

りんごの病害防除に!

黒点病・斑点落葉病

ピルノックス水和剤

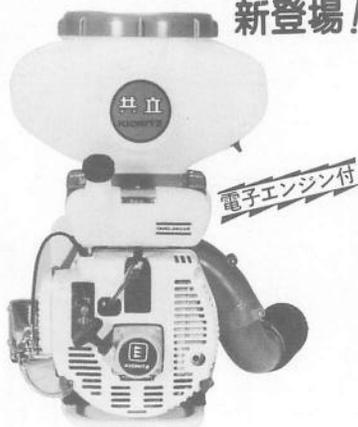


大内新興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋小舟町 7-4

防除機の原点

追求すればする程、やはり共立になる。

農家のニーズを満載して——。
新登場!!



●農薬袋がスッポリ……

使ってうれしい大径投入口の共立動散

共立背負動力散布機
DMD-350AE

■良質米の安定増収・粒剤肥料の発達・DL粉剤の開発・フローダストの開発、さらに昨年の異常気象と、防除機見直しの気運が高まっています。ただ「農業をまく」から、いかに省エネ時代にふさわしく作業をするかが問われる時代です。

共立は昭和30年、動散を世に送り出して以来、高性能小型2サイクルエンジンと、防除理論で日本の防除機の歴史をつくってきました。農家のニーズを適確に動散に反映させる——それが「防除機の共立」の使命と考えています。



株式 共立
会社



共立エコー物産株式会社

〒181 東京都三鷹市下連雀 7-5-1

☎ 0422 (49) 5941

選ばれた信頼 デュポンの責任

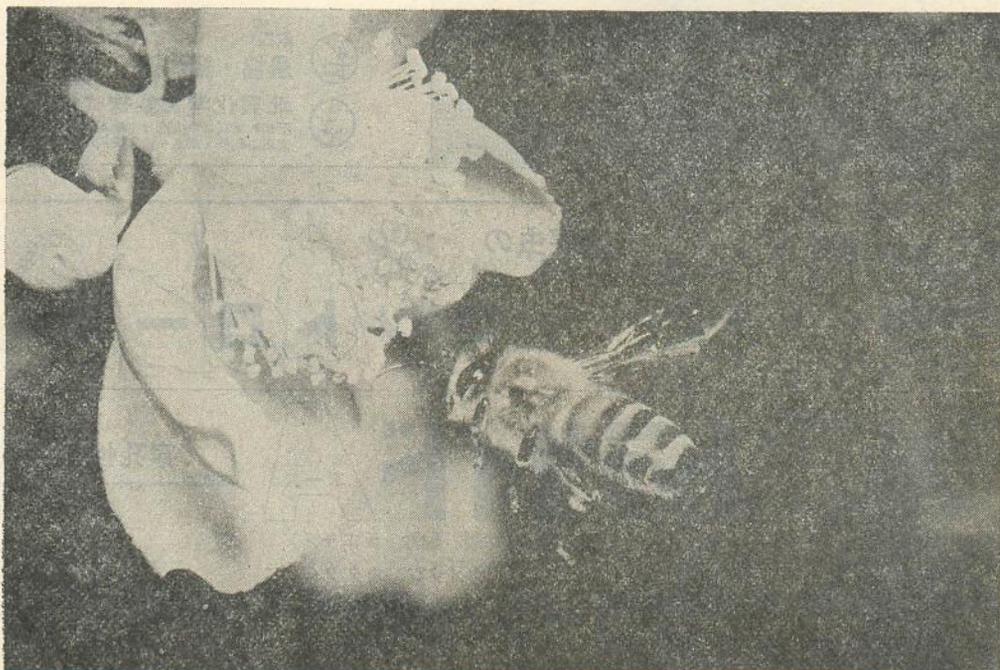
自然を尊重し、自然との調和を大切にするデュポン。

豊かな自然から豊かな実りが生まれます。

デュポンは、一世紀にわたって
自然から学んだ貴重な経験を、
農薬づくりに生かしてまいりました。

そして、現在世界82カ国で愛用され、
収穫を見守っています。

デュポンを選ばれること、
それは、信頼を選ぶことです。



殺菌剤……ベンレート水和剤 ベンレートT水和剤20 殺虫剤……ランネート水和剤 ランネート微粒剤F
除草剤……ハイバーX カーメックスD ロロックス ゾーバー レンザー デュバサン ベルパー
デュポン ファー イースト 日本支社 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

DU PONT デュポン農薬

挑戦が進歩をうむ。

よりよい農業を求めて、ホクコーはあらゆる可能性に挑みます。

いもち病の予防と治療に!

強力な防除効果とすぐれた安全性
カスラフサイド 粉剤 水和剤

いもち病の省力防除に効きめのながーい
 ホクコー **オリゼメート** 粒剤



取扱い
 農協・経済連・全農

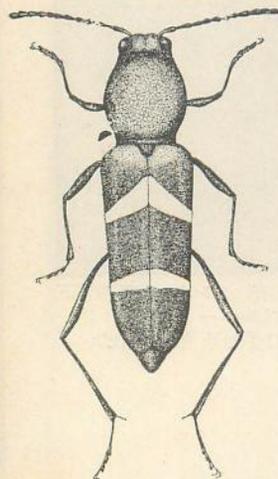
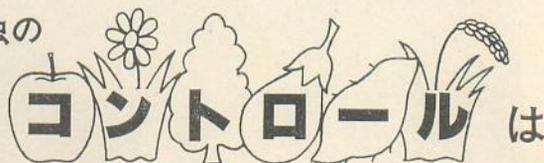


北興化学工業株式会社
 〒103 東京都中央区日本橋本石町4-2
 支店：札幌・東京・名古屋・大阪・福岡

お近くの農協でお求めください。

確かな明日の
 技術とともに...

病害虫の



トラサイド A

(カミキリムシ類防除剤 愛称トラエース)

○コオロギ、ダンゴムシ、ナメクジ、カタツムリに

グリーンベイト

○水稲病害虫防除に新登場

オスメート 粉剤
ラフサイド オフナックM 粉剤

○水でうすめられる線虫剤

ネマエイト

穿孔性害虫

誘引殺虫剤

水稲農薬

土壌消毒剤



サンケイ化学株式会社

東京・大阪・福岡・宮崎・鹿児島

本社 鹿児島市郡元町880
 東京事業所 東京都千代田区神田司町2-1

タイで発生するイネ・ウイルス病

農林水産省熱帯農業研究センター 守 中 正 (原 図)



<写真説明>

①～③ イネ・ラッグド・スタント病

① ねじれた葉 ② 葉しょうに現れた葉脈の隆起

③ 葉縁の切れ込んだ ragged leaf

④～⑥ イネ・ゴール・ドワーフ病

④ 葉身に現れたゴール ⑤ 葉しょうに現れたゴール

⑥ ほ場の発病株

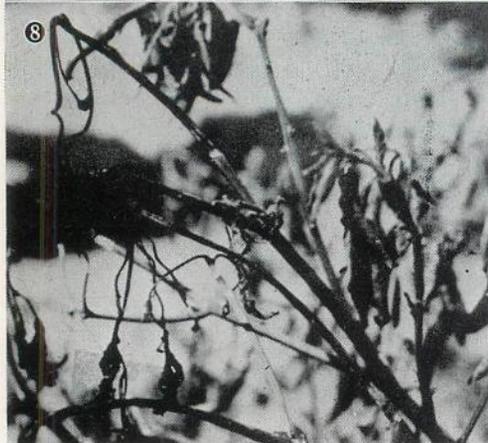
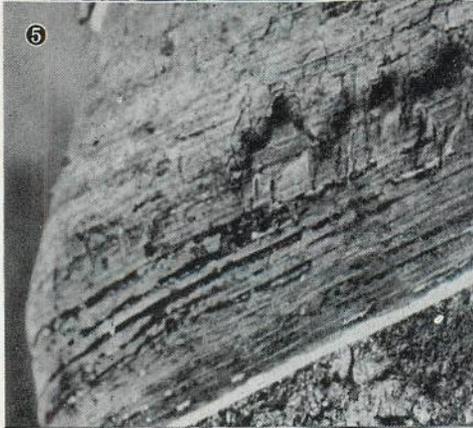
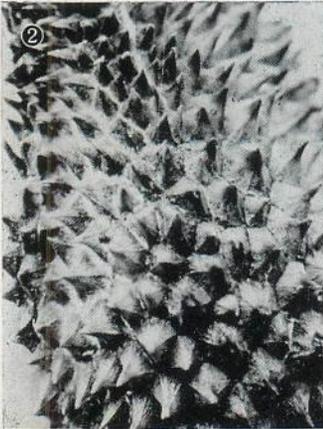
—本文 5 ページ参照—

タイで発生する有用植物の疫病 (*Phytophthora* 病)

農林水産省農事試験場 小林 紀彦

静岡県農業試験場 鈴木 孝仁

農林水産省熱帯農業研究センター 高屋 茂雄



＜写真説明＞ 一本文 11 ページ参照

- ① ドリアン樹の幹枯 (*P. palmivora* による), 濃赤褐色の斑紋が特徴
 - ② ドリアンの果実に発生した病斑 (*P. palmivora* による)
 - ③ バインアップル芯腐病 (*P. nicotianae* var. *parasitica* による) の発病状況
 - ④ バインアップル芯腐病 (*P. nicotianae* var. *parasitica* による) の初期病徴, 根から感染した場合
 - ⑤ パラゴムノキのブラックストライプ (*P. botryosa* による)
 - ⑥ ケナフの茎腐 (*P. nicotianae* var. *parasitica* による)
 - ⑦ ランの黒斑 (*P. nicotianae* var. *parasitica*, *P. palmivora* による)
 - ⑧ トウガラシの茎葉腐敗 (*P. capsici*)
- (①, ②, ⑥~⑧ 小林紀彦 ③, ④ 高屋茂雄 ⑤ 鈴木孝仁 各原図)

植物防疫

Shokubutsu Bōeki
(Plant Protection)

第 35 卷 第 4 号

昭和 56 年 4 月号

目次

昭和 56 年度植物防疫事業の概要	管原 敏夫	1	
植物防疫研究課題の概要	日野 稔彦	3	
タイで発生するイネ・ウイルス病	守中 正	5	
タイで発生する有用植物の疫病	高屋 茂雄	11	
ニカメイガの配偶行動と環境条件	菅野 紘男	16	
防除作業と従事者への農薬付着	小木曾正敏・田辺仁志	21	
イネいもち病の総合防除	横山佐太正	26	
植物寄生性線虫のレースをめぐる諸問題 ——特にネコブセンチュウ類及びジャガイモシストセンチュウについて——	西沢 務	32	
ウイルスの保存法	福本 文良	38	
新しく登録された農薬 (56. 2. 1~56. 2. 28)		43	
中央だより	44	学界だより	43
人事消息	15, 25		

緑ゆたかな自然環境を

「確かさ」で選ぶ……バイエルの農薬



●いもち病・穂枯れを防いでうまい米を作る

ヒノザン

●カメムシ・メイチュウなど稲作害虫に

バイジット

●アブラムシ・ウンカなど吸汁性害虫を省力防除する

ダイシストン

●ドロオイ・ハモグリ・ミズゾウムシなどに

サンサイド

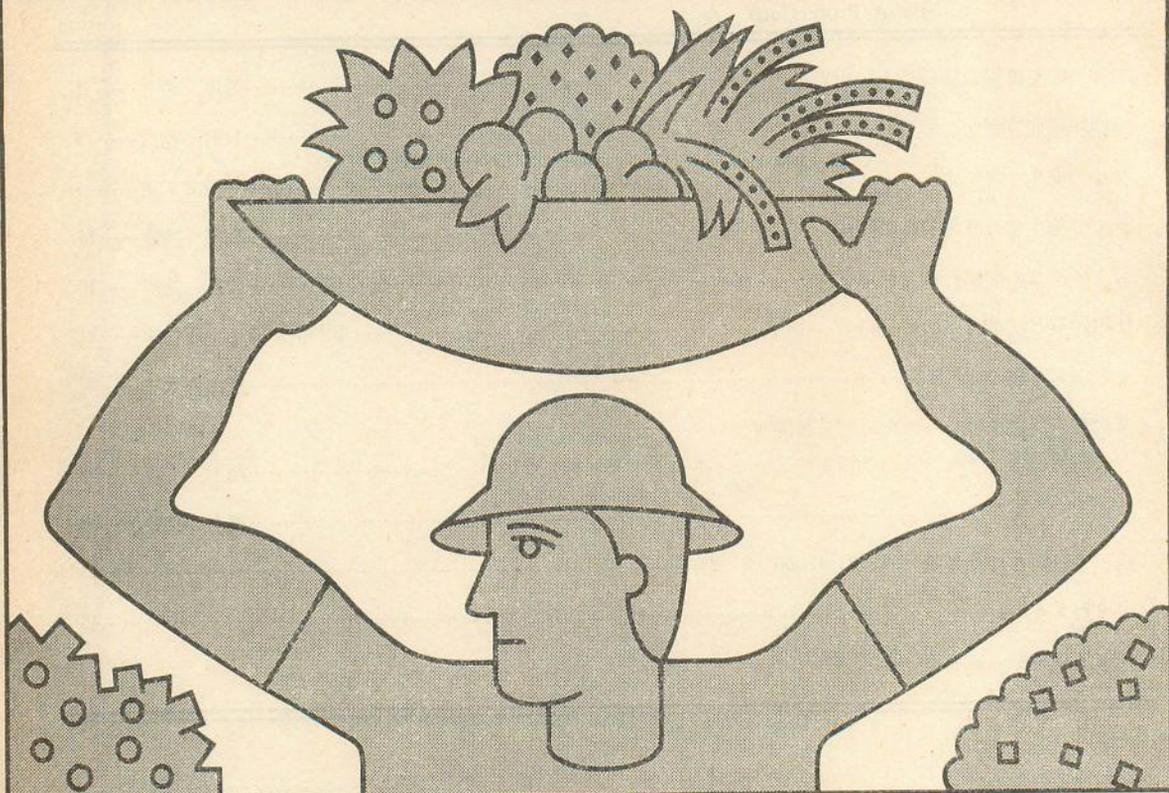
●各種作物のアブラムシに

エストックス

日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋室町2-8 番 103

"HUMANS & NATURE" FIRST



自然の恵みと
人間の愛情が
農作物を育てます

●稲害虫の防除に
パタン[®]
●稲もんがれ病防除に
バリダシ[®]



武田薬品工業株式会社
農薬事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10

昭和 56 年度植物防疫事業の概要

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 **すが** **わら** **とし** **お**
管 **原** **敏** **夫**

需要の動向に即応した農産物の安定供給体制を整備することが課題となっている今日、昭和 56 年度の植物防疫事業の推進にあたっては、次の諸点に十分留意する必要がある。

一つは水田利用再編対策が第 2 期に入ったことである。昨年、閣議決定された昭和 65 年を目標とする「農産物の需要と生産の見通し」を踏まえ、本年度から 3 年間で、転作等目標面積を 67 万 7 千 ha (ただし、56 年度は 63 万 1 千 ha) として実施される。転作等目標面積を拡大し、かつ転作の定着を図っていくこの対策には、ダイズなどの病害虫防除技術、地域特産の作物に対する農薬登録をはじめ積極的に対応していかなければならない。二つめとしては、機動的に活動できる病害虫の防除体制を整えておくことである。昨夏の低温多雨、今冬の豪雪など病害虫の多発を経験したが、兼業化の深化、混住化の進行などが見られるなかで、多発条件の下で適切に対処できる体制を整えることが今後の大きな課題である。三つめは農薬の安全性の問題であり、今後農薬使用者の安全については更に重視するとともに、農薬が国際商品であることを考慮し、国際的な調和を図っていく必要がある。四つめとしては、病害虫侵入防止である。イネミズゾウムシ、ジャガイモシストセンチュウにみられるように侵入を許せばその防除に多大な困難が予想されることから、大量に輸入される農産物を対象に効率的かつ的確な検疫を行う必要がある。

このような視点を踏まえて編成された昭和 56 年度予算は、近年にない低い伸び率となるなど厳しい情勢にあるが、植物防疫の果たす役割を十分認識し、諸課題解決のための事業を推進することとしている。

昭和 56 年度予算を中心に、本年度の事業概要を述べてみたい。

I 病害虫発生予察事業

病害虫防除を進めるうえで適時適切な発生予察情報を提供することが極めて重要であり、普通作物、果樹と並んで 55 年度から野菜病害虫発生予察事業を発足させたところである。しかし、水田利用再編対策の園芸作物などの増加により作物の種類及び作型の多様化、施設栽培

の増加などその対象も複雑多様化しており、情報収集、提供もこれらに対応した体制が必要となっている。

このため、56 年度では予察業務の改善策として能率向上に資するための機動力の導入、情報提供のためテレフォンサービス装置の増設を行うほか、発生予察情報の収集提供に関する調査事項の検討、報告事項の改善などの事務合理化についても検討を進めることとしている。

予察技術の改善面では、引き続き耐性菌検定事業を実施し、適正な農薬の使用に資する。また、新たに野菜ハダニ類の発生予察技法を確立するための事業を、ナス、スイカ、イチゴを対象に各 2 県で実施し、必要最小限の防除回数により、経済的被害水準を抑えるための要防除水準の設定など予察技術の確立を図る。これらの事業は、近年、新農薬の開発が容易でなくなってきていることから、耐性菌の発生を防止し、効果の高い農薬を大事に使用していかなければならないことや、農薬の安全使用の面から重視しなければならない。

II 病害虫防除対策

病害虫防除所の設置状況について、54 年 2～3 月に行政監察が行われ、55 年 5 月調査結果が報告されたが、この中で防除所は「その設置が他機関に併設され職員も兼務が多い等からみて必置規制の必要性が乏しい」とされ、必置規制の廃止を指摘された。その後、12 月末にこの報告を踏まえ、「今後における行政改革の推進について」閣議決定がなされたが、その中には防除所については触れていないことから、当面この問題は解決したと理解している。今回指摘された必置規制の廃止についての考え方は、防除所の本来の目的、業務内容などからみて同意できるものではないが、防除所の設置実態からみて今後改善しなければならない点は是正し、長期的な展望の下に対応していく必要がある。

一方、農業者段階における防除体制は、兼業農家の防除対応など個人防除に依存するところが多く、効果的な防除の推進及び農薬の安全使用の面から、組織的防除の推進が必要である。特に、水田利用再編対策の進展により、水田地帯への他作物の導入が行われ、防除組織が弱体化している例がみられ地域の実態に即した組織の再編成が必要となっている。

このため、病害虫防除総合対策事業を中心に組織育

成、地域の実態に即した防除技術の導入を図ることとしている。本事業の実施にあたっては農業構造改善事業などの総合的対策、各種の生産対策で育成された既存の生産組織との有機的結合の下に導入されるよう、関係指導機関の積極的な指導を期待する。51年に初発生をみたイネミズゾウムシの防除は、その被害軽減とまん延防止のため引き続き対策を実施することとしている。一方、近年問題となっているカンキツウイルス病、イネ縞葉枯病などのウイルス病対策については、日本植物防疫協会に抗血清作製施設を整備し、本年度末に作製を開始する考えである。また、国の機関である植物防疫所が従来から実施してきた都道府県の設置する果樹母樹のウイルス病検定を抗血清検定、接種検定を主とし肉眼検査を最少限にとどめるなど、検査体制を整備し重要なウイルスについて重点的な検査を行うこととしている。

III 農林水産航空事業

水稲を中心に航空防除が普及しており、効率的な防除技術として、更にその普及定着化を図る一方、地上防除との合理的な組み合わせによりの確な防除を推進する。

また、広域に一斉散布する航空防除では、他作物への危被害防止などの安全対策にも十分留意する必要がある。適正な剤型の選定や飛散による危被害防止対策の実施、散布地域での点検調査及び広報活動などを進める。

航空防除技術の改善面では、新たに農林水産航空協会に降雨装置を整備し、農薬散布後の降雨が効果に与える影響などについて試験を実施するほか、航空防除技術の補完技術として遠隔誘導式小型飛行散布装置の開発を引き続き実施する。

IV 農薬安全対策

安全な農産物の生産の確保、生活環境の保全、使用者の安全確保などを図るため農薬の使用にあたってその安全かつ適正な使用を推進する。また農薬の安全性評価については、国際的な登録要件の平準化の動向を十分配慮しつつ、的確な評価体制を整備する必要がある。

このため、農薬残留安全追跡調査事業、農薬土壌残留調査事業などを実施し、生鮮農産物については、主産地を中心に農薬安全使用に関する組織的な指導を推進することとしている。また、農薬の安全性評価体制の整備を図るため、残留農薬研究所に各種毒性試験の新技术の確立、農薬安全性評価を世界の動向に即して実施するための毒性試験施設の適正管理規範 (GLP) 制度の調査検討を引き続き実施させ、新たに残留農薬の加工調理過程の

変化について試験技術検索を実施することとしている。

これら対策と合わせ、農薬安全使用基準などの遵守、農薬危害防止のための指導を実施するほか農薬の流通及び使用の適正化を図るため、販売業者及び使用者に対し、特に登録のない農薬の販売、使用について適切な指導を行うこととしている。また水田利用再編対策において、新たに地域振興作物の指定制度が加わり、地域特産物の生産拡大が行われることとなったが、これらの病害虫に適用のある農薬が少ないことから、的確な防除に資するため必要な農薬の適用拡大などについて推進する。

V 特殊病害虫対策

南西諸島に発生しているミカンコミバエ、ウリミバエなどの特殊病害虫は、地域の農業振興上また未発生地へのまん延を防止するうえからその防除が極めて重要である。

このため、従来からこれら害虫を根絶するための防除を実施しており、ミカンコミバエについては55年新たに与論島、沖永良部島の2島で根絶を確認し、移動規制を解除した。ウリミバエについては、新たに鹿児島県喜界島において不妊虫放飼による防除を開始するほか、沖縄県でミカンコミバエの誘殺板散布を行い根絶を目指すとともに、宮古島からウリミバエを根絶するため不妊虫大量増殖施設の建設を58年度完成を目指し引き続き実施する。

VI 農薬検査所

農薬の検査業務の増大に対応し検査体制の整備強化を図るため、毒性検査課に作業安全係を設置するほか、新たに検査能率の向上に資するため、残留分析における精製法の改善について調査研究を実施する。また、農薬の水産動物に対する毒性の検査を充実するための水産動物毒性検査対策事業を引き続き実施する。

VII 植物防疫所

農産物の流通が国際的に活発になるに従って、植物防疫の役割は更に重要となっており、これに対応した検査体制の整備が必要となっている。このため、56年度においては神戸植物防疫所に業務部を、また成田支所に業務第2課を新設するほか、伊丹、名瀬支所に防疫管理官各1名等計5名を増員することとしている。また、53年度に設定した特定重要病害虫検査要綱の対象病害虫の追加について検討を進める。

植物防疫研究課題の概要

農林水産省農林水産技術会議事務局 ひのとしひこ彦

昭和 55 年 10 月、農政審議会から「80 年代の農政の基本方向」が示された。その中で、食糧の国際需給には世界の人口増加に加えて異常気象による生産の変動や、国際政治に起因する不安定性が加わるであろうと予測している。植物防疫の研究分野においても、農業生産の阻害要因の排除を通じて、我が国の食糧生産を安定させ、食糧や飼料を自給できる技術を確立していく必要がある。

農林水産省は大型プロジェクト研究として「農林水産業における自然エネルギーの効率的利用技術に関する総合研究」(略称グリーンエナジー計画、昭和 53~62 年度、56 年度予算額 957 百万円)、及び「近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究」(マリーンランディング計画、55~63 年度、283 百万円)を推進しているが、56 年度から新規に「生物資源の効率的利用技術の開発に関する総合研究」(バイオマス変換計画、56~65 年度、241 百万円)を加えた。

昭和 56 年度に植物防疫関係で推進しようとしている試験研究の主なものは次のとおりである。()内の数字は昭和 56 年度予算額及び継続年度である。

1 プロジェクト研究

「転換畑を主体とする高度畑作技術の確立に関する総合的開発研究」(675 百万円、うち都道府県補助金 142 百万円、54~63 年度)は 53 年度から開始した「地力維持、連作障害克服を基幹とする畑地新管理方式の開発に関する総合研究」をその一部として包含したプロジェクト研究である。水田利用再編に伴う技術的な問題を解決し、畑地における地力維持・連作障害を克服しようとするものであり、国と都道府県の試験研究機関が密接な連携の下に研究を推進している。病害・虫害・線虫害・鳥害をはじめ、育種・栽培・土壌肥料など、ほぼすべての研究分野が参加しており、農林水産省の試験研究機関のほか、公立・民間の試験研究機関も多数参加している。

「生物学的的手法による病虫害新防除技術確立のための総合研究」(259 百万円、55~59 年度)では、フェロモン・カイロモンなど生理活性物質の利用、天敵・拮抗微生物・弱毒ウイルスなどの利用、作物への抵抗性の付与など生物学的な病虫害防除の基礎的研究、応用研究、実

用化研究を幅広く推進している。研究に参加している研究機関は農業技術研究所、農事試験場、果樹試験場、野菜試験場、蚕糸試験場、茶業試験場、草地試験場、植物ウイルス研究所、林業試験場、北海道、東北、北陸、中国、四国、九州の各農業試験場、東北大学、東京大学、青森県りんご試験場、千葉県農業試験場、静岡県農業試験場、静岡県茶業試験場、農業の光線選択利用技術研究組合である。

2 特別研究

昭和 56 年度の特別研究は 29 課題(総額 513 百万円)であり、継続中が 22 課題、新規が 7 課題である。このうち、植物防疫関係の課題は次のとおりである。

「リンゴ腐らん病を中心とする胴枯性病害の発生生態の解明と防除技術の確立」(53~56 年度)。参加機関：果樹試験場、北海道農業試験場、蚕糸試験場、林業試験場、北海道大学、秋田県果樹試験場。

「水稲いもち病抵抗性の向上と安定化技術の確立」(52~56 年度)。参加機関：農業技術研究所、農事試験場、東北、北陸、九州の各農業試験場、九州大学、茨城県農業試験場、長野県農業総合試験場、愛知県農業総合試験場。

「病原性低分子 RNA の機能解明」(55~59 年度)。参加機関：植物ウイルス研究所、果樹試験場、野菜試験場、国立遺伝学研究所、東京大学。

「マツ枯損防止に関する新防除技術開発のための発病機構の解明」(56~59 年度)。新規課題。参加機関：林業試験場。

3 公害防止研究

環境庁に一括計上される予算であり、植物防疫関係では「有機合成(有機りん)殺虫剤の環境生物に及ぼす影響と代替技術としての害虫誘引物質の開発利用に関する研究」(52~56 年度)が推進されている。予算は特別研究の規模であり、参加機関は農業技術研究所、野菜試験場、東北、四国の各農業試験場、林業試験場である。

4 侵入病虫害の防除

「イネミズゾウムシの防除に関する研究」(4 百万円、54~56 年度)は昭和 56 年度で完了する。昭和 51 年に侵入が確認されて以来、年々分布が広がったため、発生生態の解明、被害解析、防除法の確立の研究を推進してきた。

「イネ・グラッシー・スタント病, ラギット・スタント病の防除に関する研究」(3百万円, 新規)は昭和56年度から3年間の予定で開始され, 病原体の諸性質, 媒介虫と寄主植物との関係, 被害解析, 防除法などの研究を植物ウイルス研究所, 九州農業試験場を中心に展開する。

5 熱帯農業プロジェクト研究

「熱帯の稲・豆類のウイルス病に関する研究」(17百万円, 53~57年度)はタイほかの東南アジア諸国を対象にして, 熱帯農業研究センターを中心に植物ウイルス研究所ほかの試験研究機関が共同して推進中である。

6 指定試験

病害虫関係の指定試験は現在12個所の試験地で実施されており, 昭和56年度予算は44百万円である。このうち, 静岡県の実験果菜の病害防除試験の強化(10百万円)が予定されている。

7 総合助成

総合助成試験費(483百万円), 都道府県試験研究強化推進費(中核試験, 108百万円), 地域農業複合化推進試験研究費(298百万円), 転換畑高度畑作技術確立試験研究費(前出, 142百万円)である。これは全部の研究分野に対する総額であるが, この中に植物防疫関係の研究分野が占める部分は大きい。

8 経常研究

昭和56年度から人当研究費が増額になる。実験系Iは研究員1人当たり144万円(5万円増), 実験系IIは126万円(5万円増), 非実験系は91万円(3万円増)である。

9 研究室の新設

植物防疫関係で昭和56年度に新設される研究室は次のとおりである。

昆虫行動研究室: 農業技術研究所病理昆虫部昆虫科に所属, 同所農村生活科から定員振り替え1名。

遺伝情報研究室: 植物ウイルス研究所研究第一部に所属, 新規定員1名, 蚕糸試験場から振り替え2名。

きのこ第2研究室: 林業試験場保護部樹病科に所属, 新規定員1名。

10 農業研究センターの設置

農業研究センターは昭和56年12月1日に筑波農林

研究団地に設置される。この設置に伴って農事試験場は廃止される。定員は301名(うち研究職172名)で, 農事試験場から250名, 農業技術研究所から41名, 草地試験場から6名, 蚕糸試験場から4名が振り替えられる。

農業研究センターの任務は三つあり, それらは, ①総合的研究: 多数の作物(畑作・野菜・畜産など)にわたる技術体系を作るような試験研究, ②専門別研究: 普通作物, 機械利用, 農業経営の専門研究機関(野菜試験場の野菜のような)としての試験研究, ③地域農業研究: 関東東山東海地域の農業試験場としての試験研究である。このうち, 最も重点的に推進するのは総合的研究であり, このため農業経営部門を強化し, プロジェクト研究チームなどを設置している。

植物防疫関係の組織としては, 耕地環境部があり, これに所属する研究室は水田病害, 畑病害, 水田虫害, 畑虫害, 線虫害, 鳥害の各研究室のほか, 土壌肥料関係の4研究室である。

11 農林水産技術会議事務局の改組

農林水産技術会議事務局は昭和56年4月から改組される。事務局長1名, 研究総務官2名は従来どおりであるが, 従来の研究管理官は研究管理官5名, 研究開発官3名, 国際研究協力官1名に分かれ, 研究管理, プロジェクト研究, 国際協力の業務をそれぞれ分担する。従来の副研究管理官は研究調査官19名となる。各課は総務課, 企画調査課, 連絡調整課, 研究開発課, 振興課, 整備課となる。新設の企画調査課は企画・調査・広報を扱い, 研究開発課は特別研究・プロジェクト研究を扱う。改組に伴い, 調査資料課, 施設計画室は廃止される。

以上, 昭和56年度予算からみた植物防疫関係の研究課題の概要を述べた。食糧に関する国際情勢が緊迫していることから, 農林水産省においては, 飼料を含めて食糧を国内で自給できる技術を確立するための研究と, 種々の専門技術を総合化して農地を有効利用するための研究を中心にして, 種々の研究が推進されていると考えてよいであろう。

タイで発生するイネ・ウイルス病

農林水産省熱帯農業研究センター ^{もり}守 ^{なか}中 ^{ただし}正

はじめに

タイの国土は 51 万 4,000 km² (日本の約 1.4 倍)、水稲の作付け面積 (1977/1978 年) は 8,554,429 ha (日本の約 3 倍) あり、イネはタイの最も重要な作物である。1979 年 10 月から 1980 年 8 月までのイネ病害発生面積はツングロ病とラッグド・スタント病のウイルス病が 52,598 ha、いもち病、ごま葉枯病、すじ葉枯病、葉しょう腐敗病、紋枯病などの菌類病が 40,939 ha、細菌病が 12,903 ha となっており、ウイルス病の発生面積が最も大きい (DISTHAPORN, 1980)。他の熱帯アジア諸国においても、作物ウイルス病は主要な生産阻害要因となっている。

このような背景を基に、熱帯農業研究センターは「熱帯アジアの稲及び豆類のウイルス病に関する研究」のプロジェクトを昭和 53 年度から 5 か年の予定で発足させた。その目的は、①ウイルスの種類同定、②諸国間の病原ウイルスの異同の比較、③媒介昆虫の発生生態の解明、④防除技術の基盤の確立、⑤熱帯アジアのウイルス病病名目録の作成である。

このプロジェクトを遂行するために、タイに病害・虫害各 1 人の長期在外研究員が滞在し、更に数名の短期研究員が毎年派遣されて、タイ農業局の研究員と共同研究を行っている。熱帯農業研究センターは、タイ農業局内に電子顕微鏡、超遠心機のほか植物ウイルス研究に必要な機材を設置した。これらの機材はウイルスの同定に威力を発揮するとともに、タイ農業局の研究レベルの向上に大きく寄与している。

筆者はこのプロジェクトの長期在外研究員として、昭和 53 年 9 月以来タイに滞在し、イネウイルス病の研究に従事してきた。これまでの成果を交えて、タイのイネウイルス病及びウンカ・ヨコバイ類が媒介するマイコプラズマ様微生物によるイネの病気について紹介することとした。

I イネ・ラッグド・スタント病

1976 年にインドネシアで日比野らが発見した。1977 年フィリピンでも発生し、ragged stunt と名付けられ

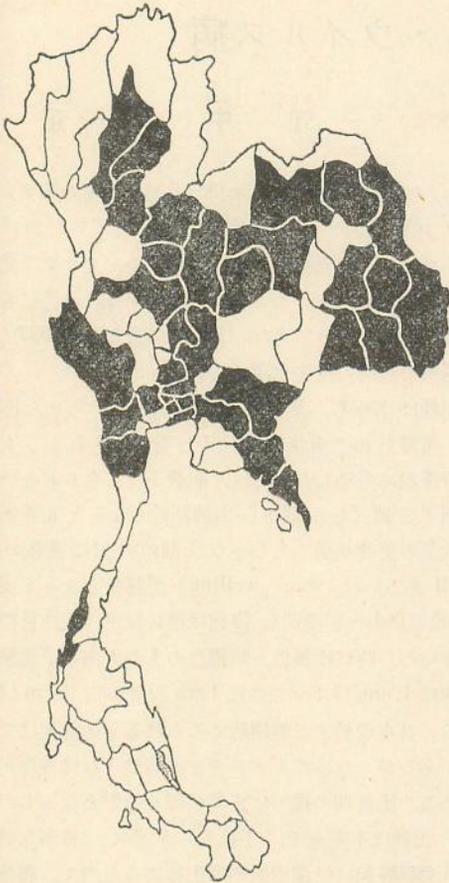
Rice Virus Diseases Occurring in Thailand By Tadashi MORINAKA

た。タイ語では rok bai ngik (ねじれた葉の病気) あるいは rok ju (わい化した病気) という。タイでは 1977 年にバンコクの東約 60 km のチャチェンサオで発生したのが最初である。インド、スリランカ、台湾にも発生が報告されている。また、1979 年に新海ら (1980) は鹿児島県で本病の発生を認めている。

病株は萎縮し、葉先がねじれ、時にはらせん状に巻き、葉縁がのこ歯状に切れ込む葉も見られる。イネの生育後期に感染した株では、病徴がはっきりしない場合もある。穂ばらみ期から出穂期近くなると止葉あるいは次葉の葉身基部や葉しょう上部の外側に葉脈の隆起 (gall あるいは vein swelling) が筋状となって現れる (口絵写真①～③参照)。隆起は薄い緑色、灰白色の場合が多いが、時には褐色、暗褐色のものもある。葉脈隆起の幅は 1 mm 以下、長さは 1 cm 程度から 10 cm 以上になる。日本の黒すじ萎縮病でみられる葉脈隆起はでこぼこがあるが、ラッグド・スタント病のそれは表面が平滑である。出穂期の株では止葉が短く奇形となるものもあり、出穂は不完全で、不稔もみが多く、貧弱な穂となる。葉脈隆起は師部組織の増生によるもので、超薄切片の観察によると、この部分にウイルス粒子が多く含まれている。dip 法によって直径約 60 nm の球形粒子が観察される。

媒介昆虫はトビイロウンカである。ウイルスの虫体内潜伏期間は 3～18 日、平均 8 日で、永続伝搬する。脱皮、羽化には影響されず、死ぬまで伝搬する。病原ウイルスは卵を通して次代へは伝わらない。

1977 年にはタイの中央平原を中心に 8 県で発生が観察されたが、1978 年には 11 県、1980 年には 26 県で発生がみられるようになった (第 1 図)。農業普及局の資料によると 1979 年 10 月から 1980 年 8 月の間の本病発生面積は 33,279 ha でイネ病害中で最大の面積となった。特に、1980 年雨季作イネでは、ナコンパトム、アエタヤ、スパンブリの各県で品種 RD-7 に大発生した。RD-7 は農業局稲作部が育成した品種で良質多収であるため、中央平原では広く栽培されている。この品種はツングロ病、白葉枯病、すじ葉枯病には抵抗性であるが、トビイロウンカ、シントメタマバエ、メイチュウには弱く、トビイロウンカが媒介するラッグド・スタント病の被害を受けることとなった。スパンブリ稲試験場では、



第1図 イネ・ラッグド・スタント病の分布 (1979～1980) (タイ農業普及局資料による)

RD-7 を植えたほ場がほとんど全株発病し、試験を放棄したり、農家の水田ではわずかに実った穂を摘み採り、後は牛を放って餌とする光景が見られた。ラッグド・スタント罹病株は紋枯病、葉しょう腐敗病に侵されたものが多く、発病ほ場のイネは非常に汚れて見えた。

防除法として、トビロウンカに対する殺虫剤の散布は一部の比較的裕福な地方では行われるが、大部分の農家は農業を利用できる経済状態ではない。ウンカ・ヨコバイ類にはカルボフラン剤、MIPC 剤が使われている。

抵抗性品種の利用は、確実な抵抗性品種がないため事実上行われていない。トビロウンカ抵抗性は品種 RD-7 は S, RD-9 は R となっているので、RD-9 の利用が考えられる。しかし、RD-9 は食味不良で、白葉枯病に弱く、変色穂を生じやすい弱点を持っている。筆者が RD-7 と RD-9 を周年栽培して観察した結果では、RD-9 の苗代でトビロウンカが多数採集されたことがあり、本田での発病も RD-7 と差のない場合もあり、必ずしもラッグド・スタント病抵抗性とは言い難い。

稲作部と植物病理部イネ病理研究室では、育成系統の抵抗性を検定している。1, 2 の抵抗性系統が見いだされているが、まだ実用には程遠いのが現状である。

トビロウンカとラッグド・スタント病の発生関係については、鶴町昌市氏が長期在外研究員として研究中であり、発生生態が解明されるものと期待される。

II イネ・イエロー・オレンジ・リーフ病 (ツングロ病)

ツングロ病はフィリピンからインドに至る熱帯アジアに広く分布し、国によって異なった病名が付けられている。タイでは yellow orange leafあるいは rok bai sii som (橙色の葉の病気)と呼んでいる。

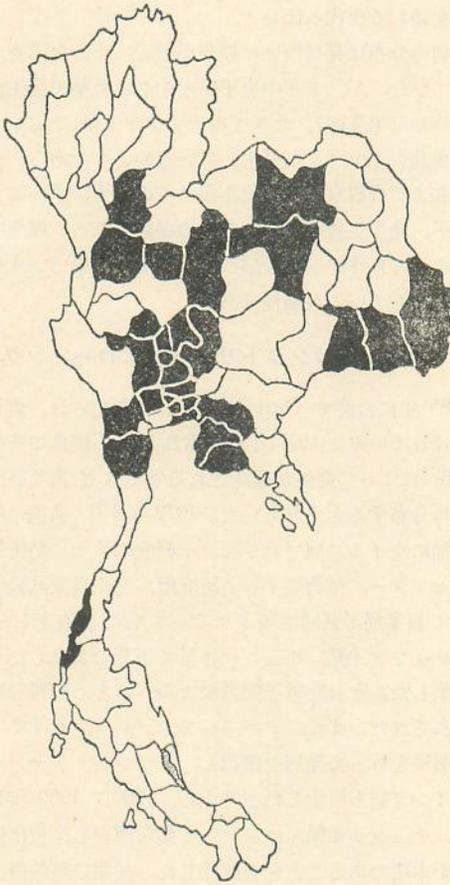
罹病イネは下葉の先端から橙黄色または橙色となり、しだいに葉の基部へ変色が進む。新葉では葉色が淡緑になり、葉脈に沿って mottling が見られる場合がある。葉身、葉しょうが短くなって萎縮し、葉身と葉しょうとの角度が大きくなり広がった感じとなる。分けつはやや少なくなり、根の発育は悪い。出穂は遅れ、1穂当たりのもみ数は減る。窒素欠乏や生理障害と似ており、病徴だけからは判定の難しいことがある。

タイでは 1964 年に発生が認められ、年々増加し、1969 年には 25 万 ha 以上の大発生となった。その後は減少の傾向を示し、1979～1980 年は 2 万 ha 程度の発生となっている (下表参照)。しかし、年によっては局部的に大発生することもあり、1978 年には、ウタイタニ県で、300～500 ha が大きな被害を受けた。第2図は農業普及局の資料によって、1979～1980 年の発生県を示したものである。発生面積は小さくなくても、発生県数は依然として多いようである。しかし、これらの数値には、信頼度に問題があり、一応の目安と考えるのが良いようである。筆者が各地で観察した印象では、イエロー・オレンジ

イネ・イエロー・オレンジ・リーフ病の発生面積

年	発生面積 (ha)
1968	133,737
1969	253,882
1970	209,022
1971	163,863
1972	95,008
1973	74,746
1974	152,046
1975	146,005
1976	83,102
1977	99,989
1978	177,633
1979～1980	19,139

タイ農業普及局資料から作製 (DISTHAPORN, 1980)



第2図 イネ・イエロー・オレンジ・リーフ病の分布 (1979~1980) (タイ農業普及局資料による)

ジ・リーフ病の発生は非常に少ない。1969年から1975年にかけて、熱帯農業研究センターの日野稔彦氏・井上齊氏が試験を実施したバンケン稲試験場のほ場では、現在イエロー・オレンジ・リーフ病の発生は全くみられなくなっている。

日野 (1970) によれば、本病の発生はタイワンツマグロヨコバイの発生と密接に関係しており、雨季の始まる6月田植え区に発病が最も多く、その後も発生が続くが、雨季の終了とともに発生が止まる。

本病の主要な媒介虫はタイワンツマグロヨコバイである。クロスジツマグロヨコバイ、イナズマヨコバイも媒介するが伝搬率は低い。

病原ウイルスは直径約 30 nm の球形粒子とされていたが、齊藤ら (1976) により球形粒子のほかに幅 31 nm、長さ 100~160 nm の桿菌形のウイルスが関与していることが明らかとなった。この両ウイルスは別種のものであり、それぞれツマグロヨコバイ類によって、非永続的

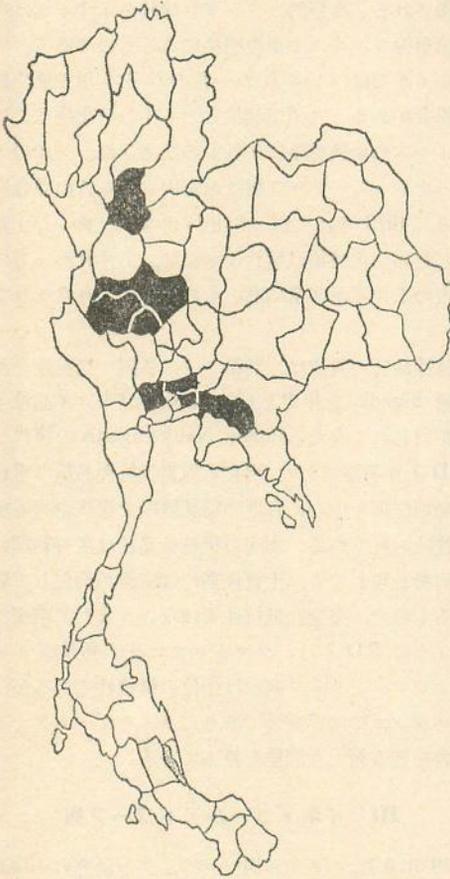
に伝搬される。典型的なツングロ症状を示すイネは球形と桿菌形両ウイルスの重複感染によるものである。症状の軽いイネでは、いずれか一種の粒子の単独感染株である場合がある。九州で発生したイネわい化病はこの球形ウイルスの単独感染によるものであった。タイのイエロー・オレンジ・リーフ病は通常両ウイルスの混合感染である。1979年に大村・井上がナコンラチャシマ県で採集したわい化病類似症状イネには、いずれか一方の粒子の占める比率が非常に高いものがそれぞれ含まれていた。

抵抗性品種の育成は、熱帯アジア各国で抵抗性を示した品種 Sigadis を片親として、1965年以来タイ品種との交配が行われてきた。Puang Nahk/Sigadis の後代からは RD-7 が育成された。現在も病害抵抗性品種の育成は農業局稲作部を中心に各地の稲試験場で選抜や適応性検定が続けられている。本病の抵抗性品種は生育初期に感染し病徴を現しても、生育後期には病徴が消失して収穫に至るもので、完全な抵抗性ではない。また、前項で述べたように RD-7 は、ツマグロヨコバイ類及びイエロー・オレンジ・リーフ病には中位の抵抗性であるが、トビロウカには感受性であり、ラギド・スタント病の被害を被る新たな問題を持っている。

III イネ・ゴール・ドワーフ病

1979年8月、ウイルス病プロジェクト研究の一環として熱帯農業研究センター、植物ウイルス研究所、九州農業試験場及びタイ農業局が共同して、タイ国内のイネウイルス病を調査したとき、中央平原北部のウタイタニ県で未知の病気を発見した。この病気はヨコバイ類によって媒介される新ウイルス病であり、その病徴から Rice Gall Dwarf Disease と命名された (OMURA et al., 1980)。

罹病イネは著しく萎縮し、葉色は濃緑である。葉の先端が軽くねじれ、葉身あるいは葉しょうの外側に白色ないしろ白色の小さい gall が葉脈に沿って見られる (口絵写真④~⑥参照)。gall 部分を指で触れるとざらざらした感じがする。葉先のねじれはラギド・スタント病イネより軽く、コイル状に巻くことはない。gall はラギド・スタント病ではイネの生育後期に止葉に現れることが多く、葉脈の隆起となって筋状になるが、ゴール・ドワーフ病では感染後比較的早く現れるので下位葉に gall が見られることが多い。gall の大きさは小さく幅 1 mm 以下、長さは 2 mm 以下のものが多数現れる。苗代期あるいは本田初期に感染したイネは著しくわい化し、生育は不良で出穂期には小さな穂を付ける。生育後期に感染した場合は萎縮の程度は軽い、出穂が遅れるため、健



第3図 イネ・ゴール・ドワーフ病の分布 (1979～1980) (タイ農業普及局資料による)

全株が黄熟しても罹病株はなお緑色を保っている。イネ品種台中在来1号 (TN-1) の幼苗では、接種2週間後に新葉が出すくみ状となって株の萎縮が認められるようになり、その後3～4日すると葉の裏面に gall が現れる。gall は数を増していき、葉しょうにも見られるようになる。

病原ウイルスは直径 65 nm の球形粒子で、gall 部分の材料から dip 法で観察できる。超薄切片の観察では師部組織から増殖した gall 細胞内に同様の粒子が認められる。

このウイルスはタイでは、イナズマヨコバイとクロスジツマグロヨコバイが媒介していると思われる (守中ら, 1980)。タイワツマグロヨコバイも媒介するが伝搬率は非常に低い。日本のツマグロヨコバイも媒介する。

イナズマヨコバイとクロスジツマグロヨコバイのウイルス虫体内潜伏期間は、前者が5～11日、平均7.9日、後者が4～12日、平均7.6日で、永続伝搬する。脱皮、羽化によって媒介能力を失うことはない。このウイルス

は卵を通して次代へ伝わる。

本病の分布は発見後まだ期間が短く、十分な調査が行われていないが、タイ中央平原を中心に8県で発生が認められた (第3図)。北タイのチェンライ県、チェンマイ県、東北タイではまだ発生していないようである。

現在までの観察では、乾季作イネに発生が多いようであるが、発生生態の解明は今後の課題である。媒介虫はタイのみならずアジア各国に分布しているので、本病も広く分布している可能性はある。

IV イネ・トランジトリー・イエローイング病

1965年に台湾で Chu らによって発見され、黄葉病と呼ばれている。1977年沖縄本島及び石垣島で斉藤ら (1978) によって発生が確認されるまでは、台湾及び中国本土に分布するとされていた。1979年8月、前項の場合と同様にウイルス病プロジェクト研究の下で、熱帯農業研究センター、植物ウイルス研究所、九州農業試験場及びタイ農業局が共同でイネウイルス病の調査をした際に、チェンライ県、チェンマイ県で下葉の黄化したイネを採集した。それを電子顕微鏡で調べると、砲弾形粒子が観察された。また、クロスジツマグロヨコバイによる伝搬試験を行って発病を確認し、トランジトリー・イエローイング病と同定した (井上ら, 1980)。1980年9月再び、チェンライ県、チェンマイ県を調査し、黄化症状イネが本病であることを再確認した。従来、亜熱帯に分布するとされていた本病が熱帯アジアにも分布することが明らかとなった。

病徴は下葉に黄変が見られ、変色は葉の先端から基部へ進む。中肋部は変色が遅れ、葉身の両側が早く黄変する。色は品種によって異なり、淡黄色から橙色までである。株の生育は健全より劣り、萎縮して分けつは少なくなり、葉の展開角が大きくなって株がやや広がった感じとなる。生育後期に感染した株では葉の黄変は見られるが、草丈に大きな差は生じない。幼苗に接種すると、発病苗は生育が劣り、新しい展開葉の葉脈間が黄色となり、全体が淡黄色でしま状に見える。また、葉の展開角度が大きくなる。

発病株の黄変葉を電子顕微鏡で観察すると、幅約 90 nm、長さ約 120 nm の砲弾形粒子が検出された。

本病はクロスジツマグロヨコバイ、ツマグロヨコバイ、タイワツマグロヨコバイによって媒介される。媒介虫は獲得吸汁後約2週間で伝搬を始め、永続伝搬する。

現在のところ、タイ国内での発生が確認されただけで、伝搬試験をはじめ、分布、発生生態調査も十分にはなされていない。

V イネ・グラッシー・スタント病

1966年に RIVERA ら及び BERGONIA ら (rice rosette と呼んだ) によって報告されたが、1963年以前からフィリピンでは発生していたようである (IRRI, 1964)。フィリピンでは 1973年、1974年に大発生し、インドネシアでも重要病害となっている。タイでは 1966年にバンケン稲試験場で発生が認められた (WATHANAKUL, 1967)。タイ国内には広く分布しているが、大発生の記録はない。日本でも 1978年に福岡県、鹿児島県で発生した (岩崎ら, 1979)。

罹病イネははなはだしく萎縮し、分けつが多くなり、ロゼット状となる。葉の幅は狭く、長さは短くなり、表側へわずかに巻く。葉の手触りはやや硬い感じがする。葉色は淡緑色、黄緑色ないし黄色になる。黄化した葉には一部緑色が残ったり、多数の褐点が現れる場合もある。生育初期に感染した株は出穂しない。病株によっては黄萎病との区別が難しい場合があるが、黄萎病の葉は手触りが柔かい、葉が一様に黄変し褐点がない、葉が巻かないなどの病徴から見分ける。

グラッシー・スタント病の媒介虫はトビイロウンカである。病原の虫体内潜伏期間は5~28日、平均10.6日で永続伝搬し、脱皮、羽化は伝搬に影響しない。岩崎ら (1980) によるとニセトビイロウンカ、トビイロウンカモドキも媒介する。これらのウンカは通常サヤスカグサの類を食草としている。

イネ幼苗に接種した場合は10~20日で病徴が現れる。病原については、直径70nmのウイルス粒子が保毒虫の超薄切片で観察された (IRRI, 1966)、あるいはマイコプラズマ様微生物が罹病イネで観察された (IRRI, 1968) などの報告がある。また、テトラサイクリン系化合物でイネを接種前後、あるいは保毒虫に処理しても効果はみられなかった (LING, 1977)。このように病原は不明であった。最近、SHIKATA ら (1980)、仙北ら (1980) は病原の純化を行い、直径約20nmの球形粒子を多数観察し、その分画をトビイロウンカに注射して保毒虫を得た。その接種による罹病イネの師部や保毒虫の脂肪体と気管細胞中に、純化ウイルスと同じ大きさの球形粒子を観察している。

本病の防除はタイでは実際上の問題とはなっていない。フィリピンでは IRRI (国際イネ研究所) が抵抗性遺伝子源のスクリーニングを大規模に行い、その結果から野生稲の一種 *Oryza nivara* の抵抗性を IR 26 以後の品種に導入している。

VI イネ・オレンジ・リーフ病

1960年北タイで発生が観察された (Ou, 1963)。その後フィリピン、スリランカ、マレーシア、インドでも発生が知られるようになった。タイでは北タイに発生が多い。

罹病イネは橙黄色から鮮やかな橙色になる。変色は葉先から始まり、基部へ進み、葉はしだいに内側に巻いて立ち、葉先から枯れてくる。病株はやや萎縮し、分けつは少なく、多くの場合出穂前に枯死する。株の一部の茎が発病し、他は健全で発病茎のみが枯れることもある。発生の特徴はほ場内に1株ずつ点在して発生し、隣接する数株がまとまって発病することは少ない。品種によってはメイチュウ害でも鮮やかな橙色となり、紛らわしい場合があるが、虫の食痕を観察すれば見分けることができる。

媒介虫はイナズマヨコバイで、病原獲得後の虫体内潜伏期間は2~6日で永続伝搬する。イネでは接種後13~15日で病徴が現れる。

病原は保毒イナズマヨコバイの超薄切片で直径15nmの球形ウイルス粒子を観察したという報告 (LING, 1972) がある。斉藤ら (1976) は保毒イナズマヨコバイで接種し発病したイネの葉の組織内にマイコプラズマ様微生物を観察し、また、タイとマレーシア産の自然発病イネの中にもマイコプラズマ様微生物を観察している。

本病はタイでは毎年発生しているが、大発生の報告はない。イネ以外の植物での発病は知られていない。

VII イネ黄萎病

日本では古くから発生が知られており、温帯から熱帯アジアに至る広い地域に分布している。タイでは1962年に発生が見付かり (橋岡, 1963)、その後国内各地で知られるようになった。タイでは通常の稲作期間に発病することは少なく、収穫後の刈り株のひこばえに明瞭な病徴が見られることが多い。また、発生も散発的で大発生の記録はない。

罹病イネは黄化し、特に新しく抽出する葉や若い葉で明瞭である。葉色は黄緑から白味がかった黄色までであり、葉全体が均一に変色する。葉は柔らかく、巻かない。病株は萎縮し、分けつはやや増加する。生育初期に感染した株は枯れることが多いが、成熟期まで育つこともある。感染後病徴が現れるまでの日数が長いこと、生育後期の感染では収穫期までに病徴が現れず、刈り株のひこばえに病徴が現れることとなる。

病原はマイコプラズマ様微生物である。ツマドロヨコ

バイ, タイワンツマグロヨコバイ, クロスジツマグロヨコバイが媒介する。病原獲得後の虫体内潜伏期間は、日本のツマグロヨコバイでは約 30 日であるが、タイでタイワンツマグロヨコバイを用いた場合、約 20 日で伝搬を始めた個体もあった。伝搬は永続的で死ぬまで伝搬する。

熱帯では刈り株に生じる発病ひこばえが、次の作期への感染源となっていると思われる。

VIII その他のイネウイルス病

上記がタイで知られているイネウイルス病であるが、台湾ではトビイロウンカが媒介する wilted stunt 病 (CHEN and CHIU, 1980) が、インドではワタカイガラの I 種 mealy bug, *Heterococcus rehi* (*Ripersia oryzae*) が媒介する chlorotic streak (ANJANEYULU et al., 1980) が新しいイネウイルス病として報告されている。

記載された wilted stunt 病に類似の症状を持つイネがタイでも見られたが、グラッシー・スタント病の品種による病徴の違いである可能性や、伝搬の諸性質、ウイルス粒子などに不詳の点があって、新病として認めるには更に詳細な研究が必要と思われる。

chlorotic streak は筆者が 1979 年にインドを訪れたとき、カタックの中央イネ研究所 (CRR1) で実物を見せてもらった。その後、タイ国内で同じ症状のイネを見付けたので、電頭で観察したが粒子は見られなかった。chlorotic streak の症状は mealy bug の吸汁害による疑いもあるが、まだ実証していない。いずれも今後問題を残している。

イネ萎縮病と同じ病徴のイネがネパールに発生し、クロスジツマグロヨコバイで伝搬試験をした報告 (JOHN et al., 1978, 79) がある。イネ萎縮病は日本、韓国、中国に分布することは知られている。中国では「稲普通矮縮病」という名を使っており、江蘇、浙江、湖南、四川、広東などに分布している (中国農作物病虫図譜, 1974)。この中国南部以外のネパール周辺の熱帯アジアでは未発見なので、その分布は興味ある問題となっている。

おわりに

以上述べたように、タイに発生するイネウイルス病のうち、ラギド・スタント病、わい化病、トランジトリー・イエローイング病、グラッシー・スタント病のように発生地域の拡大によって、日本と熱帯アジアに共通するものが増加してきた。この点だけをみても、熱帯作物病害研究の重要性が高くなってきたといえよう。

熱帯アジアのイネ及びマメ類のウイルス病に関する研究プロジェクトは、現在なお進行中であり、今後更に研究を進めなければならない。イネについて言えば、新ウイルス病ゴール・ドワーフ病の発見、トランジトリー・イエローイング病の新分布発見のほか、ラギド・スタント病の発生生態及びその媒介虫の生態調査などの研究が実施されている。マメ類ウイルス病を担当するグループも、ダイズ、ラッカセイ、マングビーンなどの新ウイルス病、新分布の発見を含む 11 種のウイルス病を同定している。

このように、中間段階である程度の成果を得ることができた背景には、日本側の支援体制が行き届いていることと同時に、タイ農業局の受け入れ体制が整っており、共同研究の協力関係が円滑に運ばれたことが挙げられる。日本とタイの関係者各位に心からの感謝の意を表したい。

主な引用文献

- DISTHAPORN, S. (1980) : The Second Southeast Asian Symposium on Plant Diseases in the Tropics, Bangkok, Thailand 提出論文。
 HIBINO, H. et al. (1977) : Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor 35 : 1~15.
 ——— et al. (1974) : Tech. Bull. TARC No. 7 : 1~67.
 井上 齊ら (1980) : 日植病報 46 : 412~413 (講要).
 守中 正ら (1980) : 同上 46 : 412 (講要).
 OMURA, T. et al. (1980) : Plant Disease 64 : 795~797.
 齊藤康夫ら (1976) : 日植病報 42 : 375 (講要).
 SHIKATA, E. et al. (1980) : Proc. Japan Acad. 56, Ser B : 89~94.

タイで発生する有用植物の疫病

農林水産省熱帯農業研究センター ^{たか}高 ^や屋 ^{しげ}茂 ^お雄

はじめに

かねてから、農林水産省熱帯農業研究センターでは、“タイ国における土壌病害に関する研究”を実施し、3人の長期研究員がタイ政府、農業局植物病理部において、このテーマの下で研究に従事した。タイに発生する土壌病害のなかから疫病の重要性に着目して研究を開始したのが鈴木孝仁技官（現静岡農試）であり、小林紀彦技官（現農事試）によって更に2、3の疫病の発生が確認されると同時に、疫病菌の菌学的研究が行われ、次いで筆者がパイナップルの芯腐病“Heart rot”を取り上げ、その発生要因と病原菌の生態を明らかにすべく研究を行った。したがって、タイにおける有用植物の疫病の発生事情についての紹介は、多数の作物について疫病を探索された前任者の方々のほうが筆者よりもむしろ適切であろうが、今回5年半に及んだこの課題が終了することになって、筆者がリレーで言えば最終走者になり、またタイ側の共同研究者として熱研センター研究員の3人ともが研究の苦業をともしした Mrs. UBOL KUEPRAKONE がカウンターパート招への機会に恵まれ、折よく熱研センターに滞在中であるので、彼女の知識や意見も含めてこの稿を取りまとめることにした。

I タイの風土と農業のあらまし

本題に入る前に、タイの気候、地勢及び農業について簡単に述べておく必要がある。

タイはインドシナ半島の中央部、北緯 5~21度、東経 97~106 度にまたがっており、一番長いところで南北約 1,600 km、東西約 500 km、面積は日本の約 1.4 倍、51 万 4000 km² あり、約 4,600 万人の人口を数える。

タイの気候の特徴は、まず冬がないことが挙げられるが、これは熱帯の国なので当然である。一番暑いのが 3~4 月、やや気温が下がるのが 12~1 月で、1977 年のバンコクでの統計によれば、最高気温が 36.1°C、最低が 20.9°C、年平均は 28.7°C となっている。気温の地方による差異は少ない。もう一つの特徴は雨季と乾季が明瞭に分かれていることである。雨季（5~10 月）の間はほとんど毎日、1~2 時間のスコールがくる。雨の絶え間

が 1 週間と続くことはなく、タイ名物の洪水があちこちに見られるのがこの時期である。ところが乾季（11~4 月）に入ると一転して毎日が快晴となり、この半年間にバンコクではバラバラ程度の雨が 2~3 回もあるであろうか。ただし南部と東南部の一部は乾季の間にもときどき降雨があり、年間雨量も約倍の開きがある（チェンマイ（北部）、1,173~1261 mm；バンコク（中央部）、1,040~1,519 mm；プケット（南部）、1,993~2,787 mm、いずれも 1974 と 1977 年）。このように、年間を通じてみると著しく片寄った雨の分布は、透水性、保水性の悪い粘重な土壌と相まって、植物の生育に苛酷な条件を強いている。熱帯では常時豊かな気温に恵まれ、植物は年中すくすくと育つと思いがちであるが、それは適当に水が与えられればの話であり、半年間も雨が降らない条件下では決してそうではない。

次に地勢であるが、タイにも山もあれば丘もある。しかし、メナムとメコンの二大河の流域の広大な地域は、全くの平たん地である。英語で“basin”と表現されているのに出会ったことがあるが、正に巨大な“たらい”であり、傾斜がないので水の流れようがない。雨季の洪水は、このような地形によることが大きい。

農業はタイの国民経済において支配的な位置を占めている。農家人口は約 2,900 万人で全人口の 67% を占め、全輸出に占める農林水産物の割合は 79.7% である（1977 年）。

主要作物としては米以外にトウモロコシ、サトウキビ、キャッサバ、ケナフ、ゴム、パイナップル、熱帯果樹などが挙げられる。そのほかにマメ類、各種の野菜など作物の種類は極めて多い。“ヒマシ”とか“ゴマ”、はてはショウガまで作られているが、果樹や野菜は自家用をわずかに規模を大きくした程度の狭い畑に、色々な作物をごたごとと植え付けている場合が多い。農家の作物の病害虫に対する関心は、収益性の高い作物を集約的に栽培している場合にはかなり高く、農業散布もしばしば行っている。しかしそれはごく限られた一部であり、施肥すら行わずに作物を栽培している農家のほうが多い。

II タイに発生する疫病の種類

雨季の後半（9~10 月）になると、平たん地では年に

タイで検出された *Phytophthora* 属菌の種類と寄主植物 (有用植物) (鈴井, 1976, 1979; 小林, 1978)

寄主植物	<i>Phytophthora</i> 属菌の種類
ドリアン カンキツ類 パインアップル ゴム(パラゴムノキ)	<i>Phytophthora palmivora</i> <i>P. nicotianae</i> var. <i>parasitica</i> <i>P. nicotianae</i> var. <i>parasitica</i> { <i>P. botryosa</i> { <i>P. nicotianae</i> var. <i>parasitica</i>
ラン類	{ <i>P. nicotianae</i> var. <i>parasitica</i> { <i>P. palmivora</i>
トマト トウガラシ ケナフ	<i>P. infestance</i> f. sp. <i>infestance</i> <i>P. capsici</i> <i>P. nicotianae</i> var. <i>parasitica</i>

よってその程度に差こそあれ、決まったように洪水に見舞われる。果樹園、野菜園もこの難を免れることはできず、長い場合は1か月以上も地際から下が水没したり、小さな作物では冠水したりする。このような環境は、疫病の発生に好適と考えられる。

タイにおける植物疫病と疫病菌の本格的、科学的な研究は、1974年カリフォルニア大学の P. TSAO 氏が3か月滞在して調査研究をされたのを皮切りに、その後は鈴井技官以下熱研センター勢を中心として行われてきたと言っても過言ではない。鈴井、小林両技官の報告書から、タイで検出された *Phytophthora* 属菌の種類とその寄主植物 (有用植物) をとりまとめると表のとおりである。

タイの Host list によればこのほかにも、サトイモ、ハイビスカス、ヘチマ、タバコ、インゲン、コショウ、ゴマ、ナス、ジャガイモ、ショウガなどが *Phytophthora* 属菌の寄主植物として挙げられている。このうち、コショウ、ゴマ、ナスについては、鈴井、小林技官の調査では *Phytophthora* 属菌は検出されなかった。これらの多くはまれに被害材料が見付かる程度のもののように、*Phytophthora* 属菌との関連についても更に詳しく検討される必要がある。

次に *Phytophthora* 属菌に起因する病害のうち、代表的なものについて病徴やその重要性などについて述べてみたい。

1 ドリアンの立ち枯れ、根腐れ、幹枯れ、果実腐敗

ドリアンは成木になると高さ 10~15m に及ぶ喬木であるが、樹の各部分が侵害される。白色の細根は始めアメ色、後黒褐色に変色する。太い根や幹には暗褐~黒褐色の病斑が発生し、樹皮をはぐと赤褐色に変色した材部のあちこちに、特徴のある赤黒色の縦じまの模様が生じる。主根の地際や主幹が病斑にとり巻かれると、葉に萎ちょうが始まり落葉し、やがて樹全体が立ち枯れとな

る。枝や果実にも褐色または黒褐色の病斑が独立的に発生することがある。

かつてバンコク周辺のトンブリ、ノンタブリ地区はドリアンの名産地であった。ところが最近ではバンコクで消費されるドリアンのほとんどが東南タイ産のものに取って代わられている。その理由はトンブリ、ノンタブリ地区のドリアン樹が、この病害により壊滅的な被害を受けたためである。抵抗性品種の台木を用いて、本病の被害を回避する方法などが試みられ始めている。

2 カンキツ類の根腐れ、幹枯れ

地下部の腐敗または地際に近い主幹に病斑が発生することにより、樹勢の低下、葉のわい小化、黄化、落葉、枝枯れなど様々な症状が地上部に現れる。被害の激しい場合は樹全体が枯死することがある。また樹の半分は正常であるが、他の半分は枯死するような例もある。鈴井技官の調査結果によれば、タイで通常栽培されている4種のカンキツ類のうちの2種 (タイ語でソム・キオ・ワン (マンダリンオレンジ) とソム・チン) から *Phytophthora* 属菌が検出されたが、分離率は低かった。このような症状の発生にどの程度 *Phytophthora* 属菌が関与しているかはなお十分明らかではないが、本症状はバンコク周辺のカンキツ栽培で大きな脅威となっている。

3 パインアップルの芯腐病

最初、葉の下部と茎 (葉の下部の地下に埋まっている球根のような部分) に水浸状の病斑が生じる。病斑は速やかに進展し、芯に近い葉の下部から褐色に変色し始め、やがてすべての葉の基部が侵されて、葉全部がバラバラと崩れ落ちる。果茎や果実も侵害されることがあるが、極めてまれである。

4 ゴム (パラゴムノキ) の落葉、枝枯れ、ブラックストライプ

葉柄、葉、枝梢、それに幹が侵される。葉柄には褐~黒色の病斑が生じ、葉では葉脈や中肋に沿って褐~灰~黒色の病斑が発生し、いずれも落葉の原因となる。

幹が侵害されると、その部分は樹皮が軟らかになり、褐~黒褐色に変色して凹陷し、樹汁を取るためにはく皮した部分に病斑が達すると、その部分に本病の特徴であるブラックストライプ (黒いしま模様) が生じる。本病は異常落葉の原因となってラテックス (ゴム汁液) の生産量を減少させるが、樹が枯死することはまれなようである。

5 ラン類の黒斑

芽、葉、茎に褐色で周辺が水浸状の病斑が現れ、やがて濃黒色に変色し、放置しておくとも植物全体が枯死する。タイは世界最大のランの輸出国である。専門的にラ

ン栽培を行っているところは薬剤防除がなされており、農家の庭先などで数株のランがあまり手入れもされず置かれているようなところで本病を見かけることがある。しかし、周囲へ急激にまん延することはなさそうである。

6 ケナフの茎腐れ

茎の下部が侵される。植物が若いうちは速やかに萎ちょう、枯死する。植物が大きくなってから発病した場合には、始め不明瞭で小型の病斑が拡大し、やがて茎の全長に及び黒色となる。この段階で葉は萎ちょう、落葉する。

主に東北タイに栽培されていたケナフは、収益性が低いために、最近ではキャッサバなどの他の作物に取って代わられており、重要な病害とは考えられていない。

III タイにおける *Phytophthora* 属菌の菌学的研究

鈴井、小林両技官により同定された *Phytophthora* 属菌の形態については、それぞれの報告書を参照されたい。

タイ産 *Phytophthora palmivora*, *P. nicotianae* var. *parasitica* 及び *P. botryosa* の mating type (配偶型) についての鈴井技官の調査結果によれば、ドリアン、ラン及びドリアン園の土壌から分離された *P. palmivora* はすべて mating type A¹, *P. nicotianae* var. *parasitica* については、パインアップルから分離されたものは mating type A² のみ、マンダリンオレンジからの株は homothallic のものと mating type A¹, ランからの株には homothallic のもの、mating type A¹ のもの、A² のものの3型があった。またパラゴムノキから分離された *P. botryosa* は、mating type A¹ と A² であった。この点についての小林技官の調査結果もほぼ同じである。

鈴井技官は3種類の *Phytophthora* 属菌の幾つかの系統について、ドリアン、マンダリンオレンジ、パインアップル、ゴム、ラン及びコショウに対する病原性を交互接種により検討したが、その結果は次のとおりである。*P. palmivora* のうちドリアンからの分離株はドリアン、マンダリンオレンジとゴムを侵し、ランからの株はこれら3種の植物のほかにランを侵害した。マンダリンオレンジ、パインアップル及びランから分離された3系統の *P. nicotianae* var. *parasitica* については、いずれもコショウ以外のすべての接種植物になんらかの病原性を示した。また、パインアップルとラン (*Vanda*) からの1系統は、コショウにも弱いながら病原性が認められた。ゴムから分離された *P. botryosa* はドリアン、マンダリンオレンジ、ゴム及びランを侵害した。

小林技官は *Phytophthora* 属菌と *Pythium* 属菌の遊走子分化の過程の相違を8mm 映画を用いて明瞭に示した。また、*P. palmivora* について細胞学的研究を行い、菌糸、遊走子のう及び厚膜胞子は多核であり、遊走子のう内の核数はその大きさによって26~137と隔たりがあるが平均60であること、有性器官も多核で蔵卵器では5~22、底着している蔵精器には4~11、卵胞子には1~4個の核が見られること、一方遊走子と被のう胞子は単核で、被のう胞子が発芽すると胞子内で核分裂が起こり、発芽管に移行し、その後次々に核数が増加すること、菌糸の細胞の染色体数は9個らしいことなどを明らかにした。

IV パインアップル芯腐病 (Heart rot) の発生要因と病原菌の生態

タイにおける *Phytophthora* 属菌とそれらに起因する病害の研究は、これまで述べてきた菌の分類・同定をはじめとする主として菌学的な研究のほかには、幾つかの薬剤防除試験が行われてきた程度で、病害の発生要因や病原菌の生態についてはほとんど明らかにされていない。

そこで筆者はパインアップル芯腐病について、これらの諸点を明らかにすべく調査研究を実施した。タイはアメリカ、フィリピンに次いで世界第3位のパインアップルの生産国で、約10万haの栽培面積から、200~250万tのパインアップルを生産している。芯腐病はマールフルーツとともにパインアップルの二大病害とされている重要病害である。調査研究結果の概要は次のとおりであった。

まず、1978年10月(雨季の終わり、この年は雨が多かった)から、主産地であるプラチュアップキリカン県を中心に定植後間もないパインアップル園を選んで、本病の発病状況を追跡調査したところ、多数の畑で本病が観察され、初発生は苗の定植後1~3か月で認められた例が多かった。被害の多い“patch 形成型”の発病は、やはり水のたまりやすいくぼ地や低地に多い傾向があり、小高い場所では散発型の発生にとどまった。また、斜面では水の通路に沿って病株が発生している例があり、病原菌が水により運ばれたことを示唆している。成園になっているパインアップル園で、新鮮な罹病株が見られることは極めてまれであった。この年には、12月の調査までは場における病株数が増加したが、その後は翌年の雨季においても新期発病株は極めて少なくなった。1979年2月(乾季)に定植された苗は乾燥のためか生育は不良であったが、本病の発病は全くなかった。1979年の雨季は降水量が少なかった。このときに植え付けられ

た苗には、散発的に罹病株が発生した例はあったが、前年のような大発生は皆無であった。以上のことから、本病は主として植物が小さいときに発生する病害であり、雨季が多雨の年に発生が多く、水のたまりやすい場所で被害が多いが、この理由はほ場内での二次感染によるものらしいなどのことが分かった。

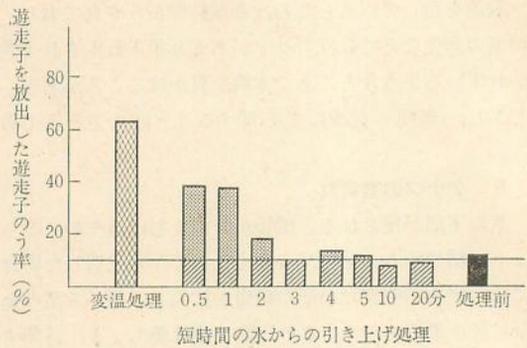
次に、新植園では場における本病の初発生が早いことから、苗によって第一次伝染源がほ場に持ち込まれている可能性が考えられたので、農家が植え付ける前の苗を調査したところ、1978年の雨季にはかなり高率に本病に潜在感染した苗が混じていた。

本病は新鮮な罹病株の跡地に苗を新植すると容易に発病し、罹病株の周りに鉢植えにした苗を置いても伝染がみられるので、病原菌は雨滴によっても周りに飛散するものと思われる。潜伏期間は最短の場合7~10日であった。病原菌の侵入部位については芯(中心部の葉の基部)からも侵入が行われるが、より高率に発病するのは病原菌を新生一次根(苗を浅い水につけておくと、1~2週間で茎の部分から太い白色の根が発生する)に接種した場合であった。この場合には、茎に接種した根の基部から水浸状の軟腐が始まり、2~3日で茎部を腐敗させ、葉の基部にも及び、典型的な“Heart rot”の症状を生じた。

鉢に植え付けたバインアップル苗の株元の土壌に病原菌の遊走子液を接種すると容易に発病した。バインアップルの苗は木陰などに上下を逆さまにし、茎を上にして立て掛けておくと2~3週間で5mm程度の発根が見られる。このようにして少し発根させたものをほ場に定植する。この植え付け前の苗の根に病原菌の遊走子液を付着させておくと、特に湿度の管理を行わなくても発病するものがあった。病土の上に苗束を置いても、また苗束中に病苗を混ぜておいても、健全な苗に本病の伝染が認められた。このようにバインアップルの苗は根を通じて本病に感染しやすく、ほ場における芯腐病の第一次伝染源は、潜在感染した苗によって持ち込まれている可能性が極めて大きい。

次に罹病したバインアップル上での病原菌の遊走子のう形成とそれらから遊走子が放出される条件について検討した。ほ場条件下では葉の基部のまだ褐色に変色する以前の緑色水浸状の病斑が、白色綿状の気中菌糸に覆われているものが見付かることがあった。それらを鏡検すると、時折遊走子のうが形成されているのが観察された。

バインアップルの葉に発生した新鮮な病斑を水にぬらすか、水中に浸漬すると15~17時間後から遊走子のう



P. nicotianae var. *parasitica* の遊走子のうの水からの引き上げ時間と遊走子放出との関係

が形成され始め、その後数時間~10数時間にわたり、遊走子のう数は急激に増加した。ただし水に浸漬した場合、水の表面近くには多数の遊走子のうが形成されるが、水深が深くなるにしたがってその数は激減し、15mm以上の深さでは全く形成されなかった。病斑の一部分が遊走子のう形成能を保持する期間は環境条件によって異なり、高湿度条件下で10日、水に浸漬すると5~7日、空气中に放置し乾燥させると3~4日であった。

24~28°Cに保った *P. nicotianae* var. *parasitica* の遊走子のうを、30分~1時間程度温度低い温度にさらし、再び元の温度に戻すと遊走子が放出されることはよく知られている。しかし常時高温のタイでは、降雨時を想定しても気温が急激に数度下がることはなく、ほ場で遊走子が放出される条件として、気温の変化によると考えるには無理があるように思われた。事実、遊走子のうがほぼ形成されている菌糸片を水に浮かべたペトリ皿を室内に放置し、自然の気温の変化にまかせておいても、遊走子を放出して空になった遊走子のうはほとんど観察されない。そこで自然での遊走子放出が説明できるような他の要因を探したところ、遊走子のうをごく短時間(1/2~2分間)水から引き上げ、再び水に戻すと、遊走子が放出されることが明らかになった。図はその実験結果を示したものである。ただし、水からの引き上げ時間が3分以上になると遊走子のうは遊走子放出能力を喪失した。

最後に、定植前のバインアップル苗を数種の薬液に浸漬した場合の本病に対する防除効果について検討したところ、リドミルが、各種の基礎試験で優れた効果を示した。現地試験ができなかったのは残念であるが、タイの研究者に引き継がれ、本薬剤を用いた実用的な防除法が検討されている。

おわりに

以上述べてきたように、タイにおける植物疫病の研究はまだ緒についたばかりである。タイの農業上大変重要な病害が2, 3含まれており、タイの人々からは“とにかく防除法を研究してみてください”といとも簡単に言われる。しかし永年性作物の土壌病害で、しかもそれが洪水とともにやってくるので、いずれをとってもとても一筋縄ではいかない難問ばかりである。病原菌の生態などについても不明の点がまだまだ多い。とりあえずそれらの点の一つ一つ明らかにすることが先決であると思われる。

参考文献

- 1) SUZUI, T. et al. (1978) : Mating types of *Phytophthora palmivora*, *P. nicotianae* var. *parasitica* and *P. botryosa* in Thailand. Trans. Mycol. Soc. Japan (日菌報) 19 : 261~267.
- 2) ——— et al. (1979) : *Phytophthora* spp. isolated from some economic plants in Thailand. Thec. Bull. Trop. Agr. Res. Center, Japan 12 : 32~41.
- 3) ——— et al. (1979) : Cross-inoculation of *Phytophthora* spp. isolated from some economic plants in Thailand. Thec. Bull. Trop. Agr. Res. Center, Japan 12 : 42~47.
- 4) KOBAYASHI, N. et al. (1978) : The report of the joint research work on “Studies on the soil borne diseases of economic plants in Thailand, with special reference to *Phytophthora* diseases”. p. 124. TARC, Japan and Dept. of Agriculture, Thailand.
- 5) TAKAYA, S. et al. (1980) : The report of the joint research work on “Studies on epidemiology of pineapple heart rot disease and ecology of its pathogen, *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*”. p. 166. TARC, Japan and Dept. of Agriculture, Thailand.

人事消息

○植物防疫所

新 職 名

旧 職 名

☆横浜植物防疫所

梅木 亀男氏 札幌支所苫小牧出張所長
 加賀谷 毅氏 塩釜支所八戸出張所長
 松井 好直氏 “ 大船渡出張所長
 佐藤 勲氏 成田支所業務課防疫管理官
 中井 武氏 “ “ “

門司植物防疫所下関出張所長
 横浜植物防疫所塩釜支所大船渡出張所長
 “ 成田支所業務課防疫管理官
 “ 札幌支所苫小牧出張所長
 名古屋植物防疫所伏木支所防疫管理官

☆名古屋植物防疫所

安部 凱裕氏 本所国内課防疫管理官
 村上 良治氏 蒲郡出張所長
 中里 清氏 伏木支所防疫管理官

神戸植物防疫所国際第二課防疫管理官
 横浜植物防疫所塩釜支所八戸出張所長
 名古屋植物防疫所蒲郡出張所長

☆神戸植物防疫所

下良 房夫氏 本所調整指導官
 崎山 健二氏 “ 国際第一課
 村松 有氏 “ 国際第二課防疫管理官
 中川 工氏 “ 国内課
 中田 敏之氏 坂出支所長
 藤岡 一治氏 姫路出張所長
 谷田 義弘氏 広島支所宇野出張所長
 井上 忠行氏 伊丹支所防疫管理官

神戸植物防疫所坂出支所長
 門司植物防疫所名瀬支所
 名古屋植物防疫所国内課防疫管理官
 胆振馬鈴薯原種農場原種部
 神戸植物防疫所姫路出張所長
 “ 広島支所宇野出張所長
 “ 伊丹支所防疫管理官
 門司植物防疫所福岡支所三池出張所長

☆門司植物防疫所

中野 實氏 下関出張所長
 一丸 政雄氏 福岡支所三池出張所長
 森岡 潮氏 鹿児島支所三角出張所長
 大戸 謙二氏 名瀬支所

門司植物防疫所国際課防疫管理官
 “ 鹿児島支所三角出張所長
 横浜植物防疫所成田支所業務課防疫管理官
 神戸植物防疫所国内課

ニカメイガの配偶行動と環境条件

農林水産省北陸農業試験場 ^{かん}菅 ^の野 ^{ひろ}紘 ^お男

はじめに

近年、昆虫の配偶行動に関する研究の発展は目覚ましいものがある。そして、それらの研究をその目的によって分類すれば、①Bionomics としての立場、②行動学あるいは行動生理学的立場、③性フェロモン及びそれらによる交信システムを化学的に解明しようとする立場、更に、④これを害虫の総合防除に利用しようとする応用科学的な立場などに分けられる(佐々木, 1977)。このなかで、筆者がこれから述べようとする環境条件とのかかわりについての報告は極めて多いが、それらは上記各立場の研究上の基礎的知見として、いわば断片的に扱われているものがほとんどであり、体系だった研究は意外に少ない。

ここでは主に、温度、日長、照度などの環境条件がニカメイガの配偶行動にどのような影響を及ぼすのかについて述べ、それら条件とのかかわりからみた配偶行動の誘起機構といった点を探ってみたい。細部についての研究はまだ中途ではあるが、大胆な推測をも含めて論を展開したい。

稿を草するにあたり、多くの有益な文献を御紹介下さった理化学研究所 田付貞洋氏、京都大学 農業研究施設 北村実彬氏に謝意を表する。

I 配偶行動の季節的变化

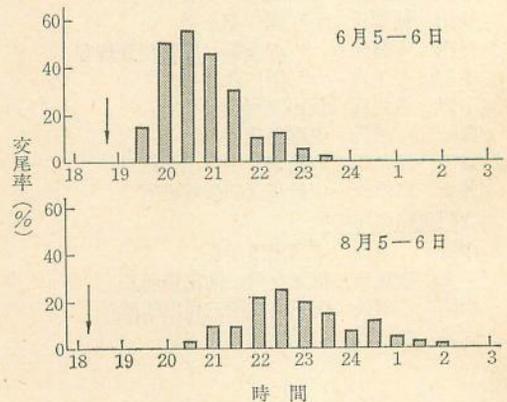
ニカメイガは日本国内では一部の地方を除いて、おおむね年2回発生する。発生時期も地域により多少の変動がみられるが、北陸地方では5月下旬から6月中旬に第1回成虫が、7月下旬から8月中旬に第2回成虫が現れ、その時期は誘蛾燈の記録を見る限り過去30年ほど、ほとんど変化がみられない。

発生時期の違い、すなわち季節によって昆虫の配偶行動に様々な変化が生じることは、幾つかの鱗翅目昆虫において知られている。例えば、若村(1979)はカブラヤガの交尾を観察し、夏期には春期あるいは秋期に比べて交尾時刻が遅れ、交尾継続時間が短くなることを報告している。またハマキガの一種 *Argyrotaenia velutinana* の場合、雄が合成性フェロモンに誘引される時間の中心は

4~5月では日没以前であるのに7月にはそれが日没以降にずれ込むという(COMEAU et al., 1976)。同様の現象はほかにイラクサキンウワバ(SAARIO et al., 1970)やコドリシガ(BATISTE et al., 1973)などでも確認されている。

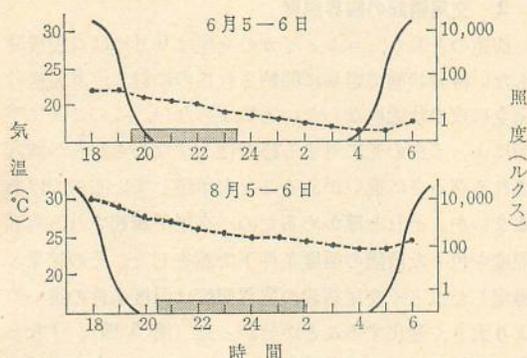
それではニカメイガの場合はどうであろうか。処女雌の片翅を木綿糸で縛りつけたいわゆるつなぎ雌を、各世代の発蛾最盛期である6月上旬と8月上旬には場に設置し、交尾行動の季節的变化を調べてみた。結果は第1図に示される。この図を見てまず気の付くことは、季節間で交尾時刻にはっきりとした違いが認められることである。6月の場合、交尾は日没後間もない薄暮状態から既に始まり、20時30分前後にピークに達して24時にはほぼ終息をみる。それに対して、8月の場合には日没時間が多少早まるにもかかわらず交尾時刻は逆に遅れ、ピークに達する時間は6月のそれよりも約2時間後退した。このような現象は交尾のみならず、雌のコーリング行動や雄のフェロモンに対する反応行動においても同様に確認されている(KANNO, 投稿中)。次に注目されることは季節間での交尾率の違いである。6月の場合、供試雌の80%近くが交尾を行ったのに対し、8月ではそれが約半分に減少した。

交尾時刻及び交尾率のこうした違いは、いったい何に起因するのであろうか。それを解く一つの鍵を筆者は環境条件とのかかわりに求めた。6月と8月の間で大きな違いがあると思われる環境条件のなかから温度と光の二



第1図 交尾時刻及び交尾率の季節的变化
矢印は日没を示す

Effects of Environmental Factors on Mating Behavior of *Chilo suppressalis* WALKER By HIROO KANNO



第2図 観察時間中の温度(破線)及び照度(実線)の変化
ベースライン上の棒は交尾時間帯を示す

つを選定し、観察時間中のそれらの変化を調べてみた(第2図)。その結果、温度すなわち気温の動きは両時期とも同じような変動過程をとるが、気温そのものは明らかに8月のほうが高く、平均値で約7°Cの差があった。また日長にも若干の変化がみられ、日没から日の出までの夜の長さは8月のほうが約60分長かった。

これらの要因はニカメイガの配偶行動にどのようなかわりを持つのであろうか。

II 温度及び湿度の影響

温度及び湿度は、昆虫の生存、発育、増殖などの種々の場面に大きな影響を及ぼす重要な要因である。まずはこれら二つの要因と配偶行動との関係を室内で調べてみた。

1 交尾と温度条件

各種温度条件と交尾との関係を調べると、ニカメイガの交尾はかなり広い温度範囲で成り立つことが分かる(表)。すなわち、その低温限界と高温限界はそれぞれ8°Cと37°C付近にあり、好適な温度条件は20°C前後であろうと推察される。更に交尾成立と密接な関連を持つと思われる雌のコーリング行動や雄のフェロモンに対する反応もほぼこれと同傾向の温度反応を示した。また交尾時刻も温度条件の違いによって変化し、高温になるにつれて顕著に遅れてくる。そして、この種の遅れは交尾のみならず、やはり雌雄それぞれのコーリングやフェロモンに対する反応行動においても同様に確認された(KANNO and SATO, 1979)。

配偶行動に対する温度の影響、特にその時刻に及ぼす影響について論じた報告は多い。SOWERら(1971)によれば、イラクサキンウババのコーリングは温度が36, 30及び24°Cならば平均して消燈後8時間目ぐらいに

交尾に対する温度の影響

温度(°C)	供試対数	交尾対数	交尾率(%)	交尾開始時刻(消燈後時間)	交尾継続時間
8	60	2	3.3	—	—
10	60	5	8.3	1:18	4:06
15	60	26	43.3	1:23	4:18
20	60	33	55.0	2:04	3:31
25	60	29	48.3	2:58	2:35
30	60	18	30.0	4:08	1:50
35	60	6	10.0	4:20	1:35
37	60	1	1.7	—	—

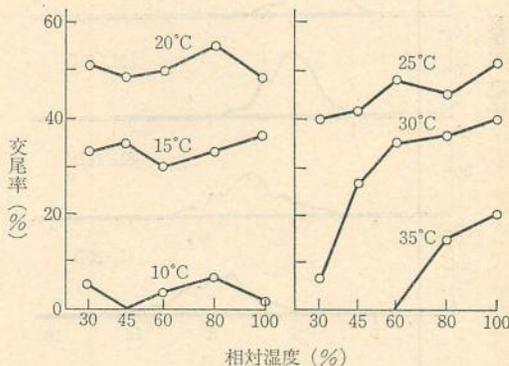
起きるが、18°Cになるとそれが消燈後3時間前後に早まり、更に12°Cでは消燈わずか1時間後にそのピークが現れるという。低温条件下でコーリング時刻が前進するというこうした例は、ほかに、*Argyrotaenia velutinana* (COMEAU, 1971) や *Choristoneura fumiferana* (SANDERS and LUGUIK, 1972) などにおいても報告されている。

野外でのニカメイガの交尾時刻が6月に比べ、8月では約2時間遅れることを前に述べたが、その一つの重要な原因は、配偶行動の日周期が温度によって影響を受け、そのリズムに変化を来したことにあると言えそうである。

2 交尾と湿度条件

交尾率に及ぼす湿度の影響は温度条件によって支配される(第3図)。この図で言うならば、20°C以下の低温下では交尾に対する湿度変化の影響は全く認められない。ところが25°C以上の高温になるとだいにその影響が現れ、低湿度条件下で交尾率は低下するのである。しかし、交尾時刻や交尾継続時間に対する湿度の影響は全く認められなかった(KANNO and SATO, 1979)。

北陸地方における特異的な気象現象の一つにフェーン



第3図 交尾に対する温度と湿度の複合作用

がある。毎年ひと夏に2~3度発生するが、日本海にある低気圧に向かって乾燥した南風が吹き込み、気温 35°C 以上、湿度 40% 以下に達する高温低湿の異常な気象状況を呈する。上記の試験結果から考えて、このような状況下ではニカメイガの交尾はかなりの抑圧を受けるものと思われる。

III 光 (日長, 照度, 波長) の影響

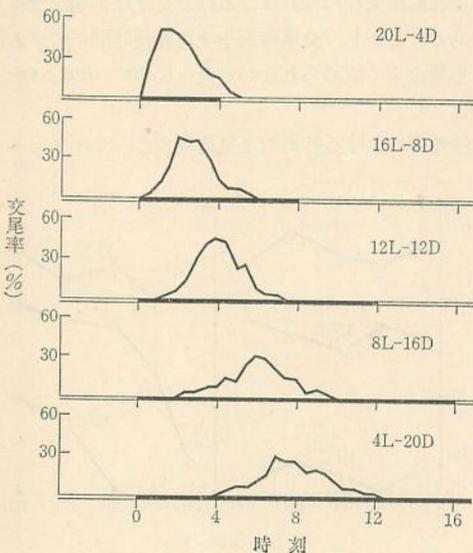
1 交尾時刻と日長条件

6月と8月とでは日長に約60分の違いがあることを前に述べた。わずか60分ではあるが、この違いが交尾時刻変動の一要因になりうる可能性はないのだろうか。それを明らかにすべく交尾の日周期性に対する日長の影響を調査してみた。結果は第4図に示されるが、日長条件の違いにより交尾時刻にはっきりとした違いが生じることが分かった。すなわち、20L-4D、16L-8Dなどの長日条件下では消燈後比較的速やかに交尾が開始されるのに対し、日長が短くなるにつれてだいにその時刻は遅れてくる。

SAARIO ら (1970) はイラクサキンウワバのコーリング時刻が、また野口 (1979) はチャハマキの交尾時刻が、やはり短日条件下で遅れることを報じている。

ニカメイガの場合、更にその変動の幅は温度とも密接なかわりを持ち、高温ほどその変動が大きい。

6月と8月の日長の違いはわずかに60分前後ではあるが、両時期の温度条件の違いなどをも考慮するならば、それが交尾時刻に微妙な影響を及ぼしている可能性が全くないとは言えない。

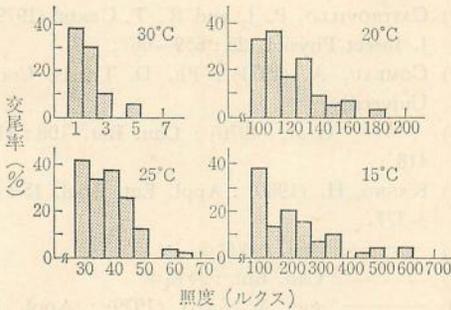


第4図 交尾時刻に対する日長の影響

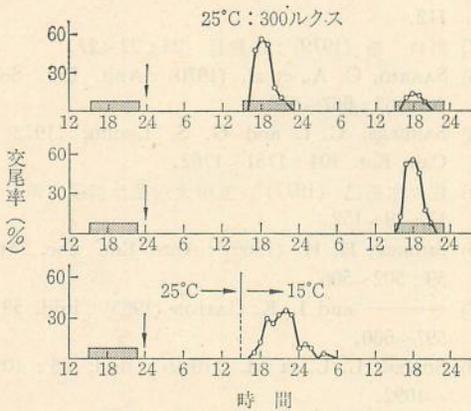
2 交尾誘起の臨界照度

前述のとおり、ニカメイガの交尾は6月には日没後間もない薄暮状態で容易に開始されるのに対し、8月には完全に夜の状態にならないと始まらない。このことは季節によって虫の光に対する感受性、すなわち行動が誘起される明るさに違いがあることを示唆しているのではあるまいか。それを確かめるため、交尾が誘起される臨界照度を色々な段階の温度条件下で調査した。その結果、推定したごとく交尾誘起の臨界照度は温度条件の違いにより大きく変化することが分かった (第5図)。すなわち、低温の場合には比較的明るい条件の下でも交尾がみられるが、高温になるにつれてそれが誘起される臨界照度は著しく低下した。このような現象は全く新しい知見であり、これを裏付けるため、更に照度と温度とを組み合わせた種々の条件下で交尾誘起の有無を調査した。結果の一つが第6図に示される。25°C、300ルクスという条件の下では、300ルクスという明るさが25°C下における交尾誘起の臨界照度を超えているため、消燈あるいは照度低下の刺激を与えない限り、交尾は起こらない。しかし、300ルクスの明るさを変えなくとも温度を25°Cから15°Cに低下させてやれば、それだけで交尾は誘起される。同様の実験を更に色々な条件下で試みたが、ある限度以下の照度条件下で、この現象は確実に再現された (Kanno, 1980)。このことは交尾が誘起される明るさには限界があり、それが温度条件によって変化するという前記の事実を裏付けているものと思われる。こうした現象は、交尾のみならず雌のコーリング行動や雄のフェロモンに対する反応行動においても認められた (Kanno, 投稿中)。

昆虫の配偶行動と明るさとの関係についての報告はさほど多くはない。行動誘起の臨界照度についてはわずかにイラクサキンウワバ (Shorey, 1966) とウリキンウワバ (佐々木, 1977) のコーリングにおいて調べられているにすぎない。ましてやそれが温度条件によって変化するという報告は皆無である。しかし、前述したように温度の影響については大変よく調べられており、その中で高温から低温への温度変化が、雌雄それぞれの配偶行動を誘発する作用を持つという報告は多い (Cardé and Roelofs, 1973; Castrovillo and Cardé, 1979; Baker and Cardé, 1979)。これらは筆者が先に裏付けのために行った実験結果と現象的には全く同じであり、このことから考えて、配偶行動誘起の臨界照度が温度条件によって変化するという事実は、単にニカメイガだけではなく広く鱗翅目昆虫一般について言えることなのかもしれない。そしてこれが事実とするならば、ニカメイ



第5図 各温度条件下における交尾誘起の臨界照度



第6図 交尾誘起に対する照度及び温度低下の影響
矢印は雌雄同居時を示す

ガの交尾が6月では薄暮の状態就容易に開始されるのに対し、8月では完全に夜の状態にならないと始まらないという前記の現象をよく説明することができる。

3 交尾と波長との関係

太陽光のスペクトルが季節によって変化することはよく知られている。ただし、ニカメイガのような夜行性の昆虫にスペクトルの違いが影響を持つということは一般には考えにくい。しかし、日没前後の比較的弱い光の下で、この違いが微妙に影響を及ぼしている可能性がないとは言えない。そこで、各波長光の交尾に対する影響を調べてみた。この実験は現在進行中のものであり、まだ予備的な実験のデータしか得られていないが、波長の短い青色系の光は波長の長い赤色系のものに比べて交尾を抑制する作用がより強いことが分かってきた。すなわち、交尾が誘起される臨界照度は青色光のほうが赤色光に比べてかなり低い。

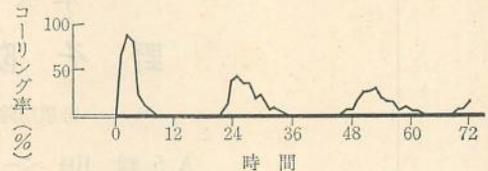
更に、夏期になると可視外の紫外線の量が増加する。ある強さ以上の紫外線を長時間にわたって照射された個体は、通常の個体に比べ交尾率がかなり低下するという事実も明らかにされつつある。しかし、より具体的な考

察は今後の実験結果を待ちたい。

IV 配偶行動のサーカディアンリズム

一般に生物の活動には日周期性がみられ、明暗環境に敏感に反応する。生物のこうした時間の測定機構はその時々々の環境条件とのかかわりもさることながら、基本的には生まれながらにして獲得された内因的なサーカディアンリズム(概日リズム)によって引き起こされる。昆虫の配偶行動としてその例外ではない。イラクサキンウワバ (SHOREY and GASTON, 1965; SOWER et al., 1970, 1971), ウリキンウワバ(佐々木, 1977) のコーリング行動やそれに同調する雄の激しい飛しょう行動には非常に正確なサーカディアンリズムの存在が知られている。配偶行動が引き起こされる機構を解明しようとする場合、このリズムの存在を無視するわけにはいかない。

ニカメイガの配偶行動のリズムがはたして内因的なものであるのかどうかを明らかにするため、雌のコーリング行動のフリーランニングリズムの様相を観察した。すなわち、25°C, 16L-8Dの条件下で定常状態のコーリングリズムを示している処女雌を暗期を延長する形で恒暗条件下に移し、以後3日間にわたってコーリング行動の観察を続けた。結果は第7図のとおりである。最初のピークが16L-8D下の最後のピークに当たり、以降、恒暗下でもほぼ24時間周期の行動が繰り返されることが分かった。ニカメイガの配偶行動にも明らかに内因的なサーカディアンリズムが存在するということができよう。



第7図 コーリング行動のフリーランニングリズムの様相

おわりに

ニカメイガの交尾が、季節によって変化するという現象から出発し、それを説明するために、温度、湿度そして光など、主な環境条件と配偶行動とのかかわりについて検討を加えてきた。これまで述べてきたごとくその関係は決して単純なものではない。しかし、一応その概略をまとめれば、ニカメイガの配偶行動誘起の機構は、基本的にはサーカディアンリズムによって支配され、更にそのリズムは諸々の環境条件によって影響を受けるという構図が浮かび上がってくる。それら条件の中では温度

の影響が大きく、それ自体の直接的な影響もさることながら、照度や日長に対する虫の反応に変化を与えるというように間接的にも配偶行動のリズムに微妙な影響を及ぼしている。

このように交尾時刻の季節の変動については、温度や光などのかかわりでほぼ十分に説明がつくことが分かった。しかし、もう一つの交尾率の季節的变化についてここではあまり検討を加えなかった。それを説明するに足る、十分なデータがまだ得られていないからである。これについては単に温度や光の影響だけではなく、もっと違った要因が複雑に絡み合っているような気がしてならない。

近年、性フェロモンを害虫防除に利用しようとする試みが精力的に行われている。その際の最も有効な利用法を確立するためにも、害虫の配偶行動とほ場環境とのかかわりを明らかにしておくことは重要である。このような観点からもこの研究を今後更に発展させていきたい。

引用文献

- 1) BAKER, T. C. and R. T. CARDÉ (1979) : J. Insect Physiol. 25 : 943~950.
- 2) BATISTE, W. C. et al. (1973) : J. econ. Ent. 66 : 883~892.
- 3) CARDÉ, R. T. and W. L. ROELOFS (1973) : Can. Ent. 105 : 1505~1512.
- 4) CASTROVILLO, P. J. and R. T. CARDÉ (1979) : J. Insect Physiol. 25 : 659~667.
- 5) COMEAU, A. (1971) : Ph. D. Thesis, Cornell University.
- 6) ——— et al. (1976) : Can. Ent. 108 : 415~418.
- 7) KANNO, H. (1980) : Appl. Ent. Zool. 15 : 372~377.
- 8) ——— : ibid. : 投稿中
- 9) ——— : Can. Ent. : 投稿中
- 10) ——— and A. SATO (1979) : Appl. Ent. Zool. 14 : 419~427.
- 11) ——— . ——— (1980) : ibid 15 : 111~112.
- 12) 野口 浩 (1979) : 応動昆 23 : 22~27.
- 13) SAARIO, C. A. et al. (1970) : Ann. Ent. Soc. Am. 63 : 667~672.
- 14) SANDERS, C. J. and G. S. LUCIUK (1972) : Can. Ent. 104 : 1751~1762.
- 15) 佐々木正己 (1977) : 玉川大学農学部研究報告 17 : 79~152.
- 16) SHOREY, H. H. (1966) : Ann. Ent. Soc. Am. 59 : 502~506.
- 17) ——— and L. K. GASTON (1965) : ibid. 58 : 597~600.
- 18) SOWER, L. L. et al. (1970) : ibid. 63 : 1090~1092.
- 19) ——— et al. (1971) : ibid. 64 : 488~492.
- 20) 若村定男 (1979) : 応動昆 23 : 251~256.

本会発行図書

野そ防除必携

野鼠防除対策委員会 編

A 5判 104 ページ 900 円 送料 200 円

野そ防除に関する事項を1冊にとりまとめた講習会のテキストなどに好適な書。

内容目次

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

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

防除作業と従事者への農薬付着

愛知県農業総合試験場 おぎ そまきとし たなべ ひとし
小木曾正敏・田辺 仁志

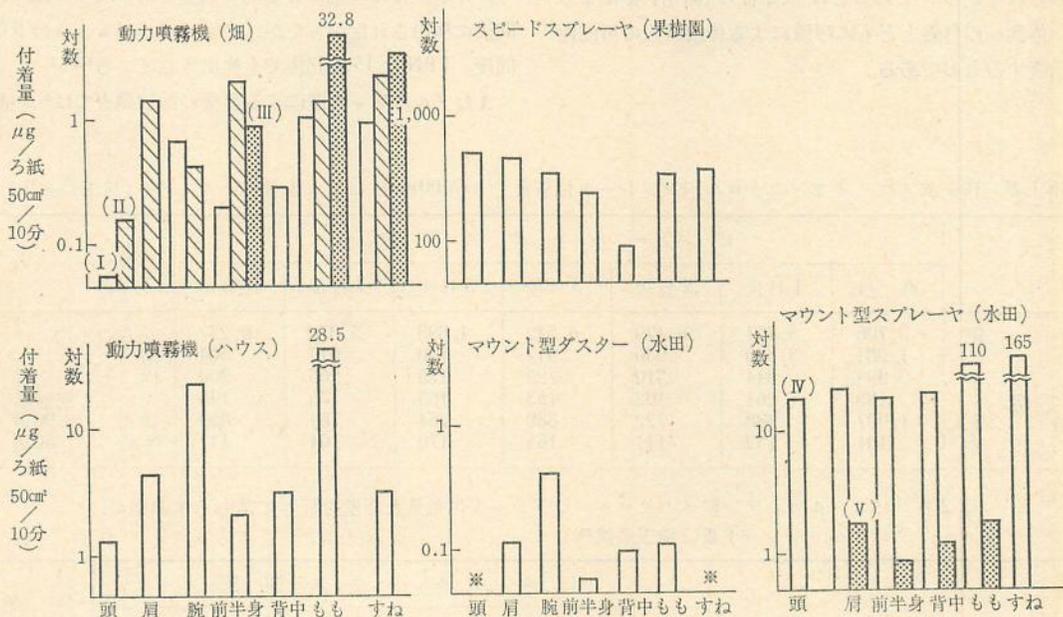
はじめに

農薬散布の目的は病害虫の防除であるため、作業者への注意は怠りがちであり、散布作業の中には一度や二度は特別の自覚症状はなくとも酒や食事の味が落ちることを経験したことがあると思う。最近の農薬は、いわゆる低毒性農薬と言われ、人畜に対する急性毒性の低いものが多いにもかかわらず、あるアンケート調査によると4人に1人はなんらかの異状を経験していると言われる。農薬の使用にあたっては様々な規制措置が採られており、残留問題についてはかなり徹底しているが、それに比べ農薬の取り扱い、作業時の事故防止に対する配慮は十分とは言えないと考えられるので、農薬安全使用上の資料として散布時における農薬の付着、吸入などの調査結果を取りまとめた。

なお農薬散布後は場への再入時に起こる諸問題については他の総説を参考にされたい^{2,4)}。

I 果樹園における作業と付着

果樹園での農薬付着調査は、スピードスプレーヤ (SS) を中心に行われているが、オペレーターの単位作業時間当たりの付着量は第1図にみられるように、水田のマウント型スプレーヤや、ハウス内の動噴に比べて極めて多いとされている¹⁾。散布機種別では、動噴はSSより多く自走式SSはけん引式SSより多い²⁾。SSによる散布作業において薬液の付着部位をみると一般に頭部と大腿部に多いが、霧化が不十分で噴霧粒子が大きい場合は付着薬液が流れるため膝の上に多くなることや、小型普及型、小型幌付き、大型けん引式のSSでは肩から背中に多くなるという報告もある¹⁾。またSSによる作業中の付着量は前進中に少なく、旋回時に多くなることも観察されており²⁾、SSの型式よりも散布動線が付着量に差異を生ずるものと考えられる。このようなことから、SSによる散布作業は、普通「かっぱ」を着用して行われて



第1図 農薬の作業衣への付着量 (小木曾ら¹⁾)

注 ※：ろ紙片回収不能

(I)：キク茎長 32~68cm, (II)：キク茎長 63~116cm, (III)：キク茎長 30~89cm,

(IV)：散布者, (V)：オペレーター

いる。

また栽培形態の異なる場合では、垣根栽培と平棚栽培のナン園での調査結果をみると¹⁸⁾、垣根栽培は場での付着量が多く、ブドウ園とカキ園における調査例では樹高の低いブドウ園で顔面への付着量が多くなることなどが明らかにされた²²⁾。

丘陵樹園地など、SSの走行困難な地域で多く用いられている定置配管による防除作業の場合、散布者の農薬吸入量はSSオペレーターの2.7倍であったことは散布方法による差、すなわち定置配管方法の場合、地形、樹高、気象条件などにより瞬間的に比較的大量の薬液がかかる機会の多いためであろうと考えられた¹²⁾。

以上のように、果樹園における防除作業においては各種の条件によって農薬付着の程度は異なるものであり、長時間の作業には十分防護策を講ずる必要性が痛感されるとともに、薬剤の調合作業者の農薬吸入量は散布者に劣らず多い¹⁾ことから、この点についての配慮も忘れてはならないものであろう。

次に、農薬散布後の園内の気中濃度変化はどんなものであろうか。SS散布園の気中農薬粒子の粒径分布調査では¹⁾、散布後30分間に比較的大きな粒子は沈降し急激に減少したが、 2.1μ 以下の粒子の減少は少ないことが認められている。このことは散布後の園内作業によって、体部への付着とともに呼吸による体内吸入の可能性を示唆するものである。

II 施設栽培における作業と付着

ハウス内の環境は、露地とは異なり通路も狭いため防除作業時における農薬付着の状況もかなり違った傾向がみられる。すなわち、動噴による散布時の付着量調査例^{14, 20)}では、付着部位は作物に接触する大腿部からズボンのすそ部、手袋に多いことが認められている。

くん煙剤を用いた場合^{5, 20, 21)}、第1表に示したとおり、帽子、ひじ、手袋などの付着が多く、10日後においてもハウス内で作業することによって、各部に農薬の付着が見られている。またビニールカーテンへの付着も多い。これらのことからハウス内においては、薬剤散布時の付着とともに、作物体やビニール壁などへの接触による二次的な付着の多いことに注意する必要がある。

ハウス内は高温多湿であるとともに空気の動きも少ない環境であるため、散布された農薬の気中濃度の消長を知ることが、散布後の立ち入り可能時期の目安としても重要である。第2図に示したように動噴を用いて散布した場合²⁴⁾、散布3時間後では作業中の約1/4(0.2mg/m³)に減少していた。くん煙剤では作業終了直後は極めて高濃度であり、その後経時的に減少はするが作業後1~2時間はハウス内に立ち入ることは避けるべきであろう。なお、くん煙剤による他の調査ではDDVPは3時間後に検出されなかったが、クロルベンジレートは5時間後、TPNは15時間後でも検出されている^{5, 20, 21)}。

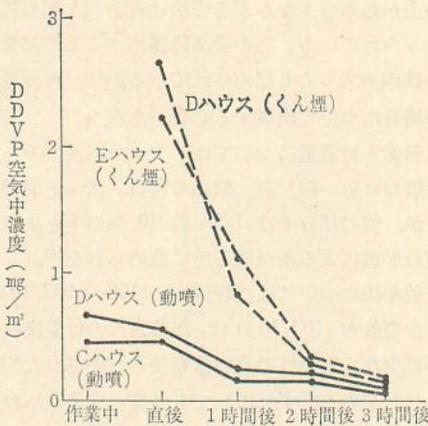
またブレスフォグ機による農薬の拡散調査では⁸⁾、散

第1表 作業衣・マスクなどのクロルベンジレート付着量 (ng/100cm² ただし手袋はそのもの) (埼玉農試²¹⁾)

	ビニールハウス開放							備 考
	直 後	1 日後	2 日後	3 日後	5 日後	7 日後	10 日後	
手 袋	3,706	3,161	6,479	6,542	4,893	5,870	6,237	左右の平均 同 上
ひ じ	1,084	3,300	950	917	700	617	504	
胸 子	394	544	310	723	175	205	260	同 上 回収率 90.4
帽 マスク	185	261	102	153	165	175	175	
マ スク	1,907	488	722	880	264	781	829	綿布 手袋 80.8
マ スク	101	132	141	165	170	104	142	

第2表 ビニールカーテン壁へのクロルベンジレート付着量及び壁を伝って落ちる水滴中のクロルベンジレート量 (埼玉農試²¹⁾)

	ビニールハウス開放							対 照
	直 後	1 日後	2 日後	3 日後	5 日後	7 日後	10 日後	
ビニールカーテン壁へのクロルベンジレート付着量 (ng/100cm ²)	463	335	225	366	310	244	276	検出せず
ビニールカーテン壁を伝って落ちる水滴中のクロルベンジレート量 (ppm)	0.011	0.013	0.004	0.005	0.007	0.002	0.004	

第2図 ハウス内 DDVP 空気中濃度の消長(米村ら²⁴⁾)

布後1時間でほとんど落下するが、微量の農薬は長時間浮遊することが認められている。

これらの結果から、ハウス内の気中濃度の消長は必ずしも一定でなく、農薬の種類、剤型、散布法、ハウスの構造、気象条件などにより影響されると思われるが、ハウス内における農薬散布作業は1日の作業の終了する夕方に行うのが適当であろう。

III 露地(水田, 畑)における作業と付着

水田における農薬散布は、個人防除か共同防除かにより使用機種が異なるが、背負式全自動噴霧機、動力噴霧機、パイプダスター、マウントダスターなどによる散布時の吸入量、付着量調査の結果²³⁾は、いずれの機種でも顔面や、立毛中を歩くひざの部分に多いことが認められた。作業種別にみると、パイプダスター、マウントダスターの端持ちは、吸入量、付着量ともに多く、中持ちは想定されるように吸入量は多かったが、ひざの部分の付着も非常に多く、農薬を全身に浴びる危険にさらされていることが分かった。オペレーターへの付着量は一般に少ないが、液剤散布では漏水などがあると足の部分の付着が多くなる。また背負式動力散布機の場合¹¹⁾、作業衣を通過して人体に付着する農薬量は、腹部が極めて多く上腕部では少ないことが認められた。

散布剤型の異なる粒剤、DL粉剤、粗粉剤、微粒剤のパイプダスターによる散布では⁷⁾剤型間の差はそれほど大きくなかったが、吹き抜け式の散粒用パイプを使用すると散布農薬はパイプを持った人に直接かかるため、付着が多くなるという散布機の構造上の影響が大きいと考えられる。

畑における散布作業と付着量の調査事例は、比較的少ない。ホップにSSで散布した場合²⁶⁾、オペレーターよ

り噴口保持者の前頭部、肩、腕の上面、腹部などが多く、ホース保持者もほぼ同程度の付着状況であった。ホース保持者はかがんだり、うつむいたりの仕事であるため背中上部に付着が多く、脇の下は少ない傾向がみられている。キクに動噴で散布した場合、第1図で示したように草丈が低いときは、上半身は付着が比較的少なく、もも、すねなどの下半身に多かった。草丈が高くなると肩、腕などの上半身も下半身と同程度の付着が認められた。これらの例にみられるように対象作物の草丈の高低が付着部位に影響することが認められた。

露地ほ場における作業と付着量の関係は、散布機種、散布法、栽培作物の形態などのほかに気象条件が大きな要素となる。風速と散布農薬の気中濃度の関係を調査した結果¹²⁾をみると、果樹園において散布者から数フィート離れた場所では風速 3.8 m/sec で 6.6 mg/m³、4.5 m/sec では 7.5 mg/m³ の農薬が検出され、風速の増加とともに気中濃度は高くなった。また、リンゴ園における風速と農薬吸入量との間には有意な正の相関関係が認められている。

第3表には風速、散布法の違いと付着量を示した。風速 2 m/sec の条件下で散布法を変えた場合、後歩きによる散布方法が最も付着量が少なく、風上から散布するのに比べて 83% 近く減少している。風速が 4.5 m/sec と早い場合は、2 m/sec のときに比べて全体的に付着は少ないが、顔面ではやや多くなる傾向がみられ、また風下から散布する方法では、各部の付着量は多くなることが示されている²²⁾。

第3表 風速、散布法と付着量(米村ら²²⁾)
($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)

身体各部	風速 (2 m/sec)				(4.5 m/sec)	
	風上から	風下から	後歩き	横歩き	風上から	風下から
額	2.1	3.5	0	0.7	3.5	4.9
	3.0	3.5	0.8	1.2	3.5	5.6
	5.3	5.3	0	0.7	3.5	7.8
あご	4.9	2.1	1.0	1.0	4.2	6.3
	5.1	7.4	0	0.4	3.9	7.2
目ほ	1.9	4.2	0	0.7	5.4	10.1
	5.4	9.0	1.4	1.2	4.0	6.4
耳	2.8	5.7	0.8	1.2	5.0	10.2
	5.3	4.6	0.3	0.7	1.9	5.8
上中下	5.0	3.5	1.2	1.4	2.1	7.8
	5.7	2.8	1.6	1.6	0.7	3.3

*: 原表を平均した

風上から: 風上から風下へ前進

風下から: 風下から風上へ前進

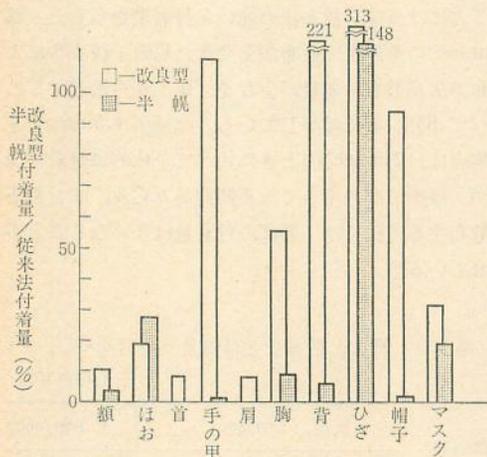
後歩き: 風下から風上へ後ろ向きに後退

横歩き: 風に対し直角に横歩きしながら風下へ

IV 対 策

農薬散布にあたっては、今まで述べてきたように種々の条件を考え、最も付着量の少ない方法を選ぶことは当然であるが、防護策として散布機具の一部改良や、防除衣の改善が必要と考えられる。

SS を用いて散布する場合の対策として調査された結果を第3図に示した^{18,19)}。半幌 (SS の運転席上半分を透明なポリエチレンフィルムで覆う)、改良型 (不織布製防除衣上下、網シャツ上下、麦わら帽子の上からネットをかぶる、マスク)、従来の着衣 (木綿の作業衣上下、網シャツ上下、麦わら帽子、マスク) で比較されたが、付着量は半幌<改良型<従来法の順であった。半幌の付着量は少なく、付着防止法としては優れていることが認められたが、一方、欠点としてエンジンからの熱が逃げにくいことや、下部空間の冷却ファンにより粒径の小さい農薬粒子が幌内に侵入してくるため農薬吸入量が多くなることなどが指摘されている¹⁾。したがって半幌の場合でも、農薬用マスクを着用することを忘れてはならない。



第3図 従来法と改良型、半幌の付着量の比較 (徳島農試¹⁹⁾)

注 原表を改図した

第4表 素材別に通過する農薬量 (直田¹¹⁾, 小木曾¹⁵⁾)

素 材	ナイロンタフタを1とした比			
	MEP 粉剤 ¹¹⁾	ダイアジノン水和剤	展着剤加用ダイアジノン水和剤	ダイアジノン乳剤
混 紡 (厚 地)	51	—	—	—
混 紡 (薄 地)	331	132	280	137
綿 (厚 地)	—*	14	18	8.6
ナイロンタフタ	1	1	1	1
不織布	0.18	—	—	—
新加工ナイロンタフタP	—	0.12	0.28	0.14
新加工ナイロンタフタN	—	0.22	0.45	0.53

注 * : 未調査

帽子の上からネットをかぶる方法は首から上部の防護に効果がみられている。この農薬防護用ネットの効果は、動噴の鉄砲ノズルでも認められているが²⁰⁾、今後更に粉粒剤の場合について検討する必要がある。

噴口形態と付着量については、フォームスプレーノズルでは噴口に近い腕、肩、頭部で慣行ノズルと同程度であったが、他の部分では1/2~数10分の1と少なくなり、噴口形態による差が明らかに認められた¹⁰⁾。

また散布法については、慣行散布 (100~150 l/10 a) に比べて少量散布 (10 l/10 a) は、作業衣への付着斑数は、はるかに少なく安全性の高い散布法と判断された^{6,17)}。

しかしながら、いずれにしても農薬の作業衣への付着を完全に防止することはできない。したがって、付着した農薬の皮膚への接触を防止するように考えねばならないであろう。第4表に作業衣の各種素材の農薬通過量を示した^{11,15)}。ナイロンタフタを標準とした場合、新加工ナイロンタフタP, N, 不織布の通過量は少なく、綿、混紡布は多い結果が得られ、薄地の混紡布ではナイロンタフタの100~300倍の通過がみられている。農薬の剤型別でも同様な傾向であった。

また作業衣に付着した農薬は洗濯することによりどの程度洗い落とされるものであろうか。DDT, メチルパラチオン, トキサフェンの付着した綿、混紡布を3回洗っても完全に落ちなかったとの報告がある¹⁶⁾。前述の通過量調査に供試した布地を中性洗剤で1回洗濯した場合の残存率調査結果を第5表に示した¹⁶⁾。布質によってかなりの差がみられたが、最も除去率の良い綿でも50%程度は残存するようであり、ナイロンタフタではほとんど落ちないことが認められた。なお合成洗剤に4時間浸漬した場合や、合成洗剤と漂白剤を併用した洗濯法でも農薬は検出されている⁹⁾。

以上のように、一度作業衣に付着した農薬は通常の洗濯では落ちにくいことが明らかにされたが、洗濯することにより農薬の通過量への影響も考えられるので、これらの点について更に検討する必要があると思われる。

第5表 洗濯による農薬の除去率 (小木曾¹⁶⁾)

農 薬 素 材	ダイアジ ノン水和 剤	展着剤加 用ダイア ジノン水 和剤	ダイアジ ノン乳剤
混 紡 (薄地)	70.0%	7.5%	31.7%
綿 (厚地)	46.0	58.6	77.4
ナイロンタフタ	0	39.5	0
新加工ナイロンタフタP	4.8	40.2	38.9
新加工ナイロンタフタN	29.4	18.3	0

おわりに

農薬散布時における作業衣への付着、吸入などに関する調査結果の概要を述べてきたが、病害虫防除作業を実施するにあたっては、散布時の条件を考慮して付着量の最も少ない方法を選ぶとともに、作業衣の布質にも配慮する必要がある。吉田は²⁷⁾、17種のマスクを用いて農薬の捕集率を比較しているが、農業用マスクの使用、更に散布が長時間にわたる場合は、捕集効率が高く、通気抵抗性の小さいものを選び、マスクと顔面の密着性にも留意する必要があることを指摘している。

農薬散布による中毒発生の原因は、防備の不備、本人の不注意がその大半を占めていると言われているにもかかわらず、現場での専用装備の着用率は極めて低い。農薬の使用量は増加し、ひん繁に薬剤散布を行っているためか、その使用は安易にすぎる感じがする。農薬による事故防止のためには、今後更に使用者自身の農薬に対する認識を深めるとともに、細心の注意を払った作業によらねばならないと考えられる。

引用文献

1) 安藤 満ら (1979) : 農村医学 28 : 462~463.

- 2) CARMAN, G. E. et al. (1976) : Residue Reviews 62 : 1~100.
- 3) 群馬農試環境保全課 (1980) : 昭和55年度農薬試験研究打合せ会議資料
- 4) GUNTHER, F. A. et al. (1977) : Residue Reviews 67
- 5) 平野福治ら (1977) : 昭和52年度農薬試験研究打合せ会議資料
- 6) 堀口治夫 (1979) : 昭和54年度同上
- 7) 古賀初子ら (1974) : 九州病害虫研報 20 : 5~8.
- 8) 丸 論ら (1974) : 関東東山病害虫研報 21 : 151~152.
- 9) むらと人とくらし 12 (1979) : 農生研センター : 70.
- 10) 長野農試環境保全室 (1978) : 昭和53年度農薬試験研究打合せ会議資料
- 11) 直田朝子 (1980) : 昭和55年度同上
- 12) 西山邦隆ら (1978) : 農村医学 27 : 181~186.
- 13) 農水省植物防疫課 : 農薬に関する調査結果
- 14) 小木曾正敏ら (1978) : 愛知農総試研報 B 10号 : 92~95.
- 15) ————ら : 未発表
- 16) POLLOCK, G. A. et al. (1978) : Residue Reviews 69 : 115.
- 17) 高瀬 巖ら (1980) : 九州病害虫研報 26 : 182.
- 18) 徳島農試 (1979) : 昭和54年度農薬試験研究打合せ会議資料
- 19) ———— (1980) : 昭和55年度同上
- 20) 埼玉農試分析室 (1977) : 昭和52年度農業に関する公害調査試験成績書 : 1~3.
- 21) ———— (1978) : 昭和53年度同上 : 1~3.
- 22) 米村純一ら (1969) : 農作業研究 7 : 91~93.
- 23) ————ら (1971) : 同上 11 : 75~78.
- 24) ————ら (1972) : 同上 16 : 38~41.
- 25) ————ら (1972) : 同上 16 : 42~45.
- 26) 和田健夫ら (1978) : 関東東山病害虫研報 25 : 142.
- 27) 吉田政雄 (1981) : 農生研だより 22 : 5~7.

人事消息

根本正康氏 (北海道農業試験場病理昆虫部病害第二研究室主任研究官) は東北農業試験場環境部病害研究室長に

八重樫博志氏 (東北農業試験場栽培第一部病害第一研究室主任研究官) は農業技術研究所病理昆虫部病理科糸状菌病第二研究室主任研究官に

BASF ジャパン株式会社東京本社は東京都千代田区紀尾井町3の3〔〒102〕へ移転。電話はダイヤルイン方式に (受付案内台 : 03-238-2211)。

共立エコー物産株式会社は東京都三鷹市下連雀7丁目5番1号〔〒181〕へ移転。電話は 0422-49-5911(代)と変更。

計 報

元出版部長 川村 茂氏急逝す

川村 茂氏は、3月15日午後0時9分肝硬変のため急逝致しました。

享年 55 才。生前の御厚誼を深謝いたします。

御遺宅ならびに御遺族は

〒189 東京都東村山市秋津町3の33の8

未亡人 川村和子氏

イネいもち病の総合防除

福岡県立農業試験場 ^{よこ}横 ^{やま}山 ^{き た まさ}佐太正

今更強調するまでもなく、米作農家にとって良質米の安定多収生産という目標は不変であると思う。ただ、米の消費量低下などに伴い量より質、すなわち米質・食味の良いものが重視されているが、更に一粒でも多く、かつ安定的に収量を上げるよう農家はひたすら努力を続けているわけである。病害虫防除の基本理念は、この目標に沿うべく経済性・安定性・安全性をできるだけ高めつつ、いかに効率的な方法によって防除成果を挙げることによってに尽きるであろう。

そのためには要防除水準の設定・導入による的確な判断、適期や回数 の把握など発生予察技術の活用によって、最後の決め手となる農薬の効率的な使用を図らねばならない。現在、いもち病に関してもコンピュータの利用開発研究が進められており成果が期待されている。更に防除効果の安定化対策も極めて重要な課題であるが、短期的（一作）だけでなく、数年以上の中～長期的な視点に立った安定防除技術の確立を提唱するものである。

いずれにせよ、農業に偏重せず、より安全にしかも効率的・安定的に防除効果を上げるには、体系化・総合防除によらねばならない。しかしながら、その前提として現行予察事業の改善・活用、情報伝達の迅速・徹底、防除組織整備などの問題についても検討を要する。したがって、ここでは防除技術のみにとどまらず、体制などを含め広義的に概括してみた。なお、引用した文献・著者名はすべて割愛したことをお断りしておく。

I 発生予察事業の改善・活用

農作物有害動植物発生予察事業実施要領に示されている調査基準は、昭和46年8月設定されたもので、いもち病についてもほぼこれに準拠している。もちろん、県段階で手直しされ実施可能な範囲に調整されているが、大きく変革した機械移植栽培様式の現状に適合する用語や内容への修正・改善が望ましい。定点抽出は環境条件など種々の配慮を必要とするとは言うまでもないが、調査法の省力化が強く要望されている。また、菌型の簡易検定は、県によって必ずしも実施されていないようである。しかし、品種対応が今後ますます重要性を増すと思われるので、新判別法に基づく品種、レース判定

法に改善して活用したい。

現在の子察法は、その多くが個々の関係因子と発病程度を関連付けたもので、総合的判断は主として経験的に行われているようである。近年、農林水産省植物防疫課は特殊調査の中でコンピュータ利用に関する開発研究を青森、福島、茨城、福岡の4県で進めている。その結果、数量化理論、多重回帰、確率モデル、シミュレーション・モデルなどの手法による進展がみられた。要するに、発生進展推移の予測が総合的に集約できれば、より適切な防除指示（適期、回数）が可能となるわけで、今後の成果に期待が寄せられている。

既に崩壊した従前の共同防除組織の復活は困難であるが、現代の社会情勢に即応した組織体制の整備・強化は、効率的防除を推進するうえに重要な課題であると考えられる。貴重な予察情報を迅速かつ周知徹底させること、更に安全に広域の一斉防除が行われるような体制の確立を要望するものである。もちろん、諸条件に適合すれば航空機や請負による防除などによっても十分カバーできるものと思う。

II 要防除水準の設定・導入

薬剤防除の事前計画、基幹・補正防除要否の適正な判断のために、要防除水準の設定・導入が要訣である。しかしながら、水準は一定ではなく常に変動する。理由として収量性、品質評価基準、経済性、労賃、農薬の変遷と価格、防除機具費などの諸要因に左右されるからである。福岡県では、既に比較的近年のデータに基づいて検討中であるが資料は割愛した。これによると試算に大きく影響するのは収量基準、防除価（防除力）である。10a当たり500kg（約14万円）を目標とし、防除価60～80%の殺菌・殺虫剤を5～6回散布する場合、防除諸経費に見合う要防除減収率の最低限界は、病害虫合計で10～15%という結果を得た。単純計算では混合剤1回散布で病害虫計2～3%、単剤の場合は効率が低下し、更に高く見積らねばメリットが出ない計算となる。

福岡県で得られたシミュレーションによる穂いもちの発生率と減収率を紹介すると、第1表のとおりである。この表には病穂率18%以下の数字がない。しかし、実態調査結果などを総合すると、病穂率15%では少なくとも2%以下の減収にはならないようである。このこと

第1表 病穂率と減収率の関係 (シミュレーションによるデータ)

病 穂 率			精玄米減収率
穂 首	枝 梗	計	
0.8%	17.4%	18.2%	3.1%
2.5	43.1	45.6	8.9
4.1	59.4	63.5	14.2
5.7	70.0	75.7	19.3
8.0	78.8	86.8	26.1
22.2	77.4	99.6	58.3

注 病穂率 15 %の減収率は 2 %以下ではないと予想される。

第2表 福岡県のいもち病要防除水準

穂 い もち	第1地帯	毎年、ほぼ病穂率 15 %以上発生するほ場が多い地帯 2回防除を要する (2回防除地帯)
	第2地帯	多発年次には病穂率 15 %以上発生するほ場が多く、葉いもち発生との関係が深い地帯 1回防除を要する (1回防除地帯)
	第3地帯	多発年次でも病穂率 15 %以上発生するほ場が少ない地帯 基幹防除の対象とせず、補正防除による (補正防除地帯)
葉 い もち	第1地帯	1~2回防除を要する
	第2地帯	基幹防除の対象としない
	第3地帯	

から病穂率 15% 以上の発生では、2回防除を行っても十分に採算が合うこととなる。したがって、第2表のように福岡県下を3地帯に区分していもち病対策の計画を進めている。ただし、平年における混合粉剤使用の場合で、粒剤による体系防除もこの目安を基本として組み立てている。

穂いもち発病株率 20% 以上を要防除水準としている県があり、この減収査定式によれば 2.3% 以上となる。すなわち、当県の減収率とかなり一致するが、15%の穂率と 20% 株率との関係について検討を要するであろう。散布回数については、第3表のように2回防除まで

は極めて効率的である。これに対し3回目はかなり低下するが、やや異なる事例もあり、発生被害状況により総合的に判断しなければならない。

先に引用した県においては、葉いもち病防除の場合、発病株率で 25% 以上を要防除水準としている。これを減収率に換算すると 1.25% となり当県の目安とほぼ変わらない。今後、葉いもちと穂いもちとの関係を明らかにし、数量化する問題は予察上重要であると思う。発生実態に関するデータについて注意を要する点は、一般の農家は場ではほとんど防除が行われているために、無防除の発生被害ではないということである。たとえ無防除ほ場を対象としていても、防除された周囲の影響を強く受けている。このような人為的条件下の数字であることを正しく認識すべきであり、更に広域的無防除における真の発生被害率をどうすれば把握できるかも問題ではあるまいか。なお、統計情報部の夏作減収推定尺度は、現在でも成苗移植時代の古いデータが使用されており、早急に見直されるよう要望したい。

III 防除の体系化・総合防除

主要な防除手段、内容の概要を総括して第4表に示した。防除を要する地帯では、まず耕種的な防除手段によって対策を講ずる。要約すると可能な限り抵抗性品種を選定し、侵され難いよう強健に栽培することに尽きる。したがって、種子消毒はむしろこの項に加えるべきものと思われる。薬剤防除は、やむを得ない場合の最後の手段であることは論ずるまでもない。しかし、基幹防除として必行する地帯では効率的安定的に効果を上げるため体系使用が望ましい。事前計画によって準備体制を十分に整えておく必要がある。次に主な問題点を中心に説明を加えてみよう。

1 耕種的 (生理・生態的) 防除

(1) 環境衛生管理

次年度の主要な伝染源となる被害わらやもみからは、育苗時期までに死滅するような処分を行うが、水田の近

第3表 穂いもちに対する薬剤の防除効果 (1977, 一般現地, 標肥)

試 験 区	病 穂 率			精玄米 減収率	増 収 率	防 除 価
	穂 首	枝 梗	計			
1 回 防 除	0.7%	17.1%	17.8%	2.8%	13.5%	82.8%
2 回 防 除	0.4	8.6	9.0	0.2	16.1	98.8
3 回 防 除	0.0	0.8	0.8	0.0	(2回目のみ 2.6)	(16.0)
					16.3	100.0
強 化 防 除	0.0	0.6	0.6	0.0	(3回目のみ 0.2)	(12.3)
					16.3	100.0
無 防 除	8.4	57.0	65.4	16.3	—	—

第4表 イネいもち病防除の体系化・総合防除

(1) 耕種的 (生理・生態的) 防除	
① 環境衛生管理	被害わらの適正処分, 余り苗や補植用苗の早期除去, 飼料イネやイネ以外の伝染源植物などの処理問題
② 土壌改良	ケイ酸質資材などの施用, 排水不良改善など
③ 品種選定	良質・良食味のほ場抵抗性強品種の選定 レース出現 (変異) 対策を考慮した適正栽培面積, 年数, 交替栽培
④ 施肥の合理化	土壌条件に適合した合理的施肥法 (特に窒素施肥法・適量施用)
⑤ 栽培法の改善	優良種子の確保, 健苗育成, 適期移植, 健全栽培 (栽培密度, 灌漑水, 中干し, 落水期などの適正化)
(2) 薬剤防除	
	最適防除暦の作成, 種子消毒の徹底, 育苗期及び本田期防除の体系化 (平常発生, 多発生対応, 他病害虫との同時防除など) 発生予察情報による適正防除修正 (適期, 回数及び補正防除要否診断の適正化)

くにわら積みすることは避ける。西南暖地では早期イネに合わせる必要があり, 水田への施用及び堆肥や園芸用敷わらなどは, 少なくとも 2~3 月までに使用処分する。もし, 広域にわたってすべてのイネわらが収穫と同時に田面に施用され, あるいは焼却されるならば菌の密度は激減するであろうと予想している。バインダー刈りや手刈りがなくなり, コンバインだけの収穫となれば必然的にそうなるのではないかと思う。

本田移植後の余り苗や補植用苗は, 密植軟弱状態となるためいもち病に侵されやすく, 有力な伝染源となっている事実が多い。すなわち, トラップ的役割を果たすので, 補植終了後は早急に除去することを徹底したい。

水田利用再編対策で問題となっている飼料用イネの栽培は, 湿田での転作作物及び海外依存の飼料穀物という現状からにわかに注目されてきた。成立の条件は, 食用米と見分けがつけられる, 倒伏しにくい, 多収, 病害虫に強く栽培条件の悪いところでも良く育つことなどが挙げられている。現在, 有望品種について検討されているが, 多収を目標としているため窒素多用は当然であると思われる。いもち病の発生については特に警戒を要するが, 飼料用作物に対する薬剤使用は残留性問題から容易でなく, いわゆる無防除田になることが予想される。バラ転作, 集団転作いずれにせよ伝染源としての飼料用イネの対策は, 早急に検討を要する課題となろう。

なお, 最近の画期的な発見であるいもち病菌の有性世代問題は, 極めて大きな意義があるように思う。レース問題だけでなく, イネ科雑草との関係などが明らかとなれば, 伝染源植物として改めて見直さなければならない。そして, 環境衛生的な適正管理について論議する必要がある。

(2) 土壌改良

ケイ酸質資材などの施用は, 地力維持増強の結果として登熟や品質の向上に役立つ。更に, 老朽化水田など可給態ケイ酸の不足している水田では, 殊にいもち病抵抗

性を強めるためかなりの防除効果が認められる事例が多い。福岡県の施用基準を紹介すると, 特殊地帯 (石灰質アルカリ性土壌地帯) を除き, ケイ酸質肥料は 10 a 当たり 160 kg 前後を毎年施用, 含鉄資材 (ケイ鉄) は 10 a 当たり 600~800 kg を 3 年に 1 回, または 200~300 kg を毎年施用する。イネわらの水田への還元は, できるだけ切断して全量を早期施用するが, 山間地などの低温地帯では過多にならぬよう注意することが望ましい。なお, 強湿田には施用しないよう指導している。

排水不良田では, カリウム, ケイ酸, マンガンなどの吸収が阻害されるためいもち病が発生しやすい。ケイ酸質資材や有機質など施用されたものが効率的に吸収されるような対策, あるいは施用が可能ないように土壌改良を行う対策は, 常に田面水を土壌中に浸透させるよう排水を良くすることである。一筆面積拡大のため切・盛工事が行われている基盤整備田では, ほ場の養分状態の不均一是正, 酸性矯正, 有機物多投, 排水を良くするなどの対策がとられているが, いもち病抵抗性なども考慮し総合的な適正判断を要望したい。

(3) 品種選定

米の過剰を背景として, 米の商品化はますます進展することが予想され, 品質・食味の良い品種への改良が重要視されるなかで, 品種抵抗性をいかに調整させるかが重要な課題である。抵抗性に真性・ほ場の二つのタイプがあり, それらの一方あるいは両方の組み合わせによる活用については, 既に詳述されているので割愛したい。したがって, ここでは主として問題点を提起する程度にとどめようと思う。

うまい米で抵抗性の強い品種を選択することは防除の基本であるが, 葉いもちよりも直接被害に結び付く穂いもちに重点を置き, それをひどく侵すレース出現 (転換) 対応を考慮した対策を総合的に検討する必要がある。第一に早・中・晩生品種の組み合わせによる適正な面積の設定であり, 第二に同一品種を連年栽培できる可

能な年数限界を明らかにするべきであろう。過去のデータによるとおよそ3年ぐらいで罹病化した事例が多く、品種の作付けローテーションという体系の適正化を強調するものである。ただし、面積との関連があることは言うまでもなく、総合的に検討しなければならない。そのほか、混合栽培、交替栽培という表現をしているものもあり、筆者は品種の栽植管理（システム）であると認識している。ともあれ、中～長期的な安定防除技術の大きな柱は、この品種対策であると考えている。なお、ライスセンター、カントリーエレベーターなどを利用する場合、その消化能力との関係も問題点であるが、この方面の調整はほとんど行われていないのが実情のようである。

食味の良い品種を要求される現情勢下では、いもち病に弱いものでもやむを得ず広域的に栽培されるであろう。有名な銘柄米は、その大部分がこのグループに属している。したがって、この栽培にあたっては多発を予想し、積極的・計画的・安定防除技術対策を総合的に講ずる必要がある。

(4) 施肥の合理化

良質・良食味の安定多収生産を目標とした施肥技術は、第一に地域的特性に対応して組み立てられている。第二に、これを基本としてその土壌条件に適合した効率的施肥法を行うことである。ここでの主たる問題は、必要成分のバランスが強調されるが、殊に窒素の施用と量の関係がいもち病対策に最も影響する点であろう。現在の品種特性は、短稈穂数型で窒素多用に比較的耐えうるために、多収をねらっていたがらに窒素多用になりがちである。特に家畜排泄物施用の場合は、成分量の計算を誤りやすいので適量を守り過多にならぬよう注意したい。必要以上に増施されるため病害虫を誘発し、薬剤使用の依存度が高くなっている事例が多いことである。しかも過繁茂生育によって防除価が低下し、散布回数が増加するという悪循環を繰り返すこととなる。

すなわち、いもち病を含め病害虫に侵され難いような健全栽培技術は、窒素肥料の適正施用技術と言っても過言ではなく、基準量を上回らないようにすることが基本である。水稻が一作期間中に吸収する窒素量は、収量水準で異なるが平均的にみると10a当たり10kg程度、高収の場合で10a当たり15～20kgのようである。この量の多少は、地域的な施肥法とともに、土壌の差に影響する。したがって、それぞれの県において作成されている施肥基準を参考にすることとなる。ただ、その年の適正施肥量、特に穂肥など後期追肥を施用適期以前に診断することが要求されるし、この問題の解決とともに

に、筆ごとを対象とすれば個々の農家に対して、更に技術の啓蒙指導を図る必要性が痛感される。

(5) 栽培法の改善

優良種子の一般的定義は、遺伝的に純正で、品種本来の諸特性を維持している。充実が良好で、発芽や発芽後の生育がおう盛である病害虫、特に種子伝染する病害虫に侵されていない、適正な乾燥で傷害のみ及び夾雑物を含まないものとなっている。いもち病の場合は、特に育苗箱における第一次伝染源として保菌のみが重視されるため、この定義のなかでは無病種子であることが最も重要となる。

しかし、厳密にはこのような種子の確保は容易でなく、健苗育成の予措として塩水選及び種子消毒の徹底を図る必要がある。箱育苗技術は“もやし作りの盆栽仕立て”、したがって“病原菌の接種箱”となり“くすり箱”化すると酷評し、果たして健苗育成が可能であるかと論議したことがある。つまり機械移植栽培に適した良質苗と表現したほうが妥当であろう。最近では稚苗、三葉苗、中苗、成苗というように種々の育苗様式が取り入れられ、加えて新しい育苗用資材が出回り多様化がはなはだしい。いずれにせよ、いもち病の感染発病は播種密度との関係が最も大きく影響し、徒長軟弱にならぬような育苗技術と老熟化対策が重要なポイントである。

稚苗機械移植栽培では、移植時期がかなり遅延した場合に多発の傾向がみられている。箱育苗では後期に感染発病することが多いため、発見しにくく本田に病苗が植え込まれること、苗が弱体質になるなどの理由が挙げられよう。適期移植ができない場合、健苗育成管理に留意するとともに、早期発見による薬剤防除、あるいは粒剤による積極的予防対策をたてるほうが安全である。

イネの健全栽培技術の基本は、過繁茂生育にならない、つまりうっ閉しないような栽培をすることに要約されると思う。最近、ようやく短稈で受光率の比較的高い穂重型品種が普及し始めてはいるが、銘柄米など多くのものは従来の品種である。したがって、栽植密度を多くしないようにすること及び施肥の合理化で述べたように窒素の適量施用が重点となる。西南暖地におけるイネの効率的栽培技術では、新しい草型を持つ品種、中苗利用、1株植え付け本数の減少、施肥法などの改善が指摘されており、これらの認識普及が徹底し健全栽培管理が適正に行われることを期待している。

そのほか、イネの体質を弱体化させないような灌漑水、中干し、落水期などの適正管理については論及するまでもないと思う。ただ、水田利用再編対策によるバラ転作（あるいはモザイク様転作）などは灌漑水の調節に支障

を来すことが多く、転換田の作付け体系改善とともに灌漑水管理体系についても対策を講ずる必要がある。

2 薬剤防除

(1) 最適防除暦の作成と改善

事前計画では、地帯・地区に最も適合する防除暦を作成することが第一の作業である。既に発生予察事業の改善・活用及び要防除水準の設定・導入でも述べたとおり、発生被害の累積データから基幹・補正の適正な判断と、薬剤の選択が行われることとなる。登録薬剤から選択し、残留に関する安全使用基準を考慮すれば一応防除暦に組み込まれるが、安定効果と安全性は重要なチェックポイントである。また、最終的には主要な病害虫との同時防除あるいは混合剤による総合体系化を検討しなければ、普及に移せる防除暦は出来上がらない。

ここで問題となる点は、防除暦作成立案に際して関係者(専門技術員、予察員、普及員)及び市町村、農業関係団体の防除員などによる地区防除協議会にとどまらず、農家代表を必ず参画させることを要望したい。農家が防除員になっている場合もあるが、極めてまれで、ほとんど農家不在の形で立案されるのが実態のようである。その結果、農薬の選択過程が十分に理解されない事例が多い。つまり、農家代表を防除暦作成立案に参画させることで認識理解を深めることができれば、農家自らが防除するという自覚も一段と強まるものと思う。

福岡県では、予察事業の中で各防除所管内ごとに防除暦実証ほを設置している。この目的は防除暦の適否チェック、省力化と防除率を高めるための改善検討を行うものである。環境的に相違する地区ごとにはもちろん、将来作期・作型・品種別に項目を狭めて検討すべきものと考えられる。更に、突き詰めれば農家自らが栽培ほ場について

防除暦のチェック者であり作成者となること、少なくともこのような認識が望ましいのではあるまいか。要するに、毎年種々の角度から次年度防除暦の改善チェックを励行する体制を整えることも大事な作業であると考えられる。

(2) 種子消毒の徹底

栽培法の改善において触れたが、栽培法改善、特に健苗育成技術の一貫として徹底を要するので、その項に整理するほうが妥当であろう。

ごま葉枯病・ばか苗病との同時消毒剤として、現在チウラム・ベノミル水和剤、チウラム・チオファネートメチル水和剤が普及している。塩水選終了後に消毒するが、高濃度短時間処理、低濃度長時間処理、種子粉衣の3通りの方法がある。なお、心枯線虫病、ばか苗病はいもち病とともに育苗箱内における伝染が著しいので、この恐れが予想される場合は同時併用消毒を行う。育苗箱内におけるいもち病保菌もみからの発病と伝染などに関するデータについては、既に報告されているので本稿では割愛する。

(3) 育苗期及び本田期防除の体系化

生育ステージと防除時期を総括すると、およそ5期に分けられる。播種から育苗期間を初期、移植後分けつ期ごろまでを前期、最高分けつ期前後から幼穂形成期までを中期、以後穂ばらみ期から出穂直前までを後期、出穂後を仕上げ期としてみた。薬剤防除体系化のねらいは防除価が低下しやすく、しかも品質収量に直接影響する後期及び仕上げ期の防除効率を良くするため、その準備段階として初期・前期・中期の防除をいかに行うかということである。つまり防除の容易な早い時期に、タイミングよく徹底することが、実証によって得られた結論で

第5表 いもち病防除の粒剤体系例

体系	葉 い も ち			穂 い も ち (その他病害虫)			
	育苗期 (基幹防除)		本 田 期	本田期 ((2)は補正防除, 以外は基幹防除)			
	播種10日後 (1~2葉期)	移植前~当日	初発 7~10日 前~初発時	出穂20~30日前	出穂 7~10日前	(1)穂ぞろい期	(2)乳熟初期
I	1	G(F)		G(F)		DL, D	(DL, D)
	2	G(F)		G(O)		DL, D	(DL, D)
	3	G(F)			G(K)	DL, D	(DL, D)
II	1		G(O)	G(O)	DL, D	DL, D	(DL, D)
	2		G(O)			DL, D	(DL, D)

注 1): G...粒剤, () のFはインプロチオラン, Oはプロベナゾール, KはIBP, DL...DL 粉剤, D...粉剤
 2): (1)は他病害虫との同時防除剤, 穂いもち平常発生では必行, 穂いもち少発生の場合いもち剤は不要であるが他の病害虫の発生状況によって要否を判断する。
 3): (2)は(1)とほぼ同一混合剤, 穂いもち多発の場合は必行, 同平常発生以下の場合他病害虫の発生状況によって要否を判断する。

ある。

既登録薬剤には、液剤（プラストサイジン S 乳剤、EDDP 乳剤、フサライド水和剤、IBP 乳剤、カスガマイシン液剤）、粉剤（プラストサイジン S 粉剤、EDDP 粉剤、フサライド粉剤 DL、IBP 粉剤、カスガマイシン粉剤）、粒剤（IBP 粒剤、イソプロチオラン粒剤、プロベナゾール粒剤）がある。ドリフトなどの安全性と効果の安定性から言えば、粒剤、液剤、DL 粉剤、粉剤の順に、また省力的にみると粒剤、経済性では液剤であると思われるが、諸般の状況によって選択組み立てられよう。西南暖地では初期～本田中期の葉いもち対象と後期～仕上げ期の穂いもち対象の二つに区分し、穂いもち対象の場合は他の病虫害との同時防除の体系が一般的である。

次に、福岡県内のいもち病常発地帯において普及している粒剤体系の事例を第 5 表にまとめてみた。体系 I は育苗箱の後期発生に対する予防策の意味があり、本田へ病苗が植え込まれないこと、残り苗や補植用苗を含めて移植後かなり長期間有効である。このような利点から、本田期葉いもち防除の効率的対策としてほとんど定着している。本田期では同一粒剤のほか、成分の異なる粒剤との組み合わせがある。平常発生時の穂首いもちに対しては十分な効果が期待されるが、枝梗いもちの感染発病が遅延するときは穂ぞろい期防除を、更に多発が予想される場合は乳熟初期に補正防除を行う。この両時期とも穂枯れ、トビイロウンカ、カメムシ類の防除時期に相当するので、発生状況により同時防除混合剤の選択調整が必要である。なお、I-1 の体系ではセジロウンカ、トビイロウンカに対して増殖抑制の効果があるので、トビイロウンカに対する補正防除について回数節減が期待できる。体系 II は育苗箱の後期発生には間に合わないが、特に II-1 は白葉枯病防除効果が高い。ただし、穂いもちに対してはいずれも表のような防除を必要とする。1、2 の防除の考え方は前述したとおりである。この体系では、育苗箱内の葉いもちの早期発見につとめ手遅れ防除にならぬよう注意が肝要である。今後、主要な防除体系について耐性菌問題のチェックが必要であると考えらる。

(4) 発生予察情報などによる適正防除修正

基幹防除は最少必要限度として必行されるのが原則であり、まず修正の余地はない。ただ、当然行われる適期

調整のチェックについては、粒剤体系の場合ある程度の幅があるので余り問題はないようである。したがって、出穂期以降の補正防除要否、回数の適正判断が大きなチェックポイントとなる。この場合、防除対応が円滑に行われることと、防除適期を失しないようにするためには、遅くとも出穂期前（穂ばらみ期）までに適正な予察情報を発行する必要がある。ここに、先に述べたコンピュータ利用による予察技術システムのねらいがあるが、今のところ現行予察法によるほかはないわけである。

ところで、散布のゴーサインは出し得ても、ノーサインは出し得ないのが現状である。論議されている過剰散布は、稲作に関する限り事後の反省として出てくる結果論であり、事前に過剰と分かれば無駄な散布を行うものはないはずである。つまり、安全使用基準の範囲内であれば、安定防除上やむを得ない危険回避策であると考えている。

予察情報は労力の制約もあり、標準的なデータに基づいている。したがって、個々の農家は場のすべてに適合するものではない点も認識させる必要がある。それを参考にしながら、農家自らが常に修正を加える基本的姿勢を忘れず、日常の巡回観察を励行しなければならないと思う。少なくとも、このような心構えに関する啓発指導の必要性を強調するものである。

(5) 中・長期的の防除体系化

短期一作の防除体系だけではなく、数年あるいはそれ以上の中・長期的対策の重要性を提起しておきたい。病虫害の本質的性格を考えると、常に異常的多～大発生の恐れが予想される。それを事前にキャッチするのが予察事業の大きな役割であるが、気象条件という不確定要素に強く影響を受けて変動する病虫害に対しては、平常時より積極的対応が望ましいと思う。毎年恒常的に一定の密度以下に防圧しておく、これが結局防除の安定化につながり効率的になるのではないかということである。つまり、積極的・計画的・予防体系的・連年防除のほうが効率的であり、数年を累積すると薬剤使用量ははるかに少なくなっている事実を重視するものである。もちろん、病虫害の種類によって異なるであろうが、このような中・長期的の展望に立った要防除水準の設定、防除体系ならびに評価の在り方については、今後指向すべき重要な検討課題ではあるまいか。

植物寄生性線虫のレースをめぐる諸問題

——特にネコブセンチュウ類及びジャガイモシストセンチュウについて——

農林水産省農業技術研究所 にし ざわ つとむ
西 沢 務

線虫の防除対策として生態的・耕種的手段、特に輪作や抵抗性品種の利用を推進するうえで当面する最大の課題の一つは線虫のレースの問題である。“生理的な特殊化は、元来生物が示す一つの基本的な現象”などと言われているものはもの⁵⁰⁾、線虫でも、寄主特異性などを明らかにして総合防除の基礎固めをするとき、不可避免的に“寄主レース”の問題に直面する。

線虫のレースの記録は、*Ritzema Bos*(1888)³⁹⁾によりナミクキセンチュウの個体群間に寄主選好性の相違が認められたのが最初と思われるが、今では本種に20レース以上が知られるようになっている⁵⁰⁾。ムギシストセンチュウでもヨーロッパでは古くから多くのレースが知られており、国によって異なっていたその判別方式が近年ようやく統一され、7レースに整理されるに至った³⁰⁾が、我が国産の種類はそれらのいずれにも該当しないようである⁴⁵⁾。1967年に八丈島に侵入したミカンネモグリセンチュウに対し、本土のミカン栽培への脅威から直ちに撲滅作戦が展開されたものであるが、後にそれはミカン類には寄生しないバナナレースであることが分かった。本種にはバナナレース、ミカンレースのほか数系統が存在するようである⁵⁰⁾。ミカンネセンチュウは現在6系統に分けられるなかで、我が国産のものはカラタチ系とされている²⁰⁾。最近国内各地で問題の多いカタネグサレセンチュウにも古くから数系統の存在が示唆されている⁴⁶⁾、まだほとんど手が付けられていない。

ここではそのような寄主レースについて、筆者が現在手掛けつつあるネコブセンチュウ類と、ジャガイモシストセンチュウにつき、これまでの経緯や実態の概要を摘記し、大方のご参考に供するしだいである。

植物寄生性線虫では、これまで用語の吟味が不十分のままレース、バイオタイプ、ストレイン、パソタイプなど種々な表現で報告されているが、ここで用いる“レース”あるいは類似の用語も、すべて寄生性を異にする種内変異群を指すこととする。

Recent Problems on Racial Status of Plant-Parasitic Nematodes, with Special Reference to the Root-Knot Nematodes and the Potato Cyst Nematodes
By Tsutomu NISHIZAWA

I ネコブセンチュウ類のレース

ネコブセンチュウ類が1種 (*Heterodera marioni*) として扱われていた時代に、その寄主植物は1,865種にも及んでいたが、産地を異にする個体群間に寄主範囲や病原性の顕著な差があることが指摘されてきた。1949年に至り、CHITWOOD³⁾によりそれが5種1亜種に分けられ、属名には *Meloidogyne* が復活・採用された時点でレースの問題は解消されたかにみえたが、その後も次々と新種が追加され¹¹⁾、今では本属の種類は40種以上に及ぶようになり、その多くにレースの存在が記録されつつある。しかし、分布が世界的でしかも著しく寄主範囲が広い最も重要とされる種類は、サツマイモネコブ、ジャワネコブ、カタネコブ、及びアレナリアネコブの4種であり^{44, 52)}、したがって、レース問題の報告もそれら4種に関するものが圧倒的な比率を占めている。ちなみに、それら各種の寄主植物数は、まだ十分な調査・実験が行われていないが、上記の順にそれぞれ少なくとも700種以上、770種以上、550種以上、330種以上とされている⁵⁹⁾。

このように、それらははなはだ広食・多食性ではあるが、それぞれ寄主範囲のスペクトラムにはっきりした相違のあることがCHITWOODによる種類分けの後間もなくSASSER (1954)⁴²⁾によって示された(第1表)。そして同時に同定の補助的手段として提示した“寄主反応による同定方式”は、はなはだ重宝なものとして広く活用されるようになった。つまり、本属線虫の形態による同定にあたっては、雌成虫の会陰部の角皮の紋様(ペリニアル・パターン)が重要な決め手とされていたわけであるが、当初からそれは種間に重複がみられるほどに変異幅が大ききもので、単純明快な標徴とは言えないものであった。

寄主反応テストが普及するにつれて、各地からその方式が示す反応とは異なる結果が得られる事例が続出するようになった。それらのうち、重要な判別寄主に関する主なものを挙げてみると、①ラッカセイ：これに寄生しないアレナリアネコブが存在する^{21, 25, 43)}。逆に、これまでラッカセイはジャワネコブやサツマイモネコブに対し

第1表 4種のネコブセンチュウに対する40種の植物の反応 (SASSER, 1954 より作表)

同じ反応を示した植物の種類数	サツマイモ ネ コ ブ	ジャワネコブ	アレナリア ネ コ ブ	キタネコブ
14 (トマト, ナス, メロンなど)	+	+	+	+
7 (クロタラリア, ツツジ, プタクサなど)	-	-	-	-
14 (スイカ, ムギ類, トウモロコシなど)	+	+	+	-
1 (イチゴ)	-	-	-	+
1 (ワタ)	+	-	-	-
1 (ラッカセイ)	-	-	+	+
1 (ピーマン)	+	-	+	+
1 (サツマイモ)	+	-	-	+

注 +: 線虫が寄生・増殖する, -: 寄生・増殖しない (第2~4表も同じ)

第2表 テネシー州産サツマイモネコブセンチュウ 17 集団の6種判別寄主に対する反応 (SOUTHARDS and PRIEST, 1973 より作表)

同一反応を示した 線虫集団数	判 別 寄 主					
	タバコ	ワタ	カウピー	スイカ	ピーマン	トマト
8	-	-	-	+	+	+
2	-	-	+	+	+	+
1	-	-	+	-	+	+
1	-	+	-	+	-	+
1	-	+	-	+	+	+
4	-	+	+	+	+	+

第3表 ブルガリア産キタネコブセンチュウ6レースの寄主反応 (STOYANOV, 1979 より作表)

判 別 寄 主	レ ー ス					
	1	2	3	4	5	6
ト マ ト	+	+	+	+	+	+
ワ タ	+	-	-	-	-	-
トウモロコシ	-	+	-	-	-	-
エンバク	-	-	+	-	-	-
オクラ	-	+	+	+	-	-
アフリカン・マリーゴールド	-	+	+	+	+	-

ては免疫的非寄主と信じられてきていただけに、衝撃的な記録として、これに寄生加害し増殖するジャワネコブ^{19,23,26)}とサツマイモネコブ^{36,51)}の存在が報じられている。②ワタ: サツマイモネコブでこれに寄生しないものがある^{21,43)}。③イチゴ: 元来、キタネコブ以外には免疫的とされてきたが、これに寄生できるジャワネコブ^{24,27,53)}及びサツマイモネコブ³⁷⁾が存在する。④ピーマン: 元来、ジャワネコブには非寄主で、他の3種の好適寄主であるが、これに寄生するジャワネコブ⁴⁾と、寄生しないサツマイモネコブ^{37,47)}が存在する。

次に、SASSERの方式とは一応関係なく、種々な検定植物を用いて行った実験から、種内の集団間にみられる寄主反応の違いによりレース分けを報じている主なものを拾ってみると、サツマイモネコブを単独に調べた実験では、ダイズ品種に対する線虫集団間の反応の違いを利用

したレース判定法の提案⁷⁾、テネシー産17集団につき6種の植物に対する反応から6レースを判別したもの⁴⁷⁾(第2表)、抵抗性及び感受性の4種作物9品種に対するカリフォルニア産10集団の反応から9レースを判別した報告⁵⁸⁾などがある。キタネコブを単独に扱った実験としては、アメリカ北西部3州からの14集団につき、12種の植物に対する反応から5レースに分け、しかもこの中に従来免疫性とされてきたトウモロコシやエンバクに寄生する2集団が発見された事例³⁹⁾のほか、フランス各地産の5集団が、キュウリ3品種及びメロン4品種に対する反応でそれぞれが特異性を示す例¹⁾、ブルガリア産9集団が9種作物に対する反応から6レースに判別された例⁴⁹⁾(第3表)、及びワシントン産3集団のブドウへの寄生性がそれぞれ異なるとする報告⁴¹⁾などがある。また、4種を同時に扱い、アルファルファ5品種¹⁶⁾、サツ

第4表 寄主反応によるネコブセンチュウの種及びレースの判別 (TAYLOR and SASSER, 1978)

ネコブの種 及びレース	判 別 寄 主 (品 種)					
	タバコ (NC 95)	ワタ (デルタパ イン16)	ビーマン (カリフォルニ ア・ワンダー)	スイカ (チャールスト ン・グレー)	ラッカセイ (フロー・ ランナー)	トマト (ルツガー)
サツマイモネコブ						
レース 1	—	—	+	+	—	+
レース 2	+	—	+	+	—	+
レース 3	—	+	+	+	—	+
レース 4	+	+	+	+	—	+
アレナリアネコブ						
レース 1	+	—	+	+	+	+
レース 2	+	—	—	+	—	+
ジャワネコブ	+	—	—	+	—	+
キタネコブ	+	—	+	—	+	+

マイモ8品種¹⁵⁾、及び9種の判別寄主²¹⁾に対する反応から、それぞれレース分けや種内変異を論じている報告などもある。

更に、特記しておくべきこととして、これら産地を異にする集団の中には、トマト、タバコ、サツマイモなどの抵抗性品種に、感受性品種と同様に寄生・加害・増殖するレースが既に存在している場合があることや^{21, 28, 58)}、ある集団では淘汰によって、しかも高温条件下ではより容易に、抵抗性打破系統が出現するという厄介な問題がある^{6, 8, 14, 29, 31, 34, 35, 38, 56)}。

以上に挙げてきた種々な事例の多くを、いわば地域性に富んだ変異集団と仮にみなし、それらの扱いは一応置くことにすれば、今なお SASSER の種判別寄主反応テスト方式は基本的にはなお不動のものと考えることができる。そこで、氏らが世界的規模で収集した多数のネコブセンチュウ集団について、ノースカロライナ大学で行われたテストの結果から、種々なる変異を示すもののうち、その発現頻度が高くかつそれらの産地が普遍的なタイプのみをレースとして認めて整理されたものが第4表である^{44, 52)}。これによればサツマイモネコブで4レース、アレナリアネコブで2レースが認知されている。その方法により国内10県から収集し得たサツマイモネコブ16集団について行った筆者の実験では、すべてがレース2に該当した。また5道県からのキタネコブ5集団については、十勝産のもののみがタバコで寄生・増殖がみられなかった点で、この判別表と異なった(以上、未発表)。ここで気掛かりなことは、ナイジェリア産のネコブ3種について、同方式で同一材料を自国内及びノースカロライナ大学とでテストした結果、タバコとビーマンにおける反応が両者間で大きく異なったという事例³²⁾があることである。なお、本属線虫の場合のみに限らず、寄主反応による種やレース分けの諸方式において、そのほとん

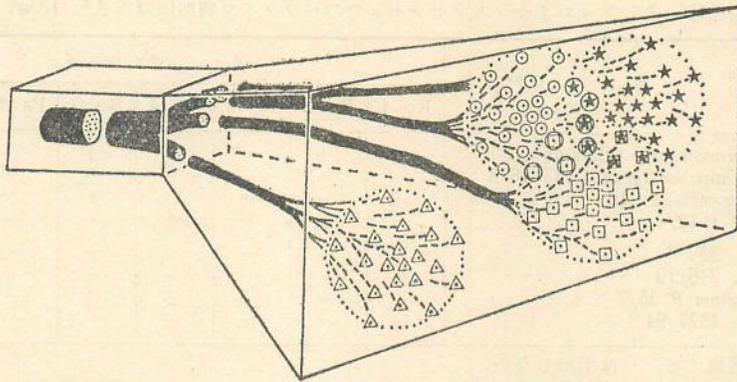
どが線虫の寄生・増殖の顕著な程度の差を調べるものでしかなく、“全か無かの法則”が適用でき難い性質のものである点も問題であろう。

サツマイモネコブ、ジャワネコブ、及びアレナリアネコブに関しては、雄虫も普通に出現するものの、完全に単為生殖(体細胞分裂型)を営んでいるため、“元来それらの種類分けには無理がある”⁵⁷⁾と言われ、現にセネガルではそれらが同一場内に混発している事例が多いうえに、それらは形態的にも寄生性でも大きな変異(重複)がみられることから、実際防除にあたってあえてそれらを種分けする意義は希薄とする意見もある²⁸⁾。

冷涼な気候を好むキタネコブでは、それらいわば熱帯性の3種とは進化の過程にかなりの隔りがあるに違はなく、現に両性生殖または減数分裂型単為生殖を行っているグループ(染色体数 $n=15\sim 17$)と、上記3種と同様に体細胞分裂型単為生殖のみを行っているグループ($2n=45$)に分けられ、前者は“レースA”、後者は“レースB”と呼ばれている⁵⁵⁾。この両レース間の寄生性の差を調べた実験はまだ見当たらないが、幼虫や成虫の頭部外部形態にはっきりした相違もみられている^{9, 10)} ことなどから、この両者はやがて種分けされる可能性が高い。

単為生殖が主体のこれら各種における諸形質の種内変異は、主に淘汰と突然変異とによってもたらされているに違いないと思われるが、変異の幅は時間とともに拡大していくものとすれば、種間の重複が一層進行する方向と逆に隔離していく方向とが考えられる。後者の一例として、ルイジアナ産の抵抗性ダイズ品種に寄生するサツマイモネコブの1系統は、明らかな形態的差異も認められるため、最近亜種(*M. incognita wartellei*)として記載された¹⁵⁾。

以上に述べてきたこれら4種の変異の現状につき、進



ネコブセンチュウ4種の進化・変異過程を示す模式図 (TAYLOR and NETSCHER, 1979)

○●△★：1種の特徴を示すクローン，○★△：2種の特徴を示すクローン，
 ○★：3種の特徴を示すクローン

化の過程における一断面として図のような模式図が提示されている⁵⁴⁾。左の1群がキタネコブ，右側の3群が相互に起源的にも近縁と考えられる熱帯性の3種である。座標の中で各群ともその中心部に位置するクローンが周辺部よりも多いはずであり，近縁の3種では既に2種間または3種間の重複が起こっていると考える。

これらの種やレースの判別に染色体数調査法¹⁷⁾，タンバクのゾーン電気泳動法⁵⁾，免疫学的手法³¹⁾などが試みられており，もちろんそれらの手法の確立も切望される場所であるが，我が国ではまず早急に実態の把握を進め，当面の対策策定に資するとともに，因果関係についての遺伝学的及び生理・生化学的研究が推進されることを願ってやまない。

II ジャガイモシストセンチュウのパソタイプ

世界的に恐れられている本線虫が，我が国（北海道）にも侵入していたことが分かり，植物防疫史上の重大ニュースとなったのは1972年夏のことである。元来シストセンチュウ類の対策は，輪作や抵抗性品種利用が柱となるため，パソタイプ (Pathotype) の確立が重要である。パソタイプは，本稿でのレースに相当する用語として，本線虫での使用を HOWARD (1965)¹⁸⁾ が提案したものであり，“判別寄主として選ばれた遺伝子型の異なる特定のジャガイモでの増殖の可否によって分けられる本線虫の異型群”と定義されている。

イギリスで，1952年にジャガイモの野生種 *Solanum andigena* が本線虫に強い抵抗性を持つことが分かった。やがてその抵抗性は単一優性遺伝子 H_1 によることが分かり，それを導入した抵抗性のジャガイモ栽培品種が育成された。ところが，1957年にそれらの品種が同国内に普及されたとたん，その抵抗性を破る個体群があちこち

に存在することが分かり，かつ，それらの個体群は奇妙に普通の個体群が増殖できる他の野生種 *S. multidissectum* では増殖できないことが分かり，その抵抗性遺伝子は H_2 と呼ばれるようになった。 H_1 で育たない線虫をパソタイプ “A”， H_2 で育たないものをパソタイプ “B” と呼ばれることになったが，その後 H_1 と H_2 のいずれでも増殖できる第3のパソタイプ “E” が見付かっていた。

そこで1974年に当研究室（当時一戸室長）では，イギリスから遺伝子型の異なるそれらのジャガイモと，パソタイプ “A”，“B”，“E” のシストを輸入し，厳重に管理した隔離条件下で飼育し，形態や寄生性について後志支庁管内21ほ場から採集した線虫との比較検討を行った。

その結果を要約すれば，①北海道産線虫は H_1 抵抗性遺伝子を持つジャガイモ品種では増殖できないが， H_2 遺伝子を持つジャガイモでは増殖可能であり，寄生性においてイギリス “A” に合致した。②雌成虫がシスト化する過程で白色期と黄色期を経て褐色のシストとなるが，イギリス “A” は白色期が短く黄色期が長い，北海道産線虫はこの点においても “A” と同じで，白色期が黄色期よりはるかに長い “B” や “E” とは異なった。③第2期幼虫の口針長及び口針基部の節球の形状にみられる特徴，ならびに幼虫の正面像においても “A” に一致し，“B” や “E” とは異なった。④シストでの肛門と陰門部との距離においても “A” と “B” 及び “E” との間に明瞭な相違があるが，この点においても北海道産線虫は “A” に一致した。

したがって，北海道後志支庁管内に発生した線虫は，イギリス “A” と同一であることが確実となった。

このような仕事を進めている過程で，ショッキングな

第5表 寄主反応によるジャガイモシストセンチュウのパソタイプ判別国際方式* (KORT ら, 1977)

判 別 寄 主**	パ ソ タ イ プ***							
	Ro 1	Ro 2	Ro 3	Ro 4	Ro 5	Pa 1	Pa 2	Pa 3
1. <i>Solanum tuberosum</i> spp. <i>tuberosum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
2. <i>S. tuberosum</i> spp. <i>andigena</i> CPC 1673	-	+	+	-	+	+	+	+
3. <i>S. kurtzianum</i> 60. 21. 19	-	-	+	+	+	+	+	+
4. <i>S. vernei</i> 58. 1642/4	-	-	-	+	+	+	+	+
5. <i>S. vernei</i> 62. 33. 3	-	-	-	-	±	-	-	+
6. <i>S. vernei</i> 65. 346/19	-	-	-	-	-	+	+	+
7. <i>S. multidissectum</i> P 55/7	+	+	+	+	+	+	+	+
8. <i>S. vernei</i> 69. 1377/94	-	-	-	-	-	-	-	-

*: +は線虫が増殖する, -は増殖しない。

** : 抵抗性遺伝子は2で H₁; 3で A と B; 4, 5, 6, 8 ではポリジーン。

*** : Ro 1~Ro 5 は *Globodera rostochiensis*, Pa 1~Pa 3 は *G. pallida*。

Ro 1 には従来のイギリス A, オランダ A, 及び Hiltrup が, Ro 2 にはオランダ B と Obersteinbach が, Ro 3 にはオランダ C が, Ro 4にはオランダ F が, Ro 5 には Harmerz が, Pa 1 にはイギリス B が, Pa 2 にはオランダ D が, Pa 3 にはイギリス E, オランダ E, Frenswegen, 及び Chavorney が, それぞれ所属する。

ことが二つ起こった。一つは, かねてから“B”と“E”の間には各発育ステージの虫体で形態上の差を認め得ないが, “A”と“B”, “E”の間には上記のような形態や体色, 更には虫体タンパクの電気泳動像などに明確な差の存在が知られていたことに加えて, 両者を交雑させても子孫が得られない(性的隔離がある)こともはっきりし, 1973年に至りようやく“B”, “E”のグループは“A”(*Globodera rostochiensis*)とは異なる新種として *G. pallida* (和名: ジャガイモシストセンチュウ)の種名が与えられた⁴⁸⁾ことであり, 他の一つは, これまでオランダや西ドイツではイギリスとは異なる判別法により, それぞれ異なるパソタイプの名称が与えられてきていた。そこでその混乱を解消するため, 3国間で共同研究が実施され, その成果として共通の判別寄主を用い名実ともに統一化した国際的判別方式が1977年に提示された²²⁾ことである(第5表)。

第5表に示した判別寄主をペルーの国際バレイショセンターから取り寄せ実験した結果, 北海道産線虫はやはり従来のイギリス“A”, オランダ“A”, 西ドイツ“Hiltrup”とともに同一のパソタイプ Ro 1 に属することが再確認された。なお, 1977年に新たに北海道斜網地方で発生が確認された線虫も, 形態及び寄生性から, 同じく Ro 1 であることが分かった。

したがって, 現在も関係者は発生地への H₁ 因子を持ったジャガイモ経済品種(特にツニカ)の普及に鋭意努力中であるが, 気掛かりなことは, 上記の同定はあくまで調べ得た試料に関する限りのことであり, 北海道に Ro 1 以外のパソタイプの発生は皆無と断言できる保証

はないし, 一方では現にそれら抵抗性品種でも極めて低率ながら成熟できる線虫個体も認められているため, 新たなパソタイプの出現は時間の問題でしかないかもしれない。そんなときの備えにと, 既に北海道農業試験場では, 育種素材としてはなほだ面倒なものであることを承知のうえで, 既知の全パソタイプに抵抗性を示すポリジーンの *Solanum vernei* を遺伝子源とした育種が懸命に続けられている。一方では, 本線虫の原産地アンデス地方には, ヨーロッパで未確認のパソタイプが複数存在する²⁾し, イギリスでも新しい判別寄主を用いれば, 既存のパソタイプが更に細分される¹²⁾といった背景もある。人類と線虫の競争も永遠に続くものなのだろうか。

引用文献

- 1) BERGE, J. B. et al. (1974) : C. r. hebdomadaire. Seance Acad. Agri. Fr. 60 : 946~952.
- 2) CANTO SAENZ, M. and M. M. DE SCURRAH (1977) : Nematologica 23 : 340~349.
- 3) CHITWOOD, B. G. (1949) : Proc. helm. Soc. Wash. 16 : 90~104.
- 4) COLBRAN, R. C. (1958) : Qd. J. agric. Sci. 15 : 101~136.
- 5) DALMASSO, A. and J. B. BERGE (1979) : In "Root-knot nematodes" (LAMBERTI and TAYLOR Eds.) AP : 111~114.
- 6) DAVIDE, R. G. and F. B. STRUBLE (1966) : Philippine Agric. 50 : 15~29.
- 7) DROPKIN, V. H. (1959) : Phytopathology 49 : 18~23.
- 8) ——— (1969) : ibid. 59 : 1632~1637.
- 9) EISENBACK, J. D. and H. HIRSCHMANN (1979) :

- J. Nematol. 11 : 5~16.
- 10) ——— et al. (1980) : *ibid.* 12 : 300~313.
 - 11) ESSER, R. P. et al. (1976) : *Proc. helm. Soc. Wash.* 43 : 138~150.
 - 12) FULLER, J. M. et al. (1977) : *Pl. Path.* 26 : 135~138.
 - 13) GIAMALVA, M. J. et al. (1963) : *Phytopathology* 53 : 1187~1189.
 - 14) GILES, J. E. and E. M. HUTTON (1958) : *Aust. J. Agr. Res.* 9 : 182~192.
 - 15) GOLDEN, A. M. and W. BIRCHFIELD (1978) : *J. Nematol.* 10 : 269~277.
 - 16) GOPLAN, B. P. et al. (1959) : *Phytopathology* 49 : 653~656.
 - 17) HUCKNEY, R. W. (1978) : *J. Nematol.* 9 : 248~249.
 - 18) HOWARD, H. W. (1965) : *Ann. Rep. Pl. Breed. Int. Cambridge 1963~64*, 65~66.
 - 19) IBRAHIM, I. K. A. and M. A. EL-SAEEDY (1976) : *Nematol. Medit.* 4 : 231~234.
 - 20) INSERA, R. N. et al. (1980) : *J. Nematol.* 12 : 283~287.
 - 21) KIRBY, M. F. et al. (1975) : *Pl. Dis. Repr.* 59 : 353~356.
 - 22) KORT, J. et al. (1977) : *Nematologica* 23 : 333~339.
 - 23) MARTIN, G. C. (1956) : *Rhod. Fmr.* 27 : 20.
 - 24) ——— (1962) : *Nematologica* 7 : 256.
 - 25) MINTON, N. A. (1963) : *Phytopathology* 63 : 79~81.
 - 26) ——— et al. (1969) : *Pl. Dis. Repr.* 53 : 668.
 - 27) MINZ, G. (1958) : *Pl. Prot. Bull. FAO* 6 : 92.
 - 28) NETCHER, C. (1978) : *Meded. Landbowhogeschool Wageningen* 78—3 : 46pp.
 - 29) ——— and D. P. TAYLOR (1979) : In "Root-knot nematodes" LAMBERTI and TAYLOR Eds.) AP : 269~294.
 - 30) NIELSEN, C. H. (1972) : *Abst. 11 th Int. Symp. Nematol.* : 50~51.
 - 31) 西沢 務 (1974) : *日線虫研誌* 4 : 37~42.
 - 32) OGBUJI, R. O. (1980) : *Pl. Dis.* 64 : 381~382.
 - 33) ——— and H. J. JENSEN (1972) : *Pl. Dis. Repr.* 56 : 520~523.
 - 34) 岡本好一・三井 康 (1974) : *日線虫研誌* 4 : 32~36.
 - 35) ——— (1977) : 同上 7 : 10~14.
 - 36) OTEIFA, B. A. et al. (1970) : *Meded. Fakul. Landb. Weten. Gent.* 35 : 1167~1176.
 - 37) PERRY, V. G. and J. A. ZEIKUS (1972) : *J. Nematol.* 4 : 231~232.
 - 38) RIGGS, R. D. and N. N. WINSTEAD (1959) : *Phytopathology* 49 : 716~724.
 - 39) RITZEMA BOS, J. (1888) : *Arch. Mus. Teyler, Ser. 2, 3* : 161~348, 545~588.
 - 40) ROBINSON, R. A. (1969) : *Rev. appl. Mycol.* 48 : 593~606.
 - 41) SANTO, G. S. and R. W. HACKNEY (1980) : *J. Nematol.* 12 : 86~87.
 - 42) SASSER, J. N. (1954) : *Bull. Md. agric. Exp. Stn. A-77* : 31pp.
 - 43) ——— (1966) : *Nematologica* 12 : 97~98.
 - 44) ——— (1979) : In "Root-knot nematodes" (LAMBERTI and TAYLOR Eds.) AP : 257~268.
 - 45) 清水 啓ら (1977) : 第21回応動昆大会講要 41.
 - 46) SLOOTWEG, A. F. G. (1956) : *Nematologica* 1 : 192~201.
 - 47) SOUTHARDS, C. J. and M. F. PRIEST (1973) : *J. Nematol.* 5 : 63~67.
 - 48) STONE, A. R. (1973) : *Nematologica* 18 : 591~606.
 - 49) STOYANOV, D. (1979) : In "Root-knot nematodes" (LAMBERTI and TAYLOR Eds.) AP : 307~310.
 - 50) STURHAN, D. (1971) : In "Plant parasitic nematodes II" (ZUCKERMAN, MAI, and RÖHDE Eds.) AP : 51~71.
 - 51) TAHA, A. H. Y. and G. M. YOUSIF (1976) : *Nematol. Medit.* 4 : 175~181.
 - 52) TAYLOR, A. L. and J. N. SASSER (1978) : "Biology, identification and control of root-knot nematodes" NC State Univ. : 111pp.
 - 53) TAYLOR, D. P. and C. NETSCHER (1975) : *Cah. ORSTOM. Ser. Biol.* 10 : 247~249.
 - 54) ——— (1979) : In "Root-knot nematodes" (LAMBERTI and TAYLOR Eds.) AP : 311~316.
 - 55) TRIANTAPHYLLOU, A. C. (1966) : *J. Morph.* 118 : 403~414.
 - 56) ——— and J. N. SASSER (1960) : *Phytopathology* 50 : 724~735.
 - 57) ——— and R. S. HUSSEY (1973) : *OEPP/EPPO Bull.* 9 : 61~66.
 - 58) VIGLIERCHIO, D. R. (1978) : *J. Nematol.* 10 : 224~227.
 - 59) WILLIAMS, K. J. O. (1972~1975) : In "CIH descriptions of plant-parasitic nematodes", CAB, Nos. : 3, 18, 31, 62.

ウイルスの保存法

農林水産省植物ウイルス研究所 **福本 文良**

はじめに

ウイルスを取り扱う研究において、用いられるウイルスは個々の分離株である。ウイルスは同種類であっても分離株によって若干性質が異なっているので研究継続中はもちろん、研究が一段落した後でも他の研究者が性質の明らかになったウイルスを用いての新しい研究が行えるように、供試ウイルスは長期間保存させておかななくてはならない。そのためには変異を起こさない方法で増殖し、病原性の低下の少ない条件で保存しなくてはならない。また、野菜類の抵抗性品種の育種、抗ウイルス剤の開発及び生化学的研究などには、多種類のウイルスが既知の濃度で希望するときかなりの量が使えることが必要である。TMVのように極めて安定な一部のウイルスではこの目的にかなった保存は比較的容易であるが、多くの不安定なウイルスについて保存中の病原性の低下を定量的に調べた研究は少なく、これらのウイルスのほとんどについて、どのような保存方法が適しているのか明らかにされているとは言えない。筆者の研究室では、バクテリア、ファージ、動物ウイルスなどの微生物の保存で、保護効果が認められている糖類やアミノ酸などを中心にそれら物質が各種植物ウイルスに与える影響を調べ、より簡便で特殊な設備を必要としない保存方法を確立するための研究を進めている。本稿はそれらの結果を中心に紹介する¹⁾。脇本の「植物ウイルスの保存法」の総説も併せ参考にされたい²⁾。

I ウイルスの保存方法

ウイルスの保存方法としては、生体保存、非凍結低温保存、凍結保存、乾燥保存、及び凍結乾燥保存などがある。各々の保存方法には一長一短があり、保存するウイルス株の性質と目的に沿ってその方法を選択する必要がある。

1 生体保存

ウイルスを宿主に接種して生体で継代していく方法である。この方法では常時宿主の植物を育てておくために手間と経費が掛かるだけでなく、他のウイルスの汚染や継代中に変異を起こす可能性も高くなる。例えば、

wound tumor virus に感染したスイートクローバーを切り返し、長年媒介昆虫を通さずに保存すると、ウイルスゲノムに欠損を生じ、媒介昆虫で伝染しなくなる³⁾。また、イネ萎縮ウイルスでも株分けて継代すると数年でツマグロヨコバイで伝染しなくなることが確認されている⁴⁾。ウイルスの中には機械的接種が困難なものや不可能なものがあり、これらのウイルスでは生体保存もやむを得ないが、機械的接種の容易なウイルスの長期にわたる生体保存はこれらの欠点を考えると望ましい方法ではない。

2 凍結保存

ウイルスに罹病した組織片、粗汁液または純化ウイルス液を凍結して保存する方法である。本法は簡便であり、 -70°C 前後の保存で一般的に良い結果が得られている。しかし、停電や機械の故障などの事故で融解する恐れがあり、貴重な試料をだめにする危険性がある。また、密栓が十分でない場合保存後に乾燥する恐れがある。凍結処理は試料中の水分が氷晶化することによって保存物質を破壊したり、一種の脱水状態になるために塩濃度の濃縮、pH の変化、結合状態の変化などを伴って悪影響を与えるものと考えられている。各種の添加物(グリセリン、dimethyl sulfoxide (DMSO)、糖類)はこれらの影響を緩和し、保存物質を保護する働きを持っている。

3 乾燥保存

ウイルスに罹病した組織片を塩化カルシウム、シリカゲルなどの乾燥剤の入った容器中で低温下で乾燥させた後、乾燥剤を入れ換えて低温またはフリーザーで保存する方法である。この方法は特殊な機械を必要とせず、多種類のウイルスについて長期保存の報告と実績があり、比較的多く利用されている。

4 凍結乾燥保存

ウイルスに罹病した組織片、粗汁液及び純化ウイルスなどの試料を凍結後、減圧下で昇華して水分を除去し、真空のまま密封して低温で保存する方法である。この方法は凍結より脱水が更に進んだもので、自由水のほかに結合水の大部分も脱水される。この極端な脱水のため、この処理を行うだけでかなりの病原性を失うウイルスもあるが、処理後は脱水によって種々の生反応が抑えられるために安定した長期保存が可能になる。このため乾燥

で大きな影響を受けるウイルスについては影響を少なくする工夫が必要であり、またそれが可能になれば非常に優れた保存方法となる。また、本法による保存試料は乾燥法と同様に凍結では難しい郵送も可能になる。

5 非凍結保存

ウイルス液に防腐剤を加えて冷蔵庫に保存するか、グリセリンを等量加えて -20°C 前後に保存する方法が用いられる。しかし、これらの方法で長期保存できるウイルスは限られており、超低温槽の普及であまり用いられていない。

II 凍結による保存

キュウリモザイクウイルス (CMV), potato leaf roll virus 及びトマト黄化えそウイルス (TSWV) は -20°C で凍結保存した場合、短期間しか病原性を維持できない⁵⁾。しかし、TSWV は感染した組織片を -69°C に保存することによって6年後でも高い病原性の維持を可能にしている⁶⁾。このように -20°C では長期保存の難しいウイルスでも -70°C のような超低温で保存すると極めて安定した保存が可能のようである。しかし、 -20°C 低温槽に比べまだ超低温槽の普及率は低い。そこで各種の添加物を加えることで保護効果を高め、汁液接種可能な多くのウイルスにおいて -20°C での長期保存を可能にする試みが続けられている。

1 添加物の効果

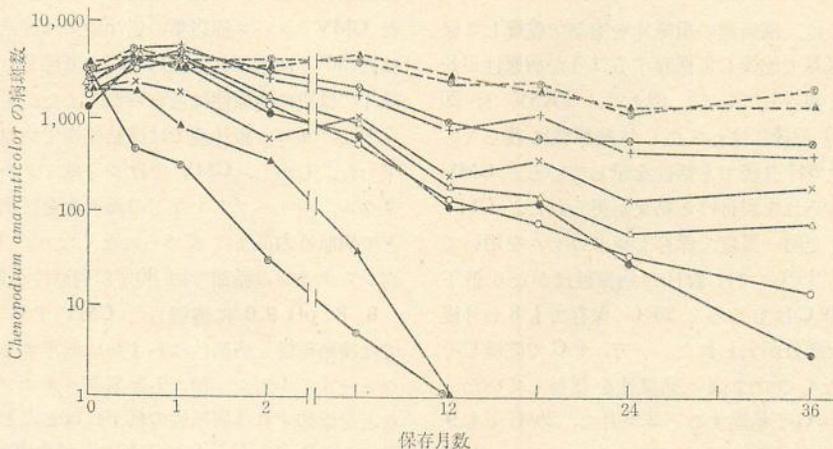
CMV, ラッカセイ萎縮ウイルス (PSV), キク微斑ウイルス (CMMV) (以上ホウ酸緩衝液 (B. B.) pH 9.0 に溶解), carnation mottle virus (CaMoV), 南部イン

ゲンモザイクウイルス (SBMV) 及びカブモザイクウイルス (TuMV) (以上リン酸緩衝液 (P. B.) pH 7.0 に溶解) などの純化ウイルス液では、凍結による病原性の低下は認められないが、TuMV 感染コカブ粗汁液では B. B. pH 7.6 で磨砕した場合、病原性は 50 % 以下になった。しかし、B. B. pH 9.0, P. B. pH 7.0 及び組織片の凍結ではほとんど影響は認められなかった。一方、純化ダイコンひだ葉モザイクウイルス (REMV) は1回の凍結で粒子のごく一部が RNA と外被タンパクとに分かれ、病原性は 75% に低下し、5回の凍結融解の繰り返しでは 50% 以上のウイルス粒子が破壊された。しかし、凍結前に 0.5% ペプトン, 0.5% リジン, 1% ブドウ糖, 3% グリセリン, 3% DMSO などの添加物を加えることでほとんど影響を受けなくなった。タバコ輪点ウイルス (TRSV) でも凍結融解の繰り返しでわずかずつウイルス粒子は破壊されたが、REMV で効果のあった5種の添加物で完全に保護された。

2 長期保存

CMV 感染タバコ葉に各種添加物を加えた B. B. pH 8.5 を加えて磨砕した粗汁液を -20°C で凍結保存すると、無添加では1か月で著しい病原性の低下を示すが、5% ショ糖及び1% グルタミン酸ナトリウムを添加した区では病原性の低下は遅く、3年後でも病原性はかなり維持された。一方、純化ウイルスは無添加で -20°C に3年保存しても病原性の低下はほとんど認められなかった。

純化 TRSV は -20°C と -70°C の凍結保存でウイルス粒子の一部が 25 か月後には RNA と外被タンパク



第1図 TuMV 罹病コカブ粗汁液の凍結保存性に及ぼす各種添加物の影響
 ▲: 1%グリシン, +: 5%グリセリン, ⊗: 10%グリセリン, △: 5%ショ糖,
 ×: 1%ペプトン, ●: 5% DMSO, ○: 10% DMSO, ◎: 無添加
 実線は -20°C 保存, 破線は -70°C 保存

に分かれたが、凍結前の1%ブドウ糖か3%グリセリンの添加で変化は認められなくなった。純化 REMV でも -20°C 、27 か月保存でウイルス粒子はわずかに崩壊したが、1%ショ糖の添加で変化は認められなくなった。

TSWV の粗汁液を凍結保存した場合、無添加区は1か月で大部分の病原性を失ったが、3%グリセリン及び組織片では病原性はやや長く維持され、5か月後でも認められた。一方、 -70°C に保存すると無添加区でも種々の添加物を加えた処理区と同様に3年後でも高い病原性を維持していた。

TuMV 粗汁液は -20°C の保存で病原性は1か月で約 1/10 に低下したが、5%または10%グリセリンを添加しておくとも3年後でも 1/4~1/2 の病原性を維持していた(第1図)。純化ウイルスでは3%グリセリン、0.5%ペプトン、2.5%ショ糖、2.5%ブドウ糖などの添加区で2~4年後でも高い病原性を維持していた。

以上のように、極めて不安定な TSWV は凍結処理でかなりの病原性が失われたが、実験に供した他のウイルスでは凍結の影響はあまり受けなかった。特にタンパクと核酸の結合力の強い cucumovirus や、それが粒子の維持に一定の関与をしている SBMV 及び CaMoV では影響は認められなかった。

保存効果のある添加物はウイルスの種類によってかなり異なっていた。また、CMV と TuMV のいずれも純化することによって保存性が高まり、特に CMV で顕著であった。これは他のウイルスにも共通しているのではないかと考えられる。

III 乾燥による保存

McKINNEY⁷⁾ は、罹病葉の組織片を室温で乾燥して保存するよりも低温で乾燥して保存するほうが病原性が長く維持できると報告している。例えば、TRSV は 26°C の保存で13週後にはわずかしかな病原性は残らないが、 1.5°C では547日後でも活性を示している。CMV と TuMV でもそれを裏付ける結果が得られた。CMV 罹病葉の組織片を同一温度で保存しシリカゲルを用いて乾燥させると、 35°C では数日で病原性はかなり低下し、 35°C と 30°C はもちろん 25°C 保存でも8か月後には病原性の大部分が失われた。一方、 4°C で乾燥しそのまま保存したものでは高い病原性を維持していた。TuMV では 35°C で乾燥すると2か月で、 25°C でも9か月後には病原性は認められなくなった。しかし、 4°C で乾燥し保存すると9か月後でも1/4程度の病原性が認められた。

これまでこの方法で極めて多種類のウイルスの保存が

行われ報告されており、長期にわたるものでは CMV 及びジャガイモ Y ウイルスは15年、TRSV は17年以上の保存が可能であることが明らかにされている。しかし、いずれも定量的に取り扱われていないのでほかの方法との比較が困難である。

IV 凍結乾燥による保存

多種類のウイルスが本法によって保存されているが、各種の添加物を用いて病原性の変化を定量的に扱った報告は少ない。そのため凍結乾燥処理によってどの程度影響を受けるのか、また保存後にどのような変化が起こるのか、ほとんど明らかにされていない。添加物を用いた例としては、HOLLINGS⁸⁾ はウイルス罹病植物の粗汁液に7%ペプトンと7%ブドウ糖を添加し凍結乾燥後室温に保存した。その結果、供試74種中57種のウイルスは少なくとも1年間、それらのうち19種は10年以上病原性を維持していた。VON SYDOW⁹⁾ は、alfalfa mosaic virus とジャガイモ X ウイルスの凍結乾燥標品を 65°C と 100°C に保存して病原性の低下を速め、グルタミン酸ナトリウム、ペプトンなどの添加物で効果を認めている。

1 添加物の効果

ウイルスに対する凍結乾燥の影響はその種類によってかなり異なり、同じウイルスでも粗汁液と純化ウイルスで異なる場合も認められた。

TuMV 罹病コカブを P. B. pH 7.0, B. B. pH 9.0 で磨砕した粗汁液及び組織片は凍結乾燥してもいずれも病原性にはほとんど影響しないが、pH 7.6 の B. B. では病原性は約 1/3 に低下した。B. B. pH 8.5 で磨砕した CMV タバコ罹病葉の粗汁液では凍結乾燥で病原性は約 50% に低下した。P. B. で磨砕した粗汁液及び組織片では更に病原性は低かった。また、TSWV 罹病トマト及びタバコ粗汁液では凍結乾燥で病原性は数%に低下した。しかし、CMV ではショ糖、グルタミン酸ナトリウム、ポリペプトンなどの添加物を緩衝液に加えることで病原性の低下は認められなくなり、TSWV でも1%システインの添加で約 80%の病原性が維持された。

B. B. pH 9.0 に溶解した CMV, PSV 及び CMMV では凍結乾燥で病原性はわずかに低下するが、1%イノシトール、1%ショ糖、0.5%グルタミン酸ナトリウムなどを添加すれば病原性の低下はほとんど認められなくなった。P. B. pH 7.0 に溶解した純化 TuMV, SBMV, CaMoV, TRSV 及び REMV は凍結乾燥で数%~20%に病原性は低下した。しかし、アミノ酸及び糖類を添加することによって約 2/3 以上の病原性が維持されるよ

うになった。このように、凍結乾燥がウイルスの病原性に及ぼす影響は個々のウイルスでかなり異なった。ウイルス粒子崩壊の様子をショ糖密度こう配遠心 (SDG) パターンで調べると、凍結乾燥した CMV は無処理に比べてウイルスピークが小さくなった。PSV と CMMV は沈降速度の遅いウイルスピークが現れ、二つのウイルスピークが認められた。しかし、乳糖、ショ糖、ブドウ糖、イノシトールの各 1%、グリシン、ポリペプトン、グルタミン酸ナトリウムの各 0.5% のいずれかの添加でもウイルスピークに変化が認められなくなった。SBMV と CaMoV は凍結乾燥でウイルスピークが幅広く小さくなるが、1%ソルビトール、0.5% リジンなどの添加で変化が減少した。凍結乾燥した TRSV と REMV では middle と bottom 成分のいずれも認められなくなり、これらの粒子が壊れてきた核酸と核酸を含まない粒子のピークが新たに認められるようになった。TRSV は 1%ブドウ糖及び 1%ソルビトールを添加すれば SDG パターンのウイルスピークは無処理に極めて近くなり、REMV でもかなり保護された。TuMV の凍結乾燥の場合、無添加では著しい凝集を起し病原性が低下したが、乳糖、ショ糖の各 1% 添加でほとんど影響が認められなくなった。

2 長期保存

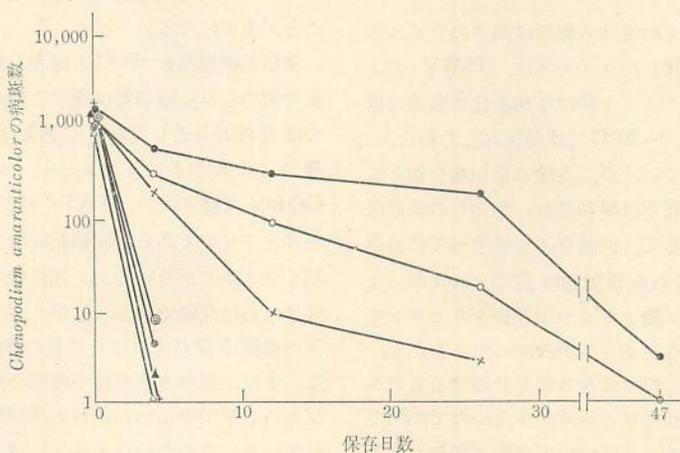
動物ウイルスや細菌などの凍結乾燥標品を低温に保存したときの各種添加物の保護効果は高温に保存したときにも認められているので、病原性の低下を速めるために高温に保存して実験を行った。CMV, PSV 及び CMMV の純化ウイルスを凍結乾燥後 65°C で保存した

場合、無添加区はいずれのウイルスでも数日で病原性がほとんど認められなくなるが、1%イノシトールか 1%ショ糖添加区では 1 か月後でも病原性が認められた (第 2 図)。CMV 罹病タバコ粗汁液の凍結乾燥標品を 35°C で保存した場合、5%ショ糖、1%グルタミン酸ナトリウム、0.3% ポリペプトンの各添加区で顕著な保護効果が認められ、25 か月後でも高い病原性が維持されていた。

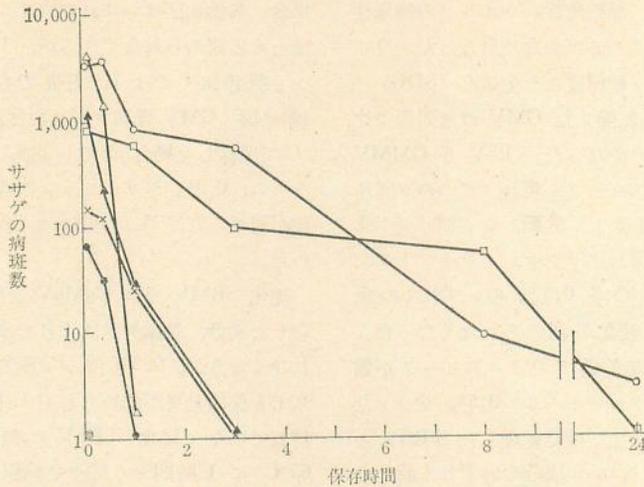
純化 SBMV 及び CaMoV を凍結乾燥後 65°C で保存した場合、無添加区は 1 日でほとんど病原性が認められなくなるが、0.5% リジン添加区ではいずれのウイルスでも保護効果が認められ、7 日後でも高い病原性を維持していた。純化 TRSV は無添加の凍結乾燥標品を 65°C に 1 時間おくだけで病原性は認められなくなったが、1%ブドウ糖、0.5% リジン添加区では 8 時間後でも病原性が認められた。しかし、24 時間後には病原性は認められなくなった (第 3 図)。REMV はリジン添加区で保護効果が認められた。

TSWV 罹病粗汁液を 4°C で凍結乾燥保存した場合、無添加区は 1 週間で、ペプトン、ポリペプトンの各 1% 添加区及び組織片でも 4 か月で病原性が失われたが、1% システイン添加区は 3 年後でも病原性が認められ、-70°C 保存では高い病原性が認められた。

各種添加物を含む P. B. pH 7.0 で磨砕した TuMV 罹病粗汁液を凍結乾燥し 25°C で保存した場合、数か月で病原性は著しく低下したが、グリシン、ペプトン及びポリペプトンの各 1% 添加区では 14 か月後でも比較的高い病原性を維持した。しかし、無添加でも -20°C と



第 2 図 CMMV の凍結乾燥標品の 65°C での保存性に及ぼす添加物の影響
 ● : 1%イノシトール, ○ : 1%ショ糖, × : 1%乳糖, ⊗ : 1% dextran T-10,
 ▲ : 1%ラクトビオン酸カルシウム, + : 1%ソルビトール, △ : 1%ブドウ糖,
 ◎ : 無添加



第3図 TRSV の凍結乾燥標品の 65°C での保存性及び添加物の影響
 ○: 1%ブドウ糖, □: 0.5%リジン, ▲: 0.5%グルタミン酸ナトリウム, ×: 1%イノシトール, △: 1%ソルビトール, ●: 0.5%グリシン, ◎: 無添加

-70°C に保存した場合、2年後でも病原性の低下は認められなかった。P. B. pH 7.0 に溶解した純化 TuMV を凍結乾燥し 65°C で保存した場合、無添加区は1日で病原性が認められなくなるが、ペプトン、グルタミン酸ナトリウムの各0.5%添加区では7日後でも高い病原性が認められた。4°C に保存した場合無添加区では病原性はわずかに低下するが、ペプトン添加区では病原性の低下は認められなかった。しかし、-20°C に保存した場合、いずれの添加区も、病原性の低下は認められなかった。

おわりに

凍結に対してウイルスの受ける影響は個々のウイルスによって異なるが、供試したウイルスは、TSWV のように極端に不安定なウイルスを除けば病原性に顕著な低下は認められなかった。-20°C で凍結保存した場合、しだいに病原性は低下していくが、各種の添加物を加えることによって病原性の低下は緩和され、かなりの長期保存が可能になった。そして、供試ウイルスすべてに共通して顕著な保護効果のある添加物は認められなかったが、ショ糖、グルタミン酸ナトリウム及びグリセリンで比較的效果の認められるウイルスが多かった。しかし、供試ウイルス以外の多くのウイルスにも共通するものかどうかは、まだ研究されたウイルスが少ないので不明であり、更に多種類のウイルスについて各種添加物の保護効果を調べる必要がある。

凍結乾燥に対するウイルスの影響は、ウイルスの種類によりかなりの相違が認められた。これはウイルス粒子

を維持するための核酸とタンパクの結合の仕方が種類によって異なり、これが大きく影響するものと考えられる。すなわち、結合力の極めて強い cucumovirus では凍結乾燥によって膨潤などの影響は認められるが、粒子の崩壊には至らず病原性もほとんど低下しない。また、それがウイルス粒子の維持に関与している SBMV や CaMoV でも粒子の崩壊には至らないが、病原性は約20%に低下する。一方、TRSV と REMV のように核酸とタンパクの結合力が弱いウイルスでは凍結乾燥で核酸の放出や粒子の崩壊が起き、そのため病原性は著しく低下する。このように核酸とタンパクの結合力の弱いウイルスでは凍結乾燥前に保護効果のある添加物を加えることが重要になる。

凍結乾燥標品を 65°C で保存した場合、顕著な保護効果の認められる添加物は類似の構造を持つウイルスの間では比較的共通しており、例えば、cucumovirus の3種ウイルスではイノシトール、ショ糖、SBMV 及び CaMoV ではリジン、TRSV 及び REMV ではグルコースとリジンである。凍結乾燥で大幅な病原性の低下を招くウイルスが多いので、知見のないウイルスを凍結乾燥するのは危険である。しかし、凍結乾燥後 -20°C 以下の低温で保存すればその後の病原性は極めて安定する。また、他の方法に比べ停電や機械の故障などのトラブルの心配が少ないことから長期保存の方法としては優れている。このためウイルスに適した保護物質を添加し凍結乾燥を可能にすることで、より優れた保存方法として広く利用されるようになるものと考えられる。

本稿を取りまとめるにあたり、栃原比呂志室長には適

切な御助言と御協力をいただいた。厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 1) 福本文良・榊原比呂志 (1980) : 日植病報 46 : 448~454.
- 2) 脇本 哲 (1977) : 微生物の保存法 (根井外喜男編), 東京大学出版会, 東京. pp. 93~105.
- 3) REDDY, D. V. R. and L. M. BLACK (1977) : Virology 80 : 336~346.
- 4) 木村郁夫 (1976) : 日植病報 42 : 375.
- 5) NOORDAM, D. (1973) : Identification of Plant Viruses. Centre for Agricultural Publication and Documentation, Wageningen. pp 183~186.
- 6) BEST, R. J. (1961) : Virology 14 : 440~443.
- 7) MCKINNEY, H. H. (1947) : Phytopathology 37 : 440~441.
- 8) HOLLINGS, M. and O. M. STONE (1970) : Ann app. Biol. 65 : 411~418.
- 9) VON SYDOW, B. (1975) : Phytopath. Z. 83 : 127~135.

新しく登録された農薬 (56.2.1~2.28)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名、登録番号(登録業者(社)名)、対象作物：病害虫：使用時期及び回数などの順。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略)(登録番号 14450~14453 号まで計4件)

『殺虫剤』

3回

DMTP 粉剤

DMTP 15%

スプラサイド FD

14452(日本チバガイギー), 14453(クミアイ化学工業)
温室・ハウス等・きゅうり：オンシツコナジラミ：3日
3回

温室・ハウス等・トマト：オンシツコナジラミ：7日

『殺菌剤』

インプロチオラン粉剤

インプロチオラン 2.5%

フジワン粉剤

14450(三笠化学工業), 14451(八洲化学工業)

稲：いもち病：14日3回



○昭和56年度植物感染機作・病理化学談話会のお知らせ

日程：談話会 昭和56年7月23日(木)13時~24日(金)17時

懇親会 7月23日17時30分~19時

研究所見学(希望者のみ)25日(土)9~12時

場所：茨城県筑波郡谷田部町観音台

農林水産技術会議 筑波事務所講堂

テーマ：(1)病原微生物の培養 マイコプラズマ(塩見敏樹),スピロプラズマ(杉浦巳代治),根こぶ病菌由来カルスにおける菌の増殖と病原性(池上八郎),タフリナおよび関連菌の培養法(椿啓介),植物さび病菌の培養世代について(勝屋敬三,安藤勝彦), (2)病原糸状菌の形態形成 光と胞子形成(本田雄一郎),胞子形成の生理(丸茂晋吾),担子菌の子実体形成の栄養生理(北本豊),スギ赤枯病菌の分生胞子形成(陣野好之),ダイズべと病菌の卵胞子形成(稲葉忠興),イネ紋枯病菌の菌核形成(羽柴輝良)。

申込み等：参加費1,000円,予稿集1,500円,懇親会費2,000円,宿泊費(国公立試験研究機関及び大学関係者は共同利用施設で1泊600円2泊700円前納,民間及び私大関係者は国際協力事業団宿舎で朝食付き1泊4,300円,後納),希望者には「申込書と振替用紙」をお送りしますので,下記へ御連絡下さい。

〒305 茨城県筑波郡谷田部町観音台
農業技術研究所 大畑貫一
電話 (02975) 6-8298 番

“植物防疫事業三十周年記念誌”

「植物防疫三十年のあゆみ」

(1部6,000円 送料サービス)

若干の余部がありますので実費頒布いたします。
ご希望の方はお早目に下記宛お申し込み下さい。

(社)日本植物防疫協会内

「植物防疫推進協議会」

中央だより

—農林水産省—

○病害虫発生予察事業特殊調査成績検討及び計画打合せ会開催さる

昭和 55 年度病害虫発生予察事業特殊調査成績検討及び 56 年度の事業計画打合せ会が次のとおり開催された。

1 いもち病のシミュレーションによる発生予察方法の確立に関する特殊調査

- (1) 日時 昭和 56 年 2 月 12 日 10~17 時
- (2) 場所 農林水産省農蚕園芸局第 1 会議室
- (3) 担当県 青森, 福島, 茨城, 福岡

2 ミカンハダニのシミュレーションによる発生予察方法の確立に関する特殊調査

- (1) 日時 昭和 56 年 2 月 23 日 10~17 時
- (2) 場所 農林水産省三番町分庁舎 3 号会議室
- (3) 担当県 静岡, 広島, 愛媛, 佐賀

○イネミズゾウムシ防除対策会議を開催

去る 2 月 25 日, 農水省三番町分庁舎において愛知, 三重, 岐阜等関係 16 府県, 地方農政局, 植物防疫所, 農業検査所, 農林水産技術会議事務局, 農業技術研究所, 農業試験場関係者等 55 名が出席し, 昭和 55 年度のイネミズゾウムシ発生及び防除状況等についての報告並び

に昭和 56 年度防除事業の実施について, 防除対策会議を植物防疫課の主催で開催し, 56 年度の事業の推進について協議が行われた。

○果樹ウイルス病検査に関する検討会を開催

農林水産省は, 3 月 19 日果樹種苗対策の一環として実施している果樹母樹ウイルス病検査に関する検討会を同省三番町分庁舎で関係県, 国の試験研究機関及び植物防疫所を招集し開催した。

この検討会は, 最近一般果樹園等でカンキツモザイク病, トリステザウイルス (かんきつ類), 味無果症 (ぶどう) などの発生と被害が問題になっていることから, 植物防疫所が実施している「果樹母樹ウイルス病検査要領」を改正して強化を図ることとし, 関係県の意見等を聴取するため開催されたものである。

改正の主たる内容は, ①重要な果樹ウイルス病を特定してこれを重点的に検査し, ②従来の園地検査に各種検定方法を用いた精密検査を加え, 更に, ③合格基準の見直しを行い, より精度の高い検査を目指す, というものである。

なお, 農林水産省は, 本検討会での協議結果を踏まえ, 近く同要領を改正することとしている。

次号予告

次 5 月号は「昆虫の大量増殖」の特集を行います。予定されている原稿は下記のとおりです。

- 1 昆虫の大量増殖—その重要性和問題点
湯嶋 健
- 2 昆虫の大量増殖用飼料と飼育施設
玉木佳男・釜野静也
- 3 昆虫大量増殖の機械化
仲盛 広明
- 4 カイコの人工飼料の開発とその実用化
堀江 保宏

- 5 殺虫剤検定用供試昆虫の大量増殖 中山 勇
 - 6 耐虫性品種検定用供試昆虫の大量増殖 釜野 静也
 - 7 フェロモン剤開発のための供試昆虫の大量増殖 田付 貞洋
 - 8 寄生性天敵の大量増殖 矢野 栄二
 - 9 捕食性天敵の大量増殖 古橋 嘉一
 - 10 天敵ウイルス生産のための大量増殖 佐藤 威
- 定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ
1部 450 円 送料 45 円

植物防疫

第 35 卷 昭和 56 年 4 月 25 日印刷
第 4 号 昭和 56 年 4 月 30 日発行

定価 400 円 送料 45 円 1 か年 5,000 円 (送料共概算)

昭和 56 年
4 月号
(毎月 1 回 30 日発行)

編集人 植物防疫編集委員会

—発行所—

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

印刷所 株式会社 双文社印刷所
東京都板橋区熊野町 13-11

社団法人 日本植物防疫協会
電話 東京 (03) 944-1561~6 番
振替 東京 1-177867 番

—禁 転 載—

増収を約束する

日曹の農薬

殺菌剤

トップジンM 水和剤
粉剤
ペースト

トリアジン 水和剤

ホーマイ 水和剤
コート

アタッキン 水和剤

ラビライト 水和剤

日曹プラントバックス 水和剤

殺虫剤

ホスピット75 乳剤

ガードサイド 水和剤

殺ダニ剤

シトラゾン 乳剤

クイックロン 水和剤

マイトラン 水和剤

ダニマイト 水和剤
乳剤

ピロダン 乳剤

植物成長調整剤

ビーナイン 水溶剤

くん煙剤

ジェットVP

トリアジンジェット

ダンスモレート

除草剤

クサガード
水溶剤

展着剤

ラビデンSS



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・名古屋・福岡・信越・高岡

本会発行新刊図書

農林害虫名鑑

日本応用動物昆虫学会 監修

3,000円 送料300円

A5判 本文307ページ ビニール表紙

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

内容目次

第1部 害虫分類表

線形動物門(幻器綱、尾線綱)、軟体動物門(腹足綱)、節足動物門(甲殻綱、クモ綱、昆虫綱)

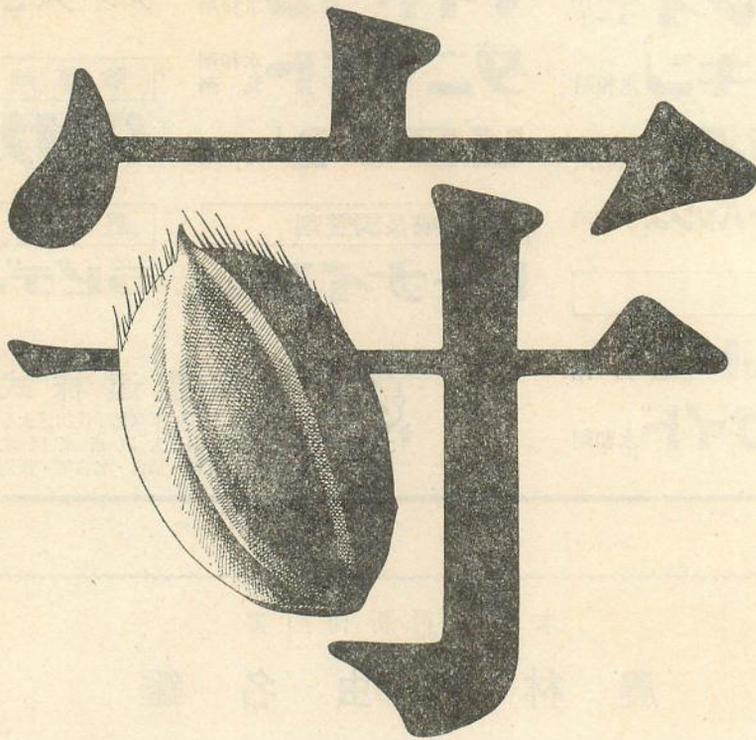
第2部 作物別害虫名

I 食用作物・野菜、II 果樹、III 特用作物、IV 牧草・飼料作物、V 観賞用植物、VI 林木、VII 乾材
VIII 養蚕、IX 養蜂、X 貯蔵食品、XI 繊維・毛皮・皮革・生薬・動植物標本、XII 書籍

第3部 索引(学名索引・英名索引・和名索引)

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

穂もち対策は、 予防第一主義。



より確実に防がなければならない今年…効きめの長いフジワンで。

- 散布適期幅が広く散布にゆとりがもてる
- 効果が長期間(約6週間)持続する
- 粉剤2~3回分に相当する効果がある
- 稲や他作物に薬害を起こす心配がない
- 人畜、魚介類に安全性が高い

《本田穂いもち防除》

使用薬量：10アール当り4kg

使用時期：出穂10~30日前(20日前を中心に)

フジワン®粒剤

®は日本農薬の登録商標です

あなたの稲を守る《フジワン》グループ

- フジワン粉剤・乳剤・AV
- フジワンプラエス粉剤
- フジワンダイアジノン粒剤
- フジワンミブ粒剤
- フジワンエルサンバッサ粉剤
- フジワンスミチオン粉剤・乳剤
- フジワンツマサイド粉剤



フジワンのシンボルマークです



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル

資料請求券
フジワン
稲防除剤

連作障害を抑え、健康な土壌をつくる！
花(カーネーション・菊)の土壌消毒剤

バスアミト[®] 微粒剤

- 刺激臭がなく、民家の近くでも安全に使えます。
- 広範囲の土壌病害、線虫に効果が高く、また雑草にも有効です。
- 作物の初期生育が旺盛になります。
- 粒剤なので簡単に散布できます。



兼商株式会社

東京都千代田区丸の内 2-4-1

トーラック[®] 乳剤

- コナガ・アオムシ・ハダニ・カイガラ…用途の広がる殺虫・殺ダニ剤

ブデン[®] 乳剤

- ボルドー液に混用できるダニ剤

マリックス[®]

- 安全性が確認された使い易い殺虫剤

キノゾドー[®] 水和剤80 水和剤40

- 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

新 刊

北條良夫・星川清親 共編

作物—その形態と機能—

上 巻

A 5 判 上製箱入 定価 3,200円 円 300円

—主 内 容—

第1編 作物の種子／第1章 作物の受精と胚発生(星川清親) 第2章 種子の発芽(高橋成人) 第3章 種子の休眠(太田保夫)

第2編 作物の花成／第1章 作物の播性と品種生態(川口敦美) 第2章 春化現象(中條博良) 第3章 作物における花成現象(菅 洋) 第4章 野菜の抽臺現象(鈴木芳夫)

第3編 作物の栄養体とその形成／第1章 作物の葉(長南信雄) 第2章 作物の茎(長南信雄) 第3章 作物の根(田中典幸) 第4章 作物におけるエージング(折谷隆志)

第4編 作物の生産過程—その1—／第1章 光合成と物質生産(泉 和一) 第2章 C_3 、 C_4 植物と光呼吸(秋田重誠) 第3章 光合成産物の転流(山本友英) 第4章 光合成産物の供与と受容(北條良夫) 第5章 草姿、草型と光合成産物の配分(小野信一)

下 巻

A 5 判 上製箱入 定価 2,700円 円 300円

—主 内 容—

第5編 作物の生産過程—その2—／第1章 サツマイモ塊茎の肥大(国分禎二) 第2章 牧草の物質生産(泉和一) 第3章 葉菜類の結球現象(加藤 徹) 第4章 果樹の接木不親和性(仁藤伸昌)

第6編 作物の登熟／第1章 マメ類の登熟(昆野昭晨) 第2章 穀粒の登熟(星川清親) 第3章 穀粒の品質(平 宏和) 第4章 登熟と多収性(松崎昭夫)

第7編 作物の生育と障害／第1章 作物の倒伏と強稈性(北條良夫) 第2章 作物の倒伏と根(宮坂 昭) 第3章 イネの冷害(佐竹徹夫) 第4章 作物の大気汚染障害(白鳥孝治)

《お申込みは最寄りの書店、または直接本会へ》

東京都北区西ヶ原 1 丁目 26 番 3 号 農 業 技 術 協 会 振替 東京 114 TEL (910) 3787

昭和五十六年四月二十五日
 昭和五十六年四月三十日
 昭和二十四年九月三日
 印刷
 植物防疫
 第三十五卷第四号
 発行
 (毎月一回三十日発行)
 郵便
 物
 認
 可

いもち病 同時防除に……
 白葉枯病

オリゼメート粒剤

野菜・かんきつ・ももの細菌性病害防除に **アグレプト** 水和剤・液剤

イネしらはがれ病防除に **フェナジン** 水和剤・粉剤

デラウェアの種なしと熟期促進に **ジベレリン** 明治
 野菜の成長促進・早出しに

 明治製菓株式会社
 東京都中央区京橋2-4-16

定価 四〇〇円 (送料 四五円)



農協・経済連・全農
 自然に学び自然を守る



クミアイ化学
 お問い合わせ…
 東京都台東区池之端1-4-26

プラス

α

アルファ

倒伏軽減
 品質向上

異常天候下でのいもち防除にも
 稲の根の生育をよくし、
 新葉の発生を促します。

品質を高める
 いもちの魅力
 剤

倒伏軽減に…
 [日植調「実用化基準」昭和46年]

いもち剤の主役

いもち・もんがれ・小粒きんかく病に

キタジン[®]P 粒剤