋羽病の発生生態の概要と耕種の防除を中心とした発病抑制について述べることにする。

I 紋羽病菌の宿主

生態の分類では白紋羽病菌は根系生息菌の性質の強い病原菌と考えられ、紫紋羽病菌は土壌中の植物遺体を栄養源としておう盛に生存できることから土壌生息菌として扱われている (糸井, 1967)。両菌ともきわめて多犯性の条件的寄生菌で、生理・生態的性質は第2表で見られるように対照的である。

第1表 主要クワ病害の年次調査

(単位: ha)

病 名		56 年	57 年	58 年	59 年	60 年
萎 縮 病	被 害 面 積	3,353	3,078	2,922	2,633	2,409
	要 改 植 面 積	457	489	334	409	277
刪 枯 病	被 害 面 積	2,566	524	523	3,476	858
	要 改 植 面 積	157	72	46	186	40
紋 羽 病	被 害 面 積	4,519	4,214	4,399	3,724	2,934
	要 改 植 面 積	894	732	722	328	516

蚕業に関する参考統計 (農水省農蚕園芸局蚕業課) より。

第2表 白・紫紋羽病菌の生理・生態的性質の比較

	白 紋 羽 病 菌	紫 紋 羽 病 菌
桑根侵入	組織内深く侵入	皮層部を侵害、深く侵入しない
伝染源	主に罹病根、植物遺体	主に罹病根、菌糸塊
土中の生存期間	短い	長い
土中分布	表層ほど多く、概して浅い	表層、深層にも分布
病勢の進展	急性的	慢性的
酸素要求	敏感である	酸素不足に耐える
生育温度	8~30°C, 適温 24°C	7~35°C, 適温 27°C
生育速度	早い	概して遅く、菌株間で差が大きい
ペクチン分解	分解力が弱い	分解力が強い
セルロース分解	分解力が強い	分解力が弱い

白紋羽病菌は現在 43 科 83 種の植物に寄生が認められている。桑園内における宿主植物のほとんどは管理の不十分なほ場で見られる雑草で、ヨモギ、タンポポ、コヒルガオなどの多年草や、基質の硬いシロザ、ホウキギなどの大型草本で伝染源として重要な役割を果たす(中山, 1970)。また、発病跡地に間作されるインゲン、ジャガイモなども宿主として汚染を助長している。

一方、紫紋羽病菌の宿主は現在 50 科 119 種が明らかにされており、白紋羽病菌よりやや多く、ことに林地のかん木類に多い。本菌の病原力は菌株により大差がある。

II 林地における紋羽病菌の生態

里山の林地には紋羽病菌が生息することが多く、それらの林地から造成された桑園には紋羽病が発生する機会が多い。これまでの発生事例を総合すると、関東、東北および九州地方では紫紋羽病が概して多く、その他の地域では白紋羽病の発生が多い。

林地における白紋羽病菌は、落葉層を取り除いた腐植層の部分的に分解された植物遺体上あるいは未分解腐植中で腐生生活をしている。垂直分布はきわめて浅く、生息密度も小さい。林地では樹木の根系上に本菌が着生することはきわめて少なく、枯死株は見られない(家城ら, 1969)。

紫紋羽病菌は地表面の有機物堆積層とその直下の表土内に生息し、垂直分布はせいぜい深さ 20 cm 以内である。本菌が比較的高頻度に検出されるナラ、ヤマフジ、マツなどに着生する菌糸束は著しくわずかであり、枯死株はほとんど見られない(岡部, 1956; 及川ら, 1965)。

このようなことから、両紋羽病菌は林地の自然生態系の条件下で宿主を積極的に侵害することなく、他の土壌微生物と調和して生存しているものと考えられる。しかし、そのような林地から造成された桑園には両紋羽病の発生事例が多いことは、桑園造成に伴う環境ならびに栽培条件の変化によって、宿主ならびに病原菌の相互関係のバランスが崩れるためと考えられる。

III 病原菌の桑根侵入、病徴ならびに発生様相

白紋羽病菌は二次組織未発達幼根では周皮木栓組織を貫通して侵入するが、成根では皮目が本菌の侵入門戸となる。侵入を受けた皮目は黒褐変して肥大し、皮目下の形成層上に白色の扇状菌糸束が形成される(桜井, 1952)。不良環境になると耐久器官として厚膜菌糸あるいは疑似菌核を作る。地際部には灰白色でフェルト状の

菌糸膜が形成される。罹病根中の白紋羽病菌は組織が腐朽するにつれて漸次衰退し、その生存期間は通気性のよいほ場ではほぼ 4 年ぐらいと推定される(糸井ら, 1964)。白紋羽病菌の生育速度は紫紋羽病菌の約 4~5 倍であり、罹病株は枯死までの期間が短く早期に枯死する。地上部の病徴は不発芽、生育中の萎ちょう、枯死などである。病勢は最初の罹病株を中心にほぼ同心円的に拡大し、根腐れを起こして立枯れとなる。病勢の拡大速度は根系の分布状態ならびに土壌孔げき量の多少に影響される。特にクワは栽植距離が小さいため隣接株相互の根系の接触が伝播を助長している。これらのことから近年密植や多植栽培が普及されつつあるが、本病防除上からは懸念される。

発病様相は浅根型と深根型に大別される。浅根型は主として上層の根系あるいは地際部の通導組織が侵害される。このようなほ場では、下層への通気性が悪い下層の根系は健全な場合が多い。しかし、枯死株は年々発生し被害は少なくない。深根型は上層、下層の根系が一樣に侵害されて枯死する。これらの発生様相と被害程度との間には一定の傾向はない。

紫紋羽病菌は幼根を先に侵し成根に及び、表皮細胞縫合部を裂開しながら皮層部に侵入する(青木ら, 1963; 家城, 1971)。侵入には本菌から産生されるペクチン分解酵素が重要な役割を果たす。侵入の初期段階には pH 6.0 付近に活性を持つ酵素が働き、組織が酸性化するにつれて pH 3.0 付近に活性を持つ酵素が働いて侵入を助長するものと考えられる(家城, 1971; 久保村ら, 1972)。地上部の病徴は生育不良、葉の黄化、枯死などであるが、これらは地下部の被害程度により異なる。罹病根には紫褐色の菌糸または菌糸束が着生し、細根は軟腐状となる場合が多い。地際部には本菌の子実体である菌糸膜が形成される。しかし、この菌糸膜形成と根系の被害程度とは特に関係ない。

紫紋羽病の発生様相は、熟畑化の進んだほ場では緩慢型を示し枯死株はほとんど見られず被害は小さい。激発型ほ場では白紋羽病に似た様相を示し、病勢は同心円的に拡大してクワ株は短期間に枯死するため被害は大きい(日向ら, 1966)。病原菌の垂直分布は開畑後 4~5 年までは年数の経過につれて漸次深まり、通気性の良好な火山灰土では深さ 1.5 m に達する場合もある。

IV 発生環境

1 土壌環境

白紋羽病の発生は開発年次の古い、いわゆる熟畑とみなされる生産性の高い桑園に多発する。これに対し紫紋

羽病は開発年次の新しい地帯に多く、被害も古い桑園より新しい桑園で著しい。また、両紋羽病の混発桑園あるいは併発株の事例もあるが、いずれも白紋羽病菌は上層に、紫紋羽病菌は下層に分布し、その発生経過は紫紋羽病から白紋羽病に移行したものと推察される。

一般に白紋羽病発生地土壌は表層の孔げき率が大きく、適度の土壌水分が安定して保持されている地帯に多い。発生様相が浅根型は場は第三紀層および中生層を母材とする重粘な土壌に多く、白紋羽病菌の酸素要求と関連があると考えられる。深層型は場は砂質壤土の沖積地あるいは腐植層の深い火山灰土地帯に多く、下層の通気は浅根型は場に比べて良好である。

紫紋羽病は火山灰土壌に多いことからわかるように、C/N率が高く、孔げきに富み、固相容積比が小さく、白紋羽病に比べて通気性の良好な乾燥しやすい土壌に発生する(日向ら, 1966)。岡部ら(1956)は菌糸の伸長に好適な土壌水分含量は白紋羽病菌では最大含水量の60~80%、紫紋羽病菌は40~60%で、前者のほうが水分要求度が高いとしている。

クワ苗に対する紫紋羽病菌の接種は火山灰土では容易で、沖積土では困難であり、両土壌の混合では火山灰土の混合比が高いほど被害率が高い(第3表, 家城, 1972)。また、土壌中の腐植物質含量が多いほど病害進行が高まる(山川, 1970)との結果は、熟畑化につれて本病の病勢が低下することの証左といえる。

第3表 土壌の混合が紫紋羽病菌の接種と被害に及ぼす影響(家城, 1971)

土壌の混合比 ^{a)} (沖積土:火山灰土)	紫紋羽病菌株	接種成功率(%)	被害率 ^{b)} (%)
0 : 1	H-30	100	50
	H-33	100	85
1 : 3	H-30	100	73
	H-33	100	73
1 : 1	H-30	100	73
	H-33	100	65
3 : 1	H-30	100	43
	H-33	100	28
1 : 0	H-30	100	20
	H-33	100	28

沖積土:松本市県, 接種が困難な土壌

火山灰土:塩尻市北熊井, 接種が容易な土壌

1971.4.12:クワ小苗木(一ノ瀬)植付, 5.28:有傷接種(クワ枝培養菌約4g), 8.18:調査

a) 容積比

b) 罹病度に指数をあてはめて算出

第4表 桑葉摘葉と紫紋羽病菌の感染との関係

摘葉別	実験	供試本数	感染率(%)	罹病程度				被害率(%)
				枯死	重症	軽症	健全	
摘葉	I	20	90	0	9	9	2	45
	II	20	95	0	4	15	1	36
無摘葉	I	20	20	0	0	4	16	6
	II	20	35	0	0	7	13	11

2 栽培環境

かつて、林地からの桑園造成時に土壌の物理性の改良と有機質施用を目的として、植え溝に雑木の枝などが大量に施用され白紋羽病が激発した。しかし、スキ類の施用は場では発病株は局所的で被害は軽症であった(糸井, 1967)。これは本菌によく利用されるセルロース質に富む粗大有機質施用が激発の誘因となっていることを示している。これに対しスキ類では、一時的にはセルロース供給源となるが継続性に乏しいためと考えられる。このことは養蚕に伴って出される廃条の桑園への直接還元は病勢を助長する危険性のあることを示唆している。

白紋羽病発生跡地にクワ苗を改植した場合、3年目ごろから再び本病が多発する。その一因には生育期間中の過酷な伐採収穫に伴う根の機能低下が推察されている。特にクワでは微量の白紋羽病菌で感染することから、伐採に伴う根の微妙な変化が影響すると考えられる。

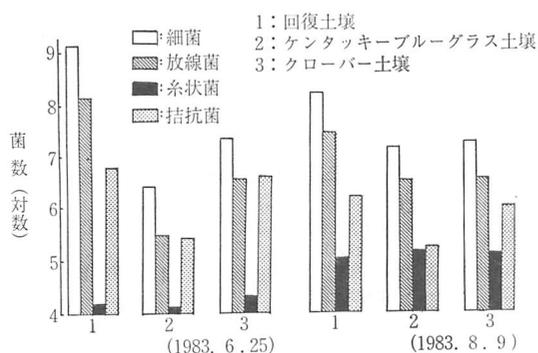
紫紋羽病の場合には生育最盛期の過度の桑葉摘葉により、感染率、被害率が高まることから、樹勢の低下は本病の病勢を助長する(第4表, 久保村, 1973)。

V 発生の制御

従来のクワ紋羽病防除は土壌消毒を中心とした農業に依存する度合いが強く進められ、それなりに一定の成果が明らかにされ、跡地消毒剤、静菌的薬剤、苗木消毒剤などが実用化されてきた。しかし、実用的、経済的視点からは依然として問題点も少なくない。

他方、近年、土壌病害防除においては自然生態系の中で作物を保護しようとする研究の重要性が認識され、病原菌の生態を利用することによる病害の抑制が重要視されてきた。これには耕種的手段などによって病原菌の生息環境を負の方向に変えることによる病害の軽減や、直接、間接的に土壌微生物を関与させて病害の制御を図ることが考えられている。

そこで、このような視点からクワ紋羽病の発生制御について述べてみたい。



第1図 白紋羽病回復土壌における微生物相と拮抗菌数

1 白紋羽病

病原菌の炭素源として持久性に富む雑木枝などの植え溝への施用は、セルロース分解力の強い白紋羽病菌の増殖を助長し発病が誘起される。したがって、病害発生が危ぐされる桑園では粗大有機質類の施用を回避し、イネわら、堆肥に代替えすることが病害軽減策として重要である。

松本市近郊の篤農家はリンゴ白紋羽病について、罹病根を露出させ、イネわら堆肥で包むようにして連年施用すれば、病害が阻止され数年後には健全樹に回復するという。真偽は明らかではないが、その土壌を調べてみると第1図に示したとおり対照の草地土壌に比べ細菌ならびに放線菌数がかかなり多く、白紋羽病菌に対する拮抗菌数も多かった。このことから、この場合の白紋羽病菌の衰退の一因として、拮抗菌ならびに他の各種の土壤微生物群の総和されたものが直接または間接的に関連している可能性が暗示された。しかし、白紋羽病菌と土壤微生物、特に拮抗微生物との関連研究はほとんど見当たらないことから、本結果のみではその実体は明らかではない。今後、発病抑止型土壌として明らかにしていく新しい研究分野の一つと考える。

クワ白紋羽病に対する拮抗菌としては、*Trichoderma* 菌(種不明)と *Streptomyces hygroscopicus* またはその亜種と見られる放線菌で試験されている。家城(1969)は

Trichoderma 菌 16 菌株の白・紫紋羽病菌に対する拮抗作用を PDA 培地上で調べ、*Trichoderma* 菌侵入部位の両病原菌の菌糸は萎縮して崩壊状になることを観察した。*Trichoderma* 菌の培養液を添加した培地上では白紋羽病菌の生育は抑制され、第5表で見られるように培養菌施用直後の土壌中では生育が完全に阻止されるが、施用後9日では効果が見られない(久保村ら, 1981)。また、培養菌施用とクワ苗の発病についても試験されているが(井上ら, 1983)、発病抑制効果は短期間で持続効果は見られていない。今後、長期間効果を維持しうる基質や施用方法などの検討が必要と思われる。

放線菌 *Streptomyces hygroscopicus* の白紋羽病菌に対する拮抗機作は放線菌による産生物質と推察される。この放線菌の液体培養の土壌施用は白紋羽病菌の生育を抑制するが、固型培養菌の土中混合では効果が不安定である。しかし、重層施用、蚕糞との併用では抑制効果も見られ、堆肥粉末を土壌に添加すれば放線菌数が増加する結果もあるので、今後究明していく必要がある。

他方、蚕糞、蚕沙、牧草など有機物の土壌添加と白紋羽病菌の消長についても若干試験されているが、いずれも実験室的規模で短期間の観察に終わっている。

2 紫紋羽病

腐植質火山灰土の紫紋羽病激発桑園で病株を抜根し土壌をかくはん後、10a 当たり 1,000 ~ 2,000 kg の石灰を施用しクワ苗が植え付けられた。その結果、無施用区は罹病率が高く重症株も多発したが、石灰施用区では罹病率は低く重症株は認められなかった(井崎ら, 1964)。これは石灰施用が土壌中の未分解有機質の分解を促進し熟畑化を促すことにより、病勢が弱まったものと考えられる。また、激発土壌の pH は熟畑化の進んだ緩慢型土壌の pH より低い傾向にあるが、前述のとおり pH が高まったことにより本菌の桑根侵入に不利な環境になったことも考えられる。この結果は、石灰施用と紫紋羽病の発消長についてサツマイモで長年観察された結果(荒木, 1967)ともよく一致する。

及川ら(1986)は蚕糞、蚕沙の病株への施用は樹勢回復に有効で数年間継続施用すれば病勢抑制が期待できそ

第5表 *Trichoderma* (T-2) 菌施用土壌が白紋羽病菌の生育に及ぼす影響 (単位: mm)

区別	施用量 g/l 土壌	施用後の経過日数				
		0	3	6	9	13
T - 2	100	+ (0)	+ (0)	+ (0)	72 (89)	52 (74)
培地	100	49 (53)	53 (59)	60 (80)	79 (98)	60 (86)
無施用	0	93 (100)	90 (100)	75 (100)	81 (100)	70 (100)

() : 指数, 25°C, 13 日培養

うだとしている。本病の場合、生育最盛期の過酷な桑葉収穫により病勢が助長されることから、収穫方法の変更あるいは樹勢回復のための施肥改善により病害の軽減が可能と思われる。これは果樹などの過着果、強剪定の回避による本病の軽減策と共通している。また、本病と抵抗性クワ品種との関係は現状では不明であるが、発根性の優れた品種の選抜は樹勢維持の点から間接的に病害軽減の可能性が期待できるとと思われる。

おわりに

作物の土壤病害において、地域あるいは土壤によっては発病しにくい、いわゆる発病抑止土壤が知られている(駒田, 1983)。紫紋羽病の場合も開畑後の来歴の新しい未分解有機質の多い土壤では発病しやすいのに対し、熟畑化するにつれて衰退する土壤は抑止土壤として位置づけられる。しかし、白紋羽病においては病原菌の生育は林地土壤では抑制されるが、熟畑化した生産性の高い桑園では本病が多発し、抑止土壤は現状では認められていない。

他方、抑止機構の一つには病原菌と土壤微生物との相互関係が重要視されており、抑止土壤は自然の生物的防

除と位置づけられている。このようなことから、紋羽病菌に対する生態利用による防除を進展させるためには、今後、病原菌と土壤微生物との相互関係の解明が重要であり、大いに発展させるべき分野と考える。

主な引用文献

- 1) 青木襄児ら (1963): 日蚕雑 (32): 63~66.
- 2) 荒木隆男 (1967): 農技研報 C (21): 1~109.
- 3) 日向義知ら (1966): 農林水産技会成果 (27): 88~130.
- 4) 家城洋之ら (1969): 日植病報 35 (1): 76~81.
- 5) ——— (1969): 同上 35 (1): 71~75.
- 6) ——— (1971): 日蚕雑 40 (2): 120~126.
- 7) ——— (1972): 同上 41 (2): 124~130.
- 8) 井上昭司ら (1983): 関西病虫研報 25: 36.
- 9) 井崎利行ら (1964): 日蚕九州講要 7.
- 10) 糸井節美ら (1964): 蚕試報 18 (6): 529~543.
- 11) ——— (1967): 日蚕雑 36 (5): 422~426.
- 12) 駒田 且 (1983): 研究ジャーナル 6 (7): 11~15.
- 13) 久保村安衛ら (1972): 日蚕雑 41 (6): 418~427.
- 14) ——— (1973): 蚕糸研究 (89): 112~119.
- 15) ——— (1981): 関東病虫研報 28: 80~81.
- 16) 中山賢三 (1970): 蚕糸研究 (76): 75~78.
- 17) 野村彦太郎 (1901): 農事試報告 18: 93~103.
- 18) 及川英雄ら (1965): 日蚕雑 34 (4): 287~289.
- 19) ———ら (1986): 岩手蚕試要報 (9): 48~52.
- 20) 岡部光波 (1956): 群蚕試報 (31): 1~18.
- 21) ———ら (1956): 同上 (31): 37~48.
- 22) 桜井善雄 (1952): 信大繊維学報 (2) 18~25.
- 23) 田中延次郎 (1890): 植物学雑誌 4 (44): 387.
- 24) 山川隆平 (1970): 日蚕学会 21 回講要: 40.

「植物防疫」総目次

B 5 判 63 ページ 定価 1,200 円 送料 200 円

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

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

本会発行図書

土壤病害に関する国内文献集 (II)

北海道大学農学部 宇井格生 編

A 5 判 166 ページ 1,200 円 送料 250 円

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

北海道におけるダイズシストセンチュウのレース

— 十勝地域を中心として —

農林水産省北海道農業試験場 **し** **み** **ず** **けい**
清 **水** **啓**

はじめに

北海道のマメ作は全国一の栽培面積と生産量（農林水産省北海道統計情報事務所，1986；農林水産省統計情報部，1986）を誇り（第1表），道内では重要な基幹作物の一つとなっている。マメ作のほとんどを占めるダイズ，アズキ，インゲンの栽培には古い歴史があり，道内各地で栽培が行われてきた。とりわけ十勝の畑作地帯は古くからわが国最大のマメの生産地として知られている（農林水産省北海道統計情報事務所，1986）。ここ10年近くは国の減反政策により，水田転換畑での栽培が増え，畑作地帯集中型から全道分散型に栽培も変化しつつ

第1表 1986年マメ類の作付面積・収穫量とダイズシストセンチュウの発生・被害面積

		全国	北海道	十勝
ダイズ	作付面積 (ha) (田作率)	138,400 (63.2)	23,700 (43.5)	8,920
	予想収穫量 (t)	193,600 (100)	44,700 (23.1)	13,800 (7.1)
	ダイズシストセンチュウ発生面積 (ha)		4,740 (100)	880 (18.6)
	同 被害面積 (ha)			108
アズキ	作付面積 (ha) (田作率)	57,000 (22.5)	34,000 (21.5)	13,400
	予想収穫量 (t)	61,800 (100)	52,000 (84.1)	20,100 (32.5)
	ダイズシストセンチュウ発生面積 (ha)		5,100 (100)	914 (17.9)
	同 被害面積 (ha)		1,700	44
インゲン	作付面積 (ha) (田作率)	20,600 (2.8)	17,900 (2.1)	12,400
	予想収穫量 (t)		33,700 (100)	22,400 (66.5)
	ダイズシストセンチュウ発生面積 (ha)		1,790	

1) 農林水産統計速報 61-60, 同 61-202 による。
2) 線虫発生・被害面積：1986年度植物防疫事業検討会資料より抜粋。

第2表 ダイズシストセンチュウ抵抗性品種の栽培面積

	トヨスズ (ha)	スズヒメ (ha)	計 (ha)
1984年	1,858	387	2,245 (37.0)
1985年	3,910	605	4,515 (49.7)

() 内数字は十勝地域のダイズ作付面積に対する比率。

ある（農林水産省統計情報部，1986）。

さてマメ作地帯における栽培上の重要な問題の一つにダイズシストセンチュウによる被害がある。栽培の歴史同様，本線虫の防除対策も長い歴史があるが，これらは主として輪作あるいは抵抗性品種の導入といった耕種的防除対策がとられてきた（井上，1962）。その中で防除上有効な手段としては1966年品種登録された“トヨスズ”および1980年登録された“スズヒメ”がある（砂田，1986）。前者は東北地方在来の“下田不知”抵抗性遺伝子を親として育成されたもので，導入されて現在まで20年余り主として十勝地域で栽培されてきた。この品種は白目の大粒種で品質に優れ，本線虫の寄生を受けても根の根粒着生に著しい影響がない（通常の感受性品種では本線虫の寄生により著しい根粒着生の低下があり，線虫寄生の直接害に加えて甚大な被害を被ることが多い）ところから，耐虫性の品種として知られている。また，後者は“Peking”系統の極強の抵抗性の遺伝子を親として育成された品種で，小粒で納豆加工適性に優れ，帯広を中心に契約栽培されているが，ここ1~2年ダイズ栽培面積の拡大とともに栽培面積が広がっている（第2表）。

こうした道内マメ作の背景の中で，マメ類を加害するダイズシストセンチュウのレースの問題について，近年北海道農業試験場が取り組んできた試験の一端をご紹介します。

I ダイズシストセンチュウの被害発生と分布

伊藤（1921）によれば，本種は大正年間噴火湾岸沿いの胆振，渡島管内に局部的に発生し，被害をもたらしていたものが，しだいに分布を広げ，十勝地域では栽培面

積の拡大とともにその分布も広がり、現在のように定着していったものである(北海道農務部・北海道立中央農業試験場, 1986; 井上, 1962; 十勝病害虫防除所・道立十勝農業試験場, 1986)。ところが最近では、前述のとおり水田転換畑での栽培が全道的に広がったため、本線虫の発生・被害も各所で見られるようになり(番場ら, 1986; 高倉, 1984)、特に胆振、檜山、石狩、空知の被害発生が報告されている。また十勝地域においては長年の抵抗性品種の過作により、ダイズの線虫抵抗性を破る新たなレースの出現が認められている。

II ダイズシストセンチュウのレースと分布

1 研究史

1963年ころ北海道農業試験場が提唱した共同研究で、杉山ら(1968)により秋田県刈和野産の線虫に対して抵抗性を示す“ネマシラズ”が長野県桔梗ヶ原産の線虫に対しては抵抗性でなくなるという現象が発見された。この報告はわが国のダイズ品種のダイズシストセンチュウ抵抗性に地域差があることを初めて明らかにしたもので、またこれらの地域差は土壌やその他の環境条件によるものではなく、本線虫本来の生理的系統の差に基づくものと考察している。その後湯原ら(1971)も前述の2か所に十勝地域を加え、また酒井ら(1977)も十勝地域内の比較から同様の地域差を確認している。アメリカでも Ross ら(1957)以来多くの報告があるが、レースとしてその判別手法を含め、新たな提唱を行ったのは GOLDEN ら(1970)であった。この提唱に基づき、同じ手法で INAGAKI (1979)は十勝、秋田、長野の五つの個体群を検定し、二つのレースと新たに一つのレースの提唱を含め報告を行った。その後、農研センター(稲垣ら,

1981, 1982; 百田ら, 1985)と当场(清水, 1981; 清水ら, 1981, 1985)で全国的にレースの検定が行われており、北海道では筆者ら(1985)により十勝地域 86 個体群のレースと分布が確定した。以下、この研究によって得られた結果の概略を述べる。なお、ダイズシストセンチュウのレースの研究史については、稲垣(1981)の総説に詳述されている。

2 レースの検定法

① 本研究では、7月下旬から8月にかけて、ダイズシストセンチュウの寄生・加害を受け、葉色の黄化が見られるダイズ、アズキ、インゲンの根辺土壌を採取した。

② 線虫汚染土壌をふるい分け、直径 9 cm のポリ鉢に詰め、ダイズを播種した。

③ ②の別法として汚染土壌よりシストを分離し、ホモジナイザーでシスト壁を砕いて卵を取り出し、卵をふ化処理する。一方、クロロピクリンで処理した土壌を詰めた同様の鉢にダイズを播種し、本葉展開後、ふ化幼虫懸濁液を土中に注入接種した。

④ レース判別に用いるダイズ品種・系統はレースの相違によって寄生程度を異にする、いわゆるレース判別

第3表 ダイズシストセンチュウのレース判別式 (GOLDEN ら, 1970年)

レース	Lee	Pickett	Peking	PI88788	PI90763
I	+	-	-	+	-
II	+	+	+	+	-
III	+	-	-	-	-
IV	+	+	+	+	+
V*	+	+	-	+	-

“Lee”の最終シスト密度に対して 10% 以上は+, 以下は-

* 稲垣(1979)の提唱した新レース。

第4表 十勝地域外7個体群のダイズ品種・系統の寄生率

支 店	地 名	A				B				レース判定
		Pickett	Peking	PI88788	PI90763	トヨスズ	スズヒメ	宝小豆	大正金時	
網走	北 見	0.8	0.3	3.0	0.1	2.4	-	-	-	III
上 川	上富良野 1	0	0	0	0	40.2	0	36.2	3.7	III
	上富良野 2	0	0	3.4	1.7	40.7	0	19.9	15.4	III
石 狩	中富良野	0	0	2.3	0	55.4	0.2	32.7	19.6	III
後志	新 篠 津 庭	0	0	2.9	0	27.3	0	140	10.0	III
	新 恵 庭	0	0	0	0	2.1	0	264	12.1	III
倶利伽羅	知 安	0	0	0	0	0.4	0	18.0	23.4	III

A: “Lee 68”の寄生数を 100 とした指数, B: “北見白”の寄生数を 100 とした指数。
北見を除いてすべて転換畑。

用品種で、GOLDEN ら (1970) が提唱しているのは、“Lee 68” (感受性)、“Pickett 71”、“Peking”、“PI 88788”、“PI 90763” (以上、抵抗性) の計 5 種類である。これに加えて、筆者らは国産の“北見白” (感受性) および“トヨスズ”、“スズヒメ” (以上、抵抗性) を加えた。またアズキ“宝小豆”およびインゲン“大正金時”も入れて合計 10 種類、各品種 5 反復で試験を行った。

⑤ ダイズ、アズキ、インゲン各品種を播種後温室で栽培管理し、②の場合は播種 60 日後に根の表面に寄生した雌成虫を肉眼で数え、③では播種 100 日後に土壌を風乾し、ふるい分け法によりシストを分離し、実体顕微鏡で計数した。

⑥ レースの判別には感受性品種“Lee 68”の寄生数を 100 とし、各品種の寄生比率を求め、10% 以上を +、以下を - とし、第 3 表に示した GOLDEN ら (1970) の方式により レース I~IV を判定し、合わせて稲垣 (1979) の提唱した レース V も含めて レースの判定を行った。

3 転換畑における結果

4 支庁 7 個体群の結果はいずれも レース III と判定された。国産の“トヨスズ”に対する寄生率は、感受性品種“北見白”の寄生シスト数を 100 とした指数で 10% 以上を + とすると、第 4 表に示すとおり 6 割近くに及ぶ。抵抗性極強の“スズヒメ”はすべて寄生率 0 であった。地域別に見ると“トヨスズ”の抵抗性を破る個体群は、富良野の 3 地点と新篠津の計 4 地点で、北見、恵庭、倶知安の 3 個体群に対して“トヨスズ”は強い抵抗性を示した。

4 十勝地域における結果

十勝地域の調査は 1979 年より管内関係機関の絶大なご協力を得て始まり、1982 年までにおおかたの調査を終え、筆者ら (1985) により公表されているが、その後の調査結果も加えてここに取りまとめた。調査点数は 93 地点、レース判定の結果を得たものは 89 地点である。

第 5 表 十勝地域におけるレースと国産抵抗性品種の寄生性

レース	個体群	トヨスズ		スズヒメ	
		+	-	+	-
I	12 (13.5)	10	0	0	8
III	75 (84.3)	38	35	0	57
V	2 (2.2)	2	0	0	2
計	89 (100)	50	35	0	67

“北見白”の寄生シスト数を 100 とし、10% 以上を +、以下を - とする。

第 5 表に示すとおり、レース I は 12 地点 (13.5%)、レース III は 75 地点 (84.3%)、レース V は 2 地点 (2.2%) であった。ここでいうレース V とは稲垣 (1979) により提唱されたものである。この結果から、十勝地域に普遍的に分布するのはレース III で、これに対してレース I は芽室町、帯広市、幕別町など十勝中心部に集中的に分布し (第 1 図)、例外的に東部の 1 地点 (本別町) にも分布する。レース V の分布は芽室町高岩と帯広市東幸福のわずか 2 地点でのみ確認されている。特に後者は調査を始めて 7 年目に発見された地点である。以上、十勝地域には三つのレースが存在していることがわかったが、レース II および IV のようなダイズの抵抗性をこごとく打破するようなレースの存在は、全国的にもいまだ確認されていない。

次に“トヨスズ”の寄生率を見ると、10% 以上を超えるものが全体の 6 割に近く、その中でも“北見白”と同等あるいはそれ以上の高い寄生率を示すものが 15% に及ぶ。それらの分布は第 1 図のとおりで、“トヨスズ”栽培地帯 (三分一ら、1976) に含まれる清水町、芽室町、帯広市、幕別町および利別川沿いの池田町、本別町、上浦幌町の台地一帯、浦幌町に“トヨスズ”に対し高い寄生率を示す個体群が分布している。また“トヨスズ”の栽培圏外の上士幌町および大樹町、更別村にもわずかではあるが点在している。

GOLDEN ら (1970) の方法で判定されたレースと“トヨスズ”に対する抵抗性・非抵抗性の関係を見ると、レース I に属する個体群はいずれも“トヨスズ”に対する寄生率が 10% 以上と高く、逆にいえばレース I に対して“トヨスズ”は非抵抗性であり (例外として島根産があり、レース I にかかわらず“トヨスズ”は強い抵抗性を示す)、代表的な感受性品種“北見白”の寄生率さえ上回る個体群も確認された。

次にレース III では“トヨスズ”が非抵抗性を示す個体群は 73 のうち 38 で 5 割を占めた。これは線虫側に“Peking”系抵抗性を打破する遺伝子群はないが“下田不知”系抵抗性を打破するなんらかの遺伝子を備えている可能性を示唆し、レース III を“下田不知”系に抵抗性と非抵抗性の複数のサブレースに分けたほうが実用的とも思われるが、今後の検討に待ちたい。

レース V は前述のとおり北海道の 2 か所以外全国的にも報告の事例はない。“トヨスズ”の寄生率は 2 個体群平均で 51% と高い寄生率を示した。少ない事例ながらもレース V に対して“トヨスズ”は非抵抗性であった。また極強の抵抗性品種“スズヒメ”の寄生率は 1.8% と低く、レース V に対して強い抵抗性を示した。芽室町高

が顕在化しつつあるが、これに関連して湯原ら (1971) は、“ネマシラス”を連作していくと最初の3年間はダイズシストセンチュウがほとんど見られないが、4年目ころから本線虫の着生が急激に目立ち始め、5年目には対照の感受性品種と寄生率が同程度になることを認めている。またアメリカでも TRIANTAPHYLOU (1975) は“Peking”を用いてダイズシストセンチュウの1個体群を継代飼育し、7代目には当初、対感受性品種寄生比率2.8%が74%まで上昇することを確認している。このように抵抗性品種を連作すれば、ほ場でも最後に抵抗性品種を破る強い新たなレースの発生を招きかねない。“トヨスズ”栽培地帯での被害発現の機構もここに原因の一端があるように思えてならない。すなわち“トヨスズ”が導入されて20年近くになるが、この間3~4年の輪作をとっても今まで3~4回栽培され、年2世代完了として、累計6~8世代繰り返されたことになり、前述の実験結果から推測すれば、この間相当程度寄生率は上昇したことになる。

以上述べた抵抗性品種で個体群を選択していった場合、なぜ線虫の抵抗力が増大するかについてはよくわかっていない。そこで個体群内に初めからレースが混在しているかどうかを明らかにするため、以下の実験を行った。

方法：芽室町新生のダイズシストセンチュウ個体群の集団の中からシストを1個体ずつ感受性ダイズ“北見白”に接種し、4年がかりで8世代の累代飼育を行い、“単シスト培養個体群”8系統を作った。対照として、もともとの個体群の集団そのものを用いた。これらの系統を供試し、レース判定に用いたと同様の方法で各品種に寄生するシスト数を調査した。

結果：(第6表)“PI 88788”では対照の“集団個体群”は寄生率が4.9であるのに対して、“単シスト培養個体群”は2.0~100.8(変動係数:1.04)であった。また“トヨスズ”に対して前者は55.9、後者は5.1~76.5(変動係数0.476)であった。このように“単シスト培養個体群”には寄生性の分化が認められたが、その程度は“PI 88788”のほうが“トヨスズ”より大きいように思われる。レース判定の結果は、“個体群集団”はレースIIIであるのに対して、“単シスト培養個体群”8系統中3系統がレースIII、5系統がレースIであった。

単シスト培養個体群作出に当たっては、感受性品種“北見白”によって累代飼育されたもので抵抗性品種による淘汰は行われていないので、この個体群は当初よりレースが混在していたと考えられる。

2 ダイズのダイズシストセンチュウ抵抗性に及ぼす温度の影響

方法：“Peking”系と“下田不知”系に属する数種の線虫抵抗性ダイズにレースIとレースVに属する線虫個体群を接種し、飼育温度がダイズの寄生性に及ぼす影響を調べた。

結果：①北海道に産するダイズシストセンチュウの生育適温は個体群により多少異なるものの15~25°Cで、12°Cおよび35°Cは線虫の増殖に適さなかった。②“Peking”系抵抗性品種の寄生性に及ぼす温度の影響はほとんど認められないのに対して、“下田不知”系抵抗性品種では温度の上昇とともにダイズの線虫抵抗性は低下し、25°C前後で感受性品種と同等の寄生率を示した。③レースVに属する高岩と東幸福個体群を比較すると、温度上昇に伴う“下田不知”系抵抗性の低下は前者でより著しかった。

第6表 単シスト培養系統の寄生性の変異(十勝個体群)

単シスト系統 No.	Pickett	Peking	PI88788	PI90763	北見白	トヨスズ	スズヒメ	宝小豆	大正金時
十勝 75	1.4	0	2.0	0	129.3	48.4	1.4	18.9	22.5
〃 53	0	0	3.7	0	268	66.6	0.2	198	159
〃 29	4.2	0.3	9.8	0	313.9	59	0.3	44.6	97.6
〃 54	0.1	0	11.7	0	190	5.1	0	9.1	20.2
〃 33	0	0	27.0	0	261.6	62.3	0	56.5	16.9
〃 25	2.6	0.1	72.2	0.1	226	24.3	0.4	36.5	39.3
〃 24	0.1	0	92.9	0	307.3	76.5	0	46.1	80.4
〃 69	4.5	0.6	100.8	0	182.9	54.6	1.0	43.6	56.6
平均	1.61	0.14	40.0	0.01	234.9	49.6	0.413	56.7	61.56
変動係数	1.19	1.61	1.04	3.16	0.275	0.476	1.259	1.044	0.798
対照	0.7	0	4.9	0	88.5	55.9			

“Lee 68”の寄生率を100とした指数で表し、“PI 88788”の寄生率の順に配列、対照は十勝個体群集団を用いた。

3 ダイズシストセンチュウ抵抗性育成系統の線虫レースに対する寄生性

道立十勝農試 (1985) によって“トヨスズ”に代わる有望品種“トヨムスメ”が育成された。ダイズシストセンチュウ抵抗性程度は片親の“トヨスズ”並みであるが、近年頻発する冷害と黒根病に対して抵抗性を有し、収量性も良いということで、この品種の導入に大きな期待が寄せられている。道立農試では在来の“下田不知”系と“Peking”系統の両面から抵抗性品種育成が進められている。当場でもこれら育成系統の線虫抵抗性検定を行ってきた。

方法：育成系統 11, 対照として感受性および抵抗性品種 6 を加えて 17 品種・系統を供試, 線虫は 3 レース, 6 個体群を用いた。

結果：第7表のとおり, 抵抗性極強に入るのは7, 強は3, 弱1であった。十育 191 号 (“トヨムスメ”) は“トヨスズ”と同様の傾向を示し, レース III の一部個体群にのみ強い抵抗性を示したが, より強いレース I および V には強くないので, 導入に当たっては現地レースに注意する必要がある。特に“トヨスズ”で被害発生を見る同一は場での導入は当面避けるべきであろう。

4 アズキ・インゲンの線虫レースに対する寄生性

方法：アズキ 4 品種, インゲン 10 品種のおおのにダイズシストセンチュウを接種し, 寄生シストを調査した。

結果：第8表のとおり, アズキでは寄生シスト数は“丸葉”, “円葉”, “赤豆”, “宝小豆”の順に多くなった。インゲンでは各レースとも“大手亡”に寄生が少なく,

第7表 ダイズシストセンチュウ抵抗性育成系統の数レースに対する寄生性

育成系統	I		III		V		備考
	新生	栄	津別	駒場	新生	高岩	
十育 191号		卅		—	卅	卅	トヨムスメ
〃 196	—	—	—	—	—	—	
〃 198	—	—	—	—	—	—	
〃 199	—	—	—	—	—	—	
〃 200	—	—	—	—	—	—	
〃 201	—	—	—	—	—	—	
〃 204		卅		+	卅	卅	
〃 205		卅		—	卅	卅	
〃 206		+		—	卅	卅	
十系 494	—	—	—	—	—	—	
十交4133	—	—	—	—	—	—	
トヨスズ	卅	卅	—	—	卅	卅	
ズビメ	—	—	—	—	—	—	

“キタムスメ”の寄生率の 10% 以下：—, 11~50 : +, 51~100 : 卅, 101 以上 : 卅

第8表 アズキ, インゲンの線虫レースに対する品種間差異

		I		III		V
		新生	島根	日の出	北見	高岩
アズキ	円丸	49	5.6	63.4	16.8	129.4
	赤豆	33.4	6.8	31	20.6	94.2
	宝小	112	21.8	45.8	26	95.2
		304	12.4	142.8	60.4	315.6
インゲン	紅常	100	1.4	68.4	9.8	127.8
	富長	224	2.2	109.8	36.2	151.8
	小手亡-1	154	1	33.2	2	101.2
	しんじゅ	55.6	3	71.8	12.6	114.2
	大手亡	86.6	0.8	28.6	1.6	78.8
	鳥隠元	92.8	1.2	45.8	9.8	131.8
	白地ビルマ	113	0.2	34	3.6	48.8
	大福-3	147	3.2	97.6	5	115.8
	金時(本金時)	452	1	68.2	7.2	137.4
	大正金時	315	1.2	89.4	19.2	101.4
ダイズ	トヨスズ	59.0	0.7	117.5	2.4	55.2

5 反復平均の鉢当たりシスト数
“トヨスズ”のみ“北見白”を 100 とした指数

“常富長鶉”および“金時”類が多い傾向が認められた。また“トヨスズ”が抵抗性である個体群はアズキおよびインゲンも抵抗性を示し, 逆に“トヨスズ”が非抵抗性である個体群を接種すると, アズキおよびインゲン各品種でそれぞれ増殖が良いという興味ある結果を示した。これらの傾向は, レース I および III に共通して言えることである。

おわりに

今まで述べてきたように, ダイズシストセンチュウのレースは不動のものではなく, 抵抗性品種の作付回数, 輪作サイクルの長短などによって変化するものと考えられるので, 防除手段としての抵抗性品種導入が長期にわたって有効に働くよう策を講ずる必要がある。また転換畑でのマメ類栽培も今後増加していく傾向にあり, 本線虫の問題が全道的に再び広がるのが考えられるので, 栽培適性の大きい抵抗性品種の早期の育成が期待される場所である。

引用文献

- 1) 青田盾彦ら (1981) : 日植病報 47 : 99~100.
- 2) 番場宏治ら (1986) : 作物学会北海道談話会報 26 : 53.
- 3) GOLDEN, A. M. ら (1970) : Plant. Dis. Repr., 54 : 544~546.
- 4) 北海道農務部 : 北海道立中央農業試験場 (1986) : 有害動植物発生予察事業年報 : 186~189.
- 5) INAGAKI, H. (1979) : Jpn. J. Nematol., 9 : 1~4.
- 6) 稲垣春郎 (1981) : 植物防疫 35 (2) : 1~4.
- 7) ————ら (1981) : 関東病虫研報 28 : 130.
- 8) ————ら (1982) : 同上 29 : 170.
- 9) 井上 寿 (1962) : 北海道立農試十勝支場, 北海道十勝支

- 斤成績書, 229 pp.
- 10) 伊藤誠哉 (1921): 北農試報告 11: 47~59.
- 11) 気賀沢和男 (1967): 植物防疫 21 (11): 17~20.
- 12) 百田洋二ら (1983): 関東病虫研報 30: 192.
- 13) ————ら (1985): 同上 32: 226.
- 14) 農林水産省北海道統計情報事務所 (1986): 農林水産統計速報 61-60 (作統-6): 1~3.
- 15) 農林水産省統計情報部 (1986): 農林水産統計速報 61-202 (作統-11): 1~13.
- 16) Ross, J. P. ら (1957): Pl. Dis. Repr., 41: 923~924.
- 17) 三分一 敬ら (1976): 北農 43 (8): 6~14.
- 18) 酒井真次ら (1977): 日育・日作学会北海道談話会報 17: 25.
- 19) 清水 啓 (1981): 今月の農薬 25 (12): 3~6.
- 20) ———— (1986): 第 30 回応動昆大会講要, 189.
- 21) ————ら (1981): 北日本病虫研報 32: 67~68.
- 22) ————ら (1983): 応動昆北海道支部大会講要, p. 1.
- 23) ————ら (1985): 北農試研報 141: 65~72.
- 24) ————ら (1986): 応動昆北海道支部大会講要, p. 8.
- 25) 杉山信太郎ら (1968): 育雄 18: 206~212.
- 26) 砂田喜与志 (1986): 北海道の豆作技術 (大豆編), 農業技術普及協会 (北海道江別市), 159 pp.
- 27) 高倉重義 (1984): 北日本病虫研報 35: 176~179.
- 28) 十勝病害虫防除所・道立十勝農業試験場 (1986): 病害虫発生予察事業年報, 70~149.
- 29) TRIANTAPHYLLOU, A. C. (1975): J. Nematol. 7: 356~363.
- 30) 山田英一ら (1983): 昭和 57 年度アズキ落葉病に対する線虫類の関連確認試験成績書. 北海道立中央農試 7 pp.
- 31) 湯原 巖ら (1971): 北農試彙報 99: 89~96.

新しく登録された農薬 (62.1.1~62.1.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号〔登録業者(会社)名〕、対象作物: 対象病害虫: 使用時期及び回数などの順。但し、除草剤については適用雑草: 使用方法を記載。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号 16638~16655 まで計 18 件)

『殺虫剤』

テトラジホン・ピリダフェンチオン水和剤

テトラジホン 10.0%, ピリダフェンチオン 35.0%

バイデン水和剤 (62. 1. 20)

16648 (アグロ・カネショウ)

りんご: シンクイムシ類・リンゴハダニ: 45 日 2 回,

なし: シンクイムシ類: 45 日 2 回

アセフェート粒剤

アセフェート 2.5%

オルトランボール (62. 1. 20)

16652 (北興化学工業)

ばら・きく等の花卉(鉢物): アブラムシ類

アレスリン・MEP エアゾル

アレスリン 0.050%, MEP 0.15%

ホクチオンS (62. 1. 20)

16655 (北興産業)

ばら・きく: アブラムシ類

『殺菌剤』

グアザチン・銅粉剤

グアザチン 1.0%, 塩基性硫酸銅 9.3%

ドウベフラン粉剤 (62. 1. 19)

16638 (八洲化学工業)

麦類: 紅色雪腐病: 根雪前 1 回

ピロキロン粒剤

ピロキロン 10.0%

コラトップ粒剤 10 (62. 1. 19)

16639 (日本チバガイギー), 16640 (三共), 16641 (クミアイ化学工業)

稲: いもち病: 葉いもちには初発 10 日前~初発時, 穂いもちには出穂 30 日前~5 日前: 4 回 (本田期 3 回)

キャプタン水和剤

キャプタン 80.0%

オーソサイド水和剤 80 (62. 1. 19)

16642 (理研グリーン)

りんご: 斑点落葉病・黒星病・黒点病: 3 日一, なし:

赤星病: 黒星病: 3 日一, ぶどう: 晩腐病・褐斑病・

灰色かび病: 14 日 5 回, もも: 縮葉病・黒星病・フォ

モプシス腐敗病・灰星病: 7 日 4 回, おうとう: せん

孔褐斑病: 14 日 5 回, うめ: 黒星病: 14 日 5 回, は

くさい: 黒斑病・白斑病: 7 日一, トマト: 疫病: 前

日一, きゅうり: 炭そ病・べと病: 前日一, メロン・

まくわりり・すいか・しろりり・かぼちゃ: 炭そ病・

べと病: 14 日 5 回, たまねぎ: 灰色かび病: 7 日一,

セルリー: 葉枯病: 21 日 3 回, いちご: 灰色かび病:

30 日 2 回, いんげん: 45 日 1 回, ばら: 黒点病, り

んどろ: 葉枯病, 芝類: ブラウンパッチ (リゾクトニ

ア菌): ピシウムパッチ, たばこ: 赤星病, パイナップ

ル: 根腐萎ちょう病: 14 日 3 回, トマト・きゅうり・

ピーマン・なす: 苗立枯病: は種時又はは種後 2~3

葉期: 一, メロン・まくわりり・すいか・しろりり・

かぼちゃ: 苗立枯病: は種時又はは種後 2~3 葉期:

5 回, チューリップ球根: 青かび病, れんこん: 腐敗

病: 植付前 1 回

トリフルミゾールくん煙剤

トリフルミゾール 10.0%

トリフミンジェット (62. 1. 19)

16644 (日本曹達), 16645 (新富士化成業)

温室・ビニールハウスなど密閉できる場所: きゅうり:

うどんこ病: 前日 4 回

銅水和剤

水酸化第二銅 30.0%

コサイド SD (62. 1. 20)

16649 (長瀬産業), 16650 (クミアイ化学工業), 16651

(三明ケミカル)

稲: 靱枯細菌病: 播種前

(47 ページに続く)

生果実の蒸熱処理によるミバエ類の殺虫方法

農林水産省横浜植物防疫所

すぎ
杉

もと
本

たみ
民

お
雄

農林水産省那覇植物防疫事務所

すな
砂

がわ
川

くに
邦

お
男

はじめに

日本の植物検疫においては、重要な農業害虫の侵入やまん延を防ぐために、チチュウカイミバエ (*Ceratitis capitata* WIEDEMANN) やウリミバエ (*Dacus cucurbitae* COQUILLET) など4種類のミバエ類の発生地域からは、それらの寄主果実の輸入が禁止されており、国内でもその移動が規制されている。

しかし、生果実に寄生するミバエ類の完全な殺虫方法が開発され、農林水産大臣が定める基準として認められたものについては、殺虫処理の確認や再寄生の防止措置などの条件を定めて外国からの輸入や国内の発生地域から未発生地域への移動が許可される。このような輸入や移動解禁のための消毒方法は、主として臭化メチルやエチレンジプロマイド (EDB) によるくん蒸であった。

一方、沖縄県で広く栽培されているピーマンは、同地にウリミバエが分布しているため本土への出荷が規制されていたが、くん蒸処理ではピーマンに薬害が生ずることから、他の消毒方法を開発する必要があった。

このため、那覇植物防疫事務所では、1978年から蒸熱処理についての調査を始め、1982年12月にピーマンの蒸熱処理による消毒方法を確立し、本土への出荷ができるようになった。続いて、1986年3月には沖縄産マンゴウについても蒸熱処理による消毒方法を確立した。

以下、筆者らが行った試験を中心に、蒸熱処理について紹介する。

I 蒸熱処理による生果実消毒の歴史

蒸熱処理 (Vapor Heat Treatment) とは高温を利用して虫を殺す方法であり、殺虫処理方法としてはかなり古い歴史を持っている。この方法が生果実に寄生するミバエ類の殺虫方法として最初に研究されたのは1910年代である。メキシコからアメリカ合衆国に輸入される果実に寄生するメキシコミバエの殺虫方法として研究された (CRAWFORD, 1928)。このときは、バナナの追熟を行

う“むろ”が処理庫として改良されて用いられた。

続いて、1929年フロリダ半島にチチュウカイミバエが侵入した際、アメリカ合衆国農務省とフロリダ州は同虫が他州にまん延することを防止するために、寄主果実の蒸熱処理による消毒方法の開発を行った。このときの処理条件は、果実の中心温度が110~115°F (43.3~46.1°C) に達してから、その後8時間継続して処理するというものであった。チチュウカイミバエがフロリダから根絶された後も、パパイヤ、マンゴウ、パンジロウなどの熱帯果実に寄生するミバエ類の高温殺虫や果実の熱障害に関する研究が行われている (BAKER et al., 1944; SINCLAIR and LINDGREN, 1955; SEO et al., 1974)。

その他、1930年代にはプエルトリコではカリブミバエ、オーストラリアではクインスランドミバエ、スペインではチチュウカイミバエの寄主果実の蒸熱処理に関する研究が行われている。

小泉 (1936) は台湾において、タンカンに寄生しているミカンコミバエの蒸熱処理による殺虫効果について調査した。

しかし、臭化メチルや EDB など、より安価で薬害の少ないくん蒸剤による消毒方法が開発されるに伴い、蒸熱処理はほとんど利用されなくなっていた。

ハワイ州産のソロ種のパパイヤは、1969年に蒸熱処理または EDB くん蒸することを条件として日本への輸入が解禁された。当初、蒸熱処理によって消毒された果実も一部輸入されたが、処理施設の性能が悪くて温度制御が十分でできず、熱障害が発生するなど処理の失敗が続いたため、1971年からは EDB でくん蒸されたパパイヤだけが輸入されるようになった。

ところが最近、EDBの生果実への残留が問題となり、その代替技術が世界的に模索される中で、検疫処理方法として蒸熱処理が見直されてきている。

II 蒸熱処理による殺虫消毒の原理

高温の空気を利用した消毒方法としては乾熱処理が一般的であるが、この方法で果実を処理すると、湿度が低いために果実から水分の蒸散が起り、気化熱が奪われ果実温度の上昇が著しく遅くなったり、多くの果実を収

Killing of Fruits-flies by Vapor Heat Treatment of Fruits By Tamio SUGIMOTO and Kunio SUNAGAWA.

容すると果実温度を均一に上げることが困難になる。また、果実が萎ちょうして商品価値を損なうことにもなる。

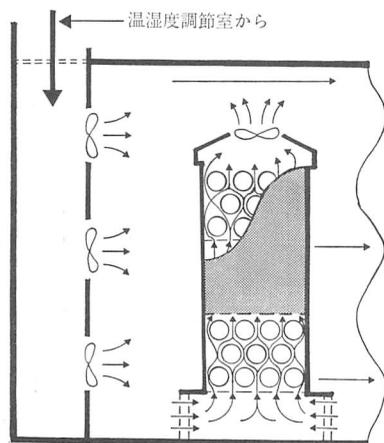
しかし、蒸熱処理では庫内の湿度が高いので、果実から水分の蒸散が起こらず、酸化熱が奪われたり、果実に萎ちょうが生ずることもない。また、乾熱処理と比べて処理庫内の空気の熱容量が高いために果実温度を均一にすばやく上げることができる。

処理を開始した直後では、庫内温度よりも果実温度が低いために果実の表面に水滴が結露する。このとき、水蒸気の潜熱が放出されて果実温度をいっそう早く上げる効果をもたらす。このように、水蒸気 (water vapor) の潜熱 (latent heat) を利用して処理することから、この消毒方法は、蒸熱処理 (Vapor Heat Treatment) と言われている。

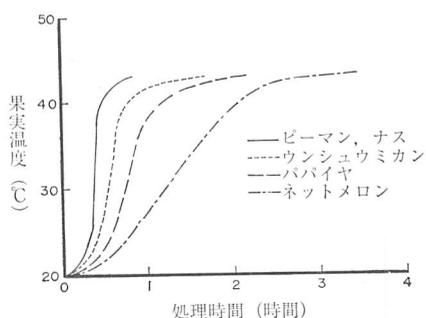
III 蒸熱処理機の構造

蒸熱処理機には、温湿度を制御するための機械室とクーラー、ヒーター、蒸気噴出口（または温水ミスト噴出口）のある温湿度調節室および果実を消毒するための処理室がある。温湿度調節室と処理室の間は空気が強制的に循環する構造になっており、処理室内の温湿度を一定に調節することができる。

大量の果実を処理する大型の施設では、処理庫内の温湿度を均一にするための循環装置のほかに、収容した果実と果実の間を飽和水蒸気が均一に流れるようにするための吸引装置を一定の果実量単位に備えている（第1図）。これによって、収容する果実量が多くなっても、処理庫内の果実温度を均一にすばやく上げることができる。



第1図 蒸熱処理機の構造



第2図 果実の種類の違いと果実温度の上昇との関係

庫内温度 : $43.9 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$

IV 果実の種類と温度の上昇

蒸熱処理による果実温度の上昇のしかたは、処理の開始直後は緩やかであるが、時間の経過とともに急速に上昇するようになり、果実温度が庫内温度に近づくと再び上昇は緩やかになる。

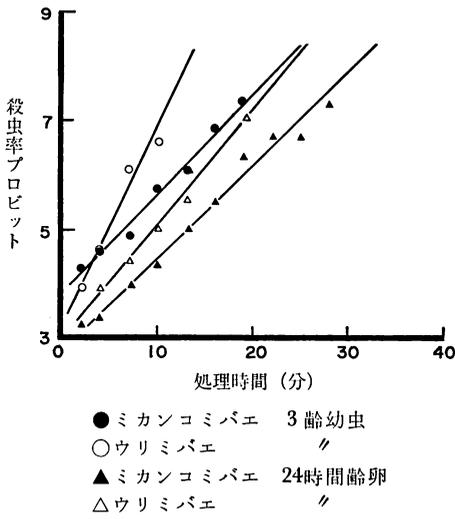
果実温度がミバエの殺虫に必要な所定の温度に達するまでの時間は、果実の種類や大きさによって異なる。

処理庫内の飽和水蒸気の温度を 43.9°C に保って果実を蒸熱処理した場合、果実の中心温度が室温から 43.0°C に達するまでの時間（前処理時間）は第2図に示したように、ピーマン（1果実の重量が約 100 g、以下同じ）やナス（約 150 g）で 50 分、ウンシュウミカン（約 70 g）で 1 時間 40 分、パパイヤ（約 500 g）で 2 時間 10 分、ネットメロン（約 1.4 kg）で 3 時間 30 分かかる。

また、同じ種類であっても果実の大きさによって前処理時間は異なり、130 g のマンゴウで 65 分であるが、380 g では 1 時間 20 分、600 g では 2 時間、900 g では 3 時間 30 分である。

V 殺虫効果に及ぼす影響

蒸熱処理によって虫が死亡するのは、虫体温が高くなって、生理的な機能が阻害されるためである。この方法で虫を確実に殺すためには、できるだけ高い温度で長時間処理すればよい。しかし、虫が死亡しても、処理果実に障害が認められるようでは、生果実の消毒方法として利用できない。すなわち、この方法を生果実の消毒方法として利用するためには、果実に高温による障害の発生がなく、寄生している虫を完全に殺せる処理条件を見出す必要がある。輸入解禁や国内での移動解禁のための殺虫試験では、完全殺虫処理条件を見つけるために、それぞれの処理に対してもっとも耐性のあるステージの個



第3図 温湯浸漬時間と殺虫率の関係
処理温度：45.0°C

体を大量に用いた試験が行われる。南西諸島から本土へピーマンの移動を解禁するために行った殺虫試験では、ミカンコミバエの24時間齢卵と1齢幼虫を合計約20万頭用いて試験を行った。

1 ミバエ類の高温耐性

ミカンコミバエとウリミバエの卵と幼虫の高温に対する感受性には、種間およびそのステージ間で差がある(小泉, 1936; Seo et al., 1974; 杉本ら, 1983; 古澤ら, 1984)。両種のミバエの産卵後約24時間経過した卵(24時間齢卵)と3齢幼虫を温湯に浸漬したときの処理時間と殺虫率の関係を調査した結果では、種間ではミカンコミバエの高温耐性がウリミバエよりも大きく、同一種内のステージ間では24時間齢卵の高温耐性が3齢幼虫よりも大きい(第3図)。さらに、同じ卵の中でも産卵後間もない卵は高温には非常に弱く、4時間齢卵は1~3齢幼虫よりも高温耐性が小さい。幼虫では1齢の高温耐性ももっとも大きく、2齢と3齢幼虫の間ではあまり差がない。

2 寄生果実内での殺虫効果

卵、幼虫各ステージの殺虫効果は、ピーマン、ウンシユウミカンやナスなどの果実に寄生した状態で蒸熱処理したときも、温湯に浸漬して調査したときと同じ傾向であった(第1表)。しかし、沖縄県で栽培されているアーヴィン種のマンゴウ(600~900g)に寄生した状態では、卵と幼虫各ステージ間の殺虫効果に明らかな差が見られなかった。これは、マンゴウが他の果実よりも果肉が厚いことに起因する。蒸熱処理においては、果実の中

第1表 ナスに寄生したウリミバエの蒸熱処理による殺虫効果

処理時間 ^{a)} (分)	殺虫率 (%)			
	4時間齢卵	24時間齢卵	1齢幼虫	3齢幼虫
0	86.4	19.1	0	45.8
15	100	17.8	40.6	54.0
45	100	71.3	79.0	87.2
75	100	90.7	97.7	99.7
90	100	99.6	100	100
100	100	100	100	100

^{a)} 果実中心温度が43.0°Cに達してからの時間
処理庫内温度：43.9±0.3°C, 果実中心温度：43.0~44.0°C

心部の温度を測定して処理時間を決定するが、大きな果実では中心部の温度上昇が表面近く比べて遅くなり、果実の表面近くに寄生する卵や1齢幼虫は、果実の中心部に寄生することが可能な3齢幼虫に比べて早くから高温にさらされることになるからである。

また、小泉(1936)は3齢幼虫が多数寄生してドロドロになった部分では熱の伝わりかたが速いことおよび腐敗によりその部分の初期温度が高いことによって、殺虫効果が大きくなることを示唆した。われわれの調査でも、3齢幼虫が大量に寄生して内部がドロドロになった果実では、少量寄生で果肉が健全に近いような果実に比べて温度の上昇が速く、殺虫効果が大きくなることを観察している。

VI 植物に対する影響

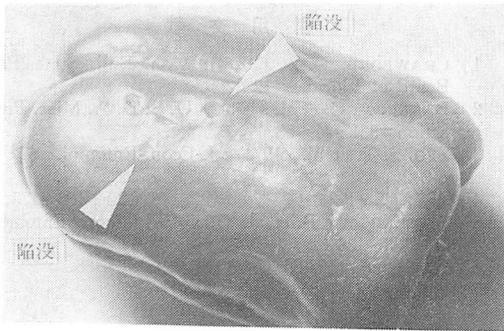
生果実を蒸熱処理すると熱による障害が現れることがある。この障害としては、変色、変形、腐敗、果汁の酸度や糖度の減少、着色や追熟の異状、異臭の発生などが知られている(SINCLAIR et al., 1955; 杉本ら, 1981; 古澤ら, 1982)。障害の発生のしかたは果実の種類によ

第2表 蒸熱処理のピーマンに与える影響

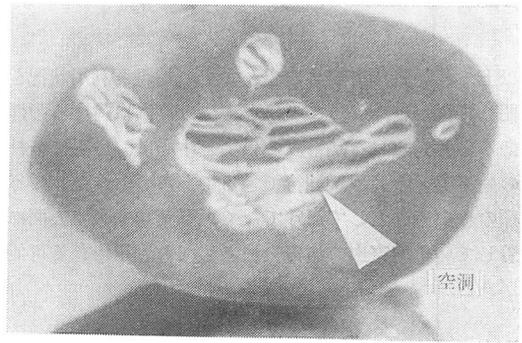
	処理時間 (時間)				
	無処理	3	4	5	12
果実の外面	-	-	+	+	++
果実の内部	-	-	+	++	+++
果重の減少	-	-	-	-	+
食味	-	-	-	-	++

処理条件は第1表と同じ。

障害の程度 - : 障害なし + : わずかに障害が認められる ++ : 明らかに商品価値に影響する障害が認められる +++ : 50%以上の果実に明らかな障害が発生する



A. ビーマン



B. マンゴウ

第4図 生果実に対する高温障害の例

って異なる。また、障害の発生程度は処理温度が高いほど、そして処理時間が長くなるほど顕著になり、同じ種類の果実でも栽培条件、収穫後の日数、熟度などの違いによって障害の発生程度が異なることがある。

1 ビーマンの高温障害

2月に収穫した沖縄産ビーマンの蒸熱処理（処理果実温度：43.0～43.8°C）による処理時間と障害の発生程度について、第2表に示した。ビーマンで認められた典型的な高温障害は、果実の表面に処理直後から翌日にかけて現れる直径1mmから5mm程度の陥没（第4図A）である。果実の内部では、正常なものでは白色である種子が黒褐色に変色し、障害の発生がひどいときにはここから腐敗することもある。また、裂傷などのある部分では、陥没したり腐敗しやすい。

5月に収穫したビーマンでは、2月に収穫した果実よりも明らかに高温耐性が大きく、果実温度が43°Cに達してから5時間処理してもほとんど障害は発生しなかった。

2 その他の果実の高温障害

沖縄産のパパイアでは、43～44°Cの温度で3時間処理すると、着色が遅延したり果肉の一部が硬化する。ネットメロンを同じ条件で処理すると、ブリックス糖度は変わらなかったが明らかに甘味が減少した。ナスでは種子や果肉が変色し、果皮の色つやが無くなった。

フィリピン産のマンゴウ（緑熟果）を果実温度が48°Cになって3時間処理すると、spongy tissue（貯蔵障害として知られている症状、追熟の過程で糖化が阻害され、細胞内にデンプンが蓄積してプリン状となり、ときには第4図Bのような空洞ができる）が多く認められるようになる。

3 果実の品質を高める効果

一方、蒸熱処理することで、逆に果実の品質が高まるという効果も知られている。例えば、検疫で認められている条件で処理した沖縄産ビーマンでは、輸送中の萎ちようが明らかに抑えられるし、マンゴウでは炭そ病などの発生を防ぐ効果がある。

VII 蒸熱処理基準

日本の植物検疫で認めている蒸熱処理の対象果実、処理基準は次のとおりである。

1. 国内検疫における移動解禁の事例

1) ビーマンの生果実

蒸熱処理施設において湿度90%以上、果実収容量90kg/m³の条件で果実中心温度が43.0～43.8°Cで3時間消毒すること。

2) マンゴウの生果実

蒸熱処理施設において湿度90%以上、果実収容量80kg/m³の条件で果実中心温度が43～44°Cで3時間消毒すること。

2. 国際検疫における輸入解禁の事例

1) ハワイ産ソロ種パパイアの生果実

蒸熱処理施設において果実中心温度が47.2°Cになるまで飽和水蒸気で消毒すること。

2) フィリピン共和国産マンゴウ生果実

蒸熱処理施設において果実中心温度が46.0°Cに達してから10分間飽和水蒸気で消毒すること。

おわりに

以上、蒸熱処理に関する現在までの知見と利用状況を説明してきた。今後、この処理方法は高温に対する耐性があると考えられる熱帯産の果実を中心に、さらに多種類の生果実への適用が期待できるであろう。また、ミバエ類の殺虫方法としてだけでなく、野菜類や果実表面に付着している病害虫の消毒方法としても利用できる可能性がある。

引用文献

- 1) CRAWFORD, D. L. (1928) : Mon. Bull. State Plant Board of Florida. 12 : 265.
- 2) BAKER, A. C. et al. (1944) : U. S. D. A. Misc. Publication 531 : 47~53.
- 3) SEO, S. T. et al. (1974) : J. Econ. Entomol. 67 : 240~242.
- 4) 小泉清明 (1936) : 熱帯農学会誌 8 (2) : 166~175.
- 5) SINCLAIR, W. B. et al. (1955) : J. Econ. Entomol. 48 : 133~138.
- 6) 杉本民雄ら (1983) : 植防研報 19 : 81~88.
- 7) 古澤幹士ら (1984) : 同上 20 : 17~24.

本会発行図書

侵入を警戒する病害虫と早期発見の手引

A 5 判, 126 ページ 口絵カラー 8 ページ

定価 2,600 円 送料 250 円

監修 農林水産省横浜植物防疫所

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

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

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

イネミズゾウムシの防除

—被害ゼロをめざして—

「イネミズゾウムシの防除」編集委員会 編

A 5 判 175 ページ カラー口絵 4 ページ 2,800 円 〒 250 円

初発見以来国・県を挙げて実施された特別防除対策や、生態・防除に関する調査・研究の概要を取り括めた書。第 1 章—わが国における初発見と分布拡大—日本での初発見/わが国への侵入経路/分布拡大。第 2 章—形態生態および被害—形態の特徴と見分けかた/原産地における生態/わが国における生態/被害。第 3 章—防除方法—防除の考えかた/耕種的対策/農薬による防除/防除要否の基準。第 4 章—防除対策の実施—イネミズゾウムシ以外の侵入害虫に対する防除対策/イネミズゾウムシの防除対策/病害虫の侵入防止の備え/地域における防除対策。英文要約。

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

抗菌微生物を用いた土壌病害の生物学的防除

栃木県農業試験場 **木** **嶋** **とし** **お**
あり え つとむ
 東京大学農学部植物病理学研究室 **有** **江** **力**

はじめに

抗菌微生物を用いた生物防除は現在までにいろいろ試みられているが、同じ抗菌微生物を用い同一方法で防除しても、時期や場所が異なると、効果が安定しないことが多々認められている。この原因として、抗菌微生物が土壌の種類、理化学性などの土壌条件や対象土壌の微生物フローラなどによって、土壌中での安定性が大きく変動することが考えられている。また、抗菌微生物を直接土壌に投入するには、微生物を大量に培養する必要があるなど、使用方法も簡便さに欠ける点があった。そこで筆者は抗菌微生物を土壌中で安定させる方法と、少量の抗菌微生物で防除効果をあげる方法について検討した。

I 抗菌微生物の定着化までの経過

栃木県におけるユウガオ（かんびょう）は、2,500 ha前後が栽培されている。そのほとんどのほ場は長い間連作に近い状態で栽培されている。しかし、こうした場合、当然発生するであろうユウガオつる割病（第1図）の発生はほとんど認められない現状にある。栽培面積が大きく、しかも広い地帯で栽培されているため、ユウガオつる割病の発生が少ない原因として、発病抑止型の土壌は考え難く、そこで、栽培の実態を調査したところ、ユウガオつる割病の発生が認められなかったほ場では、伝承的にタマネギとの輪作や株元にネギを混植して栽培していることが明らかになった（第2図）。

発生実態調査の結果から、タマネギとの輪作やネギの混植にはユウガオつる割病の発生を制御する微生物が生息しているのではないかと想定し、ネギ属植物の根圏微生物の調査を行ったところ、ユウガオつる割病に強い抗菌活性を示す細菌が、ネギおよびタマネギの根圏および鱗茎から分離され、これがユウガオつる割病の発病を制御しているものと考えられた。これを用いて防除試験を行ったところ、高い防除効果が認められた。しかし、こ



第1図 ユウガオつる割病の発生状況



第2図 ユウガオのネギとの混植状況

の菌はネギ属植物にも強い病原性が認められたため、このまま防除に用いることはネギ属植物に病害を発生させるなどして、環境を汚染する恐れがあると考えられた。そこで、ネギ属植物に親和性があり、同属植物の鱗茎や根で増殖し、病気を起こさず、しかもユウガオつる割病に抗菌活性のある菌を各種植物から分離した菌株から選抜し、M-2196 系統を得た。

II 抗菌微生物の選抜と M-2196 系統の性質

1 実験方法

抗菌微生物のネギ属植物からの分離は、根および鱗茎を磨碎して、これを肉エキスイ寒天培地に混和し、あらかじめ抗生物質などの入った水寒天を流したプレートに流し、これに指示菌（ユウガオつる割病菌）を混和したジ

Biological Control of Fusarium Diseases by using Companion Plants Inoculated with Antibioitice of Bacteria (*Pseudomonas gladioli* M-2196). By Tosio KIJIMA and Tsutomu ARIE

ジャガイモ寒天培地を流して、指示菌の生育を抑制した部分を釣菌し、さらに肉エキス寒天培地で単コロニーを釣菌した。

抗菌微生物の選抜は、各種植物から分離した細菌を肉エキス寒天培地で培養して、トマトかいよう病菌を指示菌として用い、クロロホルム法(土屋ら, 1984)で行い、抗菌活性の認められた菌株はネギでの親和性を検討した。

選抜された抗菌微生物の細菌学的性質は後藤と瀧川(1984)の方法で行い、各種病原菌に対する抗菌活性は、糸状菌では肉エキス寒天培地で対峙培養、細菌ではクロロホルム法(土屋ら, 1984)で行った。また、抗菌活性の作用機構は肉エキス培地で96時間培養した汙液を酢酸エチルで抽出し、薄層クロマトグラフィーで展開して分画を得た。

2 実験結果

(1) 抗菌微生物の選抜

ネギの根や鱗茎からは BC1~15 の細菌が分離され、各種植物から分離された細菌ではラン類から分離された細菌で強い抗菌活性が認められた。抗菌活性の認められた細菌のネギに対する親和性はいずれも認められたが、M-2196 系統は親和性があり、弱病原性の菌と考えられた。

(2) M-2196 の細菌学的性質

本菌はランの一種ミルトニアから分離された細菌で、グラム陰性で、1.0~1.2×1.6~2.2 μm の桿状で1~2本の極鞭毛を有する。OF 試験は O, p-β-ヒドロキシ酪酸顆粒を集積し、蛍光色素は産生しない。硝酸塩の還元、カタラーゼ、エスクリンの加水分解、アルブチンの加水分解、レシチナーゼ、綿実油の加水分解、ツィーン80の加水分解、カゼインの加水分解、41°Cでの生育、ゼラチンの液化は陽性。インドール、チロシナーゼ、ウレアーゼ、レバン、タバコ過敏反応、ジャガイモ腐敗、5%塩化ナトリウムでの生育、スターチの加水分解は陰性。アラビノース、グルコース、マンノース、リボース、サッカロース、ラクトース、マルトース、セロビオース、メリビオース、トレファロース、マンニトール、ソルビトール、キシロース、イノシトール、ラフィノース、グリセロール、ズルシトール、アドニトール、サリシン、ガラクトース、フラクトース、ラムノースから酸を産生し、メレジトース、デキストリン、エリスリトール、イヌリン、プロピレングリコール、エタノールから酸を産生しない。サッカリン酸、レブリン酸、酢酸、クエン酸、ギ酸、フマル酸、リンゴ酸、マロン酸、プロピオン酸、コハク酸、乳酸、グルコン酸、馬尿酸、酪酸、ガラクトツロン酸、ミリスチン酸、ソルビン酸、マレイン

第 1 表 抗菌微生物 M-2196 の抗菌活性

植 物 名	病 名	病 原 菌 名	活 性
シン	腐敗病	<i>F. oxysporum</i>	+++
イ	根腐病	<i>F. solani</i>	++
ダ	萎黄病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	++
グ	腐敗病	<i>F. oxysporum</i>	+++
ジャ	腐敗病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i>	++
ス	つる割病	<i>F. oxysporum</i>	++
デ	腐敗病	<i>F. oxysporum</i>	++
ン	腐敗病	<i>F. oxysporum</i>	++
ド	腐敗病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cyclaminis</i>	++
ロ	萎ちよう病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>tracheiphilum</i>	++
ビ	立枯病	<i>F. oxysporum</i>	++
ウ	腐敗病	<i>F. oxysporum</i>	++
ム	腐敗病	<i>F. oxysporum</i>	++
ム	腐敗病	<i>F. oxysporum</i>	++
ハ	乾腐病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cucumerinum</i>	++
ナ	萎ちよう病	<i>F. solani</i>	+++
シ	乾腐病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>allii</i>	+++
ヤ	乾腐病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>fragariae</i>	++
コ	乾腐病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	++
ラ	萎ちよう病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lagenariae</i>	+++
イ	つる割病	<i>F. oxysporum</i>	+++
ト	腐敗病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>lilii</i>	+
ユ	腐敗病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>asparagi</i>	+
ウ	腐敗病	<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>cepaе</i>	+
ガ	立枯病	<i>Corticium rolfsii</i>	+++
ス	乾腐病	<i>Rhizoctonia solani</i>	+++
パ	乾腐病	<i>Verticillium dahliae</i>	+++
ラ	乾腐病	<i>Corynebacterium michiganense</i> pv. <i>michiganense</i>	+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ	乾腐病		+++
ス	乾腐病		+++
マ	乾腐病		+++
ネ	乾腐病		+++
ギ	乾腐病		+++
ラ	乾腐病		+++
ガ			

酸, アントラニル酸, キャプリル酸, グルタル酸, バリン, シトルリン, ベタイン, D-酒石酸, アルギン酸, アスパラギン酸, グルタミン酸, パルミチン酸, デカン酸, β -アラニン, オルニチン, ヘプタン酸を利用し, メサコン酸, シュウ酸, パントテン酸, 安息香酸, 枯草酸, p-アミノ安息香酸, L-酒石酸, 葉酸を利用しない。グラジオラス, イリス, ラン類, ネギ, タマネギ, ニラ, トウモロコシ, イネ, エンバクに親和性がある。以上の結果から, *Pseudomonas gladioli* と同定された。

(3) M-2196 の抗菌活性

本菌は各種植物から分離された *Fusarium* 属菌 (ダイコン萎黄病菌, インゲン根腐病菌, スイカつる割病菌, ダイズ立枯病菌, ニラ乾腐病菌, キュウリつる割病菌, コンニャク乾腐病菌, ラッキョウ乾腐病菌, イチゴ萎黄病菌, トマト萎ちょう病菌 J₃, ユウガオつる割病菌, アスパラガス立枯病菌, タマネギ乾腐病菌, シクラメン萎ちょう病菌, ラン類腐敗病菌, サボテン類腐敗病菌), *Verticillium* 属菌 (トマト半身萎ちょう病菌, ナス半身萎ちょう病菌), *Corticium* 属菌 (ニラ白絹病菌, コンニャク白絹病菌), *Rhizoctonia* 属菌, *Sclerotium* 属菌 (ニラ黒腐菌核病菌), *Corynebacterium* 属菌 (トマトかいよう病菌) に抗菌活性が認められた (第1表, 第3, 4図)。

(4) 抗菌活性の作用機構

本菌の培養液の酢酸エチル抽出物とこれの薄層クロマトグラフィーでの展開で抗菌活性のある分画が認められ, これは *Fusarium* 属菌の細胞膜が溶解した。

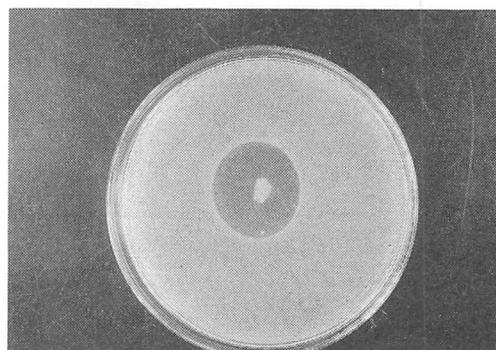
III 防 除

1 実験方法

ユウガオ (かんびょう) つる割病の防除試験では, 抗



第3図 フザリウム菌に対する抗菌活性



第4図 コリネバクテリウム菌に対する抗菌活性

菌微生物 M-2196 を培養し, $10^4 \sim 10^5$ 個/ml に調整した細菌浮遊液に直接ユウガオを 5, 10 および 30 分, 1, 3, 5, 10 および 20 時間浸根した区と, ネギおよびニラを浸漬して接種し, これを定植時にユウガオの株元に1株につき1本ずつ混植した区とした。また, トマト萎ちょう病 (J₃ 根腐れ萎ちょう症) では, 前述と同じように

第2表 抗菌微生物 M-2196 を用いたユウガオつる割病の防除

処 理 方 法	発 病 株 率 (%)				
	15	20	30	60	90 日
ユウガオの根に M-2196 を 5 分間浸漬	100				
〃 〃 〃 10 〃	100				
〃 〃 〃 30 〃	100				
〃 〃 〃 1 時間浸漬	100				
〃 〃 〃 3 〃	100				
〃 〃 〃 5 〃	100				
〃 〃 〃 10 〃	100				
〃 〃 〃 20 〃	100				
ユウガオにニラ混植	0	55	50	50	50
ユウガオにネギ混植	0	33	33	33	33
ユウガオに M-2196 を接種したニラ混植	0	0	0	0	0
ユウガオに M-2196 を接種したネギ混植	0	0	0	0	0
病 土	100				
滅 菌 土	0	0	0	0	0

培養し、希釈した細菌浮遊液にニラを浸漬して、接種し、これを定植時にトマトの株元に1株につき1本ずつ混植した。

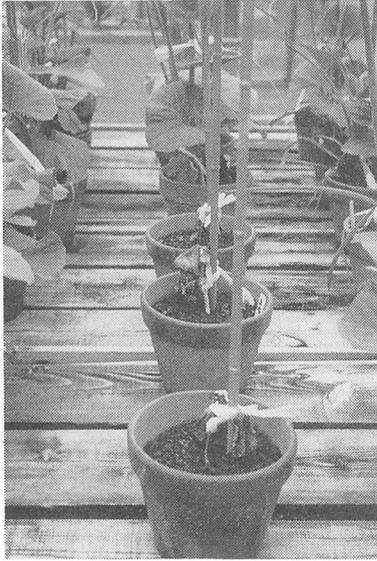
2 実験結果

ユウガオつる割病の防除試験では、直接の浸根区および無処理区が100%枯死したのに対して、ニラだけ混植した区では50%枯死、ネギだけ混植した区では33.3%

枯死、ネギおよびニラに M-2196 を接種し、混植した区では90日経過後においてもまったく発病しなかった(第2表, 第5, 6図)。なお、M-2196を接種したネギおよびニラからは本菌が再分離され、接種しなかったネギおよびニラとユウガオからは再分離されなかった。

トマト萎ちょう病(J₃)の防除試験では無処理区が61.7%発病したのに対して、ニラだけ混植した区では54.5%、ニラに M-2196 を接種して混植した区では35%の発病株率であった(第7, 8図)。

さらに、イチゴ萎黄病(母木床でネギを用いる, 第9図)、キュウリつる割病(露地栽培でネギを用いる)、スイカつる割病(露地栽培でネギを用いる)、ニラ白絹病(ニラに直接抗菌微生物を接種する)、トマトかいよう



第5図 ユウガオつる割病の防除試験
無処理区



第7図 トマト萎ちょう病(J₃)の防除試験
トマトの株元に M-2196 を接種したニラを混植



第6図 ユウガオつる割病の防除試験
ネギに M-2196 を接種して混植した区



第8図 トマト萎ちょう病(J₃)の防除試験
混植したニラとトマトの根がからみ合う



第9図 イチゴ萎黄病の防除試験
M-2196 を接種したネギを混植する

病（抗菌微生物を直接トマトの茎葉に接種する）などにおいても同じような実験を行った結果、高い防除効果が認められた。

IV 考 察

本抗菌微生物 M-2196 系統は細菌学的性質から *Pseudomonas gladioli* と *P. cepacia* の中間的な性状を有しているが、金属性の紫色を産生しない点や菌の大きさなどから、本菌は *P. gladioli* と同定するのが妥当と考えられた。また、*pathovar* についてはネギ、グラジオラス、アイリスなどに親和性があるため、*pv. gladioli* と同定されるが、本菌は同じ植物から分離した菌の中でも病原性が弱い（非病原菌または親和性だけの菌）一系統として選抜したものであるため、*pathovar* 名はあえて用いなかった。しかし、これは本論から外れるが、分離同定された全体の菌を考える場合には、病原性の弱い菌株であっても強い菌の一系統と考へ *pathovar* 名を用いるべきと考える。すなわち、強毒に含まれているかもしれない弱毒は病原菌として扱い、強毒から選抜あるいは作出された弱毒は非病原菌あるいは親和性のある菌として、病原菌としては扱わないほうがよいと考える。今後、微生物を用いた生物学的防除はいろいろ行われると思うが、なんらかの基準があると研究を進めやすいよう

に思われる。

本菌の抗菌活性は培養液あるいはこれの有機溶媒抽出物で認められることから、本菌が産生する物質によることが明らかになった。しかし、本抗菌成分の同定については現在検討中である。

ユウガオつる割病の防除試験で、M-2196 を直接ユウガオの根に接種した場合にはまったく効果が認められなかったが、これは本菌がユウガオに親和性を有しないため、土壤中で安定しなかったものと思われる。また、ユウガオおよびトマトの防除試験で、抗菌微生物を用いずニラやネギだけを混植した区においてもある程度の効果が認められたが、この点については今後検討する必要がある。

本抗菌微生物を用い、本方法で土壌病害を防除する場合には、対象作物の根圏とネギ属植物の根圏が一致することが重要と考えられる。すなわち、本抗菌微生物はネギ属植物の根圏では増殖することができ、この結果抗菌微生物が産生する抗菌成分が、菌の増殖に伴って土壤中に拡散され、これが病原菌の細胞膜を溶解して防除効果を発揮すると考えられる。しかし、ネギ属植物以外の植物あるいは土壤中では増殖することができないため、ネギ属植物の根圏から対象作物の根が出た場合には、防除効果が期待できなくなると思われる。

おわりに

今回試みた抗菌微生物を用いた土壌病害の生物学的防除法は、ユウガオとネギを混植するという伝承技術を解明し、それを他の作物にも応用し、それまで土壤中で安定しなかった抗菌微生物を、親和性のあるネギ属植物に接種することによって、ネギ属植物の根や鱗茎で増殖させることで土壤中での安定を図り、抗菌活性を土壌条件や季節などに左右されないようにして、防除効果を安定させたものである。今回筆者がヒントを得た、ユウガオとネギ属植物を混植あるいは輪作するというような伝承技術の例はほかにもあろうかと思われ、今後のこのような研究の参考になれば幸いである。

カブリダニの交尾と生殖行動

千葉大学園芸学部環境生物学研究室 あまの ひろし
天野洋

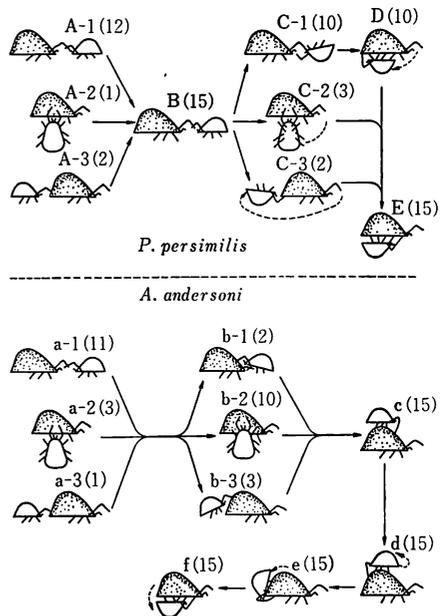
ハダニをはじめとする植物寄生性ダニ類の防除の場におけるカブリダニの重要性については、すでに多くの報告がある。天敵としてのカブリダニを考えると、その捕食力、生存力、生殖力のすべてが重要な生物的特性として浮かび上がってくる。生殖に関して見れば、各種の持つ産卵能力についての調査結果には、比較的多くの蓄積があるものの、それをもたらす一連の交尾・生殖行動については非常に知見が乏しい。

本報では、カブリダニの交尾・生殖とそれにかかわる多くの行動を、筆者らがチリカブリダニ (*Phytoseiulus persimilis* ATHIAS-HENRIOT) と *Amblyseius andersoni* (CHANT) の2種カブリダニで観察した結果 (AMANO and CHANT, 1977, 1978a, 1978b) を中心として、その後の知見も踏まえながら概観してみたい。

I 交尾および生殖様式と器官

カブリダニの交尾は、雄が雌の腹面胴体部に自身の腹部を合わせるような形で行われるが、そこに至るまでの交尾前行動を詳細に観察した例は少ない (DOSSE, 1959; AMANO and CHANT, 1978b; HOY and CAVE, 1985)。上述した2種カブリダニの交尾前行動を示すと第1図のようである。最終的な交尾位置(図中のEとf)をとるまでに要する時間は両種とも1分足らずで、いったん交尾位置に入ると雄はより大きな雌の下に隠れるようになり、実体顕微鏡下での雄の行動の観察は困難になる。断片的ではあるが、他のカブリダニでの記述をまとめてみると、*A. andersoni* のように雄が雌の背面に一度上がる (*Amblyseius-Typhlodromus* タイプ) のが普通で、チリカブリダニの示す様式 (*Phytoseiulus* タイプ) は非常にまれである。

雌の陰になり見ることのできない雄の交尾行動を推測するため、交尾中のペアを様々な時間で離し、雌の一部はホイヤー氏液中でスライド標本にし、残りはそのままハダニを餌として飼育し、産卵行動を追跡した (AMANO and CHANT, 1978b; SCHULTEN et al., 1978)。カブリダニの雌成虫は受精嚢 (spermatheca) と呼ばれる1対の体内器官を持ち、スライド標本上でも明らかに観察でき、その形態は古くより重要な同定上の形質となつて



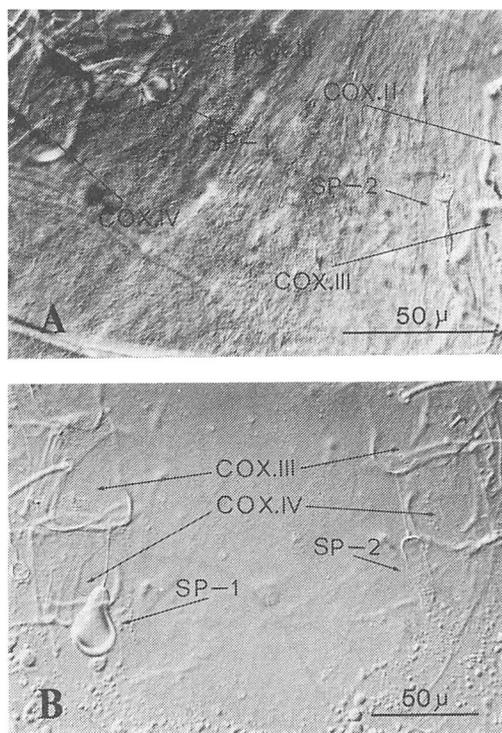
第1図 2種カブリダニの交尾前行動の模式図 (AMANO and CHANT, 1978b)

() 内の数字は 15 頭中の変異を示し、黒点を持つのが雌である。

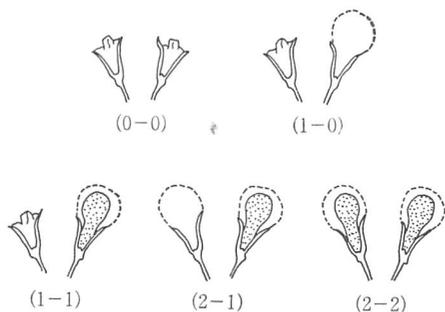
いる。チリカブリダニと *A. andersoni* の受精嚢は第2図に示すとおりだが、筆者は多くの観察から、この器官はむしろ交尾嚢、もしくは貯精嚢に該当するものと推察している。両図からもわかるように、交尾・受精された雌の受精嚢には精包 (spermatophore) と呼ばれる雄由来の物質が挿入されている。

この1対の受精嚢のいろいろな状態を区分するため、第3図に示すような二つの数字を考えた。最初の数字は vesicle と呼ばれる外壁の部分が風船のように膨張している受精嚢の数を、そして後の数字は膨張し、かつその内部に精包様物質が確認できる受精嚢の数を表す。この区分を使って交尾時間と受精嚢の関係を示すと第1表のような結果が得られる。交尾時間が延びるに従って受精嚢は確実に精包を持つようになるが、チリカブリダニでは多くの個体で交尾が完結したにもかかわらず、片方の受精嚢のみが受精される例が見られる。なお、完結した場合の平均交尾時間は 23°C 下で、チリカブリダニが 131 分、*A. andersoni* が 185 分である。一方、交尾時間

Mating and Reproductive Behaviour of Phytoseiid Mites. By Hiroshi AMANO



第2図 2種カブリダニの受精囊 (AMANO and CHANT, 1978b)
 A: チリカブリダニ, B: *A. andersoni*
 COX: 脚の基節, SP: 受精囊 (SP-1は受精されている)



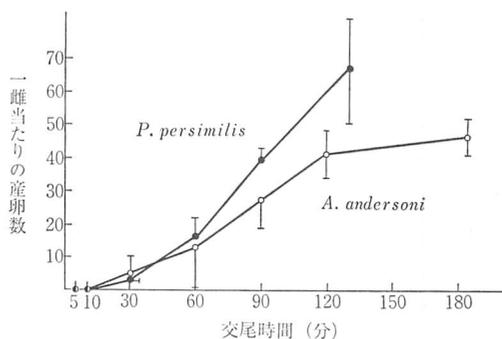
第3図 受精度を示す受精囊の区分 (AMANO and CHANT, 1978b)

とその後の雌の産卵数の関係は第4図に示すとおりで、2種ともに未交尾雌のみならず10分以内の交尾雌においても産卵はまったく見られない。また、交尾時間のすべてが受精と産卵に直接影響を与えることがわかる。

それでは、いったい雄はどのようにして精包(様物質)を雌の受精囊内に入れるのであろうか。カブリダニの雄成虫はハダニ類のような挿入器(aedeagus)を持たず、

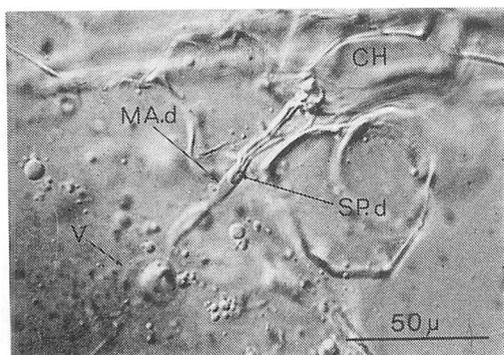
第1表 2種カブリダニにおける交尾時間と受精囊の受精度の関係 (AMANO and CHANT, 1978b)

交尾時間(分)	n	受精囊の受精度(第3図参照)				
		0-0	1-0	1-1	2-1	2-2
チリカブリダニ						
0 (未交尾)	10	10				
5	10	10				
10	10		3	7		
30	10			9		
60	10			8	1	
90	10			6	2	
131 (完結)	10			7		3
<i>A. andersoni</i>						
0 (未交尾)	10	10				
5	10	6	4			
10	10			10		
30	10			10		
60	10			10		
90	10			2	2	
120	10			1		6
185 (完結)	10					9
						10



第4図 2種カブリダニにおける交尾時間と産卵数(平均と標準偏差)の関係 (AMANO and CHANT, 1978b)

したがって、精包を直接雌体内へ送り込むことはできない。そこで、交尾中のペアをすばやくクロロホルム液中に浸し、離脱しないまま急死させ、慎重にスライド標本とすることにより手がかりを求めた。多くの失敗の中から、雄が鉗角(chelicera)の先端にある担精指(spermatodactyl)を雌の受精囊のmajor ductと呼ばれる部分に差し込んでいる例(第5図)がいくつか得られた。この担精指と呼ばれる構造は雄成虫特有のもので、その形は種による変異が多く分類学上重要な形質となっている。また、この図では示されていないが、精包も雄の鉗角上端付近でしばしば観察されている。これらの結果をまとめると、雄は雌の腹面で交尾姿勢に入った後、おそらく鉗角などを使って自身の生殖口より精包を取り出し、雌の受精囊の入口(第III脚と第IV脚の基節の間あたり)まで運び、担精指を通して雌体内へ精子



第5図 チリカブリダニの受精の瞬間 (AMANO and CHANT, 1978b)

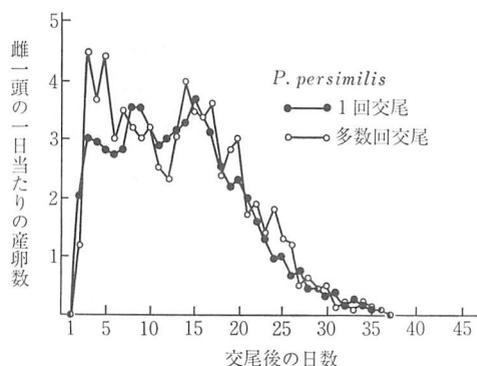
CH: 雄の鉗角, MA.d: 受精囊の Major duct, SP.d: 雄の担精指, V: 受精囊の Vesicle

を挿入するものと考えられる。そして *A. andersoni* をはじめとする多くの種の雌は、交尾の途中で通常受精囊を取り換えて両方に精子を与える。

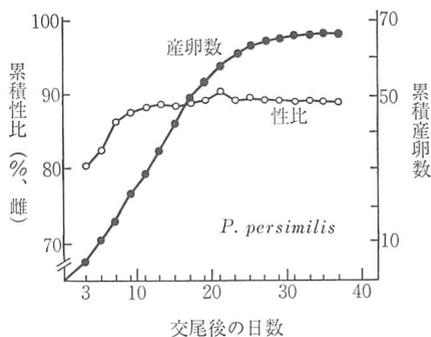
II 産卵行動と子孫の性比

多くのダニ類の高い増殖能力を支える要因として、发育速度の早さや産卵率の高さなどとともに、雌に偏った性比があげられる。余分な雄を作らず、可能な限り多くの雌を産出する機構はダニ類の持つ高くて徹底した適応力を示すものであろう。ここではスペースの関係上、チリカブリダニでの結果のみを示し、その産卵行動と子孫の性比について述べてみたい。

第6図に1回交尾雌と多数回交尾雌の産卵曲線を示す。多数回交尾雌は常に1頭の雄と同居し、雄は2日ごとに若い雄と交換された。チリカブリダニの場合、雌の総産卵数は交尾経験の多少にさほど左右されない(1回交尾: 66 卵/雌, 多数回交尾: 72 卵/雌)が、これはカブリダニ全体のみならず例外の部に属する。また、子孫の性比もそれぞれ 89, 88% 雌と変わらぬ値を示す。なお、カブリダニの性決定機構は一部の種において産雌単性生殖 (thelytoky) も見られるが、大部分の種は半数・倍数性 (少数の例外を除いて $2n=8$) による単純な産雌単性生殖 (arrhenotoky) であると従来から考えられてきた。しかし、最近の詳細な研究により pseudo-parthenogenesis (parahaploidy を使う研究者もいる) を示唆する証拠が多く出されている (Hoy, 1979; SCHULTEN, 1985)。つまり、父親だけが持つ形質がその息子 (半数体) に伝わる例が見つかっているのである。一般に、カブリダニの雌成虫は交尾経験なしでは、半数体である雌卵すら産出できない。この現象は、ハダニ雌などの場合



第6図 チリカブリダニにおける1回交尾雌と多数回交尾雌の産卵曲線 (AMANO and CHANT, 1978a)

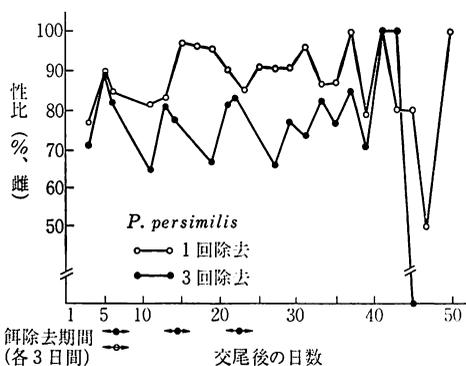


第7図 チリカブリダニにおける累積産卵数と子孫の累積性比の関係 (AMANO and CHANT, 1978a)

と一線を画すもので、案外上に述べた性決定機構がこのなぞを解くヒントなのかも知れない。

さて、前項で述べたように交尾途中のペアを引き離れた場合、その雌の産卵数は有意に低下する。同時に、産下された子孫からは比較的多くの雄個体が出現する。チリカブリダニの雌の累積産卵曲線と、その産下された子孫の性比の累積値を産下時期別に表すと第7図のようになり、産卵初期に産下された卵で雌の比率が高いことがわかる。実際、交尾後に産み落とされた最初の5卵の性比を調べてみると、それぞれ 5, 100, 81, 89, 94% 雌となり、第1卵が極端に雄に偏っている (AMANO and CHANT, 1978a)。したがって、この図からも明らかのように、なんらかの要因で雌が少数の卵しか産まなかった場合には、子孫の性比は雄にシフトするであろう。

それでは、産卵期間の途中で、例えば餌不足などの理由から産卵が中断した場合はどうであろう。産卵期間中に3日間の餌除去期間 (ハダニはすべて取り去るが、植



第8図 チリカブリダニにおける餌除去期間と子孫の性比の関係 (AMANO and CHANT, 1978a)

物薬と水はある)を1回および3回配置したところ、産卵は約1日の遅れを持って休止、回復を繰り返した。子孫の性比を調べたところ、餌除去期間明けに産下された卵からは、他に比べて多くの雌比率を得た(第8図)。3日間の餌除去による産卵の中断は子孫の性比という観点から考えると、交尾後の産卵開始時と同様の現象を生み出したと思われる。餌除去期間明けに産下された最初の5卵からは、それぞれ60, 47, 95, 61, 53%雌の子孫が出現した。

カブリダニの性比は一般に50~90%雌の範囲をとる(SABELIS, 1985)。そして基本的にはまず種特異的な固有の値がある。例えば、*A. andersoni*雌成虫の子孫は74%前後の雌率を1回交尾でも、多数回交尾でも示すが、この値は先に述べたチリカブリダニと比べるとかなり低い

ものである。しかしながら、こういった固有の性比をさらに変動させるものとして、交尾中断や餌不足による産卵休止などの諸要因があり、それらも最終的な性比に対しかなりの影響力を持つことがわかる。そして発育速度や産卵能力のみならず、子孫の性比の変動などを通して個体群の増殖率は大きく左右されるのであろう。

おわりに

カブリダニの交尾・生殖に関して不明な点はまだまだ数多く残されている。それぞれの種でこういった生物学的特性を考究してゆく姿勢は、現在もしくは将来の植物寄生性ダニ類の防除という身近な応用面のみならず、カブリダニ自体の分類や生態を正確に把握する意味からも貴重な助けを与えるものであろう。

引用文献

- 1) AMANO, H. and D. A. CHANT (1977) : Can. J. Zool. 55 : 1978~1983.
- 2) _____ (1978a) : ibid. 56 : 1593~1607.
- 3) _____ (1978b) : Acarologia 20 : 196~203.
- 4) DOSSE, G. (1959) : Pflanzenschutzber. 22 : 125~133.
- 5) HOY, M. A. (1979) : Entomol. Exp. Appl. 26 : 97~104.
- 6) _____ and F. E. CAVE (1985) : Ann. Entomol. Soc. Am. 78 : 588~593.
- 7) SABELIS, M. W. (1985) : in "Spider Mites vol. 1B", Ed. by W. HELLE and M. W. SABELIS, Elsevier, Amsterdam, pp. 83~94.
- 8) SCHULTEN, G. G. M. (1985) : ibid. pp. 67~71.
- 9) _____ et al. (1978) : Entomol. Exp. Appl. 24 : 145~153.

(33 ページより続く)

プロシミドン・ベノミル水和剤

プロシミドン 30.0%, ベノミル 20.0%

ラクレックス水和剤 (62. 1. 20)

16653 (日本農薬), 16654 (住友化学工業)

きゅうり : つる枯病・炭そ病・灰色かび病 : 前日3回,
なす : 菌核病・灰色かび病・黒枯病 : 前日3回, いんげんまめ : 菌核病 : 21日4回, もも : 黒星病・灰星病・フォモプシス腐敗病

『殺虫殺菌剤』

カルボスルファン・トリシクラゾール粒剤

カルボスルファン 5.0%, トリシクラゾール 5.5%

ビームアドバンテージ粒剤 (62. 1. 19)

16646 (日本イーライリリー)

稲 (箱育苗) : イネミズゾウムシ・いもち病 : 移植前日~移植当日 : 1回

『除草剤』

ビアラホス水溶剤

ビアラホス 20.0%

ハービエース水溶剤 (62. 1. 20)

16647 (明治製薬)

ぶどう : 畑地一年生雑草 : 30日3回, りんご : 畑地一年生雑草 : 21日2回, キャベツ・はくさい : 畑地一年生雑草 : 定植前1回, トマト : 定植前又は定植後畔間処理 : 4回, きゅうり : 定植前又は定植後畔間処理 : 3回, すいか : 60日1回, 花木 : 雑草生育期, 桑 : 春期萌芽前及び夏切後

『展着剤』

展着剤

ジオクチルスルホコハク酸ナトリウム 9.0%, ポリオキシシエチレンノニルフェニルエーテル 30.0%

ダイコート (62. 1. 19)

16643 (大日本インキ化学工業)

グアザチン剤・有機銅剤・イプロジオン剤などの殺菌剤に添加

植物防疫基礎講座

病害虫防除のための統計学 (2)

分布様式とサンプリング (1)

農林水産省草地試験場 しよ み まさ え
塩 見 正 衛

すべての生物はその生息する空間において、種独自の散らばりかたあるいは集まりかたの様式を持っていて、害虫もその例外ではない。このような生物の空間的な存在様式を、一般に“空間分布”と呼んでいるが、この空間分布は生物の増殖や死亡、移動や分散の過程によって決まり、それぞれの過程には種の独自性が存在している。

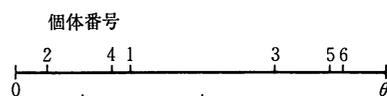
害虫の空間分布あるいは分布様式は、一般に次の二つの側面から研究の対象となっている。一つは、増殖や移動などの生物の持つ基本的過程を理解するための研究で、空間分布の時間的変化の追求によって、害虫の集団としての性質が理解できる。他の一つは、一番目の側面と深く関連しているが、害虫の管理に必要な集団の密度の推定を行うサンプリング計画を立てるための研究である。本報においては、後者に重点を置いて解説を行うが、一番目の研究の側面が軽視されるわけではない。

I 空間分布の種類

生物の空間分布を論ずるとき、まず次の規準を考えなければならぬ。それは、生物の個体が一次元(直線上)の空間に生息している場合でも、二次元(平面上)あるいは三次元に生息している場合でも共通であるが、空間分布を①個体間の“距離”を測度として把握するか、②一定の大きさの空間内に生息する“個体数”として把握するかという二つの規準である。ある条件の下ではこれら二つの規準は、数学的に相互に変換できることが明らかにされている (SHIYOMI, 1981)。害虫や罹病した植物の集団の研究においては、従来から距離よりも個体数がよく用いられてきたので、以下では距離についてはほとんど触れない。以下の解説は SHIYOMI (1981) に沿って進める。

1 ランダムな空間分布

個体の集団を取り扱った生態学の教科書の多くは、その単語の使いかたが多少違う場合があっても、三つの基本的な空間分布を定義している。その第一は、個体の



第1図 ランダム分布の例

線分の上に6個体がある場合、原点からの距離が一樣分布 $x \sim 1/\theta$ に従ってランダムに分布しているとする。a はランダムな地点においた区画の大きさ

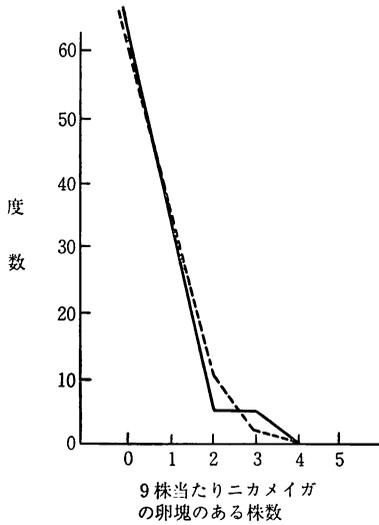
“ランダムな空間分布”で、例えば、第1図に示すように有限な長さ θ の直線上に、一樣乱数に従って6個の点(座標)を取ったとき、長さ a の区画に入る個体数が 0, 1, 2, ... となる可能性(確率)は次式で表される:

$${}_6C_0 \left(\frac{a}{\theta}\right)^0 \left(1 - \frac{a}{\theta}\right)^6, {}_6C_1 \left(\frac{a}{\theta}\right)^1 \left(1 - \frac{a}{\theta}\right)^5, \\ {}_6C_2 \left(\frac{a}{\theta}\right)^2 \left(1 - \frac{a}{\theta}\right)^4, \dots$$

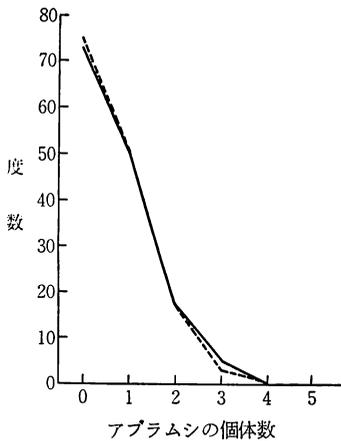
ここで、もし $\theta=1$, $a=0.2$ なら、 $p \equiv a/\theta=0.2$ であるから、上の式の値は 0.2621, 0.3932, 0.2458, ... となる。この分布は“二項分布”と呼ばれるが、ここに示したように、大きさ一定の区画に入る個体数が二項分布に従うときには、個体の散らばりかたが“ランダム”であるという。

同様に、ランダム分布のケースは次のような例でも見られる。9株の水稲の株のうち、ニカメイガが産卵した株数は二項分布になった (OTAKE, 1961) (この産卵という語を罹病という語に置き換えてもよい)。ここでは、前のように区画の大きさとか θ の値を決めることはできないけれども、ある株に産卵されている可能性 p は、計算すると 0.0689 であったから、産卵された株数が 0, 1, 2, ... となる可能性(割合)は、 ${}_9C_0(1-0.0689)^9$, ${}_9C_1 0.0689 \times (1-0.0689)^8$, ${}_9C_2 0.0689^2 \times (1-0.0689)^7$, ... となら、0.5260, 0.3503, 0.1037, ... となる。9株からなる区画を多数調査した結果、第2図に示すように、ニカメイガが産卵したイネの株数の度数分布の実測値は、上に計算した割合によく一致しているから、ニカメイガはランダムに株に産卵したといえる。

ニカメイガの例のように、区画内の株数が有限かつ一



第2図 9株のイネのうちニカメイガが産卵している株の度数 (Otake, 1961)
 — 観察値 (平均=0.62, 分散=0.63)
理論値 (二項分布)



第3図 オオムギ株上のアブラムシ成虫の個体数の度数分布
 — 実測値 (平均=0.68, 分散=0.66)
ポアソン分布のあてはめ

定ではなくて無限にある場合を考えよう。このような仮定を置くと、産卵された、あるいは罹病した株数は 0, 1, 2, ... から無限大まで広がり、その確率は“ポアソン分布”と呼ばれる式で表される。すなわち、産卵された株数が 0, 1, 2, ... なる確率は、 $e^{-\mu}$, $e^{-\mu}\mu$, $e^{-\mu}\mu^2/2!$, ..., $e^{-\mu}\mu^i/i!$... となり、これもやはりランダムな空間分布を表している。ここに μ は一定面積当たりの平均罹病 (産卵) 株数である。ポアソン分布のケースは次の場合にも当てはまる。1株のオオムギにいるアブラムシの数の度

数分布がポアソン分布に従っておれば、株当たりにも生息するアブラムシ個体数はランダムである。その一例を第3図に示す。ここで、 μ は1株に生息するアブラムシの個体数の平均で、0.68がその推定値である。したがって、株当たり、0, 1, 2, ... 個体のアブラムシが生息する確率 (割合) は、 $e^{-0.68}$, $e^{-0.68} \times 0.68$, $e^{-0.68} \times 0.68^2/2!$, ..., すなわち、0.5066, 0.3445, 0.1171, ... となる。このようなポアソン分布は、ある条件の下で二項分布からの漸近分布として導くこともできる。

以上に示したように、ランダムな空間分布にも数学的に二つの種類が存在し、上に述べたように、それは対象となる空間が有限か無限大かの違いによって異なっている。ランダムな空間分布は、発生初期の罹病植物個体の数や害虫個体数の分布にまれに見られる場合があるが、それを除くと、多くの動植物は以下に述べるような非ランダムな空間分布に従うことが多い。

2 集中的な空間分布

多くの生物では、同種の個体は1か所に集中して生息することが知られているし、植物の罹病個体も伝染性の病気の場合には集中して発現する。塩見と高井 (1979) は、ツマグロヨコバイによって伝播されるイネ黄萎病にかかったイネの株数は“負の超幾何分布”によってうまく表されることを示した。この分布は前出の二項分布の p (イネのある株が罹病する確率) が水田全体を考えるといろいろの値を取ること、すなわち、この病気のウイルスを持ったツマグロヨコバイの個体数が水田全体で不均一に分布し、その結果 p も不均一で、ベータ分布に従っているとする仮定から導くことができる。このように負の超幾何分布に従うとき、 n 株のうち 0, 1, 2, ... 株が罹病している確率 (割合) を p_0, p_1, p_2, \dots で表すと、

$$p_0 = \frac{\beta}{\alpha + \beta} \times \frac{\beta + 1}{\alpha + \beta + 1} \times \dots \times \frac{\beta + n - 1}{\alpha + \beta + n - 1}$$

$$p_1 = p_0 \times \frac{n\alpha}{n + \beta - 1}$$

$$p_2 = p_1 \times \frac{(n-1)(\alpha+1)}{2(n+\beta-2)}$$

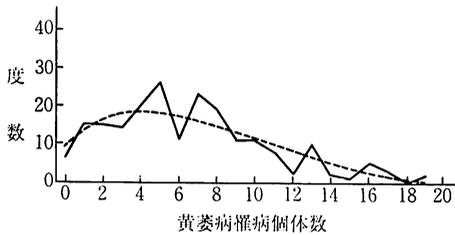
.....

となり、一般に

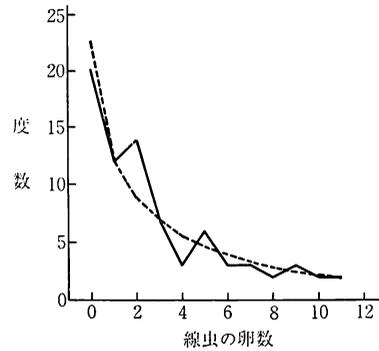
$$p_i = p_{i-1} \times \frac{(n-i+1)(\alpha+i-1)}{i(n+\beta-i)}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

の関係式で表すことができる。ここに、 α は後述する罹病個体の集中の程度を、 β は健全個体の集中の程度を表すパラメータで、大きな値を取るときランダム分布に近く、0に近いほど集中の程度が高い。

具体的なデータを第4図に示す。



第4図 黄萎病に罹病したイネの個体数 ($n=25$) (高井, 1963)
 ——実測値 (平均=6.55, 分散=17.36)
負の超幾何分布のあてはめ



第5図 糞の中の線虫の卵数 (HUNTER and QUENOUILLE, 1952)
 ——実測値 (平均=6.73, 分散=117.50)
負の二項分布のあてはめ

二項分布の漸近分布としてポアソン分布が導けるのとまったく同様の数学的操作によって、負の超幾何分布から“負の二項分布”と呼ばれる分布を導くことができる。各区画内に、 n 株の代わりに無限個のイネの株がある場合を考えると、そこにある罹病個体数が $0, 1, 2, \dots$ である確率 p_0, p_1, p_2, \dots を指定することができる。負の超幾何分布の場合と同じ記号を用いるなら、それらは、

$$p_0 = (1+q)^{-\alpha}$$

$$p_1 = p_0 \times \frac{\alpha q}{1+q}$$

$$p_2 = p_1 \times \frac{(\alpha+1)q}{2(1+q)}$$

.....

となり、一般式は、

$$p_i = p_{i-1} \times \frac{(\alpha+i-1)q}{i(1+q)}, \quad i=1, 2, \dots, \infty$$

と表すことができ、ある条件を付けると負の超幾何分布から漸近的に導くことができる。ここに q は、負の超幾何分布において $n/\beta=q$ とおいた値である。 α は負の超幾何分布の場合と同様、ここでも区画当たりの罹病個体の集中の程度を表し、 α の値が小さいとき集中の程度の大い空間分布に、 α の値が大きくなるほどランダムな空間分布に近づく。多くの文献では、 α は k と云う記号を用いて表されている。

具体的な例を第5図に示す。区画当たりの害虫の個体数の分布が負の二項分布に従う調査例は数多く報告されているが、なぜこの分布に従うかということを生物的に解釈した研究は少ない。負の二項分布は、増殖と分散を含む確率過程、病気の伝播過程、複合ポアソン過程などから導かれるが、そのどれが実際の具体的な場面に適用できるかを検討する必要がある。

3 規則的な空間分布

生物が持つもう一つの非ランダムな空間分布として、

第1表 規則的二項分布の例
 $n=4, \theta=1, \mu=1$ の場合

No.	b	a	p_0	p_1	p_2	p_3	p_4	分散
1	0.2	0.390	0	1	0			0
2	0.1	0.315	0.169	0.662	0.169	0.000		0.338
3	0.05	0.285	0.248	0.521	0.214	0.017		0.531
4	0.01	0.257	0.304	0.439	0.213	0.041	0.003	0.705
5*	0	0.25	0.316	0.422	0.211	0.047	0.004	0.75

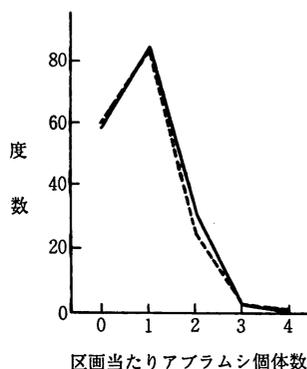
* 二項分布、 μ : 平均、 p_i : i 個体いる確率

規則的な空間分布をあげることができる。この種類の分布は、相隣る2個体は少なくとも b だけの間隔を空けて生息すると云い直すことができ、その生物が生息する空間の広がりがある有限な場合には、1区画当たりに生息する個体数が $0, 1, 2, \dots$ 個体となる確率は“規則的二項分布”によって表すことができる (SHIYOMI, 1981)。この確率を表す式は多少複雑な形をしているのでここでは省略するが、生息する空間全体の大きさを1、生息する個体数を4、区画の大きさを a 、相隣る個体間で保たなければならない最小限の距離を b としたときの規則的二項分布の例を第1表に示す。この表では、区画当たりに含まれる個体数の平均値を1に固定しているが、相隣る個体間の距離 b が大きくなるほど、区画に含まれる個体数のバラツキ (分散) は小さくなる。

もし、生物の生息している空間が無限大と考えてもよいほど広いときには、上に述べた規則的二項分布は“規則的ポアソン分布”と呼ばれる分布に近づく。この式も複雑な形をしているのでここでは記載を省略するが、前と同様に、相隣る個体間には少なくとも b だけの距離において生息するときに、ランダムな地点に置いた一定の大きさの区画内に含まれる個体の数が $0, 1, 2, \dots$ である



第6図1 エジプトカエデ *A. pseudoplatanus* に寄生しているアブラムシ *D. platanoides* の1葉上の空間分布 (KENNEDY and CRAWLEY, 1967)



第6図2 6.3mm² 当たり *D. platanoides* の生息個体数の分布
 —— 観察値 (平均=0.8693, 分散=0.5371)
 理論値 ($b=0.28$)

第2表 6種類の空間分布と統計学上の分布 (SHIYOMI, 1981)

	集中的	ランダム	規則的
有限空間	負の超幾何分布	二項分布	規則的 二項分布
無限空間	負の二項分布	ポアソン分布	規則的 ポアソン分布

→漸近, ---母数 (パラメータ) の追加

第3表1 黄萎病のデータ (1)

	0	1	2	3	4	計	平均	分散
罹病個体数	4	3	2	1	0		2.19	1.45
非罹病個体数	9	21	28	26	16	100	1.81	1.45
度数							—	—

第3表2 アブラムシのデータ (2)

個体数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	計	平均	分散
度数	19	25	21	14	9	5	3	2	2	100	2.18	3.77

確率を表している。

第6図1はエジプトカエデ *Acer pseudoplatanus* に寄生しているアブラムシ *Drepanosiphum platanoides* の1葉上の空間分布である。図からアブラムシは排他的ないし規則的な空間分布を形成していることが明らかである。第6図2は、この1葉を 6.3 mm² の多数のメッシュに区切ったときの、各メッシュ内に生息している個体数が

0, 1, 2, ...となる度数分布を表している。ここでは b は 0.28 と推定された。

4 まとめ

以上、空間分布の六つのタイプとそれを表す六つのモデルを解説したが、それらの相互関係をまとめると第2表のとおりである。

久野 (1975) は、ここに述べたような種々の分布を超幾何分布から導く研究を行った。多少数学的であるが興味深い研究である。

II 分布の解析

生物の集団が持つ種特有の空間分布がなぜ形成されたかということは、それ自体重要な研究課題であるが、現段階でもそれは容易に説明できない。これに先立って、その種がいかなる空間分布を形成しているかを認識することが必要であり、そのために空間分布の判定方法がいろいろと開発されてきた。いくつかの方法を例題を使って解説するが、その結論は方法によって若干異なることもあるので注意を要する。

まず人工的データを二つ示し、それらを例題にして話を進めよう。

① 第3表1は、1組が4個体の水稻からなる 100 組のそれぞれに対して黄萎病にかかっている個体数をかぞえ、それを度数分布にまとめたものである。

② 第3表2は、オオムギの幼植物 1 株当たりのアブラムシの個体数を 100 株調査し、それを度数分布にまとめたものである。

空間分布の性質を表す基本パラメータの推定は次のようにして行う。データ①の罹病個体数に対して負の超幾

何分布を仮定するなら、その理論的な平均と分散はそれぞれ、

$$\frac{\alpha n}{\alpha + \beta}, \frac{\alpha \beta n(\alpha + \beta + n)}{(\alpha + \beta)^2(\alpha + \beta + 1)}$$

と表されるから、第3表1の平均と分散を用いて、

$$\frac{\alpha n}{\alpha + \beta} = 2.19, \frac{\alpha \beta n(\alpha + \beta + n)}{(\alpha + \beta)^2(\alpha + \beta + 1)} = 1.45, n=4$$

から、 $\alpha=3.00$, $\beta=2.50$ を得る。また、データ②のアブラムシ個体数に対して負の二項分布を仮定すると、その理論的な平均と分散はそれぞれ、

$$\alpha q, \alpha q(1+q)$$

と表されるから、第3表2の平均と分散を用いて、

$$\alpha q = 2.18, \alpha q(1+q) = 3.77$$

から、 $\alpha=3.00$, $q=0.73$ を得る。

二項分布、負の超幾何分布、ポアソン分布、負の二項分布のパラメータの推定と分布のあてはめについては、塩見 (1970, 1980) が FORTRAN で書いたプログラムがある。

1 I_B , I_δ 指数 (MORISITA, 1959, 1962)

データ①のような有限の度数分布に対しては I_B 指数が、またデータ②のように無限の度数分布に対しては I_δ 指数を計算する。 I_B および I_δ は次式によって計算できる。

$$I_B = r \frac{\sum_{i=1}^r (x_i - 1)x_i}{N(N-1)}, N = \sum_{i=1}^r x_i$$

$$I_B = I_\delta \frac{N-1}{N}$$

ここに、 r は調査した区画数を、 x_i は i 番目の区画内の個体数を表している。

これらの I_B , I_δ 指数の値によって、次のように空間分布の判定を行う。

I_B あるいは $I_\delta=1$ のとき：ランダム分布
 I_B あるいは $I_\delta<1$ のとき：ランダム分布より規則的で、0に近いほど規則性が強い
 I_B あるいは $I_\delta>1$ のとき：ランダム分布より集中的で、大きな値を取るほど集中性が強い

データ①の罹病個体数に対しては、 $r=100$, $N=219$ であるから、 $I_B=0.8500$ を得る。データ①の非罹病個体数に対しては、 $r=100$, $N=181$ であるから $I_B=0.8950$ を得る。これらの I_B の値から、罹病個体も非罹病個体もその空間分布はほぼランダムに近い規則的傾向を持った分布を示すと判定できる。

データ②に対しては、 $r=100$, $N=218$ であるから、 I_δ

$=1.3106$ を得て、この空間分布はきわめて集中性が強いことがわかる。

2 負の超幾何分布、負の二項分布のパラメータ

これら二つの分布のパラメータ α , β も空間分布の性質を表している。負の超幾何分布の α と β は、大きな値のとき罹病あるいは非罹病個体がランダム分布を、正の0に近い値のとき集中的な空間分布を表す (塩見・高井, 1979)。第3表1の例においては、前述のように、 $\alpha=3.00$, $\beta=2.50$ であり、この数字は経験的にはランダム分布に近いことを表している。

負の二項分布の α は、 $1/\alpha < 0$ のとき規則的分布を、 $1/\alpha = 0$ のときランダム分布を、また $1/\alpha > 0$ のとき集中的分布を表すことを久野 (1968) が明らかにしている。第3表2の例においては、 $\alpha=3.00$ であったから、 $1/\alpha = 0.33$ となり、経験的には集中性があると判定できる。

3 分散/平均

古くから空間分布の判定には分散/平均が用いられてきたが、これは厳密にいうと第3表2のデータ②のような無限の度数分布に対応する空間分布に対してしか適用できない。データ①のような有限の度数分布に対しては、

$$\frac{\text{分散}}{\text{平均} \times \left(1 - \frac{\text{平均}}{n}\right)}$$

を用いなくてはならない (高井・塩見, 1980)。ここに n は1区画内の個体数を表していて、 n が大きくなると分散/平均に近づく。

この指数の値が1を取るときにランダムな空間分布を、1より小さいときに規則的分布を、また1より大きいときには集中的分布を表す。

データ①に対しては、第3表1の数値を用いると $n=4$ であるから、罹病個体数、非罹病個体数ともに1.46となる。第3表2においては1.73となり、いずれのデータに対してもランダムよりも集中的分布の傾向を表している。この指数の特徴は、データ①の場合、例に示したように、罹病個体数、非罹病個体数の双方に対して指数の値が一致することである (I_B , α , β などは一貫しない、塩見, 1982)。このような利点を持つ一方、次のような欠点を持っている。すなわち、 I_B , I_δ , α , β などは、罹病個体やアブラムシをランダムに除去しても、その指数の値が不変であるのに対して、分散/平均はこのような操作に対して値が変化する性質を持つことである。このため、 I_B , I_δ , α , β などは平均に依存しない指数、分散/平均は平均に依存する指数といわれている。

第4表 $m-\bar{m}^*$ における α , β と空間分布の関係 (IWAO, 1969 から)

	α	β	空間分布の特徴
I	0	1	ランダム分布
II	> 0	1	一定な平均値を持つコロニーのランダム分布
III	0	> 1	I_{β} (> 1) 一定の集中的分布
IV	> 0	> 1	平均一定のコロニーの I_{β} が一定な集中的分布
V	0	0	$m \leq 1$ のときの完全な規則的分布
	-1	$\frac{1}{m}$	$m > 1$ のときの完全な規則的分布
VI	0	< 1	有限な空間におけるランダム分布

4 平均こみ合い度と平均の関係

LLOYD (1967) は、「区画当たり個体当たりの平均の他個体数」を表す指数として、平均こみ合い度 \bar{m}^* を定義している：

$$\bar{m}^* = \frac{\sum_{i=1}^r x_i(x_i - 1)}{\sum_{i=1}^r x_i}$$

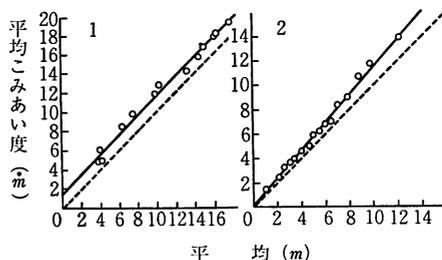
ここに、 x_i は i 番目の区画における罹病あるいは非罹病個体数を、また r は区画の全数を表している。

IWAO (1968) は、 \bar{m}^* と平均 m の間に

$$\bar{m}^* = \alpha + \beta m \text{ (この } \alpha, \beta \text{ は負の超幾何分布や負の二項分布の } \alpha, \beta \text{ とは別もの)}$$

と書ける直線関係が存在することを経験的に明らかにした。この直線が持つパラメータ α と β は第4表に示すように、大変興味深い性質を持っている。

第7図は IWAO (1968) の再録である。第7図1は13地点で収集したモンシロチョウの卵の $m-\bar{m}^*$ の関係をプロットしたもので、 $\alpha > 0$ かつ $\beta = 1$ の性質を持っているから、第4表の II の空間分布にあてはまる。第7図2は16地点で収集したコロラドハムシの成虫の空間分布の解析である。 $\alpha = 0$ かつ $\beta > 1$ であるから、この



第7図 $m-\bar{m}^*$ 回帰式の例 (IWAO, 1968)

- (1) モンシロチョウ (*Pieris rapae crucivora*)
- (2) コロラドハムシ (*Leptinotarsa decemlineata*)

昆虫は I_{β} が一定の集中的分布を持っていると判定できる。

次号では、主に昆虫などの個体数や生息密度の推定方法について述べたい。

引用文献

- 1) IWAO, S. (1968) : Res. Popul. Ecol. 10 : 1~20.
- 2) LLOYD, M. (1967) : J. Anim. Ecol. 36 : 1~30
- 3) 久野英二 (1968) : 九農試彙報 14 : 131~264.
- 4) ——— (1975) : 応用統計学 4 (2) : 39~54.
- 5) MORISITA, M. (1959) : Contri. Lab. Vert. Biol. Univ. Mich. 54 : 1~15.
- 6) ——— (1962) : Res. Popul. Ecol. 4 : 1~7.
- 7) 塩見正衛 (1970) : 農林研究計算センター報告 A6 : 107~120.
- 8) ——— (1980) : 農林水産研究計算センター報告 A16 : 69~84.
- 9) SHIYOMI, M. (1981) : Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. Ser. A27 : 1~29.
- 10) 塩見正衛 (1982) : 数理生態学ノート, 草地試験場, 栃木, 64pp.
- 11) ———・高井 昭 (1979) : 応動昆 23 (4) : 224~229.
- 12) 高井 昭・塩見正衛 (1980) : 同上 24 (4) : 234~240.

中央だより

—農林水産省—

○昭和62年度植物防疫関係予算について

昭和62年度予算の政府案は、12月30日閣議決定さ

昭和62年度植物防疫関係予算要求一覧表

区 分	前年度 予算額	62年度 要求額	区 分	前年度 予算額	62年度 要求額
(組織)					
農林水産本省	千円 2,492,444	千円 2,366,180	植物防疫事務費	千円 3,491	千円 3,491
(項) 農林水産本省	6,452	6,465	農蚕園芸対策特別事務処理費	2,151	2,151

れた。このうち農水省植物防疫関係は84億9千8百万円で、対前年比0.7%増となった。また病害虫総合制御技術推進特別対策事業、農薬安全使用推進特別対策事業、検疫対象重要病害虫特別対策事業等が新たに認められた。なお、農水省全体では3.6%減にもかかわらず植物防疫関係が0.7%増となったことは、植物防疫対策のますますの重要性が認識されたことを示すものである。

区 分	前年度額		62年度額		区 分	前年度額		62年度額	
	千円	千円	千円	千円		千円	千円	千円	千円
農業資材審議会農業部会費		810		823	(12)農薬安全使用技術向上対策事業費	67,441			0
(項) 農業振興費	2,485,992		2,359,715		(13)さとうきび病害虫総合防除対策事業費	25,672			0
植物防疫対策事務費	21,067		21,067		(14)農林水産航空安全対策推進事業費	9,670			0
(目) 植物防疫事業交付金	1,104,500		1,104,500		(15)農林水産航空総合対策事業費	93,773		88,662	
(目) 農業振興事業推進費補助金	1,351,563		1,222,213		(16)植物検疫くん蒸剤安全使用緊急対策事業費	8,533		8,106	
(目細) 植物防疫対策費補助金	1,351,563		1,222,213		(17)農薬散布周辺環境安全性調査技術確立事業費	0		7,507	
1. 植物防疫総合推進事業費	751,493		619,378		(18)効率の防除促進対策事業費	8,464		0	
(1)高度防除技術推進特別対策事業費	105,062		108,790		2. 奄美群島等特殊病害虫特別防除事業費	412,509		419,349	
①高度防除技術確立事業費	59,462		50,543		3. 特殊病害虫緊急防除事業費	35,000		35,000	
②高度防除技術利用促進事業費	45,600		58,247		4. 農薬慢性毒性試験事業費	152,561		148,486	
(2)病害虫発生予察高度化特別対策事業費	73,286		60,447		(目) 農業振興対策調査等委託費	8,862		11,935	
①情報収集・伝達迅速化事業費	25,502		23,122		(目細) 農作業安全推進等委託費	8,862		11,935	
②迅速・高度診断機器導入費	21,094		19,125		1. 農薬散布作業者安全性調査技術確立委託費	4,589		4,360	
③防除要否予測技術導入費	26,690		18,200		2. 除草剤土壌影響調査技術確立委託費	0		4,166	
(3)土壌くん蒸安全推進緊急特別対策事業費	45,012		38,260		3. 植物検疫技術情報提供事業委託費	0		3,409	
(4)指定外病害虫発生予察事業費	48,410		41,149		4. 永年使用除草剤総合安全性確認調査技術確立委託費	4,273		0	
(5)病害虫診断技術調査等特別事業費	44,515		37,838		(組織) 農林水産技術会議	62,312		57,889	
①農薬耐性菌検定費	11,956		10,163		(項) 農林水産業技術振興費	62,312		57,889	
②ウイルス病診断対策費	5,078		4,316		(目) 農林水産試験研究費補助金	62,312		57,889	
③防除適期決定ほ設置運営費	21,938		18,647		新農薬開発のための細胞培養等共通基盤技術開発費	62,312		57,889	
④特殊調査費	5,543		4,712		(組織) 沖縄開発庁	1,283,259		1,309,164	
(6)イネミズウムン特別防除事業費	190,865		27,425		(項) 沖縄農業振興費	1,283,259		1,309,164	
(7)農薬安全指導等特別対策事業費	25,788		21,919		(目) 職員旅費	129		129	
(8)病害虫総合制御技術推進特別対策事業費	0		107,923		(目) 特殊病害虫特別防除費補助金	1,283,130		1,309,035	
(9)農薬安全使用推進特別対策事業費	0		46,887		(組織) 農林水産本省検査指導機関	4,598,643		4,764,991	
(10)検疫対象重要病害虫特別対策事業費	0		24,465		(項) 農林水産本省検査指導所農薬検査所	4,598,643		4,764,991	
①かんきつかいよう病クリーン実証地区調査事業費	0		22,229		植物防疫所	504,605		491,699	
②検疫重要病害虫クリーン技術実証調査事業費	0		2,236		(組織) 地方農政局	4,094,038		4,273,292	
(11)温州みかん対米輸出地域拡大特別対策事業費	5,002		0		(項) 地方農政局	178		178	
					植物防疫事務費	178		178	
					総 計	8,436,836		8,498,402	

植物防疫

第41巻 昭和62年2月25日印刷
第3号 昭和62年3月1日発行

定価500円 送料50円 1か年6,100円
(送料共概算)

昭和62年

編集人 植物防疫編集委員会

—発行所—

3月号

発行人 遠藤武雄

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号 170

(毎月1回1日発行)

印刷所 株式会社 双文社印刷所

社団法人 日本植物防疫協会

—禁 転 載—

東京都板橋区熊野町13-11

電話 東京(03)944-1561~6番
振替 東京 1-177867番

日本曹達が 独自の技術で開発した新農薬!

増収を約束する

日曹の農薬

黒星病・赤星病・うどんこ病などの防除に
—強力殺菌剤—

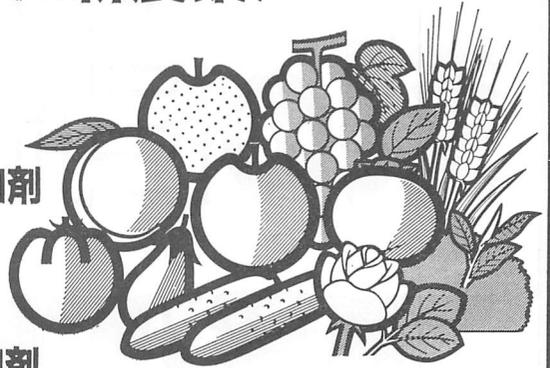
トリブミン[®] 水和剤

果樹・いちごのダニ防除に
—強力殺ダニ剤—

ニッソラン[®] 水和剤

茶・メロン・すいか・花のハダニ防除に
—強力殺虫・殺ダニ剤—

ニッソランV[®] 乳剤



畑作イネ科雑草の除草に
—生育期処理除草剤—

ナブ[®] 乳剤



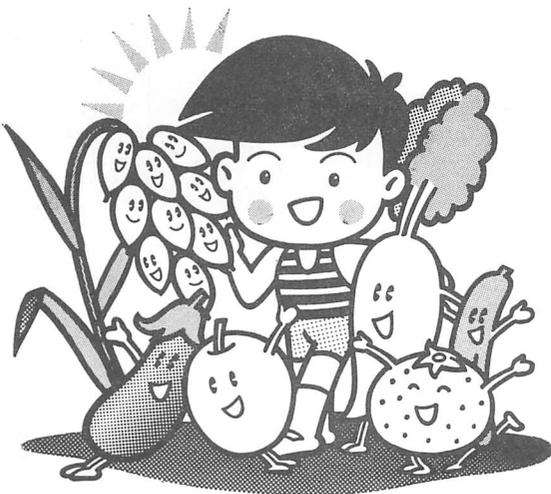
日本曹達株式会社

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

豊かな収穫が見えてくる。



三 共 の 農 薬



●粒剤タイプで省力的!
土壌センチチュウ・ミナミキイロアザミウマ防除剤

バイデート^{*} 粒剤

●稲の害虫退治に!

エカマート[®] 粒剤



三共株式会社 北海道三共株式会社
九州三共株式会社

難防除病害

梨の白紋羽病に

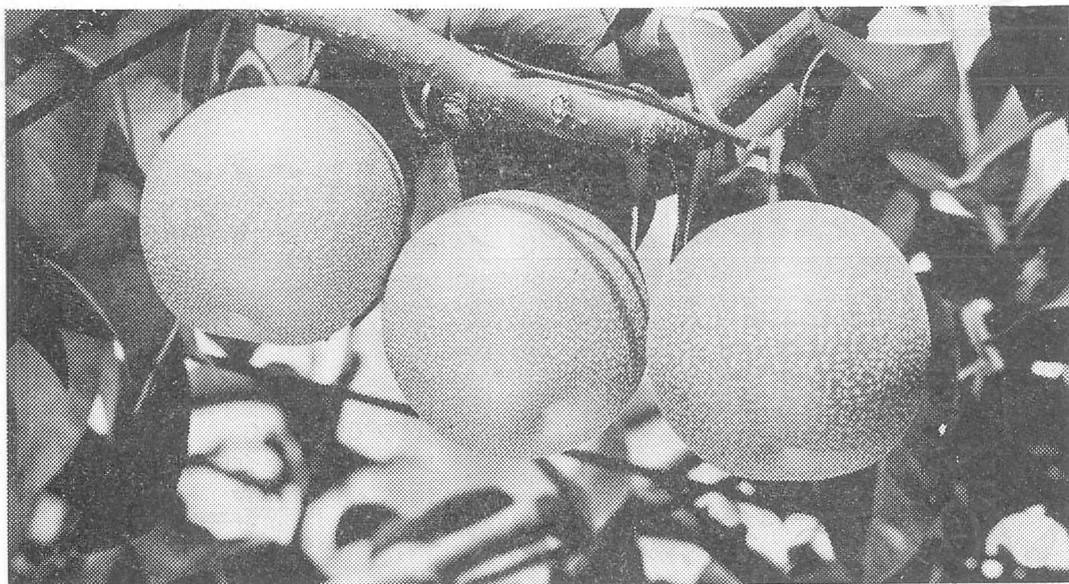
フジワン[®] 粒剤

[®]は日本農薬の登録商標です。

紋羽病の防除は、早期発見・早期防除が基本です。

——特 長——

- 梨の白紋羽病にすぐれた効果を示します。
- 発根をうながし、樹勢の回復を早めます。
- 効果の持続性にすぐれています。
- 粒剤のため、水を必要とせず処理作業が簡便です。



使用時期：収穫後から翌年の落花直後まで。

使用薬量：1樹当り3～5kg

使い方

- ① 樹のまわりを半径1～1.5m、深さ30cm程度掘り上げ、根を露出する。
- ② 腐敗根を切りとり、病患部を削り取る。

- ③ 乾燥している時は、ジョロで水をまき根をぬらす。
- ④ フジワン粒剤半量をまき、根にこすりつける。
- ⑤ 掘り上げた土に残りの半量を混和しながら埋めもどす。



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

資料請求券
フジワン

きれいな空気で快適作業。

農薬散布作業時の粉じん・ミストをシャットアウト。



EBフード

電動ファン付粉じん用呼吸保護具

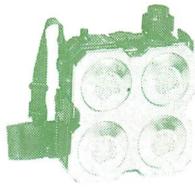
AP-28 シリーズ

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

詳細については「電動ファン付粉じん用呼吸保護具」カタログをご請求ください。



AP-28Aタイプ送気ユニット・バッテリー



AP-28Cタイプ送気ユニット



株式会社 重松製作所

本社：〒101-91 東京都千代田区外神田3-13-8

☎03(255)0255(代表) FAX03(255)1030

労働安全衛生保護具の製造・販売

出張所・駐在員：札幌・室蘭・仙台・郡山・水戸
岩槻・千葉・川崎・横浜・新潟・富山・静岡
名古屋・四日市・大阪・堺・神戸・倉敷・広島
宇部・新居浜・北九州・福岡・大分・長崎

連作障害を抑え健康な土壌をつくる!

花・タバコ・桑の土壌消毒剤

パスアミド

微粒剤

- ❖いやな刺激臭がなく、民家の近くでも安心して使えます。
- ❖作物の初期生育が旺盛になります。
- 安全性が確認された使い易い殺虫剤

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

マリックス

乳剤
水和剤

- ボルドーの幅広い効果に安全性がプラスされた有機銅殺菌剤

バイデン

乳剤

- 澄んだ水が太陽の光をまねく / 水田の中期除草剤

キノンドー

水和剤80
水和剤40

モゲブロン

粒剤



アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内2-4-1



とびきりの効きめと



安全性を 追求したい

●稲もんがれ病に
バンタック[®]
粉剤DL、ゾル、水和剤75

●葉いもち、穂いもち
ビーム[®]
粉剤DL、粒剤
水和剤、ゾル

●ツマグロヨコバイ
ウツカ類に
ホップメート[®] 粉剤DL

●いもち防除と良質米作りに
キタジンP[®]
粒 剤

コラトックス[®]
粒 剤

●確かな一発、初期一発処理水田除草剤
クサホープ[®] 粒剤

●園芸作物重要病害防除に
ポリバリン[®], **アリジマン**[®]

●体系除草に
初期
ソルネット[®] 粒剤
中期
クマリドSM 粒剤
または
サターンS 粒剤

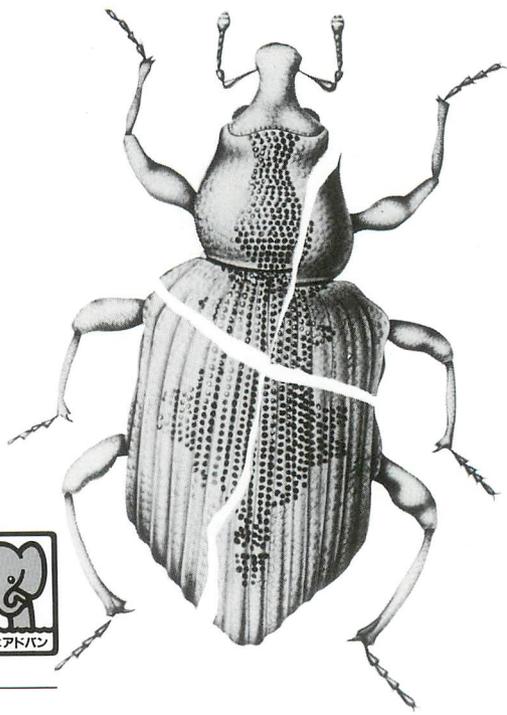
●園芸作物重要害虫防除に
パイオフ[®], **アグロスリン**[®]

クミアイ化学工業株式会社

本社 / 〒110-91 東京都台東区池之端1-4-26 TEL.03-823-1701

<農業は正しく使いましょう。>

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



イネミズ防除の特効薬!

育苗箱専用強力防除剤
アドバンテージ[®]
粒 剤



®:アドバンテージは米国FMC社の登録商標です。

ありがとう 100年
明日を拓(100年)
日産化学 FMC 原産供給元
FMCコーポレーション

昭和六十二年
九月二十五日
第九三三行
植物防疫所
第四十一卷
第三号
発行

定価五〇〇円(送料五〇円)