

ISSN 0037-4091

植物防疫

昭和六十年三月二十五日
印刷
第三十九卷
第一号
（每月一回）
（四月一日発行）

1985

4

VOL 39

特集 カメムシ

りんごの病害防除に!

*適用拡大になりました。

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

ピルノックス 水和剤



大内新興化学工業株式会社
 〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4

農薬要覧

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課監修

好評発売中! 御注文はお早目に!

— 1984年版 —

B6判 659 ページ タイプオフセット印刷
 3,900 円 送料 300 円

— 主な目次 —

- I 農薬の生産、出荷
 種類別生産出荷数量・金額 製剤形態別生産数量・金額
 主要農薬原体生産数量 種類別会社別農薬生産・出荷数量など
- II 農薬の流通、消費
 県別農薬出荷金額 農薬の農家購入価格の推移 など
- III 農薬の輸出、輸入
 種類別輸出数量 種類別輸入数量 仕向地別輸出金額など
- IV 登録農薬
 58年9月末現在の登録農薬一覧 農薬登録のしくみ
- V 新農薬解説
- VI 関連資料
 農作物作付(栽培)面積 空中散布実施状況
- VII 付録
 法律 名簿 登録農薬索引

—1983年版— 3,200円 送料250円

—1982年版— 3,600円 送料300円

—1981年版— 3,600円 送料300円

—1977年版— 2,400円 送料250円

—1976年版— 2,200円 送料250円

—1975年版— 2,000円 送料250円

—1963~74, 1978~80 年版—

品切絶版

お申込みは前金(現金・小為替・振替)で本会へ

育てる心、大切に。デュポン農薬



豊かな収穫に貢献するデュポン農薬

長い時をかけ、額に汗して育てあげる。

そんな苦勞を無駄にできません。

よりよい品質を…

よりたくさんのお農作物を…

デュポンジャパンはみなさまの収穫を技術で支えます。

殺菌剤 —— ベンレート*/ベンレート*T/ダコレート/スパグリン

殺虫剤 —— ランネード*45/ホスクリン/バイデート*

除草剤 —— ロロックス*/レナバック/ハイパー*X/ゾーバー*

デュポン ジャパン リミテッド 農薬事業部

〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル



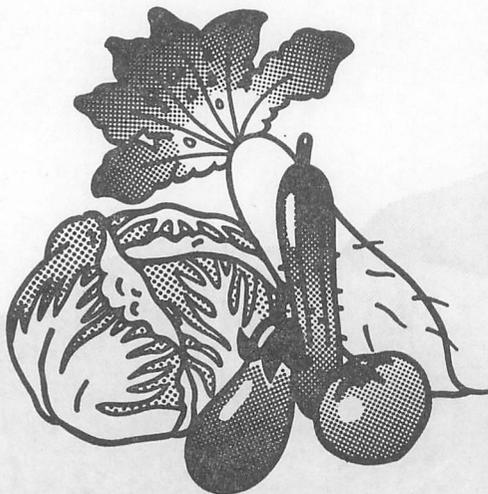
●デュポン農薬のお問い合わせは……

Tel.(03)585-9101

デュポン ジャパン



ホクコーの野菜農薬



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

●灰色かび・菌核病に卓効

スミックス®水和剤
FD くん煙顆粒

●うどんこ・さび病に卓効

® **バイレトン** 水和剤5

●細菌性病害に卓効

カスミンボルドー
水和剤・FD

●効きめの長い低毒性殺虫剤

オルトラン®水和剤
粒剤

●合成ピレスロイド含有新殺虫剤

ハクザツブ®水和剤

●コナガアブラムシ類に新しいタイプの殺虫剤

オルトランナック
水和剤

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...

サンケイ化学の誘引剤

ミバエ用誘引剤

サンケイ プロテイン20	ミバエ類
ガードベイト水和剤	ミカンコミバエ
ユーゲ"サイド"	ミカンコミバエ
ユーゲサイドD	ミカンコミバエ
キュウルアD8	ウリミバエ

適用害虫

ベイト剤

サンケイ
デサボン5%ベイト

ネキリムシ・
ダンゴムシ・コオロギ

ナメクジ・カタツムリ用誘引剤

ナメトックス ナメクジ・カタツムリ類
アプリカマイマイ

スネール粉剤 ウスカワマイマイ・
ナメクジ類

ナメクジ・カタツムリ誘引剤兼ベイト剤

クリーンベイト ネキリムシ・ダンゴムシ・コオロギ・
ナメクジ・カタツムリ類

侵入警戒用誘引剤

ユーゲルアD8	ミカンコミバエ・ ウリミバエ
サンケイ ゴドリングコール	ゴドリング
メドフライコール	チチュウカイミバエ



サンケイ化学株式会社

鹿児島・東京・大阪・福岡・宮崎

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

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 39 卷 第 4 号

昭和 60 年 4 月号

目次

特集：カメムシ

昭和 60 年度植物防疫事業の概要	岩本 毅	1
植物防疫研究課題の概要	梅川 学	3

特集：カメムシ

カメムシ類の栄養	野田 隆志	5
ホソヘリカメムシの成虫休眠	沼田 英治	9
ホソヘリカメムシの移動と産卵	夏原 由博	13
ホソヘリカメムシの生活史と餌植物	伊藤 清光	17
チャバネアオカメムシ雄成虫の誘引性	守屋 成一	21
モモ枝折病の生態と防除	芦澤 拙夫	25
細菌病の種子伝染とその機構	植松 勉	30
農薬の公定検査法解説 (3)	農林水産省農薬検査所	39
植物防疫基礎講座 / 昆虫行動解析法 (4)		
フライトミルの作りかたと取り扱い	伊藤清光・守屋成一	43
新しく登録された農薬 (60.2.1~2.28)		47
中央だより	協会だより	24, 46
次号予告	出版部より	38, 50



「確かさ」で選ぶ… バイエルの農薬

●さび病・うどんこ病に

® **バイレト**

●灰色かび病に

® **ユーパレン**

●うどんこ病・オンシツコナジラミなどに

® **モレスタン**

●斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに

® **アントラコール**

●もち病・網もち病・炭そ病などに

バイエルホルドウ

[クスラビットホルテ]

●アスバラガス・馬鈴しょの雑草防除に

® **センコル**

●コナガ・ヨトウ・アオムシ・アブラムシ・ハマキムシ・スリップスに

® **トクチオン**

●各種アブラムシに

® **アリルメート**

●アブラムシ・ネダニ・キスジノミハムシなどに

® **ダイシスト**



®は登録商標

日本特殊農薬製造株式会社

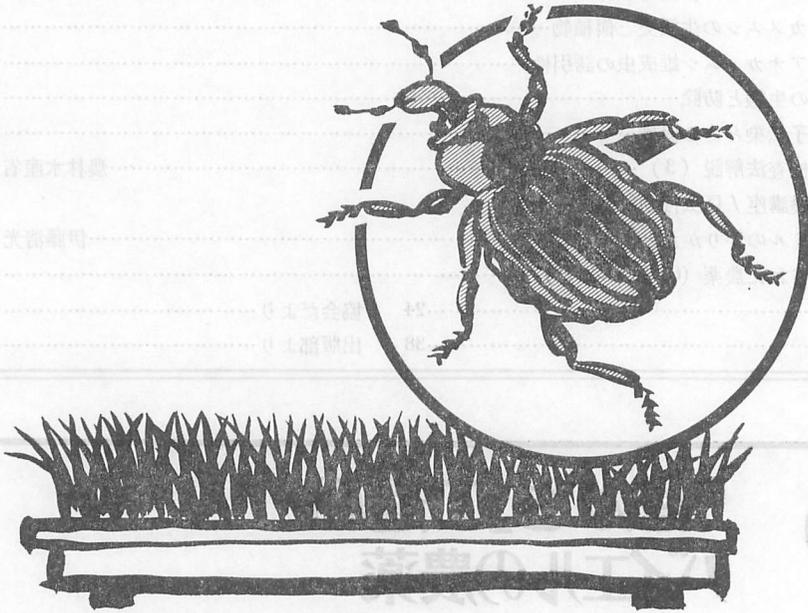
東京都中央区日本橋本町 2-4 ☎ 103

農薬は正しく使いましょう！



タケダ

イネミズゾウムシ の防除に——



箱処理
防除では

●イネミズゾウムシ・ドロオイムシなど
水田初期害虫の同時防除に最適な——

パダン[®]粒剤4

●イネミズゾウムシと、
いもち病の同時防除ができ経済的な——

パダン[®]ビーム[®]粒剤

本田
防除では

●イネミズゾウムシ・ツトムシ・コブノメイガなどが
水面施用で同時防除できる——

パダン[®]ハツサ[®]粒剤

昭和 60 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 **いわ もと** **たけし 毅**

昭和 60 年度予算編成は補助率の一律引き下げ、人件費補助の廃止といった異例の厳しい状況の下で行われ、また、12 月 29 日には「行政改革の推進に関する当面の実施方針」も閣議決定されるなど、行財政改革はいっそうの進展を見せつつある。一方、植物防疫事業も、都道府県の事業について、昭和 60 年度は予算だけでなく制度、組織を含めた重要な転換を進める第一年度となったが、安全な食料を安定的に供給するという本事業の目的と今日的課題を念頭に置きながら、事業の効率的運用を進め、社会的責務を全うしなければならない。

このような情勢を背景として、予算のみにとらわれずに昭和 60 年度の植物防疫事業を概説することとした。

I 病虫害防除所の統合整備

植物防疫法に基づく病虫害防除所の必置規制については、従来から検討が重ねられてきたが、最終的な政府の方針としては、「病虫害防除所については、1 県 1 所を目途としてその整理統合を推進する。」こととなり、必置規制そのものは存続することとなった。

統合整備の具体的進めかたについてはいずれ指導通達が出される予定であるが、すでに全国 10 県において、1 県 1 所の病虫害防除所に統合され、独立した機関として十分な機能を発揮している状況を踏まえ、さらに、総務庁の調査結果において、「病虫害の防除に関し、一元的センター機能は必要であるが、現状においては職員が 1 人または兼務が多い、業務を他機関と一体的に行っているなど独立の行政機関としての実態のないものも一部にある。」と指摘された経緯および必置規制存続の意義に留意し、施設、職員などの面において独立機関としての実態を備えるとともに、都道府県における植物防疫の中核機関として十分機能するような統合整備を可及的速やかに進める必要がある。

なお、1 県 1 所の中核機関としての統合整備に伴い、試験研究機関、地方事務所などとの業務の分担、協力関係や病虫害防除員の位置づけについても、根本的に見直す必要がある。

II 植物防疫事業交付金（新規）

都道府県の自主性の発揮を促進しつつ、植物防疫事業の効率的、弾力的な運営を図る見地から、従来の個別経費の積み上げによる定率補助金に替え、植物防疫事業の基礎的経費である病虫害防除所の職員、病虫害防除員その他発生子察事業に従事する都道府県の職員に要する経費、指定病虫害発生子察事業に協力するのに要する経費および病虫害防除所の運営に要する経費を標準・定額の交付金として交付する方式に改められ、補助金としての職員設置費、病虫害防除員活動手当、指定病虫害発生子察事業および病虫害防除所費は 59 年度限りで廃止された。

なお、これに伴い、植物防疫法をはじめ各般の制度改正が必要となるが、現在予定されているものは次のとおりである。

- 植物防疫法の一部改正
- 同法施行令の一部改正
- 同法施行規則の一部改正
- 地方財政法の一部改正
- 補助金等に係る予算の執行の適正化に関する法律施行令の一部改正
- 病虫害発生子察事業補助対象職員任用基準の廃止
- 農作物有害動植物発生子察事業実施要綱の一部改正
- 同事業実施要領の一部改正
- 農業振興事業推進費補助金交付要綱の一部改正
- 植物防疫事業交付金交付要綱の制定

III 土壌くん蒸安全推進緊急特別対策事業（新規）

土壌病害虫については、一般的に防除が困難なことから、その効率的かつ安全な防除対策の推進が緊急の課題となっている。

このため、土壌くん蒸剤の安全な使用方法および効率的な防除方法に関する調査、検索を実施し、これに基づく技術の開発、確立を図るとともに、その普及、定着を図るためパイロット地区の設置、安全講習会の開催、技術指導などを実施する。

なお、前者の防除技術確立事業は 15 県、後者の防除技術導入促進事業は 40 県で、60～62 年度の 3 か年計

画で実施の予定である。

IV 病害虫発生予察

本事業は、病害虫防除所の統合整備、人件費補助などの交付金化で予算、制度および組織面で重要な転機を迎えた。特に、統合整備により本事業を病害虫防除所で一元的に実施することが可能となり、かつ情報を迅速に提供する観点からも一元的実施が望まれる。

これに伴い、試験研究機関に設置されている県予察員の位置づけを見直す必要が生じるが、本事業の的確な実施のためには高度の専門的知識を要すること、本事業は継続的、安定的に実施する必要があることなどを配慮すれば、病害虫防除所に一元化しながらも、引き続き試験研究機関に本事業専任職員を設置して高度な専門的業務を分担させることが考えられる。

一方、病害虫防除所に完全に一元化する場合には、病害虫防除所内部に高度な専門的業務を担当できる本事業専任職員を設置することなどにより、技術水準の維持に努める必要がある。

なお、調査実施基準については現在改正作業中であり、61年度に施行の予定であるが、前述のように事業実施要綱、要領はこれに先行して60年度に改正の予定である。

V 病害虫防除対策

難防除病害虫特別対策事業は、ピーマン TMV の弱毒ウイルスおよびコカクモンハマキの顆粒状ウイルスによる新防除技術導入を6県で新たに実施する。なお、61年度以降も開発された新技術を順次導入する予定である。

イネミズゾウムシ特別防除事業は、59年度に見直した考えかたに基づき、引き続き未発生地域発生調査事業、防除事業、防除対策推進事業、一般防除化促進事業を実施するが、北海道、沖縄を除く45都府県に発生している実情を踏まえ、防除技術の普及、定着に重点を置いて推進する。

温州みかん対米輸出地域拡大特別対策事業は、引き続きデータの集積を図るとともに、精密に病原菌を確認することができる装置を新たに導入する。

さとうきび病害虫総合防除対策事業は、黒穂病防除事業を引き続き実施するとともに、地下茎や芽を食害し不萌芽の原因となっているカンシャクシコメツキの幼虫について、粒剤農薬の土壌混和による防除技術の確立、定着を図るための事業を開始する。

効率的防除促進対策事業は、防除要否予測技術導入事

業を新規4県、生物利用防除技術導入事業を新規1県で実施するとともに、農薬資材費低減化技術確立事業を引き続き実施する。

農林水産航空事業は、省力的かつ効果的な防除技術として水稻病害虫を対象に利用が増加しており、引き続き安全性の確保に重点を置きながら事業を推進する。

このほか、マイナー作物病害虫などに対する農薬の適用拡大についても、引き続き都道府県の要望を聞いて対処する。

VI 特殊病害虫防除事業

南西諸島におけるウリミバエ、ミカンコミバエの根絶防除事業は、年次計画により島別に実施しているが、本年度もウリミバエについて奄美大島における不妊虫放飼を開始するなど、事業の拡充強化を図る。

ミバエ類侵入警戒調査事業については、チチュウカイミバエ、ミカンコミバエ、ウリミバエ、コドリンガを対象として、引き続き全国的ネットワークをもって調査を実施する。

このほか、緊急に問題となった病害虫については、特殊病害虫緊急防除事業の適切な運用を図る。

VII 農薬対策

農薬安全使用対策については、農薬安全指導等特別対策事業、農薬安全使用技術向上対策事業、永年使用除草剤総合安全性確認調査技術確立委託事業を引き続き実施するほか、(社)日本くん蒸技術協会において、60~62年度の3か年計画で、農薬散布作業員に対する安全対策を推進するための農薬散布作業員安全性調査技術確立委託事業を実施する。

農薬そのものの安全性については、(財)残留農薬研究所において引き続き農薬慢性毒性試験事業を実施し、安全性の評価技術および毒性試験適正実施基準の確立を図る。

新農薬開発促進対策については、59年度に開始した新農薬開発のための細胞培養等共通基盤技術開発事業を拡充強化するとともに、新農薬開発促進事業において新規化合物の毒性試験を推進する。

VIII 農薬検査所および植物防疫所

農薬検査所においては、GLP 制度実施体制を強化するため、農薬審査官1名を増員する。

植物防疫所においては、青果物などの貨物が急増している成田空港の検疫体制を強化するため、植物防疫官5名を集中的に増員する。

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 ^{うめ}梅 ^{かわ}川 ^{まなぶ}学

農林水産省の昭和 60 年度予算は、年々厳しさを増す行財政事情の下で、当初から対前年度伸び率マイナスを前提に編成作業が進められたが、農林水産技術会議と試験研究機関を合わせた予算額は 60,430 百万円で、対前年度（当初予算）比が 102 と、わずかではあるが増加した。

昭和 60 年度に植物防疫関係で推進しようとしている試験研究は以下に示すとおりである。（ ）内の数字は研究実施年度，昭和 60 年度予算額を示す。

1 プロジェクト研究

(1) 「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」(54～63 年度, 361 百万円, 別途都道府県補助金 144 百万円)

生産性の高い土地利用型農業の展開，水田利用再編対策の円滑な推進に資するために，都道府県との連携の下に進めている。研究推進体制は 8 部会から成っており，現在第 II 期が進行中である。病害虫関係の研究室は，大豆部会に農業研究センター，東北農業試験場，中国農業試験場，四国農業試験場，九州農業試験場が，麦部会に農業研究センター，中国農業試験場，九州農業試験場が，飼料作物部会に草地試験場が，体系化技術部会に農業研究センター，野菜試験場がそれぞれ参加している。また，防除技術部会には農業研究センター，林業試験場の鳥害関係の研究室が参加している。

(2) 「超多収作物の開発と栽培技術の確立」(57～63 年度, 305 百万円)

水田の有効利用の促進および穀物自給率の向上などを図る観点から，超多収種の品種の開発，安定多収栽培法の確立，超多収による飼養法の確立を図るために推進している。病害虫関係の研究室は，超多収種の病害抵抗性の関連で農業研究センター，農業環境技術研究所，東北農業試験場が参加している。

(3) 「細胞融合・核移植による新生物資源の開発」(57～61 年度, 227 百万円)

異種細胞の融合，細胞核の移植などにより，従来の交雑や突然変異手法では作出不可能な新育種素材，新品種および新生物を作出するとともに，培養細胞株を改良・作出して特異性の高い抗体，ワクチンなど有用物質を高

純度で大量に生産する技術の開発を推進している。病害虫関係の研究室は，昆虫ウイルス高感受性株の作出技術の開発に農業環境技術研究所，農業生物資源研究所，果樹試験場，林業試験場が，菌類の遺伝解析法の開発に農業環境技術研究所，北海道農業試験場が参加している。

(4) 「長距離移動性害虫の移動予知技術の開発」(58～62 年度, 99 百万円)

長距離移動性害虫と考えられている害虫のうち，ハスモンヨトウ，コナガ，アワヨトウなど，主要な害虫を対象として，全国的な試験研究体制の下に，その発生実態，移動要因，移動経路，移動時期などを明らかにし，的確な防除を可能とする害虫の移動予知技術の開発を推進するために，農業研究センター，農業環境技術研究所，草地試験場，野菜試験場，北海道農業試験場，東北農業試験場，中国農業試験場，四国農業試験場，九州農業試験場，熱帯農業研究センターの虫害関係の研究室の参加で実施されている。本年度は特に，ウンカの海外からの飛来の実態を把握するために，標識虫の放逐について中華人民共和国の関係者と連絡をとりながら検討している。

(5) 「農業生産管理システム構築のための情報処理技術の開発」(60～64 年度, 135 百万円)

60 年度から新たに発足する別枠研究で，施設利用型および土地利用型の両農業分野における高度な情報システムの構築に資するため，作物・家畜の生体・環境要因の的確かつ迅速な把握などによる栽培・飼育管理のための情報システムモデルおよび作物の生体・環境診断法の開発を推進する。病害虫関係の研究室は，病害虫発生生態情報の把握・推定法に関連して，農業研究センター，農業環境技術研究所，果樹試験場，九州農業試験場が参加する。

2 地域農業開発プロジェクト

病害虫関係の研究室は，継続中の 3 課題「多雪地農業における耐雪性生産技術の確立」(58～60 年度) 北陸農業試験場，「四国地域傾斜地帯への野菜の導入定着技術の確立」(58～60 年度) 四国農業試験場，「関東・東海集約畑作地帯における高収益安定生産技術の確立」(59～61 年度) 農業研究センターに，それぞれ参加している。

3 特別研究

病害虫関係の研究室が参加している継続中の課題とし

Research Projects on Plant Protection in 1985.

By Manabu UMEKAWA

ては、「スギ・ヒノキ穿孔性害虫による加害・材質劣化機構の解明」(58~61年度) 林業試験場、「微生物の長期保存法に関する研究」(59~61年度) 農業研究センター、農業環境技術研究所、「牧草類のエコタイプ利用による環境適応性導入方法の開発」(59~62年度) 草地試験場、「施設園芸における湿度等最適制御システムの開発」(59~62年度) 野菜試験場、「果樹のウイルス様症状の病原究明と診断法の確立」(59~62年度) 農業研究センター、農業環境技術研究所、果樹試験場がある。60年度から新規に7課題が発足するが、病害虫関係の研究室は「低位生産地帯のマツ枯損跡地におけるヒノキ人工林育成技術の確立」(60~63年度) に林業試験場が参加する。

4 新発生病害虫研究

小事項として「トマト黄化えそ病の防除に関する研究」(60~62年度, 3百万円) が本年度から開始される。近年、関東・関西地方で甚大な被害を及ぼしているトマト黄化えそ病について、伝染経路の解明、抵抗性育種素材の検索などを行い、本病の防除技術の確立に資すために実施され、農業環境技術研究所、野菜試験場が参加する。

5 熱帯農業プロジェクト研究

熱帯の開発途上国では灌漑施設の整備に伴ってイネの二期作が進められているが、二期作化によって稲作生態系に大きな変化が起こるため、病害虫による大被害が発生する傾向がある。このため、二期作化に伴って発生する病害虫対策を確立し、稲作生産の安定化を図るために、新規に「熱帯における水稻二期作化に伴う病害虫対策」(60~64年度, 25百万円) が発足し、熱帯農業研究センターが参加する。

6 他省庁計上予算

(1) 科学技術振興調整費については「新共生微生物の生産する生理活性物質の探索・利用技術に関する研究」(59~61年度) が継続中で、病害虫関係の研究室は農業生物資源研究所が参加している。

(2) 原子力試験研究費については「放射線利用による農作物の防除に関する基礎的研究」(58~61年度, 2百万円) 農業環境技術研究所、「西南暖地農業害虫防除への放射線の利用に関する研究」(58~61年度, 640千円) 九州農業試験場が継続中である。

(3) 公害防止等試験研究費については「緑化植物の効率的な利用による市街地生活環境の保全に関する研究」(58~62年度, 33百万円) 野菜試験場が継続中

あるほか、60年度から新規に「農業環境系における芳香族塩素化合物の分解促進技術の開発」(60~64年度, 27百万円) が発足し、農業環境技術研究所の主として農業関係の研究室が参加する。

7 指定試験

病害虫関係の指定試験は11か所の試験地で実施することとしており、60年度の事業費は43百万円である。

8 総合助成

(1) 「農業関係総合助成試験費」(421百万円)、「都道府県試験研究強化促進費」(中核研究, 100百万円)、「農業関係特定研究開発促進費」(326百万円) がそれぞれ助成される。

(2) 病害虫関係の中核研究としては「北関東麦作地帯における麦類の縞萎縮病の総合防除法の確立」(59~62年度, 中核県茨城) が継続中で、60年度から新規に「リンゴわい化栽培における紋羽病の総合防除法」(60~64年度, 中核県青森)、「加工用トマトのCMVに起因する異常果防除対策技術の確立と低品質果の有効利用技術の開発」(60~62年度, 中核県栃木)、「チャ新梢枯死症の発生機構の解明と防止技術の確立」(60~63年度, 中核県静岡) および「九州地域におけるイネもみ枯細菌病の総合防除法」(60~62年度, 中核県福岡) が発足する。

9 国と都道府県との共同研究

病害虫関係の課題としては、「イネ縞葉枯病の緊急防除対策」(59~61年度) 農業研究センター、埼玉県、「とうもろこしの萎凋症の原因の究明」(59~61年度) 草地試験場、神奈川県、「ナス青枯病の生物的制御技術に関する研究」(59~61年度) 中国農業試験場、岡山県、「スイカ灰白色斑紋病の発生の生態の解明と防除技術の確立」(59~61年度) 九州農業試験場、農業研究センター、沖縄県が継続中である。

10 農林水産ジーンバンクの整備

遺伝資源の総合的な確保を図るため、58年度から実施している「作物遺伝資源・育種情報の総合的管理利用システムの確立」を拡充強化し、植物、微生物、動物、水産生物および材木を含む農林水産生物全般について総合的管理利用システムの整備を進め、遺伝資源・遺伝育種情報の収集、管理の充実を図ろうとするもので、この中で植物病原微生物も対象となっている。また、このため農業生物資源研究所に、既存の種子貯蔵庫に加え、新たに種子、微生物などの保存と遺伝育種情報の管理を行う施設の設置が計画されている。

特集：カメムシ〔1〕

カメムシ類の栄養

農林水産省農業環境技術研究所 野田隆志

はじめに

昆虫の栄養を研究する目的は、個体の发育や生存、繁殖に必要な栄養素を、質的量的に明らかにすることにある。しかしそれ以外にも、研究の過程において飼育方法の改良や、大量増殖用の簡易飼料の開発に貢献することも多く、応用的な面でも重要な分野といえる。また、害虫防除に関する今後の研究の方向として、カメムシ類についても耐虫性品種の育成や、摂食行動に關与する物質の利用といった研究が増えていくことが予想され、基礎的分野としての人工飼料の開発や、栄養要求の研究は重要性を増していくであろう。カメムシ類の栄養に関する研究は、SCHEEL et al. (1957) 以来の長い歴史を持つにもかかわらず、一部の種を除いて報告例が非常に少ないが、ここではこれまでの知見を整理して今後の研究の参考に供したい。

I 人工飼料研究の歴史と現状

昆虫の栄養要求を明らかにするためには、すべての成分が化学的に既知である純合成飼料 (holidic diet) を開発するか、少なくとも目的とする栄養素に関しては組成が既知の飼料を用いなければならない。カメムシ類の人工飼料の研究は、主にナガカメムシ科の *Oncopeltus fasciatus* とメクラカメムシ科の *Lygus hesperus* について行われてきた。本節では、これら2種を中心にこれまでの研究を概観することにする。

1 *Oncopeltus fasciatus*

植物吸汁性昆虫の人工飼料の研究は、前述の SCHEEL et al. から始まっている。彼らは *O. fasciatus* とカメムシ科の *Euschistus variolarius* を、イースト粉やコーン油などを含む半固型飼料で成虫まで飼育することに成功した。自然の寄主植物で飼育した場合に比べると、両種とも发育期間は2倍、成虫体重は半分で死亡率も高かったが、彼らはこれを飼料の栄養的欠陥によるものではなく、摂食条件の不備による食いつきの困難さに起因するものとしている。この研究で半固型飼料が用いられたのは、誘引物質や摂食刺激物質を通し難い膜の使用を避け

るためであった。実際 BECK et al. (1958) は、SCHEEL et al. (1957) の人工飼料をトウワタの種皮で包んだ人工豆を作って、*O. fasciatus* の5齢幼虫に摂食させたところ、摂食活動は人工飼料のみの場合をはるかに上回り、1齢から5齢まではトウワタ種子を与えた場合と変わらない发育を示したと報告している。この際、人工豆飼育では5齢までに1/3が死亡したが、羽化した成虫は体重こそ種子飼育のもの比べてやや軽かったものの、正常に交尾、産卵を行った。種皮に含まれていると思われる摂食刺激物質は、その後 FEIR and BECK (1963) によって調べられ、エタノールあるいは水で抽出可能で、少なくとも2成分あることがわかっているが、まだ単離・同定されていない。AUCLAIR (1965) はエンドウヒゲナガアブラムシを純合成飼料 (液体飼料) で飼育することに成功した。SRIVASTAVA and AUCLAIR (1970) は、この飼料を用いて *O. fasciatus* を4齢幼虫から成虫まで飼育しているが、1齢からの飼育には失敗した。またこの研究では、飼料からコレステロールを除いても发育や成長に影響のないことが確かめられている。AUCLAIR et al. は、DADD and MITTLER (1966) がモモアカアブラムシ用に開発した液体飼料の組成を少し変えて用い、*O. fasciatus* の发育と成長に必要な糖の種類と濃度を調べているが、やはり1齢から成虫への飼育には成功していない。

以上のように、*O. fasciatus* についてはまだ全发育期間を飼育できる人工飼料は開発されていない。特に初齢幼虫の食いつきと成虫の産卵がネックになっているが、BECK et al. の研究に見られるように、適当な摂食刺激が与えられれば半合成飼料でも産卵を行うので、摂食刺激物質の探索と同定が今後の課題となろう。

2 *Lygus hesperus*

L. hesperus の人工飼育については、LANDES and STRONG (1965) の報告が最初であるが、彼らは生のインゲンマメの搾汁をパラフィルムを通して吸汁させただけで、合成飼料は使っていない。AUCLAIR and RAULSTON (1966) は、エンドウヒゲナガアブラムシ用に開発された液体飼料を用いて、2ないし3齢から成虫までの飼育に成功した。得られた成虫は、生のインゲンマメで飼育したもの比べてかなり小さく、産卵させることにも成功していないが、カメムシ類を膜に封入した純合成飼料で

On the Nutrition of Heteroptera. By Takashi NODA

飼育した研究はこれが最初である。VANDERZANT(1967)はさらに、若干の植物成分(アルファルファ)以外は成分既知の液体飼料6種と、植物成分を含まない液体飼料1種(いずれもカゼイン分解物を含む)を用いて、*L. hesperus*を2世代、同属の*L. lineolaris*を3世代飼育することに成功した。この研究で、発育期間や産卵前期間、日当たり産卵数は生インゲンマメ飼育のものとは比べてそん色のない結果が得られたが、成虫寿命は約半分しかなく、彼らはこれを飼料組成のバランスが悪いが、必須栄養素が欠けているためであろうと結論している。RAULSTON and AUCLAIR (1968)は、前述のエンドウヒゲナガアブラムシ用液体飼料のスクロース濃度とアミノ酸濃度を変えて*L. hesperus*を飼育し、それぞれの最適濃度は5%以下(スクロース)と約3%(アミノ酸)であり、また飼料の最適pHは5.5から6.1の間であるとしている。純合成飼料を用いた1齢からの飼育には、STRONG and KRUITWAGEN (1969)が初めて成功した。彼らは、栄養素をアミノ酸、塩類、ビタミン、アセタートおよびその他の物質に分けて、分量比を変えた飼料を作って比較を行い、コレステロールの発育への影響についても調べている。すなわち、全塩類あるいは全ビタミンを欠く飼料では幼虫期にすべて死亡したが、コレステロールを除いた飼料では9%が羽化した。またコレステロールの量を倍にしても、発育にはほとんど影響がなかった。さらに、インゲンマメの塩類組成を基にして作った塩類混合物を、混合比を変えて飼料中の全塩類と置き換えてその影響を調べたところ、Fe, Mn, Zn, Cuの微量元素を除いても発育や生存に影響はなく、逆に10倍量の微量元素を与えたものはすべて死亡した。STRONG and KRUITWAGEN (1970)は、*L. hesperus*の成虫に種々の組成の液体人工飼料を与えて、各栄養素の摂食刺激効果を調べた。その結果、アミノ酸に摂食刺激効果が見られたが、スクロース、塩類、脂質には効果がなかったとしている。*L. hesperus*については最近、長期間(13世代以上)にわたって継代飼育が可能な半合成飼料(DEBOLT, 1982)が発表されているが、栄養要求に関する報告はその後見当たらない。

3 その他のカメムシ類

前記2種以外のカメムシの人工飼育の研究は非常に少ない。捕食性のカメムシについては、ズイムシハナカメムシ(CHU, 1969)、サンガメ科の*Rhodnius prolixus*(LAKE and FRIEND, 1968)などの研究があるが、いずれもイーストや血液などを使っており、栄養素の研究までには至っていない。HORI (1972)は、VANDERZANT (1967)とSTRONG and KRUITWAGEN (1969)の飼料を

改良した液体飼料を用いて、マキバメクラガメを3齢から成虫まで飼育している。炭水化物としてデンプンのみを含む飼料では、スクロースのみを含む飼料と比べて3~4齢期での死亡率が高かったが、5齢期には逆になった。発育期間については両者に差はなく、どちらも含まない飼料では4齢ですべて死亡した。また釜野(1980)は、ダイズカゼイン、アミノ酸混合物、粉末汙紙、デンプン、スクロース、無機塩混合物、コレステロール、アスコルビン酸、ビタミン混合物からなる半合成飼料(固型)でホソヘリカメムシを1齢から成虫まで飼育することに成功している。この研究で、飼料からデンプン、ダイズカゼイン、アミノ酸混合物、コレステロールのいずれを除いても幼虫期にすべて死亡し、スクロース、アスコルビン酸、ビタミン混合物、粉末汙紙のいずれか一つを欠く飼料では、幼虫の生育が悪くなって、わずかの個体しか成虫にならなかった。ただし、粉末汙紙は栄養素として必要なのではなく、飼料の物理性に関与するものとしている。野田・釜野(1983)は、上記の飼料に改良を加えたものを用いて、個々のビタミンとアミノ酸がホソヘリカメムシの幼虫発育に及ぼす影響を調べた。まずビタミンでは、リボフラビンが不可欠であり、葉酸あるいはパントテン酸を欠く飼料では発育が悪くなった。またアミノ酸では、イソロイシン、ロイシン、フェニルアラニン、スレオニン、トリプトファン、バリンが必須であり、リジン、メチオニン、セリンのいずれかを欠く飼料では発育がやや遅れた。この研究で使われた飼料には、タンパク質としてダイズカゼインが含まれているので、アミノ酸要求に関してはなお問題が残されている。また成虫をこの人工飼料で飼育した場合、ダイズ種子による飼育と比べて産卵数が非常に少なく、継代飼育には成功していない。幼虫飼育については、この飼料で他のカメムシ類例えばオオトゲシラホシカメムシ、ミナミアオカメムシ、それに羽化率は低いチャバネアオカメムシの飼育が可能であり、他の種子吸汁性カメムシ類にも応用できる可能性が高い。このほか、小滝ら(1983)もラッカセイとネズミ用固型飼料から作った人工飼料でチャバネアオカメムシを飼育しており、飼料の物理性の点で問題が生じる可能性はあるものの、今後固型飼料によるカメムシ類の人工飼育や栄養要求の研究はさらに発展するものと思われる。

人工飼育に関連した文献としては、上記のほかに清水(1976)の総説、植物種子を用いて数種カメムシの飼育を行った廉沢・三田(1981)の報告などがあるので、あわせて参照されたい。

II カメムシ類の栄養要求の特徴

半翅目昆虫のうち、アブラムシ類とウンカ類については比較的良好な栄養要求が調べられているが、カメムシ類ではホソヘリカメムシ以外に知見がほとんどない。したがって以下では各栄養素ごとに、主にホソヘリカメムシと他の半翅目昆虫について要求性の違いを述べることにする。

1 ビタミン

植物吸汁性の半翅目昆虫では一般に、要求するビタミンの種類が他の昆虫と比べて少ない(第1表)。モモアカアブラムシ、ヒメトビウンカ、それにホソヘリカメムシでは、必要とするのはわずか3~4種である。これは、体内共生微生物がビタミンを生産して供給するためと考えられている。ホソヘリカメムシは、表中の他の半翅類と比べれば大型であるが、ビタミンの必要量が他の栄養素と比べて微量であることを考えると、微生物による生産量でも十分なものと思われる。また表には示されていないが、ホソヘリカメムシの場合、多くの植食性昆虫でその必須性が認められているアスコルビン酸を飼料から除いても、成虫になることが報告されている(釜野, 1980)。

2 アミノ酸

第2表に掲げた19種のアミノ酸のうち、ニカメイガが必要とする10種のアミノ酸は、他の昆虫例えばコクヌストモドキ(FRANKEL and PRINTY, 1954)や、カイコ(伊藤・荒井, 1965)などでも必要であり、昆虫共通に必要なものと考えられる。ところが、アミノ酸の場合もビタミンと同じように、半翅類では要求する種類が少ない。モモアカアブラムシでは3種、ヒメトビウンカでは2種、トビイロウンカにいたっては必須なものがない。

第1表 半翅類およびニカメイガのビタミン要求

	モモアカアブラムシ ^{a)}	ヒメトビウンカ ^{b)}	ホソヘリカメムシ ^{c)}	ニカメイガ ^{d)}
チアミン	+	+		+
リボフラビン			+	(+)
ピリドキシン		+		+
ニコチン酸	+			+
パントテン酸	+	+	(+)	+
葉酸			(+)	+
イノシット				
コリン		(+)		
ビオチン				+

+: 必須, (+): 欠くと発育に悪影響

a) DADD et al. (1967)

b) 小山・三橋 c) 野田・釜野 (1983)

d) ISHII and URUSHIBARA (1954)

第2表 半翅類およびニカメイガのアミノ酸要求

	モモアカアブラムシ ^{a)}	ヒメトビウンカ ^{b)}	トビイロウンカ ^{c)}	ホソヘリカメムシ ^{d)}	ニカメイガ ^{e)}
アラニン					
アルギニン					+
アスパラギン酸					
シスチン		+			
グルタミン酸					
グルタミン					
グリシン					
ヒスチジン	+				+
イソロイシン	+			+	+
ロイシン				+	+
リジン				(+)	+
メチオニン		+		(+)	+
フェニルアラニン				+	+
プロリン					
セリン				(+)	
スレオニン				+	+
トリプトファン				+	+
バロシン					
バリリン				+	+

+: 必須, (+): 欠くと発育に悪影響

a) DADD and KRIEGER (1968)

b) KOYAMA and MITSUHASHI (1975)

c) 小山 (未発表) d) 野田・釜野 (1983)

e) ISHII and HIRANO (1955)

い。アミノ酸についても共生微生物による供給が示唆されており、これらの昆虫は比較的小型で要求する絶対量が少ないために、見かけ上必須アミノ酸が少なくなっているものと考えられる。ホソヘリカメムシについては必須なものが6種、欠くと発育に悪影響をもたらすものを含めると9種で、前述の10種とほぼ重なる。この研究で使われた飼料には、アミノ酸源としてカゼインが含まれていたことを考えると、必須なものはこの結果よりさらに増えることが予想され、ニカメイガやカイコとほぼ同じ要求性を示すと考えられる。このことは、必ずしもホソヘリカメムシにおける共生微生物によるアミノ酸供給を否定することにはつながらない。供給はあっても量的に不足なのかもしれない、この点は今後の課題として残されている。

3 ステロール

栄養素としてのステロールの役割についてはまだよくわかっていないが、昆虫は一般に成育するのにかなり多量のステロールを必要としている(石井, 1982)。しかし、ヒメトビウンカ(三橋・小山, 1972)、セジロウンカ(小山・三橋, 1980)では必要とせず、カメムシ類でも *O. fasciatus* は必要としない(SRIVASTAVA and AUCLAIR, 1970)。ステロールもまた共生微生物による供給が考えられている(NODA and SAITO, 1979)。一方ホソヘリカメムシ(釜野, 1980)と *L. hesperus* (STRONG

and KRUITWAGEN, 1969) はステロールを必要とし、またツマグロヨコバイ (小山, 1973) なども必要とすることがわかっているが、アミノ酸の場合で述べたような量的な問題なのか、微生物による供給の有無に起因する違いなのかは、今後明らかにしていく必要がある。

4 糖類

ホソヘリカメムシではデンプンとスクロースについて調べられている (釜野, 1980)。デンプンを除いてスクロースを2倍量とした場合には成虫は得られなかったが、スクロースのみを除いた場合にはわずかながら成虫化した。ただし、スクロースを除くと幼虫初期の死亡が多くなるため、スクロースが摂食刺激となっている可能性を指摘している。SCHEEL et al. (1957) は、*O. fasciatus* と *E. variolarius* について、デンプンは摂食刺激として働くが、スクロースには効果がないとし、また HORI (1972) はマキバメクラガメに関して、両者に差を認めていない。さらに HATFIELD et al. (1982) は、マキバメクラガメと同属の *Lygus lineolaris* について、スクロースが強い摂食刺激効果を持つと報告している。このように、糖類に関しては特に摂食刺激効果の点で大きな種間差が見られ、興味深い問題を提起している。

5 無機塩類 (微量金属)

無機塩類は飼料の他の成分中にも含まれていることが多く、研究が困難なため (釜野, 1969)、前出の *L. hesperus* (STRONG and KRUITWAGEN, 1969) 以外には詳しい報告がない。ホソヘリカメムシでは、飼料から無機塩混合物を除いても発育に影響がなかったが (釜野, 1980)、これも他の成分中に含まれる量で十分なためであろうと推察されている。カメムシ以外では、ヒメトビウムカで Fe, Cu, Zn が不可欠であることが報告されている (小山・三橋, 1979)。

III 今後の問題点

前節でも述べたように、カメムシ類の栄養要求を調べる研究では、他の半翅類と同様共生微生物の役割を考慮することが非常に重要である。これまでの研究では、幼虫から成虫までの飼育に成功したにもかかわらず、次世代の生存力低下などで継代飼育に失敗した例が多く見られ、これに共生微生物が関係している可能性は大にある。また、人工飼料で成育したホソヘリカメムシは産卵数が非常に少なかった。これは、卵巣発育に特に必要な栄養素の欠乏のためとも考えられるが、*O. fasciatus* の例に見られたように摂食量の不足によるものかもしれない。この点に関しては、摂食刺激 (色などの物理的なものも含む) の研究が重要となろう。

アブラムシ類やウンカ類では、ある種について調製された完全合成飼料に若干の変更を加えることにより、他の種の人工飼育に成功した例が多く見られる。カメムシ類については、飼料を固型にするか液体にするかといった問題も含めて、まだ多くの未解決点があるが、基本となる完全合成飼料が作られれば、同様に広く他種に適用できる可能性もあるので、今後の研究の発展に期待したい。

末筆ながら、本稿の執筆にあたり文献の御教示と本文の御校閲をいただいた、農業環境技術研究所個体群動態研究室長釜野静也博士に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- AUCLAIR, J. L. (1965) : Ann. Entomol. Soc. Am. 58 : 855~875.
 ——— and J. R. RAULSTON (1966) : ibid. 59 : 1016~1017.
 ——— et al. (1973) : Ent. exp. & appl. 16 : 525~540.
 BECK, S. D. et al. (1958) : Ann. Entomol. Soc. Am. 51 : 283~288.
 CHU, Y. I. (1969) : J. Fac. Agr. Kyushu Univ. 15 : 1~136.
 DADD, R. H. and T. E. MITTLER (1966) : Experientia 22 : 832~833.
 ——— et al. (1967) : J. Insect Physiol. 13 : 249~272.
 DEBOLT, J. W. (1982) : Ann. Entomol. Soc. Am. 75 : 119~122.
 FEIR, D. and S. D. BECK (1963) : ibid. 56 : 224~229.
 FRANKEL, G. and G. E. PRINTY (1954) : Biol. Bull. 106 : 149~157.
 HATFIELD, L. D. et al. (1982) : Physiol. Entomol. 7 : 15~23.
 HORI, K. (1972) : Appl. Ent. Zool. 7 : 79~82.
 石井象二郎 (1982) : 昆虫生理学, 培風館, 東京, 256 pp.
 ISHII, S. and C. HIRANO (1955) : Bull. Nat. Inst. Agr. Sci. Ser. C 5 : 35~48.
 ——— and H. URUSHIBARA (1954) : ibid. 4 : 109~133.
 伊藤智夫・荒井成彦 (1965) : 蚕糸報 19 : 345~373.
 藤沢敏弘・三田久男 (1981) : 中国農試報 E19 : 75~97.
 釜野静也 (1969) : 植物防疫 23 : 341~343.
 ——— (1980) : 応動昆 24 : 184~188.
 小滝豊美ら (1983) : 同上 27 : 63~68.
 小山健二 (1973) : 同上 17 : 163~166.
 ——— (1979) : 同上 23 : 39~40.
 KOYAMA, K. and J. MITSUHASHI (1975) : Appl. Ent. Zool. 10 : 208~215.
 小山健二・三橋 淳 (1977) : 応動昆 21 : 23~26.
 ——— (1979) : 同上 23 : 173~177.
 ——— (1980) : 同上 24 : 117~119.
 LAKE, P. and W. G. FRIEND (1968) : J. Insect Physiol. 14 : 543~562.
 LANDES, D. A. and F. E. STRONG (1965) : Ann. Entomol. Soc. Am. 58 : 306~309.
 三橋 淳・小山健二 (1972) : 応動昆 16 : 8~17.
 NODA, H. and T. SAITO (1979) : Appl. Ent. Zool. 14 : 453~458.
 野田隆志・釜野静也 (1983) : 応動昆 27 : 295~299.
 RAULSTON, J. R. and J. L. AUCLAIR (1968) : Ann. Entomol. Soc. Am. 61 : 1495~1500.
 SCHEEL, C. A. et al. (1957) : Science 125 : 444~445.
 清水喜一 (1976) : 植物防疫 30 : 142~146.
 SRIVASTAVA, P. N. and J. L. AUCLAIR (1970) : Ent. exp. & appl. 13 : 208~216.
 STRONG, F. E. and E. KRUITWAGEN (1969) : Ann. Entomol. Soc. Am. 62 : 148~155.
 ——— (1970) : J. Insect Physiol. 16 : 521~530.
 VANDERZANT, E. S. (1967) : J. Econ. Entomol. 60 : 813~816.

特集：カメムシ〔2〕

ホソヘリカメムシの成虫休眠

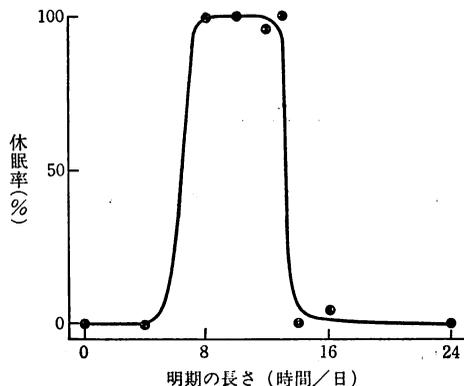
大阪市立大学理学部生物学教室 なま た ひで はる
沼 田 英 治

多くの昆虫は2通りの発育プログラム(休眠プログラムと非休眠プログラム)を持つことによって、季節変化に適応している。そして、ある発育段階で経験した環境条件が、それに続く段階でどちらのプログラムを採用するかを決定している。このような休眠(外因性休眠, facultative diapause と呼ばれる)においては、光周期(日長)、温度、湿度、餌などが休眠の誘導に関与していることが知られているが、中でも年による変動がまったくなく、季節の変化を正確に予測できる光周期は、もっとも重要な役割を果たしている場合が多い。また、光周期は多くの昆虫で休眠の誘導のみならず、休眠プログラムの進行(休眠発育, diapause development)の速さにも影響を与えることが知られている。

カメムシ類には卵で休眠するもの、幼虫で休眠するものも存在するが、成虫で休眠するものももっとも多い。ホソヘリカメムシ *Riptortus clavatus* THUNBERG はマメ類の害虫として知られており、成虫で休眠に入り、越冬する(京都付近での生活史については本号、夏原の論文を参照されたい)。本稿では、これまで筆者が研究を行ってきたホソヘリカメムシの成虫休眠を制御する環境要因、特に光周期の役割について述べたい。

I 休眠の誘導

京都市北部で採集されたホソヘリカメムシの成虫が産んだ卵を、25°C のさまざまな光周期の下で飼育し、羽化した成虫をそのままの条件に10日間置いた。長日条件下で羽化した成虫は、速やかに卵巣を発達させ10日以内に大部分の個体が産卵を開始した。一方、短日条件下で羽化した成虫の卵巣発達は抑制され、成虫休眠に入った。この休眠誘導の光周反応曲線を第1図に示す。8L-16D(8時間明、16時間暗)から13L-11Dの短日条件が休眠を誘導し、14L-10Dから24L-0Dの長日条件、および0L-24Dから4L-20Dの極端な短日条件が非休眠を誘導した。これは、この地域で自然に見られる光周期の範囲内では、典型的な長日型の反応である。そして、このタイプの反応は、越冬のための外因性休眠を持つ多化性の昆虫に、きわめて普通である。京都で日長



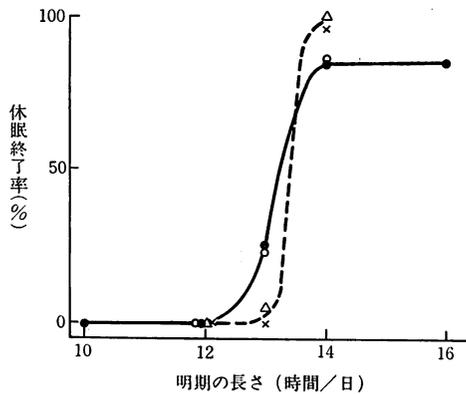
第1図 ホソヘリカメムシの休眠誘導の光周反応曲線

が14時間を切るのは8月下旬であるから(ただし、日の出前、日の入り後の薄明期を含む)、この休眠誘導の臨界日長(13時間と14時間の間)は、京都市北部における休眠成虫の出現時期(9月上旬から10月上旬)をうまく説明している(NUMATA and HIDAKA, 1982)。

II 長日条件下での急速な休眠発育

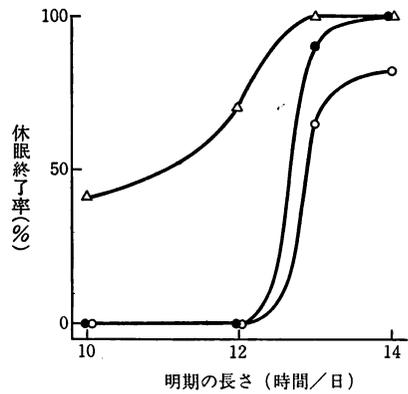
100% 休眠の誘導される4種類の短日条件(25°C)の下で卵から飼育されたホソヘリカメムシを、羽化当日からさまざまな光周条件(25°C)に移し、30日間置いた。その結果を第2図に示す。幼虫期の光周条件によって、これらの成虫は、すべていったん休眠に入った。しかし、14L-10Dや16L-8Dといった長日条件に移された場合には、幼虫期にどのような短日条件にあったものでも、85~100%の個体で休眠は急速に終了し、産卵が開始した。このように、ホソヘリカメムシの休眠は低温にさらすことなしに、光周期を変えるだけで終了させることができる。この休眠終了の臨界日長も13時間と14時間の間にあり、10L-14Dや12L-12Dといった短日条件の下では、幼虫期にどのような短日条件にあったものでも、30日間たってもまったく休眠は終了しなかった。ところが、13L-11Dに移された場合は、幼虫期の光周条件によって結果は異なった。幼虫期に12L-12Dや13L-11Dの下で飼育された成虫では、1個体を除いて休眠は終了しなかったが、幼虫期に8L-16Dや10L-

Adult Diapause in *Riptortus clavatus*. By Hideharu NUMATA



第2図 さまざまな光周期の下で誘導された休眠の終了

○ : 8L-16D, ● : 10L-14D
△ : 12L-12D, × : 13L-11D



第3図 短日条件にさまざまな期間置かれた休眠成虫の光周期に対する反応

○ : 羽化後 7日, ● : 羽化後 37日
△ : 羽化後 97日

14Dの下で飼育された成虫の中には、休眠を終了したものが約25%あった。つまり、同じ13L-11Dの下でも、より短い日長条件から移された場合のみ、一部の個体で休眠が終了するのである。ところで、昆虫の光周反応は、明期(または暗期)の絶対的な長さに対して反応するのか、明期の長さの変化にも反応するのかは、古くから議論されてきた。ホソヘリカメムシの場合は、明期の長さの変化(伸び)にも反応する例の一つと考えられる(NUMATA and HIDAKA, 1982, 1983)。

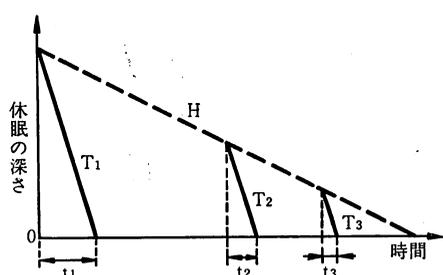
III 短日条件下でのゆっくりとした休眠発育

長日条件下で休眠発育が急速に進行することがわかったので、次に短日条件下で一定期間経過した休眠成虫の光周期に対する感受性を調べた。卵から25°C、10L-14Dで飼育され休眠に入った成虫をそのままの条件に置き、羽化の7日後、37日後、97日後にさまざまな光周条件(25°C)に移して30日間置いた。その結果を第3図に示す。羽化の7日後の場合、休眠終了の臨界日長は13時間よりわずかに短かったが、14L-10Dに移されて30日たっても休眠を終了しないものが約20%あった。羽化の37日後の場合、臨界日長は約12.5時間で、14L-10Dに移されたものはすべて30日以内に休眠を終了した。羽化の97日後の場合、臨界日長はさらに短くなり約11時間で、10L-14Dに置かれたままでも30日以内に(つまり羽化後127日以内に)約40%が休眠を終了した。また、14L-10Dに移されてからの産卵前期間(中央値)は、羽化後7日の場合17日、羽化後37日の場合13.5日、羽化後97日の場合11日であった。

このように、ホソヘリカメムシの休眠成虫の光周期に対する感受性は、短日条件に置かれたままでも変化した。すなわち、急速な休眠終了の臨界日長が短縮し、より短い日長の下でも休眠が急速に終了するようになった。それと同時に、急速に休眠の終了する条件に移されてからの産卵前期間も短縮した。このゆっくりとした休眠発育は、15°Cや10°Cの10L-14Dの条件下でも、25°Cと速さがわずかに違うだけで、ほぼ同様に進行した。一般に、越冬のための休眠の休眠発育は、非休眠発育に適する温度よりも低い温度領域で効率よく進むのであるが、ホソヘリカメムシの場合、温度の影響は小さいようである(NUMATA and HIDAKA, 1984a)。

IV 休眠発育の様式

HODEK (1983) は、カメムシやテントウムシなどの成虫休眠についての長年の研究成果に基づいて、休眠の終了における二つの過程を区別することを提唱した。一つは、越冬のための休眠の場合なら秋から冬にかけての短日、低温条件下でゆっくりと休眠が終わりに向かう過程で、これをギリシャ語で普通の速さで完了するという意味の *horotelic process* と名づけた。もう一つは、越冬中の休眠個体を実験室の高温、長日条件に移した場合のように、温度や光周期が変化することにより急速に休眠が終了する過程で、これを普通よりも早く完了するという意味の *tachytelic process* と名づけた。そして、彼はこの論文の中で、*tachytelic process* のことを休眠の活性化(*diapause activation*)とも呼んでおり、*horotelic process* のことだけを休眠発育と呼んでいる。しかし、今日では、休眠とは決して発育の停止した *inactive* な



第4図 成虫休眠の休眠発育における horotelic process (H) と tachytelic process (T) の関係 (HODEK, 1983 を改変)

状態ではないことがわかっており、休眠発育の完了と休眠の終了とは同義語とみなされているので“活性化”という語は適当でない。したがって、筆者は、休眠発育に horotelic process と tachytelic process の二つの様式があると解釈している。この観点から、HODEK (1983) の示した horotelic process と tachytelic process の関係の図に、一部手を加えたのが第4図である。休眠発育が進むにつれて休眠の深さ (intensity of diapause) が低下してゆき、これが0になると休眠発育が完了し、休眠後発育 (post-diapause development) が開始すると考える (HODEK は activity level が上昇して reproductive threshold に達すると考えた)。同じように tachytelic process の進行する条件に移されても、horotelic process がほとんど進んでいない休眠の初期の段階では、tachytelic process の完了に、より長い時間 (t_1) を要し、horotelic process がかなり進んだ段階では、より短い時間 (t_2) で完了する。野外での休眠の終了には、おそらく、十分 horotelic process が進んだ後のごく短い tachytelic process (T_3) が含まれるのであろう。

ホソヘリカメムシの場合、休眠に入った成虫においてどちらの休眠発育が進行するかは、主として光周期によって決まっている。つまり、長日条件下では tachytelic process、短日条件下では horotelic process が進行する。そして、horotelic process が進むにつれて、tachytelic process の完了に要する時間が短縮するばかりでなく、tachytelic process への切り替えの臨界日長も短縮する。したがって、ずっと短日条件に置かれたまま十分長い期間経過すると、tachytelic process へと切り替わる日長の域値が、それらの置かれている光周条件の明期の長さより短くなると予想される。実際、25°C の 10L-14D に置かれたままで休眠を終了した個体では、horotelic process が十分進んだ結果、tachytelic process へと切り替わる日長の域値が 10 時間以下になり、休眠発育の様

式が horotelic process から tachytelic process へと移行したものと考えられる。

以上の考えかたを、京都市北部での生活史に当てはめてみよう。9月上旬から10月上旬に休眠に入った成虫では、秋の短日条件下で horotelic process が進行し、tachytelic process への切り替えの臨界日長が、だんだんと短縮する。ところで、この horotelic process は、25°C、15°C、10°C のいずれの条件の下でもほぼ同様に進行し、温度の影響をあまり受けない (NUMATA and HIDAKA, 1984a)。そこで、野外でも実験室とほぼ同じ速さで horotelic process が進むと考えると、休眠成虫の出現から 100 日以上たっている翌年の1月下旬には、tachytelic process への切り替えの臨界日長は 11 時間以下になっていると考えられる。ところが、実際の日長は冬至を過ぎると長くなり、1月下旬には 11 時間を越える。したがって、野外においては、tachytelic process が起こるための光周条件は冬の間に満たされており、春の長日条件によって休眠が終了するのではないと考えられる。

V 越冬後の産卵の開始

ホソヘリカメムシの越冬後の産卵が初めて観察されるのは、京都市北部では早い年でも5月下旬である。これは、春になって温度条件が満たされただけで、休眠後発育が起こり産卵が開始すると考えた場合に予測されるよりも、明らかに遅れている。またこの時期は、このカメムシの幼虫の成長に不可欠な餌であるマメ科植物のさやが、その年最初に成熟する時期に一致している。したがって、餌の出現が産卵の開始に影響を及ぼす可能性が考えられる。ところが、horotelic process は、15°C や 10°C の条件下で摂食が停止した後も同じように進行した (NUMATA and HIDAKA, 1984a)。したがって、餌の出現が越冬後の産卵の開始に影響を及ぼすには、餌条件が tachytelic process または休眠終了後の卵巣発達を制御する機構が必要である。そこで、餌の存在が tachytelic process と休眠後発育に及ぼす効果を調べた。

休眠している成虫を長日条件 (25°C, 16L-8D) に移して餌を与えなかったものでは、餌 (ダイズの種子) を与えたものに比べて卵巣の発達が著しく遅れ、14日後にはっきりとした卵黄蓄積の見られたものは、20 個体中わずか1個体であった (餌を与えた対照群では 17/20 個体)。そして、餌を与えないで長日条件下に 21 日間置いても産卵は見られなかったが、その後餌を与えると、短日条件 (25°C, 10L-14D) の下でも大部分の個体が7日以内に産卵を開始した。以上の結果から、餌がないこと

は休眠発育には影響を与えないが、休眠後発育（この場合休眠終了後の卵巣発達）の速さを著しく抑制することがわかった。したがって、ホソヘリカメムシにおいて休眠発育の進みかたを規定しているのは、主として光周期であるが、越冬後の産卵開始の時期を決めているのは餌の出現であると考えられる。また、餌を与えない状態で幼若ホルモン類縁物質（juvenile hormone analogue）を塗布すると7日後には20個体すべてに卵黄蓄積が誘導された。つまり、餌を与えないと栄養が足りなくて卵巣が発達できないということではなく、むしろ、次世代幼虫の餌がない状態で卵巣を発達させるというむだを積極的に防いでいるのだと考えられる（NUMATA and HIDAKA, 1984b）。

VI 休眠終了後の光周期感受性

長日条件（25°C, 16L-8D）に移して休眠を終了させたホソヘリカメムシを短日条件（25°C, 10L-14D）に戻すと、二度目の休眠が誘導される。そして、これを再び長日条件に移すと、もう一度休眠が終了する。このようにホソヘリカメムシでは、実験室内で光周期を繰り返し変えることによって、休眠を可逆的に誘導し、終了させることができるのである（NUMATA and HIDAKA, 1982）。

一般に、休眠とは周期的な現象ではなく、通常1個体の一生に1回起こるものと考えられてきたにもかかわらず、異なる発育段階で2回以上休眠に入る昆虫はいくつも知られている。しかし、野外でまったく同じ発育段階で2回以上休眠に入るものはほとんど知られていない。

ホソヘリカメムシでは、長日条件によって休眠を終了させた成虫に短日条件を与えることにより、再びまったく同じ発育段階で休眠に入らせることができる。このように実験的に環境条件を変えることにより早い時期に休眠を終了させた個体に、光周期によって2回目の休眠を誘導できる種は、ほかにもいくつか知られている。これらの種の場合も、自然条件下で休眠を終了した個体では光周期に対する感受性が失われていることが報告されている（HODEK, 1983を参照）。ホソヘリカメムシにおいても、horotelic processを十分経過したものは、短日条件下でも産卵を行う（第3図）。しかし、越冬後産卵をしているホソヘリカメムシを6月に採集し実験室の短日条件（25°C, 10L-14D）に移したところ、1か月以上生存していた個体は休眠に入ったので、これらの成虫は、何らかの過程を経て光周期に対する感受性を回復したと考えねばならない（沼田、未発表）。ホソヘリカメムシが実際に野外で2回目の休眠に入り越冬するかどうかは不明であるが、少なくとも2回休眠に入ることのできる性質を持っているといえよう。

本稿の御校閲ならびに御指導下さった京都大学の日高敏隆教授に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- HODEK, I. (1983) : Diapause and Life Cycle Strategies in Insects (ed. V. K. BROWN and I. HODEK), Dr. W. Junk publishers, pp. 9-33.
 NUMATA, H. and T. HIDAKA (1982) : Appl. Ent. Zool. 17 : 530-538.
 ———— (1983) : ibid. 18 : 439-441.
 ———— (1984a) : ibid. 19 : 356-360.
 ———— (1984b) : ibid. 19 : 443-447.

本会発行図書

農薬用語辞典 (改訂版)

日本農薬学会 監修

「農薬用語辞典」(改訂版)編集委員会 編

B 6判 112 ページ 1,400 円 送料 200 円

農薬関係用語 714 用語をよみ方、用語、英訳、解説、慣用語の順に収録。他に英語索引、農薬の製剤形態および使用形態、固形剤の粒度、液剤散布の種類、人畜毒性の分類、魚毒性の分類、農薬の残留基準の設定方法、農薬希釈液中の有効成分濃度表、主な常用単位換算表、濃度単位記号、農薬関係機関・団体などの名称の英名を付録とした必携書。講習会のテキスト、海外出張者の手引に好適。

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

特集：カメムシ〔3〕

ホソヘリカメムシの移動と産卵

大阪市立環境科学研究所 ^{なつ}夏 ^{はら}原 ^{よし}由 ^{ひろ}博

はじめに

移動と休眠は変動しやすい生息場所を利用する昆虫の環境への適応であるとされている。変動を単純化してとらえるならば、季節変化のようにすべての生息場所が同調して変化するようときには休眠が選択され、1本の植物上のアブラムシの過密化のように個々の生息場所が非同調的に変化するような場合には移動が選択される。だが、ひとくちに変動しやすい生息場所といっても、時間的・空間的なパターンは多様であり、それぞれのパターンに適応する生活史が存在する。

カメムシの中には植物の子実を吸汁する種が少ない。植物が結実するのは比較的短い期間であり、それを利用する昆虫にとって変動しやすい資源であるといえよう。このようなカメムシの飛しょうと環境要因との関係は、アメリカの DINGLE らによって研究されてきた。DINGLE は主に室内で一定の条件により飼育したカメムシの飛しょう活動性を宙づり飛しょう法 (tethered flight method) によって測定する方法を用いた。宙づり飛しょう法はカメムシの前胸背板を接着剤などで細い棒の先に固定してつり下げ、“飛しょう”している時間を測るもので、野外での動きを完全にとらえることはできないが、簡単に標準化しやすい。筆者はダイズの重要害虫であるホソヘリカメムシ (*Riptortus clavatus* THUNBERG) の移動と産卵への餌資源の影響を明らかにするために、宙づり飛しょう法による室内実験とマーク再捕法による野外調査を行ってきた。以下はその結果の要約である。

I 飛しょう活動性と産卵に影響する要因

ホソヘリカメムシは京都では 13L-11D 以下の短日条件下で休眠する (本号, 沼田参照)。そこで NATUHARA (1983) は 16L-8D の長日条件と 11L-13D の短日条件を設定し、それぞれの光周期条件下で、与える餌量を変えて成虫を飼育し、飛しょう活動の変化を測定した。飼育温度は 27.5°C とした。

Migration and Oviposition in the Bean Bug, *Riptortus clavatus* THUNBERG (Heteroptera). By Yoshihiro NATUHARA

1 マメの種類による飛しょう活動への影響

ホソヘリカメムシはマメの種類によって幼虫の発育に差があることが知られている (廉沢・三田, 1981)。そこで数種類の餌を与えて成虫を飼育し、飛しょう活動と産卵数への影響を調べた。産卵数は多いほうから、ダイズ乾燥種子、エダマメ、アズキ乾燥種子、インゲンマメ乾燥種子、さやインゲンの順であった。飛しょう活動は、逆にさやインゲンで飼育したときにもっとも高く、ダイズ乾燥種子で低かった。産卵数の順位は、その餌で幼虫を飼育したときの羽化率の順位と一致した。

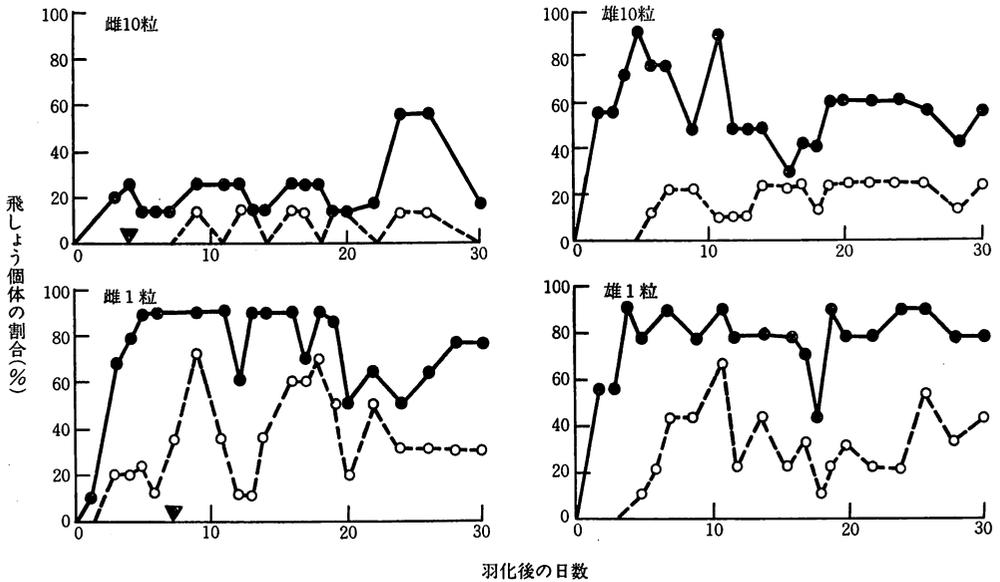
2 長日条件下での餌量による飛しょう活動と産卵数の変化

アズキ乾燥種子を 1 粒/1 頭と 10 粒/1 頭与えて成虫を飼育して飛しょう活動と産卵数への影響を調べた。10 粒与えた雌は羽化後 5 日目ぐらから産卵を始めたが、1 粒しか与えなかった雌は産卵開始が 7 日目ぐらに遅れた。産卵数も前者が後者の約 2 倍に達した。逆に連続 1 分以上または 10 分以上飛しょうした個体は餌が少ない雌で多かった。羽化後の飛しょう活動の変化を第 1 図に示した。

ところが雄では餌量にかかわらず飛しょう個体が多かった。ナガカメムシ科の *Neacoryphus bicrucis* では、交尾させないと交尾させたときに比べて、飛しょうする雄の割合が増加する (SOLBRECK and PEHRSON, 1980)。筆者の行った実験では雄は 1 回交尾させただけで、その後は単独で飼育したために、*N. bicrucis* と同様に飛しょう個体の割合が増加したのかもしれないが、その点は確めてはいない。

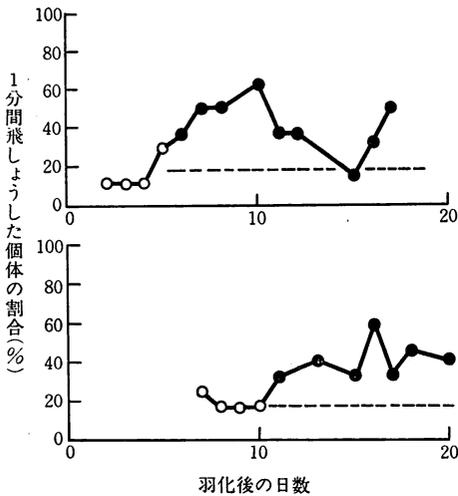
以上の結果、ホソヘリカメムシの雌は、より多い産卵数の実現可能な餌条件では飛しょう活動を抑制し、劣悪な餌条件では飛しょう活動を高めて移動しようとする性質を持つといえるだろう。

ところで、アブラムシの有翅虫など多くの移動型昆虫では移動後、繁殖に適した場所に到着すると飛しょう筋が退化して再び飛ぶことができなくなる。ホソヘリカメムシ雌成虫に羽化後十分な餌を与えて飼育し、一部が産卵し始めた羽化後 5 日目、またはすべての個体が産卵を開始した羽化後 10 日目に餌を除去して、飛しょう活動の変化を調べた。すると両者とも、除去後すぐに、長時



第1図 長日条件下での餌量の飛しょう活動への影響

● : 1分間以上飛しょう ○ : 10分間以上飛しょう 矢印は50%の雌が産卵を始めた日



第2図 飢えの飛しょう活動への影響

上: 羽日後5日目に餌除去
下: 羽日後10日目に餌除去
破線は餌を与え続けたグループの平均値

間飛しょうする個体が増加した。餌を与え続けた場合、1分間以上飛しょうする個体は20%未満であるのに対し、餌を除去すると40%程度となった(第2図)。除去の翌日に変化が見られることから、この結果は飛しょう筋の変化によるものではないだろう。餌条件の変化への飛しょう活動の可変性は、本種の産卵期間が長いこと

とあわせて、生活史の重要な特徴である。

3 休眠の飛しょう活動への影響

ナガカメムシ科の *Oncopeltus fasciatus* は北アメリカ北部では越冬できず、短日条件下で休眠が誘導されると同時に長距離移動する。ホソヘリカメムシを短日条件下で飼育して休眠させ、飛しょう時間を測定したところ、雌では長日条件下で飼育したときと差はなかった。しかし雄では餌が十分与えられると、雌同様に飛しょう個体が減少した。長日条件下では雌を求めて高い飛しょう活動を維持したが、短日条件下ではその必要がなく、餌条件にのみ反応したのだろう。しかも、長日条件下では、羽化後の雄の体重はほとんど変化しないのに、短日条件下では雌と同様、40%ほど増加した。このように体重の増加した個体を解剖すると、腹部は脂肪体で満たされていた。

II 野外での移動と産卵

1 京都市山間部での生活環

1980年から1982年の3年間、京都市北部の鞍馬、八瀬、および船井郡八木町で野外調査を行った。これら山間部では京都市街よりも気温が2°Cほど低い。ホソヘリカメムシは4月下旬から出現したが、初期には谷沿いのエノキなどの落葉広葉樹の新葉を吸汁していた。レンゲに飛来したのは、5月中旬、鞍馬のエンドウには6月上旬に飛来した。第一世代成虫は7月下旬、第二世代成虫は8月下旬ごろから出現した。9月以後羽化する個体は休

眠し、越冬すると考えられる。10月に成熟卵を持っていた雌もいたが、8月以前に羽化して生き残っていたのであろう。ホソヘリカメムシの発育限界温度は15.3°C、卵から羽化までに必要な有効積算温度は308日度(城所, 1978)であるが、太陽の放射熱を期待しても9月中旬以後の卵は羽化不可能である。

2 成虫の動き

鞍馬においてマーク再捕法によって成虫の移動を調査した。鞍馬は山で囲まれ、周囲1.5 km以内には耕地はない。鞍馬川に沿って、長さ600 m、幅50 mの畑は細分されて、約50か所マメ科作物が栽培されていた。それぞれのマメ科作物の栽培面積は10 m²以下であった。作物の種類は7月上旬まではエンドウだけで、7月中旬以後はさやインゲン、ウズラマメ、およびダイズの3種類であった。

葉の裏に隠れたカメムシは見つけにくく、油断すると飛んで逃げてしまい、再捕率は10%であった。また、羽化直後の体の柔らかい時期を除いて、外見からは羽化後の日齢も判断できない。そこで情報量を増やすために、室内飼育した成虫を羽化翌日に放し、日齢の確実なデータを得た。

7月中旬以後飛来成虫が多かったのはダイズで、次にウズラマメ、さやインゲンではわずかに飛来した。羽化雌の50%が移出するまでの日数はダイズで6日、ウズラマメ3日、そしてさやインゲンが2日であった。雄もほぼ同じ傾向を示した。餌として適したダイズへの滞在日数が長いのは当然であり、羽化後6日目は産卵開始の時期に相当する。ウズラマメは室内飼育で幼虫の餌として用いた場合、羽化率は25%以下(廉沢・三田, 1981)と低く、好適な餌とはいえない。さやインゲンは未成熟の時期にはさが厚く、ホソヘリカメムシは容易に種子を吸汁できないのもっとも早く移出してしまったと考えられる。ところがほかから飛来してきた、齢の進んだ成虫は滞在期間はさらに短くなった。雌成虫の50%が移出するまでの時間は、ダイズで1日、ウズラマメで1日未満である。ただし、滞在期間の頻度分布はL字型で、付近に10日以上滞在する個体も見られた。エンドウを餌として与えると、羽化率はダイズに劣る(廉沢・三田, 1981)が、飛来雌成虫の50%滞在期間は2日でダイズより長かった。これはエンドウへ飛来する季節に温度が低いためか、エンドウに飛来する成虫は越冬成虫であり、長期間飢餓状態にあったためのどちらかの理由によるものと考えられる。

餌として好適であるダイズのパッチにさえ長く滞在しないのはなぜだろうか。羽化後の行動の変化を観察する

ため、1辺2 mの網室の中に子実の肥大中のダイズを植えて、羽化後2日目の成虫を雌雄8頭ずつ放した。こうして7時から19時までの12時間、30分か1時間ごとに行動を記録した。産卵は羽化後5日目から始まったが、6日目以後雌の行動が大きく変化した。吸汁時間は4~5日目が最長で平均4時間、6日目以後は平均2時間に減少した。そして、株間や網への移動を表す指数が5日目までは平均2.5であったが6日目以後は平均6に増加した。雄の動きの指数は2日目から平均6であった。別の網室には吸汁に適さない若いダイズを植えたところ、その網室内の雌成虫の動きの指数は羽化2日目から5.5と高く、吸汁時間は4~5日目でも平均2.5時間であった。

以上まとめてみると、ホソヘリカメムシ雌成虫は羽化後産卵開始までは摂食効率が高くなるように、あるいき値以下の寄主植物からは移出し、いき値以上であれば定着して吸汁するが、産卵開始後は、おそらく産卵のために寄主植物間の移動が頻繁になったと考えられる。

3 移動距離

マーク虫の放逐地点からの移動距離は、雌では羽化後8日間ほどは100 m以内で、その後300 m以上離れた地点からも再捕されている。野外でマークした個体も1日当たり100 m以下であった。雄は雌よりも移動速度が速く、羽化後6日までに300 m離れた地点で再捕された。それ以後、1日200 m以上も移動した個体もあった。雌雄とも多くは上にあげたよりも遅い動きを示した。

鞍馬では20~30 mごとにマメ科作物のパッチがあるために、ホソヘリカメムシの移動距離は短かったが、空腹にすると、宙づり飛しょう法で2時間以上連続して飛ぶことから、生息場所の分布によっては移動距離は長くなるに違いない。

4 産卵

ホソヘリカメムシのように、毎日少数ずつ長期間にわたって産卵するタイプの生活史は、幼虫期の生存率の変動が大きいための“リスクの分散”(DEN BOER, 1968)であるといわれている。この幼虫の生存率を変動させる要因としては幼虫自身が過密になることによる餌の食いつくしと植物の成熟による枯死の二つが重要だと考えられる。そしてそれらを回避するような選択圧が産卵行動を制約しているはずだ。

ホソヘリカメムシは餌量に対応して産卵数を調節しているだろうか。栽培されたマメ科植物で調査した限りでは、卵密度は低く、調節が必要な密度に達していなかった。栽培種は野生のマメ科植物に比べて数十倍もの種子収量があるので、栽培種での結果から結論を急ぐことは

第1表 種子を吸汁するカメムシの生活史パラメータ

種名	卵～羽化日数	産卵前日数	産卵期間日数	T	R_0	r
ホソヘリカメムシ ^{a)}	24	6	44	52	133	0.094
<i>Oncopeltus fasciatus</i>	27	10	39	47	283	0.121
<i>O. cingulifer</i>	—	23	35.8	—	< 260 ^{b)}	
<i>O. unifasciatellus</i>	—	9.8	50.9	—	< 325 ^{b)}	
<i>Neacoryphus bicrucis</i>	30	4	—	49	388	0.122

飼育温度 27°C

a) 27.5°C

b) 成虫の総産卵数の 1/2 の値を示した。

できない。北アメリカの *Oncopeltus fasciatus* は *Asclepias* 属の種子を吸汁するが、さやが厚いため若齢幼虫はさやの開いた一部の種子しか利用できない。そのために幼虫は何本もの植物を探索しなければならない。このとき、寄主植物の密度が低ければ、探しきれずに幼虫は死滅する。そこで、あるい値以下の寄主植物密度では成虫は産卵せず、密度が高いほど、寄主植物当たりの幼虫密度は高い (RALPH, 1977)。

ホソヘリカメムシでは、植物の成熟による枯死による餌不足の危険は大きい。このような、時間とともに必然的に起こる変化に対して、対応する行動を見せてくれるだろうか。成虫はさやの肥大していないダイズ畑ではまれにしか見られなかった。開花後約 15 日、さやの厚さが 6 mm を越えるころ急に飛来数が増加し、開花後 30 日目から 50 日目にかけて成虫密度が高く、以後減少した。ところが産卵数は成虫数の増加の初期、開花後 30 日目から 35 日目にかけて最大で、以後減少し、45 日目以後には見られなかった。どうも若いダイズ畑を選んで産卵しているようだ。卵から羽化まで 1 か月ほどかかるが、植物が枯れ、種子が落ちてしまうまでに羽化できる時期にのみ産卵しているのではないか。ダイズは開花後 60 日程度で黄葉したが、種子がさや内に残っているのは 70~80 日目までだろう。すると開花後 40~50 日目までに産卵しなければならない。

八木町と八瀬のレンゲ畑においても同様に産卵期の選択がなされていた。調査地ではレンゲは 4 月下旬に開花し、種子量は 5 月下旬から 6 月下旬にかけて最大となり、7 月中旬には枯死した。越冬成虫は 5 月 20 日ごろから飛来したが産卵は 6 月 10 日までに終了した。6 月 10 日に産卵された卵は 7 月中旬ごろには羽化し終えた。

III ホソヘリカメムシの生活史戦略

SOUTHWOOD (1962) の定義に従えば翅型多型の昆虫の長翅型の移動や *Oncopeltus fasciatus* のような季節的大移動は厳密に“移動”として認められるが、ホソヘリカメムシの動きは“移動”と呼べないかもしれない。しかし、多くの昆虫にとっては、生息場所はパッチ状のリソース

の集合であり、migratory movement と trivial movement を厳密に区別することができない場合もある。本稿では便宜的に“移動”という語を使用した。

種子を吸汁するカメムシの生活史と餌の空間分布や安定性との関係について、DINGLE and ARORA (1973) が興味深い報告を行っている。アフリカに分布しているホソカメムシ科の *Dysderus* 属 3 種のうち *D. fasciatus* はバオバブの実だけを吸汁し、*D. nigrofasciatus* と *D. superstitiosus* は広い範囲の植物を利用する。バオバブは季節的に大量の実をつけるが、木と木の距離は離れている。この不安定で不連続的な餌を利用する *D. fasciatus* は他の 2 種に比べて、日当たり産卵数は多かった。そして餌が不足したときの飛しょう活動ももっとも活発で、逆に餌が豊富だと飛しょう筋が退化する。アメリカの *Oncopeltus* 属でも似た例が報告されている (ROOT and CHAPLIN, 1974; BLAKLEY, 1980)。第 1 表に種子を吸汁するカメムシ数種の生活史パラメータを示した。*O. cingulifer* と *O. unifasciatellus* は熱帯に分布し、*O. cingulifer* は種子だけでなく、茎や葉だけを吸汁して完全に生育できる。*Oncopeltus* 属 3 種の飛しょう活動は *fasciatus* > *unifasciatellus* > *cingulifer* の順である。*N. bicrucis* の利用する植物の範囲はキク科中心で広い。ホソヘリカメムシの生活史は、純繁殖率 R_0 や内的自然増加率 r が低く、安定した餌を利用するタイプに見える。だが、幼虫期間が短く、産卵期間が長いことは変動する餌に対して幼虫の生存率を高め、そのバリエーションを減少させる効果を持つ。そのうえ、II で述べたような産卵行動も幼虫の生存率の変化を安定させるだろう。

引用文献

- BLACKLEY, N. (1980) : Oikos 35 : 8~15.
 DEN BOER, P. J. (1968) : Acta Biotheor. 18 : 165~194.
 DINGLE, H. and G. ARORA (1973) : Oecologia 12 : 119~140.
 藤沢敏弘・三田久男 (1981) : 中国農試報 E19 : 75~97.
 城所 隆 (1978) : 北日本病虫研報 29 : 5~10.
 NATUHARA, Y. (1983) : Appl. Ent. Zool. 18 : 392~400.
 RALPH, C. P. (1977) : Ecology 58 : 799~809.
 ROOT, R. B. and S. J. CHAPLIN (1976) : ibid. 57 : 132~140.
 SOUTHWOOD, T. R. E. (1962) : Biol. Rev. 37 : 171~214.

特集：カメムシ〔4〕

ホソハリカメムシの生活史と餌植物

農林水産省農業研究センター 伊 藤 清 光

はじめに

ホソハリカメムシ *Cletus punctiger* DALLAS は主としてイネ科雑草を餌植物として生活し、日本全土で普通に見られる種である。本種は稲穂を加害するが、加害による収量の減少はない。しかし、本種が登熟中の稲穂を加害することによって“斑点米”が発生し、米の品質を大きく下落させる原因となる。米の収量よりも品質が重視されるようになった1970年代以降、新しく“害虫”となったカメムシの一種である。斑点米の原因となるカメムシ類は10種以上を数えるが、その中でも本種は最重要種として知られている。

本稿ではこのような背景を持っているホソハリカメムシの生活史の概要、特に、餌植物や繁殖場所を求めての生息場所間の移動の観点から、本種の水田への飛来原因について述べる。

I 周年経過

ホソハリカメムシは成虫で越冬する。越冬後成虫は4月から5月にかけて、スズメノテッポウ、スズメノカタビラなどの出穂しているイネ科植物に移動して、穂から吸汁摂食する。またそこで交尾も行われ、一部は産卵を始めるが、その後これらの春の餌植物が耕起あるいは枯死などによって消失するため、幼虫は死亡し、成虫羽化に至ることは少ない。

7月中旬からヒエ類（ヒメイヌビエ、イヌビエ）やメヒシバが出穂を始めると、越冬後成虫はこれらの植物に移動して産卵し、繁殖する。早期に出穂（7月中旬～8月上旬）した水田があるとイネに飛来して穂を加害し、そこでも繁殖する。しかし8月以降に出穂する水田への飛来は少なく、被害はあまり問題とならない。越冬後成虫の寿命は長く、産卵も長期間にわたって行われるので、発生回数は地域、年により異なっている。

新しく発生する成虫のうち8月下旬以降に羽化する成虫は、幼虫期の日長（短日）によって休眠成虫となり、交尾、産卵は行わない。9月から10月にかけてヒエ類やメヒシバが枯死すると、休眠成虫は越冬場所（スキ、

チガヤなどの株元）へ移動し、そこで翌年春まで越冬する。

II 春から夏にかけての生態

上記の周年経過の中で、越冬後から夏季にヒエ類やメヒシバが餌として利用できるまでの期間はホソハリカメムシにとっては、移動し、餌植物を探索してこれを摂食し、餌植物が消失した後にはいかに生存するかなどの問題をかかえており、彼らの生活史上重要な時期である。

ホソハリカメムシの主要な餌植物の大まかな出穂期間を第1図に示した（伊藤，1982）。図にあげた植物は、野外でホソハリカメムシの摂食が確認され、しかも分布が普遍的な植物である。スズメノカタビラ、スズメノテッポウ、およびカズノコグサでは多数のホソハリカメムシが認められ、春季における重要な餌植物である。しかし多くの場合、これらの植物は5月末までには枯死したり、水田の耕起によって消失する。コムギ、タデ類（イヌタデ、ハルタデ）やカモジグサではホソハリカメムシは少ない。イタリアンライグラスはホソハリカメムシが数多く認められるが、飼料作物として数回の刈り取りが行われる。2番生、3番生の出穂を含めると8月上旬まで穂が見られるが、栽培管理方法によってはより早い時期に消失する。したがって、このような条件付きのイタリアンライグラスを除けば、6～7月はホソハリカメムシにとって好適な餌植物は見当たらず、おそらくあまり好適でない種々の餌植物を転々としているものと思われる。

ホソハリカメムシの飛しょう能力の季節的变化を知るため、野外で定期的に成虫を採集してフライトミルを用いて調査した結果を第2図に示した（Iro, 1980）。それによると5～6月は雌雄とも飛しょう能力の高い個体が多いが、7月、8月と月日が進むに従って、飛しょう能力がしだいに低下することを示している。前記のような春の好適な餌植物が消失した後の6月はホソハリカメムシの飛しょう能力が高く、種々の餌植物を転々と移動することは可能であろう。

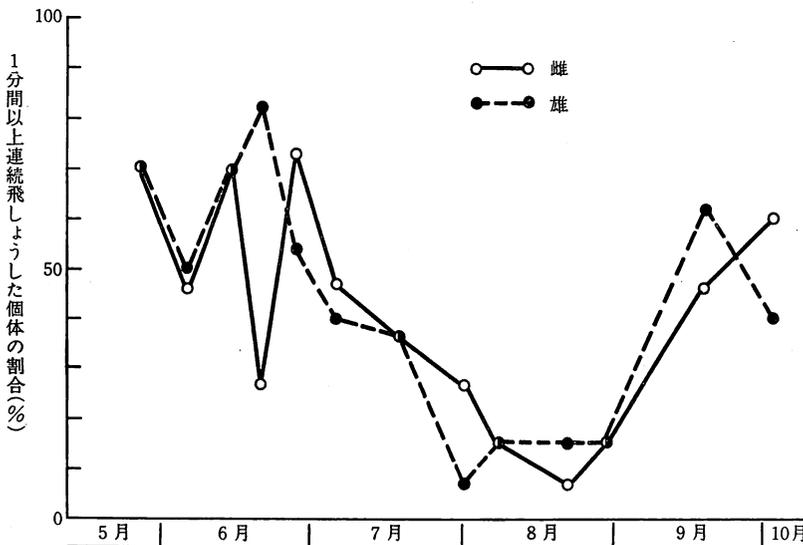
また、5～6月の飛しょう能力の高さは、体内に蓄積された脂質の量（第1表）によっても説明できる（Iro, 1984）。ホソハリカメムシ越冬後成虫は好適な餌植物を

Life History of *Cletus punctiger* in Relation to Food Plant Phenology. By Kiyomitsu Iro

植物	4月	5月	6月	7月	8月
スズメノカタビラ	■	■	■		
スズメノテッポウ	■	■	■		
カズノグサ		■	■		
コムギ		□	□		
イタリアンライグラス		■	■	■	■
タデ類		□	□	□	□
カモシグサ		□	□		
ヒエ類				■	■
メヒシバ				■	■

■ ホソハリカメムシが普通に認められる植物
 □ ホソハリカメムシが認められるが、少ない植物

第1図 ホソハリカメムシの主要な餌植物の出穂期間



第2図 フライトミルで調査したホソハリカメムシの飛しょう能力の季節的变化
それぞれ 10~15 頭を供試した。

摂食することによって栄養を脂質として蓄積しており、5月末までは摂食期間が長くなるほど多量の脂質を蓄積できる。一方、越冬後、好適な餌を摂食できない場合は、脂質含量は徐々に低下する。

多量の脂質の蓄積は飛しょう能力だけでなく、飢餓に対する耐性をも高めている (Iro, 1984)。野外でさまざまな時期に採集したホソハリカメムシ成虫を 25°C の室内で餌を与えず水のみで飼育した場合の生存曲線を第3図に示した。それによると、5月、6月の採集虫は飢餓耐性が高く平均 30 日以上生存可能で、中には2か月近

く生存した個体もあった。

以上の結果は次のように要約できる。ホソハリカメムシ越冬後成虫は、4~5月に越冬場所を離れて春の好適な餌植物へ移動し、これを摂食する。この時期は好適な餌植物が各所に存在し、発見は容易であろう。そこでの摂食によって脂質の形でエネルギーを蓄積する。摂食期間が長いほど脂質を多量に蓄積できる。その後5月末までに、これらの餌植物が自然的、人為的な原因で消失しても、貯えた脂質によって飢餓に耐えうるし、また飛しょうによって別の餌植物を探索できる。しかし、6~7月

中旬までは好適な餌植物は少なく、あまり好適でないさまざまな餌植物を転々と移動して、夏季の好適な餌植物(寄主植物)が出穂するまで生存しなければならぬ。脂質の蓄積が少なかった個体は長期間生存することはできないであろう。

III 水田への飛来原因

出穂の早い水田には多数のホソハリカメムシが飛来してイネの穂を加害するのに、出穂が遅い水田では飛来が少ない原因は次のように考えられる。

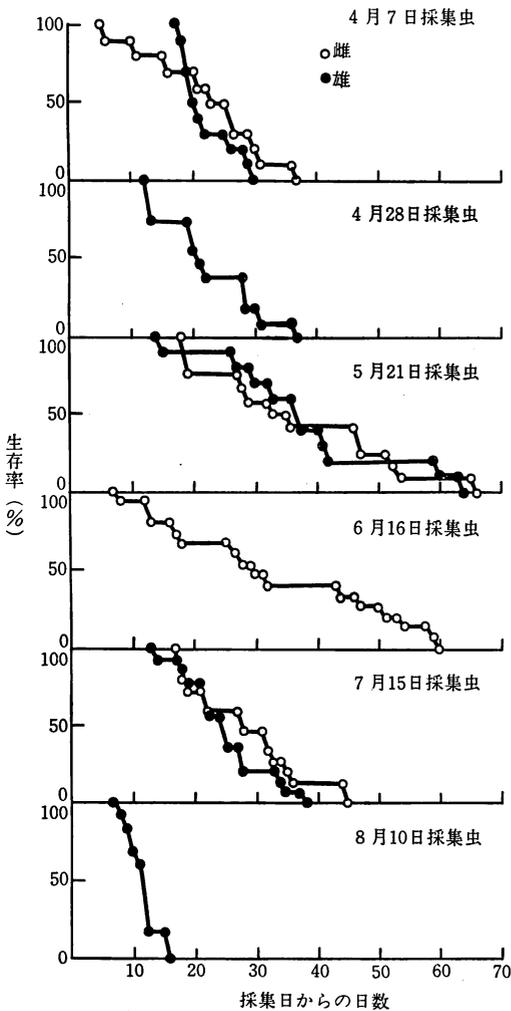
ホソハリカメムシの餌植物として5科17種が記録

されている(川沢・川村, 1975)が、その中で餌として好適で、しかも分布が普遍的であり、実際に餌として利用可能な植物となると、その種類数は多くない。第1図に示したように6~7月中旬はイタリアンライグラスを除けば、ホソハリカメムシが普通に認められる植物はない。イネはホソハリカメムシにとって好適な餌植物であり(第4図)、このような時期に出穂したイネがあれば、それは本種にとって絶好の餌となる。一方、ヒエ類やメヒシバが各所で出穂してくると、これらもまたホソハリカメムシにとって好適な餌植物であるため(第4図)。

第1表 ホソハリカメムシ越冬後成虫の摂食区と絶食区における脂質含量(脂質重/乾重,%)の変化

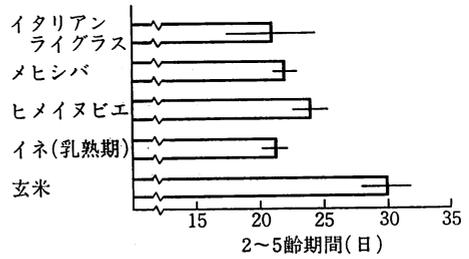
摂食虫 ^{a)}			絶食虫 ^{b)}		
採集日	雌	雄	採集日	雌	雄
4月16日	24.8%	24.5%	4月15日	24.8%	24.2%
4月30日	23.7	24.8	4月30日	19.6	22.8
5月13日	42.5	31.2	5月14日	16.2	17.6
5月27日	46.3	33.5	5月30日	10.8	10.5

- a) 野外のスズメノカタビラ上で採集した成虫.
- b) 野外の網室で、越冬後水のみを与えて飼育した成虫.



第3図 ホソハリカメムシ越冬後成虫を絶食させたときの生存曲線

図中の採集日以降、25°Cの室内で水のみを与えて飼育した場合の生存率の変化を示す。各区 10~15 頭を供試した。



第4図 各種イネ科植物の穂を餌とした場合のホソハリカメムシ幼虫の発育期間
2齢に達するまでは餌に関係なく発育する
で1齢期間は除外した。
飼育は25°C定温、平均値±標準偏差で示す。

相対的にイネに飛来する個体数は少なくなると考えられる。

イネとヒエ類やメヒシバとの間でホソハリカメムシ成虫の選好性を調査した結果、ホソハリカメムシが特にイネを選好する傾向は認められなかった(伊藤, 1982)。また第4図に示したように、乳熟期の稲穂と玄米とで、幼虫の発育を比較すると、乳熟期の稲穂のほうが幼虫の発育が速やかであった。成虫にとっても幼虫と同様に穂の生育ステージによって餌としての好適度が異なると考えると、ヒエ類やメヒシバはイネと比較して穂の生育が不ぞろいで出穂期間が長く、しかも1本の穂でもイネと違って登熟にむらがあるため、餌としての好適期間が長いと考えられる。つまり、イネからヒエ類やメヒシバへの移動に比べて、その逆の移動は起こりにくいものと考えられる。

餌植物の選好性のほかに、飛しょう能力の変化(第2図)からもホソハリカメムシの水田への移動の推移を考察することができる。すなわち、7月から8月にかけては、越冬後成虫の老化によるためと思われるが、しだいに飛しょう能力が低下するから(第2図)、時期が遅くなるほど飛しょうによる移動は少なくなると考えられる。

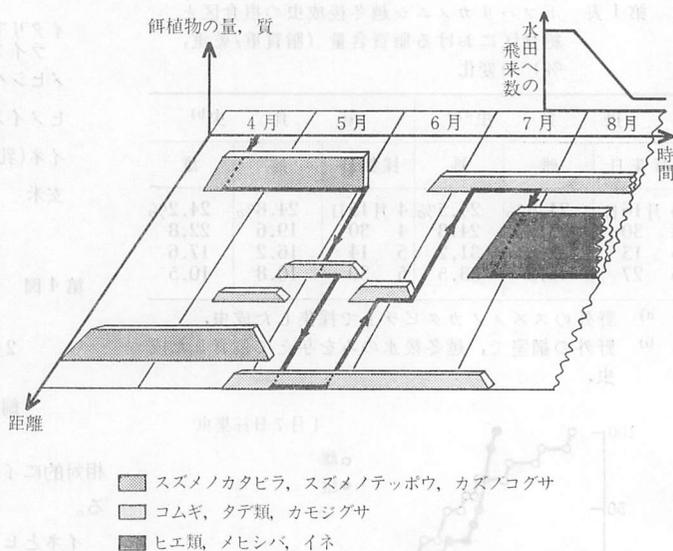
このため、出穂の遅い水田にはホソハリカメムシの飛来が少ないものと推定される。

IV まとめ——生活史の特徴——

上述のような生活史を持つホソハリカメムシは他の昆虫と比較して、次のような点を特徴としてあげることができる。第一に成虫の寿命が長いこと。秋に羽化する休眠成虫は越冬して夏まで生存し、長い個体では1年近く生存する。また、非休眠成虫の寿命も、実験室における飼育試験では平均約100日であった。第二に成虫の飢

餌に対する耐性が高いこと。休眠成虫はもちろん、産卵を始めた越冬後成虫においても、かなりの期間、絶食に耐えることができる。第三に産卵が長期間にわたって行われること。長い生存期間の大部分の期間(休眠期を除く)、交尾と産卵を繰り返し、1日当たり1~数個ずつ産卵する。第四に広食性であること。ただし餌としての好適度は植物の種類や穂の生育ステージによって異なり、実際に利用している植物は限られている。

ホソハリカメムシが餌植物や繁殖場所を求め季節的に移動するようすを模式的に第5図に描いた。このような生活史を持つのはホソハリカメムシだけでなく、他のカメムシでも知られている。有名な例として、中近東でムギの害虫として知られている *Eurygaster integriceps* は、越冬地(山の中腹、山ろく)→繁殖地(麦畑)→夏眠地(山の高所)→越冬地、の季節的な移動が認められると報告されている(BROWN, 1962, 1965)。また最近、日本においても、果樹害虫であるチャバネアオカメムシの生息場所間の季節的な移動が報告されている(小田, 1980; 志賀・守屋, 1984)。規模の相違はあるがカメムシ類ではこのような生活史が普通に見られるものなのかもしれない。



第5図 ホソハリカメムシの春～夏における生息場所間の移動と、水田への飛来

引用文献

BROWN, E. S. (1962): Bull. ent. Res. 53: 445~514.
 (1965): J. Anim. Ecol. 34: 93~107.
 ITO, K. (1980): Appl. Ent. Zool. 15: 36~44.
 伊藤清光 (1982): 応動昆 26: 300~304.
 ITO, K. (1984): Appl. Ent. Zool. 19: 142~150.
 川沢哲夫・川村 満 (1975): カメムシ百種, 全農協, 東京, 301 pp.
 小田道宏 (1980): 植物防疫 34: 309~314.
 志賀正和・守屋成一 (1984): 果樹試報A 11: 107~121.

協会だより

○昭和60年度野菜病虫害防除現地検討会の開催

日時: 昭和60年5月14日(火)午後~15日(水)

開催場所・現地:

兵庫県洲本市古茂江海岸 ホテルニューアワジ
 電話 07992-2-2521 (代)

兵庫県三原郡 水田多毛作地帯

テーマ: 三毛作地帯におけるタマネギ病虫害の発生状況

日程:

5月14日(火) 講演会 ホテルニューアワジ大広間

1. タマネギの主要病害対策と問題点

兵庫県淡路農業技術センター 西村十郎氏

2. タマネギの害虫防除と問題点

兵庫県農業総合センター農業試験場

今井国貴氏

3. タマネギ萎黄病の発生と防除上の問題点

農林水産省野菜試験場 塩見敏樹氏

4. 野菜の土壌病害対策としての罹病残渣処理

農林水産省中国農業試験場 堀 真雄氏

5. 総合討論

懇親会 18:00~ 大広間にて

5月15日(水) 現地視察

解散(洲本港 14:00, 岩屋港 15:00)

参加申し込み等

会費 12,000円, 申し込み期限: 4月20日

申し込み先 〒656-04 兵庫県三原郡三原町八木養
 宜中 560 電話 07994-2-4880

兵庫県淡路農業技術センター 西村十郎氏

特集：カメムシ〔5〕

チャバネアオカメムシ雄成虫の誘引性

農林水産省果樹試験場 ^{もり} 守 ^や 屋 ^{せい} 成 ^{いち} 一

はじめに

チャバネアオカメムシ *Plautia stali* SCOTT は果樹果実を吸汁加害する害虫であり、近年の全国的な大発生以来、いわゆる果樹カメムシ類の主要種の一つとして注目されるに至った（長谷川・梅谷，1974；梅谷，1976）。大発生を契機として各方面で本種に関する研究が開始され、被害の実態や生活史の特徴などについてさまざまな知見が得られ始めている。その概要はすでに志賀（1980）、小田（1980）によって本誌上に紹介されており、本種が種々の植物を渡り歩く複雑な生活史を持つこと、さらに、主要害虫として登場後の日が浅いために、生態的な特性に関するデータの乏しいことが指摘されている。

上記のレビュー以後、最近筆者らは本種雄成虫によって雌雄両個体が誘引されることを明らかにした（MORIYA and SHIGA, 1984）。この現象は、多くの昆虫に普遍的な性フェロモンによる雄個体の誘引や、カメムシで知られている植物体上などでの集団形成とは異なる意義を持つものと考えられ、誘引現象を利用した発生予察への応用の可能性のみならず、その生態学的な意義についても注目に値すると思われる。

本種の成虫個体間何らかの誘引性が存在するらしいことは、小田ら（1980）によって指摘されており、また経験的にもある程度は推測されていたところである。今回、雄成虫による雌雄両個体の誘引が確認されたので、ここでは今後の問題点や他種との比較を含めて述べることにする。

本文に先立ち、研究の過程で種々の討論を行ってきた沖縄県農業試験場志賀正和博士に厚く御礼申し上げる。

I 誘引現象の確認

茨城県谷田部町の果樹試験場構内に設置されている網室（3室×2棟、計6室）の1室（網室A）内に室内累代飼育の本種成虫（守屋ら，1985）雌雄各100頭を1982年5月20日に放飼した。放飼後、網室外壁上への本種成虫の飛来の有無を調査した。

Attractiveness of *Plautia stali* Male for Males and Females of the Same Species. By Seiichi MORIYA

1982年5月下旬から6月にかけて、網室へ111頭の飛来が確認された。そのうち104頭が内部に本種が存在する網室Aの外壁上であり、残り7頭も網室Aに隣接した外壁上で発見された。その他の4網室にはまったく発見されなかった。したがって本種成虫の飛来は網室内への成虫の放飼に起因していると思なされた。

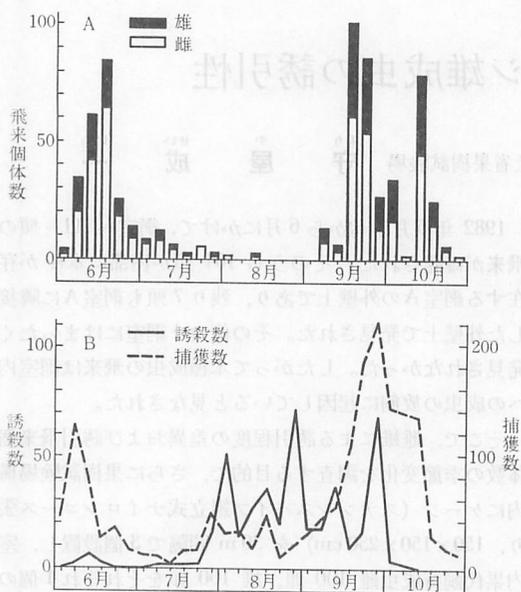
そこで、雌雄による誘引程度の差異および誘引飛来個体数の季節変化を調査する目的で、さらに果樹試験場構内にケージ（ステンレスパイプ組立式ナイロンゴース張り、150×150×230cm）を30m間隔で3個設置し、室内累代飼育成虫雌100頭、雄100頭をそれぞれ1個のケージ内に1982年6月4日放飼した。ケージ内には成虫の餌および隠れ場所として鉢植えのヒメリンゴとクリを1鉢ずつ入れた。雄を放飼したケージには放飼翌日より雌雄両個体の飛来が確認された。一方、雌放飼ケージとコントロールの鉢植え植物のみのケージには飛来が認められなかった。これにより本種雄成虫が雌雄両個体を誘引することが明らかとなった。なお、ケージ内の誘引源は生きた雄成虫であるため、7月以降は、ほぼ1か月ごとにケージ内の全個体を回収し交換を行った。

II 誘引飛来個体数の変動

1 季節消長

野外設置ケージでの調査は11月末まで連日行ったが、飛来個体数は日ごとに大きく変動し、また季節的にも変化した。第1図Aに半旬ごとの飛来個体総数を示した。気象条件と飛来数の関係を見ると、一般的に昆虫の活動が抑制される強風・強雨条件下では飛来は少ないか、あるいはまったく見られず、また低温が飛来に対し抑制的に働く傾向にあった。飛来のピークは6月（初夏）および9、10月（秋季）に認められたのに対し、7、8月（盛夏）の飛来個体数はわずかであった。

これらケージへの飛来個体数の変化を、果樹試験場内の予察灯（100W高圧水銀灯）での本種の誘殺数および野外調査による各種の生息場所での個体数の変動（第1図B）と比較すると、次のことが言えよう。すなわち、予察灯への誘殺数は野外調査結果とは異なった変動を示すのに対し、ケージへの誘引飛来個体数の変化は、野外調査で得られた個体数変動と類似していた。本種が種々



第1図 雄成虫を収容したケージへのチャバネアオカメムシ成虫の飛来数(A) (MORIYA and SHIGA, 1984) および子察灯への誘殺数と野外調査による捕獲数(B) (筆者ら, 未発表) の変化

半月ごとの個体総数を示す。調査年：1982年

の植物を渡り歩く生活史を有していることから見て、ケージへの飛来個体数の変化は、野外における本種の個体数変動に加えて、各種の生息場所間の移動の過程を反映したものであると考えるのが妥当であろう。

2 飛来時刻

6月から10月初旬にかけて1日の飛来時刻には明りょうなピークがあり、薄暮期(6月：19時30分ころから10月：17時30分ころまで日没時刻の変化により2時間ほどずれる)に飛来が集中した。この傾向は飛来個体数が多い場合に特に顕著であり、薄暮期の30分ほどの間に次々とケージに飛来する成虫が観察された。一方、10月中旬以後は日中連続的に飛来し、むしろ薄暮期には飛来数は減少した(第2図)。この変化は、秋季の日没後の気温低下によって成虫の飛しょう活動が抑制されたためと思われる。

薄暮期に見られる飛来のピークは、本種成虫の活動に日周性があることを示唆しており、野外で採集した成虫を容器に入れておくと日没前後に容器内を活発に動きまわるのが観察されたり、また、薄暮期にケージ内部の雄成虫が飛しょうすることも符合している。

3 性比

飛来個体の性比は、季節的に若干の変動はあるが、ほ

飛来時刻	-10	10-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-	総数
6月	38	25	20	17	118	23	15	256
7月	5	2	1	24			3	36
9月	14	17	32	111	37	19	11	241
10月	4	81		43	16	22	4	149

第2図 雄成虫を収容したケージへのチャバネアオカメムシ成虫の飛来時刻(1982) (MORIYA and SHIGA, 1984)

グラフ中の数字は個体数、8月は飛来数が少ないため図示略。

ぼ常に雌の割合が高かった。野外の各種の餌植物上で得られた性比に比べても、有意に雌に偏っているが、今のところその理由は未知である。

III 飛来個体の生理状態

ケージに飛来した個体の体内諸器官の状態を、超軟X線装置(Softex® E40)や解剖によって観察すると、同じ時期に野外の主要な生息場所で採集された個体とは異なった特徴が認められた。第1表には本種の増殖期間である6月と、越冬前の産卵を停止した期間である9月について、雌成虫の調査結果の一例を示した。ケージに飛来した個体は、性的成熟や栄養蓄積の程度の低いことが明らかであり、他の観察項目の結果から、雄成虫についても同様の傾向にあることが認められた。これらは、増殖期や越冬前に本種個体群中に性成熟や栄養蓄積が十分でない個体が多数存在していることを示しており、本種の生活史と個体群動態の解明に重要な意味を持つと考えられる。さらに、モモで採集された個体が、ケージへの飛来個体と類似の体内状態を示していたことも注目される(志賀・守屋, 1983)。このことは、なぜ本来好適でない果樹類の果実に、時として多くの本種成虫が飛来する

第1表 チャバネアオカメムシ雌成虫の卵巣と脂肪体の状態(1982) (志賀・守屋, 未発表)

	採集日	場所	発達	未発達	計
卵巣	6月17~21日	トラップ ^{a)}	7	23	30
	6月7, 15日	クワ	16	4	20
脂肪体	9月20日	トラップ	2	28	30
	9月22日	サワラ	20	5	25

a) 雄成虫を誘引源としたトラップ

のか(志賀・守屋, 1984)という本種の発生予察上きわめて重要かつ解決困難な問題点を解く鍵になるのではないかと思われる。

IV 水盤トラップの利用

大型ケージによる調査は、取り扱いや労力面で種々の制約が生じるため、調査の簡易化を目的として、第3図に示したように雄成虫 10 頭を誘引源とした水盤トラップを作製した(守屋・志賀, 1983)。水盤トラップでは、飛来個体のうち、どれだけが水面に落下して捕獲されるのか、といった今後解決されるべき問題点も残されているが、捕獲個体数の消長は、ケージのものとはほぼ平行的に変化していると思われ、発生予察への利用という応用的観点からは有力な手段であると言えよう。

水盤トラップには、少数ではあるが本種の 3~5 齢幼虫も捕獲され、雄成虫による誘引作用が幼虫にも及んでいることが明らかとなった。さらに、本種成虫に寄生するマルボシハナバエ *Gymnosoma rotundatum* が、雌雄ともに捕獲された(雄 4 頭、雌 26 頭: 同定は九州大学鳥洪氏による)(守屋・志賀, 1983)。マルボシハナバエは生物的な死亡要因の一つとしてチャバネアオカメムシの個体群動態に影響を与えていることが示唆されており(小田, 1980)、上記の現象は両者の関連の一端を示すものとして注目される。

V ミナミアオカメムシとの比較

ミナミアオカメムシでは、本種の場合と酷似した現象が報告されており(MITCHELL and MAU, 1972; BRENNAN ら, 1977; HARRIS and TODD, 1980)、現象面で細部にわたり驚くほどの一致が見られる。すなわち、

- ①雄成虫が雌雄成虫と 5 齢幼虫を誘引する。
- ②成虫の誘引飛来は“完全に暗くなる”(complete darkness)直前に多い。

- ③誘引飛来個体は若い未成熟なものが多い。
- ④ヤドリバエの 1 種、*Trichopoda pennipes* も誘引される。

いずれの報告も、雄成虫によるフェロモンの放出を示唆しており、BRENNAN ら(1977)は、飼育容器の底に敷かれたペーパータオルのエタノール抽出物に対して、成虫が反応したと報告している。

ミナミアオカメムシは、チャバネアオカメムシと同様に、多化性で種々の餌植物を利用し、移動が生活史の中で重要な意義を持っている。両種にきわめて類似した現象が見られたことは、それらの複雑な生活史の解明に大きな手がかりを与えるものとなる。

VI 今後の問題点

1 集合フェロモンの検出

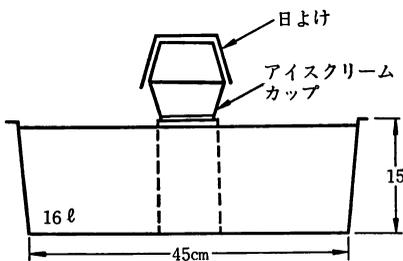
化学的に確認されていないものの、本種雄成虫が集合フェロモンを放出し、それがマルボシハナバエに対しカイロモンとしても働いていることは、ミナミアオカメムシとの比較、および種々の状況証拠からまずまちがいないと思われる。そして、集合フェロモンを単離する試みがこれまでになされてはきた。しかし、今のところ効率の良い生物検定法がなく、また、本種が防衛物質を分泌すると、それに対して強い忌避行動が生じ、誘引作用が完全にマスクされてしまうので、化学的な物質追求は停滞しているのが現状である。

2 誘引現象の意義

雌雄両個体が雄成虫によって誘引されることから、交尾機会が増大がまず想定されよう。前記ミナミアオカメムシの報告でも、論議の中で誘引の意義としていずれもこの点が強調されている。しかしながら、本種の場合、前項 III の観察結果から、誘引飛来個体は主として好適な餌が存在する生息場所を求めて移動している個体によって構成されていると考えられるので、誘引現象の配偶行動に関連した意義は、あるとしても付随的なものにすぎないと思われる。むしろ、本種の生活史から見て、時間的・空間的に限られた好適な生息場所への到達手段としてこそ、重要な意義を持つと考えられる(志賀・守屋, 1983)。

おわりに

クサギカメムシでは、今のところ類似の誘引現象は観察されていない(筆者ら、未発表)が、最近ツヤアオカメムシで、チャバネアオカメムシと同様の雄による同種他個体の誘引現象が確認された(山田、未発表)。今後、



第3図 チャバネアオカメムシ誘引のための水盤トラップ

雄成虫 10 頭を餌・水とともにアイスクリムカップに入れ、小穴を多数あけて通気性を保った。

類似の現象がその他のカメムシ類で発見される確率は高く、この誘引現象がカメムシ類に普遍的なものである可能性が示唆される。

果樹カメムシ類は、果樹園外から成虫が飛来して果実を吸汁加害し、しかも飛来がいつ起こるかは予測困難であるので、応用面からは、雄成虫の放出する集合フェロモンの単離・同定こそもっとも望まれる点である。この物質が化学的に合成できれば、それを用いたトラップは発生予察法の新手段となる可能性を有している。今後カメムシ類の誘引現象について、化学的側面からの研究に着手されることがあれば、本文を紹介した筆者にとって望外の喜びとするところである。

引用文献

- BRENNAN, B. M. et al. (1977) : Environ. Entomol. 6: 169~173.
 HARRIS, V. E. and J. W. TODD (1980) : Entomol. Exp. Appl. 27: 117~126.
 長谷川 仁・梅谷献二 (1974) : 植物防疫 28: 279~286.
 MITCHELL, W. C. and R. F. L. MAU (1971) : J. Econ. Entomol. 64: 856~859.
 守屋成一・志賀正和 (1983) : 昆虫学会第 47 回大会講要 44.
 MORIYA, S. and M. SHIGA (1984) : Appl. Ent. Zool. 19: 317~322.
 守屋成一ら (1985) : 果樹試報告 A12: 133~143.
 小田道宏 (1980) : 植物防疫 34: 309~314.
 ————ら (1980) : 奈良農試研報 11: 53~62.
 志賀正和 (1980) : 植物防疫 34: 303~308
 ————・守屋成一 (1983) : 第 27 回応動昆大会講要 30.
 ———— (1984) : 果樹試報告 A11: 107~121.
 梅谷献二 (1976) : 植物防疫 30: 133~141.

中央だより

—農林水産省—

○昭和 59 年度病害虫発生予報第 8 号発表さる

農林水産省農蚕園芸局は昭和 60 年 2 月 22 日付 60 農蚕第 1035 号昭和 59 年度病害虫発生予報第 8 号により、向こう約 2 か月間の主要農作物の主な病害虫の発生動向の予想を発表した。

イネ：いもち病、ごま葉枯病、馬鹿苗病等の種子伝染性病害については、特に昨年一部地域では馬鹿苗病の発生が多かったことに留意し、無病種子の使用、的確な種子消毒の実施に努めて下さい。

箱育苗では各種の土壌伝染性の病原菌による苗立枯病の発生を予防するため、床土消毒、育苗中の適切な温湿度管理に努めて下さい。

蒔葉枯病については、発生が多かった北関東、近畿の一部では、本年も引き続き感受性品種作付地帯では多いと予想されますので、媒介虫のヒメトビウカを対象として麦畑、畦畔等の広域一斉防除を行うとともに、育苗箱施薬を実施して下さい。

イネミズゾウムシについては、最近新たに発生した地域では密度が急激に高まるおそれがありますので、十分注意するとともに、育苗箱施薬等による防除を徹底して下さい。

ムギ：積雪地帯では、融雪のおくれや融雪水の停滞により雪腐病の発生による被害が助長されますので、消雪促進、排水に努めて下さい。

カンキツ：ミカンハダニの発生は、一部でやや多いほかは平年並となっています。冬期防除をまだ行っていないところでは、3月に防除を実施して下さい。

チャ：カンザワハダニの発生は一部でやや多いし多のほかは平年並以下となっています。今後、一番茶以降の密度低下を図るため萌芽前の防除を実施して下さい。

パインアップル：パインアップルコナカイガラムシの発生がやや多いと予想されます。

野菜：ミナミキイロアザミウマは、新たに兵庫県、奈良県で発生が確認され、発生地域は 27 都県となりました。今後、施設から露地への分散が問題となりますので、施設内の育苗期防除の徹底等施設から露地へのまん延防止に努めて下さい。

このほか、レタスの灰色かび病及び菌核病、タマネギの白色疫病及びボトリチス腐菌による葉枯れ等の発生が一部でやや多いと予想されます。

増刷できました！

「植物防疫」総目次

B5判 63 ページ 定価 1,200 円 送料 200 円

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

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

モモ枝折病の生態と防除

静岡県柑橘試験場 せり ざわ せつ お 夫

はじめに

枝折病は、わが国では 1950 年に神奈川県下の白鳳栽培園で初めて発生が認められた。原田・鍵渡 (1951)¹⁾、原田 (1952)²⁾ は、病徴、発病状況ならびに本病の病原菌が *Fusicoccum* 属菌であることを明らかにした。神奈川県では、その後、モモの集団栽培地域が市街化し、産地は移動、分散したため本病の大規模な被害は見られなくなった。当時、埼玉県、静岡県でも一部の園地で発生が認められていたが、被害は局地的にとどまっていたようである。その後もわが国では本病による大きな被害が見られなかったため、発生生態、防除法は十分に解明されないまま現在に至った。

静岡県長田地区には、現在、早生系を中心に約 70 ha のモモが集団栽培されているが、1975 年以降に本病が多発生し始め、毎年、激しい被害を受けるようになった。近年では、神奈川県のほか栃木県、群馬県でも発生が認められている。本病は、過湿、過干、および長年のモモ栽培による忌地などによって樹勢が衰弱すると発生が助長されるため、防除は基本的にはこれら土壤の改善を要するが、ここでは本病の発生生態³⁾、薬剤防除法⁴⁾を紹介して、栽培家の参考に供したい。

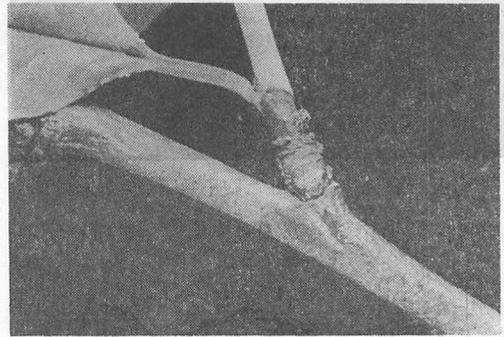
I 生 態

1 病 徴

新梢の基部および腋芽部、果実に発生するが、典型的な病徴は新梢基部に認められる。

(1) 新梢基部

病患部は初め褐～暗褐色に変色し、健全部に比べてややおう陥する。褐変部はやがて枝を一周するとともに、上方 1~2 cm に拡大する(第 1 図)。この程度まで病状が進むと葉は下垂し黄化するため、ほ場では 6~7 月に、これらの罹病枝を容易に確認できる。病患部には樹脂を漏出し、病状が進むと縦に亀裂を生じることが多い。発病枝はやがて枯死し、農作業の際に触れると折れやすいので枝折病の名があるが、伸長がおう盛な枝および発病時期が遅い枝では、やがて癒傷組織が形成されて治癒するため、健全枝と同様に生長する。



第 1 図 新梢基部の病徴 (5 月)

(2) 新梢腋芽部

5~6 月に発病すると、腋芽を中心に上下に暗褐変部が拡大して腋芽は枯死する。通常は 7 月以降に病徴が認められ、腋芽周縁ならびに腋芽側部および直下の葉の脱落痕が褐～暗褐色に変色する。変色部は狭い範囲にとどまることが多いため、症状が軽いものでは感染の有無を明りょうに判別できない。しかし越年後、発芽期から病斑が進展し、腋芽の枯死、開花および発芽直後に花、幼梢が萎ちようする。また遅いものでは、伸長開始後に新梢基部へ病斑が移行し、前記のような典型的な病徴が現れる。

(3) 果実

新梢基部の病状の進行に伴って果実は萎ちようし、やがて落果するが、病患部から漏出した樹脂によって萎ちようしたまま接着されている幼果が時に見られる。果実表面にじかに病斑を形成する例は認められていないが、果梗が発病して暗褐変し、果実が萎ちようすることがある。

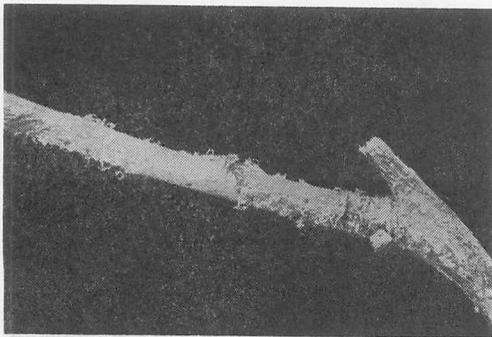
2 伝染源

新梢基部および腋芽部、剪定痕から感染し、これらの病斑進展による枯死枝が伝染源になる。枯死枝の病患部には微細な黒粒が散在するが、これらは本菌の子座および柄子殻である^{2,3)}。ここに高湿度条件下で胞子角を溢出し(第 2 図)、雨媒伝染する。冬期に剪定されてほ場に放置された罹病枝では、新梢伸長期の 5 月に至ってもなお病原菌が生存し、伝染源となる。

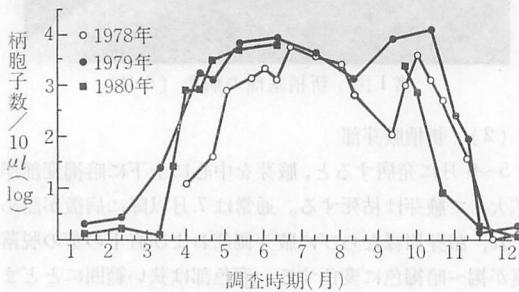
3 柄胞子飛散の時期的推移と発病消長

罹病苗の樹幹を流下する雨水中の柄胞子を、定期的に調査した結果は第 3 図のようである。飛散開始期、急増

Epidemics and Control of *Fusicoccum* Canker of Peach Tree. By Setsuo SERIZAWA



第2図 病患部に溢出した胞子角 (ピニルハウス内, 6月)



第3図 罹病樹の樹幹を流下する雨水中の枝折病菌柄胞子数

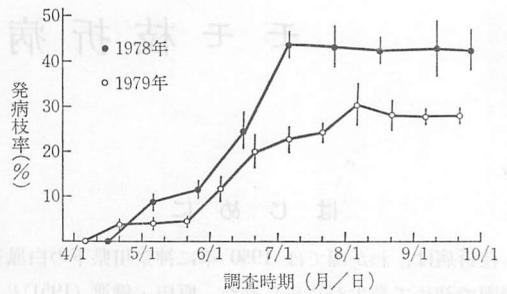
期, 減少期は, 気温の影響を受けてやや年次変動するが, 春期に旬平均気温が 10°C を越えるころに飛散を開始する。飛散量はその後の気温の上昇に伴って急激に増加し, 4月~10月上・中旬まで多量に飛散し続ける。やがて秋期に旬平均気温が 20°C に低下すると飛散量は減少し始め, その後の気温の下降とともに急減する。旬平均気温 15°C 以下になると, 飛散はほとんど認められない。

次に, 10~11年生布目早生における発病消長調査結果は第4図のようである。調査兩年とも5月下旬~7月上旬に発病は急激に増加し, その後, 1978年にはほぼ終息し, 1979年は8月上旬まで発病の増加が認められた。気象条件が異なるため兩年の本病の終息時期に多少の差異はあるが, 7月の前後で発病量は明りょうに異なる。柄胞子が多量に飛散している時期に発病が終息に向かう原因は, 次に述べる新梢の本病に対する感受性の変化によるものである。

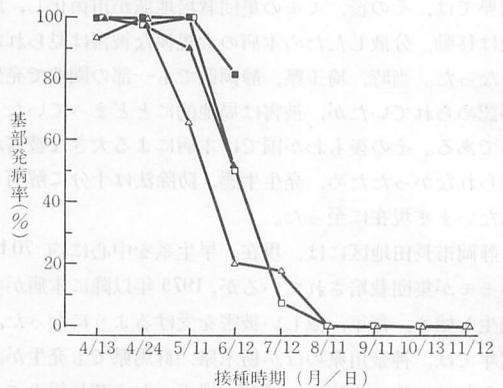
4 感染

(1) 新梢の感受性の時期的変化

モモ苗の新梢基部に, 時期別に柄胞子懸濁液を噴霧接種すると, 発病枝率は, 発芽後, 感染時期が早いほど高



第4図 ほ場における新梢の時期別発病度
発病枝率の信頼区間: s \bar{x} , n=3

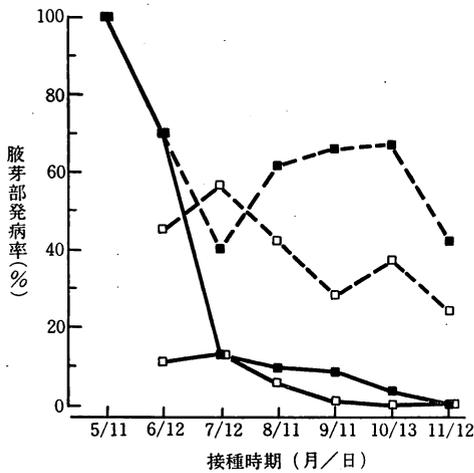


第5図 1年生枝基部における接種時期別発病率
接種柄胞子濃度(数):
2.6~4.7×10⁶/ml: ■ 付傷接種, □ 無傷接種
2.6~4.7×10⁴/ml: ▲ 付傷接種, △ 無傷接種

く, 6月以降は急速に低下する(第5図)。8月以降の接種枝では, 年内および翌年にも発病は認められない。この試験では, 付傷接種は基部の葉を摘除して行ったが, 4~5月には無傷接種でも高率に発病する。伸長開始後の新梢基部では, 枝の生長に伴って盛んに生理的落葉が起こることから, 本病に対する基部の感受性が時期的に高いことのほか, 葉の離脱膜から菌が容易に侵入するためと推察される。

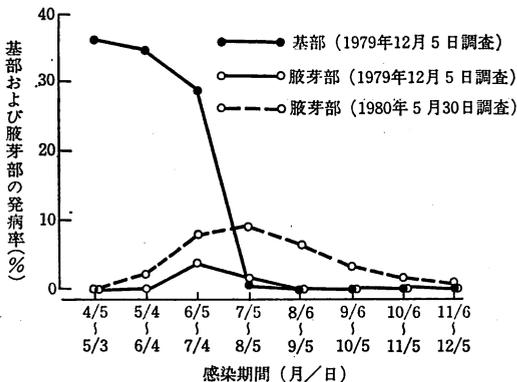
新梢基部は, 6月ごろから急速に本病に対する抵抗力を増し, これ以後は発病しても病斑の拡大がわずかな範囲にとどまり, やがて癒傷組織が形成されて治療することが多い。特に生長が旺盛な枝でこの傾向が強い。このため罹病枝の枯死亡率も早期に感染したもののほど高く, これらは夏以降に腋芽部に対する新たな伝染源になる。

新梢の腋芽は5月ごろから形成され始め, 6月に入ると形態が明りょうになるが, 基部と同様にして病原菌を接種すると, 基部とは異なる発病経過を示す(第6図)。すなわち, 5月に傷感染すると年内に発病するが, 枝の



付傷接種：■ 接種年(1979年12月12日調査)
 無傷接種：□ 接種年(1979年12月12日調査)
 付傷接種：■- - 接種年と翌年との累積(1980年5月30日調査)
 無傷接種：□- - 接種年と翌年との累積(1980年5月30日調査)

第6図 1年生枝腋芽部における接種時期別発病率
 接種柄胞子濃度(数)：2.6~4.7×10⁸/ml



第7図 罹病樹冠下に置いた苗における1年生枝基部
 および腋芽部の累積発病率

抵抗性が増す6月になると感染しても年内に発病するもののほかに翌年に発病するものが認められ、7月以降では翌年のほうが発病比率が高くなる。特に低い菌濃度で無傷で感染すると6月でも年内にはまったく発病しないで、翌年の発芽期~5月ごろに病徴が現れる。

現地は場の罹病樹冠下に鉢植えのモモ苗を置き、1か月間隔で順次取り替えてその後の発病経過を調査してみると(第7図)、上に述べた新梢基部および腋芽部への接種による発病経過と一致した。腋芽部の感染は6~8月に多くその後徐々に低下するが、11月でも感染が認められる。

(2) 剪定痕の感染

現地ほ場では、剪定痕および直下の新梢が発病する例が数多く観察される(第2図)。このため栽培者間では、本病が剪定ばさみで感染するといわれてきた。これは冬期の剪定傷口の癒傷組織の発達が悪いために、春期に飛散する柄胞子によって感染するものである。

(3) 潜伏期間

感染の時期、濃度、方法、部位によって異なるが、概略は前項までに述べてきた。新梢基部では4~5月に感染すると、早いもので12~14日、遅いものでは40日以上潜伏期間を要するが、感染後2か月以内にほとんど発病する。腋芽部は5~6月に傷感染するとほとんど年内に発病し、7月以降の傷感染では越年後に病徴を現すものが多い。無傷感染ではほとんど越年後の発芽期以降に発病し始める。

神奈川県農業試験場(1953)⁴⁾の成績によれば、菌糸は病斑部組織を貫通して皮部および木質部を迷走する。感染した腋芽部においても、腋芽およびその周囲の枝組織内で菌糸の形で越冬すると考えられる。

以上を総合して本病の感染ならびに発病経過を見ると、柄胞子は4~10月に多量に飛散するが、①新梢基部の感受性は4~5月に高く、6月以降になると抵抗性が増して、8月以降には感染しない。②腋芽部は5~6月に感染すると年内に発病するものが多く、その後の感染ではほとんど越年後の発芽期~6月に発病する。③春期には冬期の剪定傷口から感染して、病斑が新梢に移行する場合がある。これら3点が原因で、ほ場における発病は7月以降に終息に向かう。そして、発芽期~初夏における新梢の発病は、前年に腋芽部感染したものと春期に感染したものが混在する。

5 品種抵抗性

原田(1952)²⁾によると、白鳳の被害がもっとも大きく、橘早生、大久保、宿河原早生などにも発病を認めている。また河合(1955)⁶⁾は静岡県下で宿河原早生に発病を認めているが、同一園内の布目早生には発病を認めていない。現在、静岡市長田地区では、主な栽培品種の布目、砂子早生が激しい被害を受けており、同じ園内の白鳳、松森などにも多発している。枝折病未発生の布目、砂子、白鳳3品種混植園における病原菌接種後の発生状況を見ると(第1表)、布目および砂子では接種初年度から毎年少発生を繰り返し、また接種しなかった白鳳でも4年後の調査で発病を認めた。供試ほ場の栽培環境が良好なため多発生には至らないが、前述の過去の調査成績を考え合わせると、好適な発病環境下では品種間の抵抗性に多少の差異があっても、同様に発病すると思

第1表 枝折病未発生の3品種混植園における病原菌接種後の発病状況

供試品種	1980年7月25日 ^{a)}		1983年7月19日	
	調査枝数	発病枝率	調査枝数	発病枝率
布目早生	398	10.6%	581	5.0%
砂子早生	379	14.8	627	9.7
白鳳	372	0	508	3.0

接種：1979年5月10日，^{a)} 調査年月日

われる。発病条件が本病に類似するいは皮膚病でも，抵抗性に明らかな品種間差異は認められていない¹⁾。

6 発病環境

乾燥しやすい砂質土壌，排水不良の水田転換園および川沿いの過湿地帯など，腐植質が少なく過干，過湿の土壌条件下で発生が多い。これらの条件下では樹勢が劣るため，枝折病発病後の癒傷組織の発達も悪く，被害がいっそう助長される。また，風当たりが強い園およびハモグリガ，さび病など落葉を誘発する病害虫の発生は，傷感染の機会を多くする。

II 防 除

1 耕種的防除

①過干，過湿の土質および老木園など樹勢が劣る園では発生が多くなるので，有機質肥料の十分な施用，暗きょ排水，客土などにより土壌条件を改善する。

②発病園では苗木の育成をしない。また罹病した成木と苗木との混植を避けて一挙更新し，伐採した成木は焼却して伝染源を絶つ必要がある。

③罹病枝は適宜切除して土中に埋める。発病園では，冬期の剪定枝を発芽期までに焼却処分する。

④防風垣を完備して，落葉などによる傷感染を防止する。

2 薬剤防除

(1) 種々の薬剤の防除効果および残効

ビニルハウス内の15年生布目早生を用いて試験した

結果を第2表に示した。この園では，1977年2月3日～7月12日および1978年1月28日～6月8日の間ビニルで被覆されていた。ダイホルタン水和剤800倍，チオファネートメチル水和剤1,000倍の防除効果が優れているが，1977年に無散布とし，1978年にビニル被覆後に散布を開始したチオファネートメチル水和剤の防除効果はまったく認められない。これは生態の項で述べたように，腋芽部が7月以降に感染するとほとんど越年後に発病するためで，この園では1977年のビニル被覆除去後に，腋芽部感染が多かったものと推察される。ビニルハウス内では，罹病して枯死した枝の病患部に胞子角の溢出が認められることが多いが(第2図)，ビニル除去後にこれらの柄胞子によって濃厚に感染を受けると思われる。また枝折病に効果がない殺菌剤や殺虫剤のハウス内での散布は，降雨と同様に柄胞子を分散させ，本病に感染する機会を与えるので注意を要する。

このほかに，キャプタン，有機銅キャプタン，ピンクロゾリン，イプロジオン，TPNの各水和剤およびボルドー液の防除効果が検討されたが，この中ではTPN水和剤の防除効果が認められ，その他の各薬剤の実用性は認められなかった。

薬剤の残効を明らかにするため，棚上に枝折病による枯死枝を置き，棚下に鉢植えの4年生布目早生を置いて10および20日間隔で薬剤散布した結果(第3表)，実用的な残効期間は，ダイホルタン水和剤800倍が20日，チオファネートメチル水和剤1,000倍が20～15日，TPN水和剤600倍が10日程度と推察された。

(2) 要防除期間

薬剤防除を要する期間は，柄胞子が飛散し，かつ新梢基部および腋芽部が感染可能な新梢そう生期～10月である。秋期の気温，降雨および強風の気象条件などを考慮し，腋芽部の発病の時期的推移，薬剤の残効を考え合わせると，多発園では9月下旬まで防除が必要である。枝幹性病害の根絶が難しいことおよび薬剤の防除効果が

第2表 ハウス栽培モモ園における種々の薬剤の枝折病防除効果

供 試 薬 剤	散布濃度	1978年5月4日			1978年5月25日			1978年6月15日		
		調査枝数	発病枝率	検定 ^{b)}	調査枝数	発病枝率	検定	調査枝数	発病枝率	検定
ダイホルタン水和剤	800倍	797	0.5%	c	833	6.9%	c	861	8.7%	c
チオファネートメチル水和剤	1,000	787	2.2	c	827	6.7	c	776	12.0	c
有機硫黄水和剤	500	753	11.2	b	796	28.7	b	805	34.5	b
マンネブ水和剤	500	695	14.6	b	818	28.9	b	876	36.1	b
チオファネートメチル水和剤 ^{a)}	1,000	658	24.0	a	724	49.9	a	750	37.8	a b
無散	—	664	26.5	a	739	48.2	a	822	44.5	a

発病枝率：3樹の平均値，薬剤散布年月日：1977年6/15, 7/5, 7/25, 8/15, 9/5, 9/24.

^{a)} 1977年無散布，1978年薬剤散布年月日：4/15, 5/5, 5/25 ^{b)} DUNCAN's multiple range test (危険率5%)

第3表 枝折病防除薬剤の散布間隔と防除効果

供試薬剤	散布濃度	10日間隔散布						20日間隔散布					
		1981年6月29日			1981年7月21日			1981年6月29日			1981年7月21日		
		調査枝数	発病枝率	検定 ^{a)}	調査枝数	発病枝率	検定	調査枝数	発病枝率	検定	調査枝数	発病枝率	検定
ダイホルタン水和剤	800倍	201	0%	c	201	0.5%	c	161	2.1%	c	161	5.1%	c
チオファネートメチル水和剤	1,000	115	5.3	b c	115	8.0	b c	156	12.1	b c	156	23.2	b c
T P N 水和剤	600	136	12.3	b	136	29.1	b	118	34.8	b	118	48.5	b
無散	—	112	71.6	a	112	99.3	a	95	87.3	a	95	91.4	a

発病枝率：4樹の平均値

薬剤散布年月日：10日間隔区 1981年 4/27, 5/7, 5/16, 5/27, 6/6, 6/16, 6/25

20日間隔区 1981年 4/27, 5/16, 6/6, 6/25

^{a)} DUNGAN's multiple range test (危険率 5%), ARCSIN $\sqrt{\text{百分率変換値}}$ で検定した。

必ずしも十分でないことから、多発園では4~9月の通年防除を数年間継続して、まず園内の伝染源密度を下げることが大切である。その後は、発芽期~梅雨期に新梢基部の防除を徹底して腋芽部への2次伝染を防止する方法が効果的と思われる。

以上、春~秋の薬剤防除について述べてきたが、このほかチオファネートメチル塗布剤は剪定傷口の感染防止効果が優れており、同塗布剤による傷口処理をあわせて行うことが望ましい。

おわりに

枝折病は、忌地症状などが見られる樹勢が劣る園で発生することが多いが、栽培環境が良好な園においてもひとたび発病すると定着して、毎年発生が認められるようになる。まん延すると根絶することが困難なため、本病

の侵入には十分に注意してゆく必要がある。

枝幹性病害に対しては、近年、炭酸カルシウムを主成分とする塗布剤を休眠期に枝幹のほぼ全体に塗布または散布して、物理的に菌の飛散を妨げる方法が試みられており、これにさらに薬剤を添加して、良好な防除効果が得られている。枝折病が多発生すると、生育期間中の薬剤散布のみでは防除が困難なことがあるので、同様の防除方法を検討してみる必要がある。

引用文献

- 1) 我孫子和雄 (1970): 植物防疫 24 (2): 59~62.
- 2) 原田俊男 (1952): 同上 6 (11): 415~417.
- 3) ———・鍵渡徳次 (1951): 桃の新病害枝折病に関する研究 (1), 神奈川県農林部, pp. 1~22.
- 4) 神奈川県農業試験場 (1953): 病虫害成績, pp. 34~35.
- 5) 河合一郎 (1955): 農業技術研究 9 (9): 18~19.
- 6) 芹澤拙夫 (1984): 静岡柑試研報 20: 31~44.
- 7) ——— (1984): 同上 20: 45~51.

本会発行図書

日本有用植物病名目録

日本植物病理学会 編

第3巻 (果樹編)

B 6判 198 ページ

定価 2,300 円 送料 200 円

採録樹種：温帯果樹，熱帯果樹など 43 種

第4巻 (針葉樹編)

B 6判 232 ページ

定価 3,500 円 送料 250 円

採録樹種：林木，緑化樹，竹笹など 112 種

第5巻 (広葉樹編)

B 6判 512 ページ

定価 3,900 円 送料 300 円

採録樹種：林木，花木，緑化樹など 387 種

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

(なお，第1，2巻は日本植物病理学会で発行しております)

細菌病の種子伝染とその機構

農林水産省農業研究センター 植 松 勉

はじめに

植物病原細菌は厳しい自然条件下で独立して生存する可能性はきわめて少なく、植物や土壌などに依存している。種子は病原細菌にとってはその依存物であり、病気の伝播経路から見れば重要な媒体の一つと言える。一般に細菌病の種子伝染率は1%内外と低率であるとされているが、好適な環境条件下では汚染種子から生育した苗の発病ばかりでなく他の健全植物に対しても伝染源となり、は場全体に激しい発生を見たり、さらに伝播の範囲が広域にわたることもある(後藤, 1981)。これが種子伝染を重要視するゆえんであることは言うまでもない。

ここでは、日本に発生している細菌病を中心に種子伝染性細菌病の種類、種子汚染のしかた、病原細菌の種子から子苗への伝染様相などについてその概要を紹介し、種子伝染の機構上から見た細菌性病害の特徴を明確にすることを試みたい。

I 種子伝染性細菌病の種類

種子伝染するとされる細菌性病害は発生実態から推定された病害が多く、種子汚染の有無および子苗の発病に至る過程が十分実証されていないものを含めると大部分の細菌病が種子伝染性病害の対象となる。

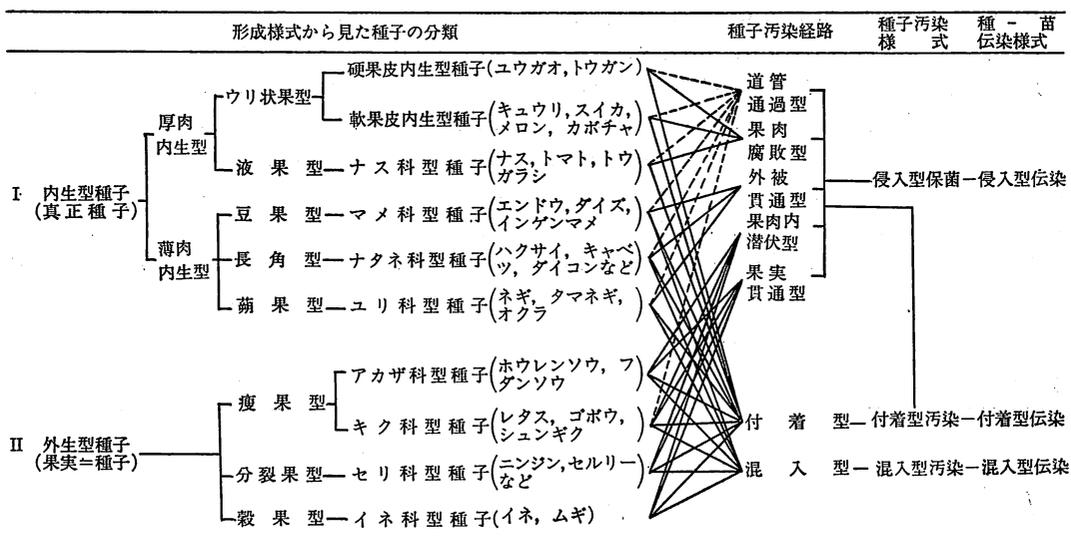
ORTON (1931) は 128 種, NEERGAAD (1977) は 5 属 59 種の細菌をリストアップし、また CMI (Commonwealth Mycological Institute) の記述による病原菌の各論を見ると約 40 種の病原細菌が種子伝染すると記載されている。後 2 者の記載の中から抜粋し、また筆者の手元にあるわが国で報告された資料を加えて日本における種子伝染性病害を第 1 表に示した。なお、細菌学の領域で取り扱われる放線菌や、MLO および PLO (マイコプラズマおよびリケッチア様微生物) では種子伝染の明らかにされた例はない。なお、第 1 表に示した病害は通常の“種子”を対象とし、鱗茎、塊茎、さし芽など栄養繁殖器官を伝播の経路とする病害については除いた。

II 病原細菌の種子伝染機構

種子伝染 (seed transmission) の過程は、大きく二つに分けることができる。その一つは病原体が宿主植物の種子の内部に侵入潜伏(感染)あるいは種子表面に付着する、いわゆる保菌(汚染)の過程 (plant-seed transmission) である。この中には種子とは独立して罹病組織片などと同時に同伴する混入型の汚染も含まれる。もう一つは、保菌種子がは場や苗床に播種され発芽生育に伴い病原細菌が種子から子苗などの植物体に移動し発病するいわゆる種-苗伝染 (seed-plant transmission) の過程である。なお種子伝染の中で汚染種子から健全種子へ病原体が伝播 (s-s transfer) したり、汚染種子そのものが病原体により損傷を受け種子としての能力を失う場合 (seed disease) もある。しかし前者は種子伝染性細菌病では重要ではないと思われるのでここでは割愛する。

1 病原細菌の種子汚染様式 (母体植物から種子への移動)

種子が病原体に汚染される様相は病気や病原菌の種類および種子の形成様式や形成部位によって当然異なる。BAKER と SMITH (1966) は、病原体の種子汚染を、① PS-1: 罹病組織片や菌核などと同伴して (混入型)、② PS-2: 種子外面に受身の形で (付着型)、③ PS-3: 果実やさやを通して種子に (外皮貫通、果肉腐敗型)、④ PS-4: 母体の維管束を通して種子に (維管束通過型)、⑤ PS-5: 花器 (子房や雌ずい) を通して種子の胚組織へ (花器感染型)、⑥ PS-6: 外生型種子における直接的な侵入 (包葉感染型) の六つの型に分類した。岸 (1976) は種子を既成の形態学的分類にとらわれず、ウイルスを除く病原菌の種子伝染の様式を考察するのに便利のように内生型と外生型にまず大別し、さらにその種子形成様式と種子汚染様式との関連を推定し、汚染経路を七つに分類した (第 1 図)。NEERGAAD (1977) は、病原体の種子への侵入支点 (感染通路) から、① EP-1: 母体植物から維管束組織を介して、② EP-2: 花粉や柱頭を感染経路として、③ EP-3: 密腺組織を感染経路として、④ EP-4: 珠皮、果皮、子房壁を感染経路として、⑤ EP-5: 花 (果) 柄を感染経路として、五つの型に分け、さらに病原体の感染あるいは汚染部位によって八つの型、① IP-1: 胚珠感染、④ IP-4: 種皮組織内感染、⑦ IP-7: 包葉 (皮)



第1図 種子形成様式と種子汚染および種-苗伝染様式 (岸, 1976 を一部改変)

感染, ②IP-2: 胚感染, ⑥IP-5: 果皮汚染, ⑧IP-8: 付随物に同伴, ⑩IP-3: 内乳感染, ⑥IP-6: 種(果)皮外面汚染, に分類した。

これら汚染様式に関する3者の類別は, 種子を中心として宿主から病原体が侵入・汚染する経路を系統だてて整理したものである。その目的は, 種子と病原体が同伴する様式に関して付着型あるいは混入型の単なる汚染であるか, 病原体が種子内に侵入する感染型であるか, 感染型ではどのような経路をたどるかを明確にしようとしたものであり, その内容は3者の表現は異なっても基本的には変わらない。

細菌性病害は病徴および病菌の宿主に対する侵害形態から一般に斑点性病害, 萎ちょう性病害, 軟腐性病害, 枯損性病害, 増生性病害に分けられる。上述の種子の汚染様式は, これら病害のグループからその種類をある程度類推することができる。しかし汚染様式は同一病原細菌であっても単調ではなく, 汚染部位も一定ではない。種子汚染様式や汚染部位を明らかにするためには化学的, 血清学的診断法とあわせて解剖学的観察による証明を必要とするが, 病原細菌による種子汚染率は低く容易ではない。汚染様式に関する研究は古くからなされているが, 的確に証明された例は少なく, 多くの細菌病において不明である。病原細菌による種子汚染様式および汚染部位を岸(1976)の類別に従って整理し第1表に示した。

付着型の保菌は, 病原細菌が種子表面に単に付着している場合で, 外生型の種子では直接的に, 内生型の種子

ではいったん侵入型の経路をとる場合と採種作業の過程で起こる場合がある。混入型は, 病原細菌に汚染されている罹病組織片などが種子に混入し同伴するタイプである。これら両タイプは, BAKER らの PS-1, 2 または NEERGAAD の IP-6, 8 に相当するものであり, 多くの細菌性病害で起こりうるものと考えられている。

侵入型の保菌は, 細菌病では道管(維管束)通過型, 果肉腐敗型, 外皮貫通型, 果実貫通型, 果実内潜伏型のほか, 表示しなかったが包葉感染型および花器感染型に細分される。道管通過型は, 母体植物から直接にあるいは隣接罹病植物から伝播した病原細菌が茎, 果梗などから果実内の維管束組織に入り, 種子に感染を起こすタイプ(BAKER らの PS-4, NEERGAAD の EP-1)である。この汚染様式をとる病原細菌には, 萎ちょう性(維管束病)病害のトマトかいよう病菌(*C. michiganense* pv. *michiganense*), アブラナ科の黒腐病菌(*X. campestris* pv. *campestris*), マメ類の葉焼病菌(*X. campestris* pv. *phaseoli*)などがある。果肉腐敗型は, 果皮表面から侵入した細菌が果肉を腐敗させる場合と, 前述の道管通過型で果実の道管まで入った細菌が維管束組織を出て果実の柔組織を腐らせて種子に侵入するタイプ(BAKER らの PS-4, NEERGAAD の EP-1, 4, 5)である。この中には, 斑点性病害のキュウリ斑点細菌病菌(*P. syringae* pv. *lachrymans*), 維管束症のトマトかいよう病菌(*C. michiganense* pv. *michiganense*)がある。外皮貫通型は, マメ科の“さや”のような薄肉果皮を持つ種類で, 病原細菌がそれらの外皮組織を崩壊, 貫通して種子に侵入する

タイプ (BAKER らの PS-3, NEERGAAD の EP-4) である。この中には全身感染 (萎ちょう, モザイク, 奇形を示す) やかさ枯症状を示すインゲンかさ枯病菌 (*P. syringae* pv. *phaseolicola*), 斑点症あるいは立ち枯れ症状を示すダイズ斑点細菌病菌 (*P. syringae* pv. *glycinea*) などがある。果実内潜伏型と果実貫通型は, 外生型種子における感染様式で, 果実がそのまま乾いて“たね”になるアカザ科, セリ科, キク科および類を持たないイネ科

型種子で想定される。細菌病の中では, 分裂果や種子球に発病の認められるニンジンやテンサイの斑点細菌病などがこのタイプに属するものと考えられる。花器感染型は, 柱頭や子房を通して種子感染するタイプ (BAKER らの PS-5, NEERGAAD の EP-2, 4) である。ダイズ斑点細菌病菌 (*P. syringae* pv. *glycinea*) は, 花器接種によりさや基部の感染を通して種子に至るとされているが, 真の花器感染型に属するか否か明らかでは

第1表 種子伝染性細菌病の種類および病原細菌の種子汚染様式

病名 (菌名)	汚染様式	侵入 (汚染) 経路	汚染部位	文献
禾穀類				
イネ白葉枯病 (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>oryzae</i>)	包葉感染型	①自然汚染種子の穎から白葉枯病菌を検出 ②小枝梗の感染による変色および採種後数か月の種子の護穎およびもみ殻から本菌を分離, 検出	穎組織 〃	脇本 (1955) 田上 (1963) KAUFFMAN ら (1975)
イネもみ枯細菌病 (<i>Pseudomonas glumae</i>)	包葉感染型 果実貫通型	①葉しょう内および出穂開花期に内・外穎感染による変色 ②同上感染による玄米皮部 (果皮, 種皮) および胚乳感染による変色帯の形成, 胚乳の未発達による稔実不良化, 空もみ化	〃 種皮および胚乳	後藤ら (1956) 栗田ら (1964) 田部井ら (1970) 後藤 (1980)
イネ葉しょう褐変病 (<i>P. fuscovaginae</i>)	包葉感染型 果実貫通型	①葉しょう内感染により, もみの内・外穎に黒褐〜灰褐色の斑紋形成 ②玄米に褐色の斑紋または茶米の形成, 激しい感染による不完全米, 奇形米の形成	穎組織 種皮および胚乳	〃 宮島 (1983)
イネ褐条病 (<i>P. avenae</i>)	包葉感染型	①人工接種により内・外穎に不鮮明な淡黒褐色病斑の形成	穎組織	門田ら (1983)
エンバクかさ枯病 (<i>P. colonaefaciens</i>)	包葉感染型	①穎果感染による小斑点の病斑形成	〃	ELLIOTT (1951)
野菜類				
トマトかいよう病 (<i>Corynebacterium michiganense</i> pv. <i>michiganense</i>)	道管(節部)通過型 果肉腐敗, 付着または混入型	①茎, 花(果)柄・小果柄の維管束一果実一胎座一へそ, 種皮内層 ②同上および合点, 胚部への侵入否定 ③同上, 種子内感染確認, 侵入部位は不明 ④感染果実から採集の過程で汚染	種皮組織, 種子外面 〃 種子外面	BRYAN (1930) PATINO-MENDEZ (1967) 植松ら (1977) WALKER (1969)
キュウリ斑点細菌病 (<i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>)	果肉腐敗型 付着・混入型	①果実の気孔一下皮一中果皮一中果皮の木部維管束一胎座一珠柄 ②同上一珠柄維管束一種皮, 珠孔空けき一珠孔に近い胚乳組織周辺, 胚の幼根部の外皮層 ③胚部汚染あり (菌分離法) ④珠孔空けき, 種皮柔組織, 種皮葉緑組織中 ⑤種子表面付近に局在	種子内外 種皮組織, 胚(幼根部), 胚乳部周辺, 種子外面 種子内外種皮外面, 種皮組織 種子外面	WILES ら (1951) NAUMANN (1963) 梅川ら (1979) 河本ら (1979)
アブラナ科野菜の黒腐病 (<i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>)	道管通過型 付着または混入型	①果柄, 長角果一木部組織一珠柄一種皮内, 種子外面 ②さやの維管束 (木部組織は崩壊するが柔組織細胞には広がらない) 一珠柄と縫合線脈の接点一珠柄維管束一珠柄と種子の接点, へそ (種皮や種子内への侵入は不明) ③罹病組織片でも越冬	種皮内外 珠柄 〃	WALKER (1950) COOK ら (1952)
ニンジン斑点細菌病 (<i>X. campestris</i> pv. <i>carotae</i>)	付着, 混入型	①種子の育つ分裂果の発病 (種子汚染を幼苗発病試験で確認) ②採種時の罹病組織片などによる汚染	混入 種子外面 混入	WALKER (1950) ARK ら (1944) KENDRICK (1934)

病名(菌名)	汚染様式	侵入(汚染)経路	汚染部位	文献
マメ類 エンドウつる枯細菌病 (<i>P. syringae</i> pv. <i>pisi</i>)	外皮貫通型	①さやの傷(気孔の可能性もあり)一さやの組織を貫通一珠柄, 珠孔開口部一種皮(珠孔付近の空げき)一種皮組織内(成熟種子へのその付近に水浸状病斑を形成)	種子組織	SKORIC ら(1965)
ダイズ斑点細菌病 (<i>P. syringae</i> pv. <i>glycinea</i>)	外皮貫通型	①花器接種一さや基部一さやの胎座一種子	種子内外	KAUFFMAN ら(1974)
インゲンマメかさ枯病 (<i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>)	外皮貫通型	①さや一珠柄, 珠孔一種皮内	種子組織	ZAUMEYER (1932)
	付着, 混入型	②さや(病斑)一種子一種子表面, 種皮柔組織, 胚や子葉組織の表面	種皮組織, 種子内外	TAYLER ら(1979)
		③種子外面および茎葉罹病組織片	種子外面, 混入	STAPP (1961)
		④脱殻の際でできる種子表面の傷の中で生存	種子外面	GROGAN ら(1967)
マメ類の葉焼病 (<i>X. campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>)	道管通過型	②さや, 小果柄の気孔一道管組織一珠柄一種皮第3層の細胞空げき, 珠孔 ③感染種子は淡暗黄~淡黄色のきわめて小さい病斑を種皮に形成する ④宿主の維管束を通して(さやは無病徴)へその上に小さな黄色斑点を形成	種皮組織 種皮内 種子内	ZAUMEYER (1929, 30, 32) WALLEN ら(1965) BURKHOLDER (1921)
ダイズ葉焼病 (<i>X. campestris</i> pv. <i>glycines</i>)	外皮貫通型	①種子内外に感染し, 少なくとも17か月間分離可能	種子内外	KENT (1945)
その他 テンサイ斑点細菌病 (<i>X. syringae</i> pv. <i>apitata</i>)	果実貫通型(付着, 混入型)	①多胚で瘦果型の種子球は感染により黒変	種子球	ARK ら(1946)
ワタ角斑病 (<i>X. campestris</i> pv. <i>malvacearum</i>)	果実貫通型	①感染種子球一胎座一種皮末端の珠孔, 胚	種皮, 種孔, 胚	BRINKERHOFF ら(1963)
オーチャードグラス黄色ゴム病 (<i>C. michiganense</i> pv. <i>rathayi</i>)	付着型	①穎果に細菌粘液の固着による細菌粒の形成	種子外面	JOHNSTON (1956)

その他わが国における種子伝染性の病害

オオムギ・コムギ黒節病 (*P. syringae* pv. *japonica*), エンバクすじ枯細菌病 (*P. syringae* pv. *striaefaciens*), キビ条斑細菌病 (*P. avenae*), モロコシ・トウモロコシ条斑細菌病 (*P. andropogonis*), ライグラス類かさ枯病 (*P. syringae* pv. *atropurpurea*), ホップ根頭がんしゅ病 (*Agrobacterium tumefaciens*), タバコ野火病・角斑病 (*P. syringae* pv. *tabaci*), タバコ黄がさ細菌病 (*P. syringae* pv. *mellea*), アルファルファ斑点細菌病 (*X. campestris* pv. *alfalfae*), ストック黒腐病 (*X. campestris* pv. *incanae*), ヒャクニチソウ斑点細菌病 (*X. campestris* pv. *zinniae*), ケン斑点細菌病 (*X. campestris* pv. *papavericola*), ヒマ斑点細菌病 (*X. campestris* pv. *ricini*), 各種野菜の軟腐病 (*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*), レタス腐敗病 (*P. cichorii*), ナス科青枯病 (*P. solanacearum*), ササゲ褐斑細菌病 (*P. syringae* pv. *syringae*), アブラナ科野菜の黒斑細菌病 (*P. syringae* pv. *maculicola*), メロン斑点細菌病 (*P. syringae* pv. *lachrymans*), セルリー葉枯細菌病 (*P. syringae* pv. *apii*), トマト・トウガラシ斑点細菌病 (*X. campestris* pv. *vesicatoria*), レタス斑点細菌病 (*X. campestris* pv. *vitiatis*), カボチャ・ユウガオ褐斑細菌病 (*X. campestris* pv. *cucurbitae*)

ない。包葉感染型は、イネ科植物における穎が穎果に癒着している種子の感染様式で、穎および穎果が感染するタイプ (BAKER らの PS-6, NEERGAAD の IP-7) である。イネもみ枯細菌病などイネ科植物の病害はこのタイプに属する。これらについては後述する種子病害の項を参照されたい。

汚染部位は、表示したように同一細菌であっても上述

した汚染様式あるいは侵入経路によって異なる。一般に細菌の侵入部位は、種皮組織および珠孔部である。種皮組織への侵入は、外生型種子の場合、子房壁を貫通して珠皮組織さらに通道組織に入り、胚乳内に侵入するものとイネもみ枯細菌病菌などにおいて推定されるが明らかではない。内生型種子で湾生胚珠型のマメ科、ナタネ科の種子では珠柄維管束からへそ、種皮維管束を経てさ

らに種(珠)皮組織内外に、倒生胚珠型のナス科、ウリ科などの種子では同様な経路を経て珠皮と珠心の合着する合点に至ることが明らかにされている。珠孔部への経路は、胎座組織あるいは珠柄組織を破壊して侵入し、汚染するものと考えられている。胚および胚乳(珠心)感染は、イネもみ枯細菌病菌のほかキュウリ斑点細菌病菌、ワタ角斑病菌で認められているが、その侵入経路は不明な点が多い。

種子に宿った病原細菌は一般に播種前に死滅する。しかし、種子の貯蔵条件、菌の潜伏場所などによって相違する(LEBEN, 1981)。また病原細菌の中には種子の生存能力を超えて生存するものもありインゲン萎ちょう細菌病菌は5~24年、ナス科の斑点細菌病菌は10年、トマト斑点細菌病菌は20年(BASHAN ら, 1982)、葉焼病菌は15年の長期間生存することが知られている(SCHUSTER and COYNE, 1974)。しかし、種子での生存期間は一般的には数年であり、キュウリの斑点細菌病菌は9か月(梅川ら, 1983)~20か月(GARDNER, 1921)、アブラナ科野菜の黒腐病菌は28か月(MICHAIL ら, 1970)とされている。その他病害の病原細菌は発生実態から推察された病害も含めて種子内外で越冬(夏)することはまちがいないと思われる。

2 病原細菌の種-苗伝染

種子内外に宿った病原細菌は発芽後の植物体に必ず感染し発病させるとは限らない。同伴した細菌が生育してくる子苗に感染したり隣接の健全植物に伝染するか否かまたその程度は、病原細菌の生存能力、種子での存在位置、種子の構造あるいは発芽様式、その他耕種的・気象的な環境条件などによって当然左右される。種-苗伝染に関係するこれら諸々の条件を網羅して解説することは紙面の関係上困難である。ここでは前記の汚染種子から病原体が生育してくる子苗に転送され感染し発病に至る経路あるいはその様相について分類例を示し、2, 3の細菌性病害について種-苗伝染のしかたを紹介する。

BAKER と SMITH (1966) は病原体の種子から苗に移動する経路を、①SP-1: 同伴した罹病組織片などから出て、土壌を通して増殖、移動し隣接苗に、②SP-2: 同伴した罹病組織片などが感染性の胞子を放出する子実体を形成、③SP-3: 罹病組織片や種子表面から空気伝染を通して隣接苗に、④SP-4: 発芽時に地下部において子苗の根や茎に、⑤SP-5: 同じく地上部から子葉、茎、根に、⑥SP-6: 腐敗種子から隣接苗に、⑦SP-7: 胚感染による苗発病の7通りに分類した。岸(1976)は、ウイルスを除く病原菌の種-苗伝染様式を侵入型の伝染、付着型の伝染、混入型の伝染と三つに分けた。また NEERG-

AAD (1977) は、①胚内感染した病原体が全身感染(SP-1)、②あるいは局部感染を起こす(SP-2)、③胚外で種子内感染した病原体が全身感染(SP-3)、④あるいは局部感染(SP-4)を起こす、⑤種子外面汚染した病原体が全身感染を起こす(SP-5)か、あるいは⑥しばらくの間土壌中などで腐生的に生存し、または休眠状態で過ごした後に局部感染(SP-6)や⑦全身感染(SP-7)を起こす、⑧種子とともに場に運び込まれた菌核や菌こぶなどが土壌中などで腐生生活や休眠の後次代の種子造成器官に直接感染(SP-8)する、などの経路に分類した。細菌病の種-苗伝染経路はいくつかの病害で明らかにされている。その例を第2表に示した。例1)~3)は、付着型あるいは混入型の汚染種子の種-苗伝染(BAKER らのSP-1~6, NEERGAAD のSP-5~8)であり、よく真正の種子伝染経路ではないといわれるが実際にはきわめて重要な経路であり、多くの細菌性病害がこの様式をとると考えられている。また細菌性病害の場合、種子伝染の有無を実験的に確認するために種子の菌液浸漬接種法が常用される。この方法は、この経路の証明であると考えるのが妥当であろう。例4)~13)は、いずれも侵入型保菌種子の種-苗伝染の例である(BAKER のSP-4~7, NEERGAAD のSP-1~4)。これらの中で4)~7)は維管束を侵し全身的な症状を示したり、局所的な枯ちょう症状や時には斑点性の病斑を生ずる。8)~13)は、時には腐敗症状を起こすこともあるが斑点症あるいは局所的な枯ちょう症を示す病原細菌である。

これら表示した種-苗伝染例の中で、その様相が明らかにされた病害の多くは双子葉植物のそれである。1枚の子葉を頂生し、幼芽を側生する単子葉植物の中で、イネ科のもみ枯細菌病および褐条病は、子苗発病による病徴観察から種-苗伝染すること、また両病原細菌と葉しょう褐変病菌は種子から子苗などイネ体上に至り、腐生的あるいは居住的に生存し、葉しょうや穂に感染し発病するものと推定されている。しかし、穎や胚乳感染したこれら病原細菌の発芽時における幼芽、子葉しょうおよび本葉や葉しょうへの移動、定着、感染の詳細な様相は明らかにされていない。したがって、ユリ科型種子など他の単子葉作物を含めて研究例が少ないので断言できないが、付着型、侵入型汚染に限らず種-苗伝染の様相に一定の傾向が認められる。すなわち、維管束症、斑点症に限らずその病原細菌は発芽時に種皮や子葉などの組織でいったん増殖し、定着したのち、さらに引き続いて展開してくる上葉やその他器官で発病し、次の伝播の源となっている。あえて違いをあげると、萎ちょう症の病原細菌は最終的に維管束に入り全身症状、時には局所的な

第2表 病原細菌の種-苗伝染(例)

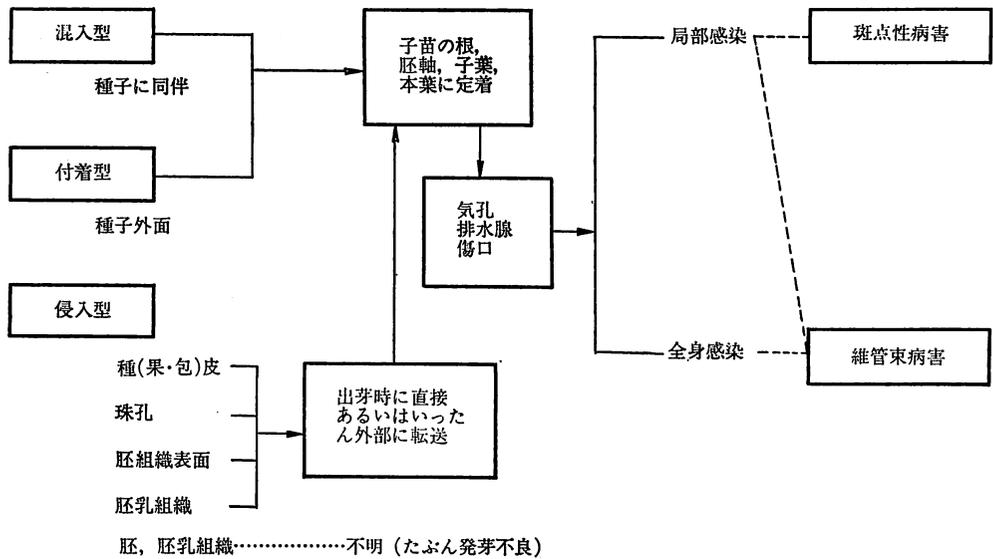
菌名	種-苗伝染の様相	種-苗伝染様式	文献
1) <i>X. campestris</i> pv. <i>vitiatis</i>	レタス人工汚染種子→幼苗発病	付着型 (局部感染)	大畑ら(1982)
2) <i>P. solanacearum</i>	{ トマトやトウガラシの人工汚染種子→子葉上, 本葉上に定着→子葉や本葉上に病斑形成, 茎や根に感染→発病	付着型 (全身感染)	MOFFETT ら(1981)
3) <i>X. campestris</i> pv. <i>glycines</i>	{ ダイズ人工汚染種子→発芽時種皮表面で増殖→子葉, 胚軸, 根で増殖→子葉, 本葉に定着→発病	付着型 (局部感染)	UEMATSU ら(1982)
4) <i>X. campestris</i> pv. <i>phaseoli</i>	{ 発芽時に子葉の気孔クチクラ層の割れ目に侵入→細胞組織を貫通→道管組織→茎, 葉に病斑形成. なお本菌は全身感染を起こし, 萎ちようすることや無病徴感染を起こし→道管組織を経て次代の種子に至ることもある.	侵入型 (全身感染)	BURKHOLDER (1921) ZAUMAYER (1932)
5) <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>	{ 感染種子→種皮に伴って地上部→子葉の気孔→柔組織→道管→全身感染 感染種子→子葉の黄化および茎の軟弱化→子葉および本葉上にV型の枯ちよう病斑	〃 〃	WALKER (1950) SRINIVASAN ら(1973)
6) <i>C. michiganense</i> pv. <i>michiganense</i>	{ 発芽時子葉に伴って種皮は地上部へ→子葉で気孔感染→節部維管束→発病 感染種子→子葉, 地際部, 胚軸, 葉柄で発病→その後萎ちよう	〃 〃	WALKER (1950) 植松ら(1978)
7) <i>P. syringae</i> pv. <i>pisi</i>	{ 激しく感染した種子は発芽不良あるいは幼根の出根と同時に枯死する. 通常は発芽後子苗の傷や気孔から感染→維管束に侵入→萎ちよう	〃	SCHORIC ら(1965)
8) <i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>	{ 種子→子葉の気孔→気孔空けき→柔組織細胞の破壊→内部侵入→病斑形成 種子播種→種子内外で増殖(特に胚乳部で大)→子葉の発病(発病率は胎座部侵入種子が高い) 種子内部(胚部)侵入種子は子葉発病率高い	侵入型 (局部感染) 〃 〃	WILLES ら(1951) 河本ら(1978) 梅川ら(1979)
9) <i>P. syringae</i> pv. <i>aptata</i>	種子→子葉感染→本葉, 茎に伝播	〃	ARK ら(1946)
10) <i>X. campestris</i> pv. <i>malvacearum</i>	{ 発芽時に種皮は子葉に附着し地表に現れる. 子葉の展開とともに角斑状の病斑形成→伝播	〃	HARL ら(1948) WALKER (1951)
11) <i>P. glumae</i>	{ 感染種子→発芽不良または幼芽・葉しょう腐敗 感染種子→イネ体上で潜伏生存→幼穂形成期から出穂開花期に穂に感染	〃 〃	重松(1974) 植松ら(1976) 田部井ら(1970) 茂木(1984)
12) <i>P. fuscovaginae</i>	{ 自然汚染種子→イネ体上で腐生的あるいは居住型生存→穂ばらみ期に葉しょう内部に侵入→幼穂組織で増殖→葉しょう裏面の気孔から感染し, 発病	〃	宮島(1983)
13) <i>P. syringae</i> pv. <i>glycinea</i>	{ 感染種子→発芽中の種子(感受性品種)表面で増殖→子苗感染 発芽時に子葉の一部に負傷→高湿下に保つ→子葉上に暗緑色の水浸状病斑	侵入型 (全身および局部感染)	LAURENCE ら(1974) PARASHAR ら(1972)
14) <i>X. campestris</i> pv. <i>oryzae</i>	{ 自然, 人工両汚染種子→発芽後菌濃度は低下し, 種-苗伝染による発病は不明 インドでは主要伝染経路と推定	? ?	KAUFFMAN ら(1975) SRIVASTAVA ら(1963)

症状を示すが, 斑点症の細菌は局部症状にとどまっていることである(第2図)。したがって細菌性病害の種-苗伝染様式は, マメ科, ウリ科, ナス科など双子葉植物およびこれらの病害の病原細菌の間には極端な違いはないものと推察される。

一方, 種-苗伝染率から見ると内部汚染種子と単なる外部汚染ではキュウリ斑点細菌病(渡辺, 1975; 河本ら, 1979; 梅川ら, 1979), トマトかいよう病(植松ら,

1978), インゲンかき枯病(TAYLOR ら, 1979)などで認められているように, その重要性は, 内部汚染種子がはるかに大きいと結論できる。

なお, 細菌性病害の中で胚感染は, 前述したように数種の病害で認められている。BRINKERHOOFF ら(1963)はワタ角斑病菌を感染した種子球の胚から分離し, NAUMAN (1963)はキュウリ斑点細菌病で胚内の幼根部表層組織に閉じ込められている細菌を観察している。また



第2図 細菌性病害の種-苗伝染様式

梅川ら (1979) は、菌分離法によって同病原細菌による胚部汚染を認めている。MATHRE (1978) は細菌による種子伝染性病害の中で、もし胚が感染すればその種子は発育しないだろうと指摘している。キュウリ斑点細菌病に激しく感染した果実からの種子は発芽率の低下が認められる (渡辺, 私信) という。このことは胚感染の可能性を示唆するようにも思われる。胚感染の有無は種子病理学上の興味ばかりでなく、BAKER らの SP-6 の種-苗伝染経路や苗床およびは場衛生上の観点からも重要視する必要がある。

III 細菌による種子病害

植物病原細菌の直接的な侵害による種子そのものの病害を NEERGAAD (1977) は、①種子発育不全、②種子腐敗、③種子変色 (しみ)、④スライム (粘液) 病、の四つのタイプに分けた。そして、これら種子病害は病原菌や種子の成熟の過程における気象条件しだいで流行したり複合して起こることもあるとしている。以下日本で発生している種子病害について簡単に整理し紹介する。

1 種子発育不全

病原細菌の感染により、種子形成が停止したり、大きさや重さが減少したり奇形となる例として、イネもみ枯細菌病、イネ内穎褐変症、イネ葉しょう褐変病などがある。イネもみ枯細菌病 *P. glumae* が出穂前または出穂ごく初期に穎果に激しく感染するとほとんど空もみとなり、胚乳の未発達による孔米や稔実不良米となる。また罹病玄米はいずれも胚乳の部分は侵されるが胚自体は

ほとんど侵されないで、大半の罹病玄米は発芽能力を持っているとされている (重松, 1974; 後藤, 1980; 茂木, 1984)。イネ内穎褐変症の原因菌 *E. herbicola* は、イネ体上に常在する細菌で、病原力の強い菌株がその開花期に侵入し、好適な環境条件に遭遇したとき、死米や奇形米など不完全米を生ずること (吉田ら, 1982)、同様にイネ葉しょう褐変病菌 *P. fuscovaginae* に感染した種子は胚乳の成熟が遅れて不完全米や奇形米となる (宮島, 1983) ことが知られている。これらのほか、キャベツの若いさやに *X. campestris* pv. *campestris* (Cook ら, 1952)、キュウリの若い果実に *P. syringae* pv. *lachrimans* (河本ら, 1978; 梅川, 1979) の感染により種子の発育不全が起こることも知られている。

2 種子腐敗

病原細菌が種子造成器官や直接種子組織に感染し種子を腐敗させる例として、ワタ角斑病、アブラナ科の黒腐病、エンドウつる枯細菌病、ダイズの種子腐敗病などがある。ワタ角斑病菌 *X. campestris* pv. *malvacearum* に感染した若いワタの種子球は激しく発病する。そして病原細菌は種子の原基に至り、発達中の種子を腐敗させること、また種子腐敗に至らなくても発芽時に子苗を腐敗させることや、キャベツ、カリフラワーの黒腐病菌に激しく感染した長角果内の種子は完全に腐敗したり、発芽時に胚に感染した種子は茎の軟弱化や完全な腐敗を起こす (NEERGAAD, 1977) こと、またエンドウつる枯細菌病でも同様な種子腐敗 (SKORIC, 1927) を認めている。一方、ダイズ種子を腐敗させる *Bacillus subtilis* は

発芽後の子苗や成植物に感染し発病させることはないが、葉面などで表生菌として生存し、採種時に種子に付着・同伴し、播種後高温・高湿の条件下でかゆ状に腐敗させ発芽率を減少させる (SINCLAIR, 1982) ことが知られている。

3 種子変色 (しみ)

病原細菌によって形成される禾穀類の穎果やマメ類の種皮のしみは多くの細菌性病害で認められる。

イネもみ枯細菌に罹病したもみは完全に緑色を失い、灰白色または蒼白色となり、全体的にはやや淡紅色を帯びた黄褐色となる (後藤ら, 1956)。感染玄米は健全部との境界付近に褐～淡褐色の帯が横に、または斜めに形成するのが特徴である (茂木, 1984)。イネ葉しょう褐変病菌に罹病したもみの内・外穎は黒褐～灰褐色に、玄米は褐色の斑紋を形成し、甚だしいものは全体に褐変し茶米となる (宮島, 1983)。*E. berbericola* に感染した内穎は全体が紫褐変あるいは暗褐変し、外穎も含めて穎全体が褐変することもある。内穎の褐変した玄米は、茶米が主体で内穎の接する側がやや濃い傾向が見られる (吉田ら, 1982)。インゲン葉焼病菌に感染した乾燥種子で有色種は見分け難いが白色種ではきわめて小さい黄斑点の形成が認められること、またしばしばへそ部にガムの形成が見られる (NEERGAARD, 1977)。インゲンかさ枯病菌に感染した種子の多くは無病徴であるがしばしばしわが寄り、奇形化し、オリブグリーンまたはバターイエロー色の病斑および細菌皮膜を種皮やへそ部に形成する (TAYLOR ら, 1979)。

4 スライム病

黄色ゴム病菌に感染したオーチャードグラスの花穂は、黄色のスライミーな小穂を出したり、出穂が阻害される。また花穂は無種子となったり、不健全種子を形成する (SABET, 1954) ことが知られている。

以上種子病害として対象となる作物は、主として禾穀類である。これは種子伝染性病害としての疫学上の視点からではなく、利用する種子自体そのものの損失を重要視したためである。しかし、いうまでもなくこれら種子病害もまた種子伝染と関係深い。病原細菌による種子変色や奇形種子形成の特性は汚染種子の検出や病害の診断法として実際に種子検疫や健全種子の確保に応用されている。また、細菌感染による不完全種子は播種前の選別により大部分除かれるであろうが、完全な除去は困難である。これら罹病種子はもとより、明りょうな病徴を示さない軽度感染した見かけ上の健全種子も種子伝染の観点からきわめて重要である。

おわりに

ここでは種子伝染にかかわる病原細菌の種子汚染率や汚染濃度、種子からの検出法および種子消毒法など防除法については触れなかった。種子の汚染率や汚染濃度は疫学的に重要な要素であることは言うまでもない。

しかし、細菌病の中にはたとえわずかの汚染種子 (12 個/0.4 ha) でも大発生の起こった例 (インゲンかさ枯病: WALKER ら, 1964)、また低濃度 (1~5 細菌細胞) の感染であっても発病につながる (トマトかいよう病: THYR, 1968) こと、キャベツの黒腐病で指摘されているように苗床での二次伝染による大発生を防止するためには汚染率ゼロが要求される (SGHAAD, 1980) などの報告から見てその大小は重要性にあまり変わりはないと言える。

また、種子伝染機構の解明や種子検査には組織解剖学的観察とあわせて病原細菌の検出、同定による証明は欠かせない。上述した種子保菌、種-苗伝染、あるいは種子病害などにかかわる病原細菌の検出・定量は、染色法、選択培地の利用、血清学的手法、フェージ法、宿主接種法などによって行われている (後藤, 1981)。最近多くの選択培地が考案されたり、複雑な血清学的手法も改良され簡易化されつつある。将来解剖学的手法とあわせ選択培地や蛍光抗体を基礎としたモノクローナル抗体の利用などの体系化によってさらに信頼度の高い定量的検出法の開発がなされ、種子伝染機構の解明とその応用はさらに進展するものと期待される。細菌性病害の種子消毒法として、温湯、乾熱、超音波処理など物理的な方法や有機酸、塩素剤、抗生物質など化学的方法あるいはこれらの組み合わせによる方法など諸種の方法が実験的に有効であるとの報告がある。しかし、実施にあたって、他の糸状菌やウイルス病を含め複数の病害を対象としているような処理を同時に行うことは現実的に困難である。その他病原体による種子伝染性病害を含めて現状における消毒法の見直し評価と同時に、有効範囲の広い、かつ殺菌効果の高い処理法の開発が必要である。また、種子伝染回避につながるほ場衛生や種子保菌および種-苗伝染の起こりにくい抵抗性品種の育種、利用も積極的に進めることが必要であろう。以上、適確な種子消毒法の開発のうえに、また生態的、生物的防除とあわせた適切な防除技術を組み合わせるためにも、検出法の改良・開発とあわせ種子伝染機構の解明は重要視する必要がある。

参考文献

ARK, P. A. and M. W. GORDNER (1944): *Phytopathology*

- 34: 416~420.
 — and L. D. LEACH (1946) : *ibid.* 36: 549~553.
 BAKER, K. F. and S. H. SMITH (1966) : *Ann. Rev. Phytopathol.* 4: 311~334.
 BASHAN, Y. (1982) : *Phytopathology* 72: 1143~1144.
 BRINKERHOFF, L. A. and R. E. HUNTER (1963) : *ibid.* 36: 1397~1401.
 BRYAN, M. K. (1930) : *J. Agric. Res.* 41: 825~851.
 BURKHOLDER, W. H. (1921) : *Phytopathology* 11: 61~69.
 CLAYTON, E. E. (1925) : *RAM* 4: 459.
 COOK, A. A. et al. (1952) : *Phytopathology* 42: 316~320.
 CMI Description of pathogenic fungi and bacteria (1964~1978) : CMI, England.
 ELLIOTT, C. (1951) : *Man. Bact. Pl. Pathogens. Chronica Botanica Co., USA.* p. 61.
 藤井 博・植松 勉 (1976) : *植物防疫* 30: 13~16.
 GARDNER, M. W. and W. W. GILBERT (1921) : *Phytopathology* 11: 298~299.
 後藤和夫・大畑貫一 (1956) : *日植病報* 21: 46~47.
 後藤正夫 (1981) : *新植物細菌病学*, ソフトサイエンス社, 東京.
 後藤孝夫 (1980) : *植物防疫* 34: 242~247.
 GROGAN, R. G. and K. A. KIMBLE (1967) : *Phytopathology* 57: 28~31.
 JOHNSTON, T. O. (1956) : *N. Z. J. Agric.* 93: 443.
 門田育生・大内 昭 (1984) : *日植病報* 50: 415.
 KAUFFMAN, P. H. and C. LEBEN (1974) : *Phytopathology* 64: 329~330.
 KAUFFMAN, H. E. and A. P. K. REDDY (1975) : *ibid.* 65: 663~666.
 KENT, G. C. (1945) : *Iow. Agric. Exp. Sta. Rept.* 30: 221~222.
 栗田年代ら (1964) : *日植病報* 29: 60.
 岸 国平 (1976) : *植物防疫* 30: 27~30.
 河本征臣・木村俊彦 (1978) : *日植病報* 44: 379.
 — (1979) : *同上* 45: 104.
 LEBEN, C. (1981) : *Pl. Dis.* 65: 633~637.
 — (1981) : *Can. J. Pl. Pathol.* 3: 247~249.
 LOURENCE, J. A. and B. W. KENNEDY (1974) : *Phytopathology* 64: 1470~1471.
 ORTON, G. R. (1931) : *W. V. Agric. Exp. Sta. Bull.* 245: 1~47.
 MATHRE, D. E. (1978) : *Plant Diseases III.* p. 272~273.
 ed. HORSFALL. J. GAND E. B. COWLING, Academic press, New York.
 MICHAEL, K. Y. et al. (1970) : *RPP* 5: 693.
 宮島邦之 (1983) : *道立農試報告* 43: 1~74.
 MOFFETT, M. L. et al. (1981) : *Ann. Appl. Biol.* 98: 403~411.
 茂木静夫 (1984) : *農及園* 59: 679~682.
 NAUMAN, K. (1963) : *Phytopathol. Z.* 48: 258~271.
 NBERGAAD, P. (1977) : *Seed Pathology*, Machmilan Press Ltd., London.
 NELSON, P. E. and R. S. DICKEY (1970) : *Ann. Phytopathol.* 8: 259~280.
 大畑貫一ら (1982) : *農研報C* 36: 81~88.
 PARASHAR, R. D. and C. LEBEN (1972) : *Phytopathology* 62: 1075~1077.
 PATINO-MENDEZ, G. (1967) : *Diss. Abstr.* 27 (6) B: 1692~1693.
 SABET, K. A. and F. ISHAG (1969) : *Ann. Appl. Biol.* 64: 65~74.
 SCHAAD, H. W. et al. (1980) : *Pl. Dis.* 64: 91~92.
 SCHUSTER, M. L. and D. P. COYNE (1974) : *Ann. Rev. Phytopathol.* 12: 199~221.
 重松喜昭 (1974) : *今月の農薬* 18 (9) : 24~27.
 SINCLAIR, J. B. (1982) : *Com. Soybean Diss. Am. Phytopathol. Soc. USA.*
 SKORIC, V. (1927) : *Phytopathology* 17: 611~627.
 SRINIVASAN, M. C. et al. (1973) : *RPP* 53: 2361.
 SRIVASTAVA, D. N. and Y. D. RAO (1963) : *Ind. Phytopathol.* 16: 393~394.
 STAPP, C. (1961) : *Bacterial Plant Pathogen*, Oxf. Univ. Press, London.
 田部井英夫ら (1970) : *九州病虫研報* 16: 94~95.
 田上義也ら (1963) : *九農試報告* 9: 89~122.
 TAYLOR, J. D. et al. (1979) : *Ann. Appl. Biol.* 93: 267~277.
 THYR, B. D. (1968) : *Pl. Dis. Repr.* 52: 741~743.
 植松 勉ら (1976) : *日植病報* 42: 310~312.
 —ら (1977) : *同上* 43: 412~418.
 UEMATSU, T. et al. (1983) : *Div. Semi. Pl. Pathol. Div. Thai. Dep. Agric. March*, 1982.
 梅川 学 (1979) : *今月の農薬* 23 (13).
 — 渡辺康正 (1979) : *日植病報* 45: 560~561.
 WALKER, J. C. (1952) : *Diseases of vegetable crops*, Mcgraw-hill Book Comp., Inc., New York.
 — and N. PATEL (1964) : *Phytopathology* 54: 140~141.
 — (1950) : *Plant Pathology*, Mcgraw-hill Book Comp., Inc., New York.
 WALLEN, V. R. and M. D. SUTTON (1965) : *Can. J. Botany* 43: 437~446.
 脇本 哲 (1956) : *植物防疫* 10: 421~424.
 渡辺康正 (1975) : *同上* 29: 408~412.
 山口富夫 (1975) : *同上* 29: 387~389.
 吉田浩之ら (1982) : *同上* 36: 122~126.
 ZAUMAYER, W. J. (1932) : *J. Agric. Res.* 44: 605~632.

次号予告

次5月号は「植物検疫」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 植物検疫をめぐる諸情勢

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課

- 2 ミバエ類の撲滅作戦 北島 克己
 3 特定重要病害虫の検疫 和気 彰
 4 航空貨物の検疫 清水 二郎
 5 諸外国の検疫要求とわが国の輸出検査 木村 伸司

- 6 侵入病害虫の早期発見体制 諸橋 公穂
 7 海外での植物防疫官の活躍 酒井 浩史
 8 外国での病害虫の動向調査 渡辺 直
 9 植物防疫官研修制度の充実 太田 庸
 10 植物検疫関係諸団体の活動 石田 里司
 11 植物検疫に望む 岸本良一・梶原敏宏
 三橋 博・坂田正之・高橋富治
 12 植物検疫 70 年表 山下 光生

定期購読者以外のお申込みは至急前金で本会へ

定価 1 部 550 円 送料 50 円

農薬の公定検査法解説(3)

農林水産省農薬検査所

〔15〕 PHC 粉剤

告示：昭和50年7月25日 第750号

〔分析法〕

① 試薬および装置

有機溶媒：蒸留精製して用いる。

PHC 純品：クロロホルムに溶解し、活性炭で脱色した後、ヘキサンを加え、結晶を析出させ、これに5~10%のクロロホルムを含むヘプタンを加え、加熱溶解し、冷却し結晶を析出させる。m. p. 91.0~91.5°C。

分解液：0.1N 水酸化カリウムのメタノール溶液。

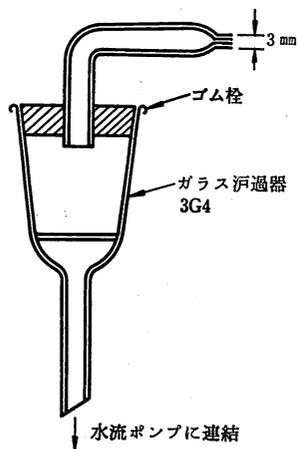
発色剤：0.03% パラニトロベンゼンジアゾニウムフルオルボレートフルのメタノール溶液。使用のつど調製。

シリカプレート：蛍光剤入りのシリカゲルプレート(20cm×20cm, 厚さ500μm)を110°Cで2時間活性化する。

展開槽：密閉ガラス容器。

紫外線照射器：中心波長254nmのもの。

吸入管：第1図を参照。



第1図 吸入管

② 検量線の作成

PHC 純品約100mgを100mlのメスフラスコに正確に量りとり、メタノールを加えて定容とする。この液2mlをホールピペットを用いて、別の100mlのメスフラスコにとり、メタノールを加え定容とし標準溶液とする。

標準溶液1, 2, 3, 4, 5mlをホールピペットを用いて、別々の25mlのメスフラスコにとり、メタノールを加えて全容を5mlとし、分解液を1ml加え、40°Cの水浴中で30分間分解反応を行う。

分解後直ちに冷水で冷却し、発色剤、2mlを振り混ぜながら滴下し、20分間放置し、メタノールを加え定容とする。この液を波長530nmでメタノールを対照として吸光度を測定し、から試験値を減じ、検量線を作成する。

③ 分析操作

PHC 約50mgを含む試料を100mlの共栓三角フラスコに量りとり、アセトン約40mlを加え、振とう機で20分間振とうする。この液をガラス濾過器(G4)で濾過し、濾液を100mlのメスフラスコに受ける。残留物を約15mlのアセトンで洗う。この操作を濾液が約95mlになるまで繰り返し、アセトンで定容とし試料溶液とする。

試料溶液1mlを、ホールピペットを用いて、シリカプレートの下端から3cmの位置に、両端を2.5cmずつ残して帯状に添付する。ヘキサン-酢酸エチル混合液(7:3V/V)を展開剤として上昇法で12cm展開する。プレートを風乾し、紫外線(中心波長250nm)を照射して暗紫色部(Rf約0.5)に印をつける。その部分のシリカをミクロスパーテルでかき起こし、吸入管に吸い取る。メタノールで湿した脱脂綿で、ミクロスパーテルおよびシリカを吸い取ったあとのガラス面をふき取り吸入管に入れる。吸入管の内壁を洗うようにして、メタノール約10mlを加えて、かき混ぜ、吸引濾過し濾液を50mlのメスフラスコに受ける。メタノールの量が約45mlになるまで、この操作を繰り返し、メタノールで定容とする。

この液5mlをホールピペットを用いて、25mlのメスフラスコにとり、以下検量線作成のときと同様に操作して吸光度を求め、検量線よりPHC量を求め、百分率

を算出する。

〔解説〕

本法による分析の正確度および精度は、 n が5のとき回収率は99.3%、 σ は0.004であった。共通試料の分析結果も満足すべきものであった(第12表)。

なお、展開槽、紫外線照射器などは「エチルチオメトン粒剤の検査法」に準ずる。

第12表 共通試料の分析

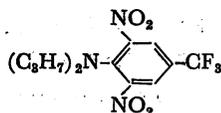
分析者	\bar{x} (%)	σ	n
A	1.16	0.004	5
B	1.14	0.000	5
C	1.15	0.023	5
D	1.16	0.017	5

〔16〕 トリフルラリン乳剤

告示：昭和50年7月25日 第750号

化学名： α, α, α -トリフルオロ-2,6-ジニトロ- N, N -ジプロピル-パラ-トルイジン ($C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$)

構造式：



性質：m. w. 335.29。黄色結晶，m. p. 48.5~49°C。v. p. 1.99×10^{-4} mmHg/29.5°C。アセトン、キシレンなど多くの有機溶媒に溶ける。

用途：除草剤。水田の一年生雑草、畑地の一年生イネ科および広葉雑草の防除に用いられる。

〔分析法〕

① 試薬および装置

トリフルラリン純品：ベンゼンを用いて再結晶する (m. p. 48°C)。

トリフルラリン標準溶液：トリフルラリン純品 100 mg を 25 ml のメスフラスコに量りとり、クロロホルムで定容とする。

内標準物質溶液：トリフェニルメタン (試薬特級) 250 mg を 50 ml のメスフラスコに量りとり、クロロホルムで定容とする。

装置：水素炎イオン化検出器つきガスクロマトグラフ。内径 3 mm、長さ 2 m、ガラス製カラム。5% シリコン XE-60/ガスクロム Z (60~80 メッシュ)。

② 検量線の作成

トリフルラリン標準溶液 1, 2, 3, 4, 5 ml をそれぞれ容量 10 ml の共栓試験管に正確にとり内標準物質溶液 2 ml を正確に加え、クロロホルムで全量を約 10 ml とする。よく振り混ぜたのち、その 4 μ l をマイクロ注射器でとり、下記の条件によりガスクロマトグラムを記録する。トリフルラリンおよびトリフェニルメタンのピーク面積を半値幅法で測定し、そのピーク面積比を求め、重量比に対する検量線を作成する。

ガスクロマトグラフ操作条件

分離管温度：170°C

試料気化室温度：230°C

キャリアーガス圧：0.6 kg/cm² (N₂)

水素ガス圧：0.5 kg/cm²

空気圧：0.7 kg/cm²

検出器感度：10² M Ω , 32 \times 0.01 V

記録紙送り速度：20 mm/分

③ 分析操作

トリフルラリン約 180 mg を含む試料をそれぞれ 50 ml のメスフラスコに量りとり、クロロホルムで定容とする。よく振り混ぜたのち、この液 3 ml と内標準物質溶液 2 ml をホールピペットを用いて 10 ml の共栓試験管にとり、クロロホルムで全量を約 10 ml とし、これを試料溶液とする。

以下、検量線の作成と同様に操作し、試料中のトリフルラリン量を検量線より求め、百分率を算出する。

〔解説〕

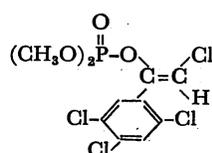
本法による分析の正確度および精度は、 n が5のとき回収率は99.5%、 σ は0.39であった。また、分析者 A, B による共通試料の分析結果は、 n が5のとき \bar{x} , σ はそれぞれ 44.8%, 0.22; 44.9%, 0.30 であり、満足すべきものであった。

〔17〕 CVMP 粉剤

告示：昭和50年7月25日 第750号

化学名：2-クロロ-1-(2,4,5-トリクロルフェニル)ビニルジメチルホスフェート (テトラクロロビニホス, $C_{10}H_9Cl_4O_4P$)

構造式：



性質：m. w. 365.97。無色結晶，m. p. 97~98°C。

v. p. 1.5×10^{-6} mmHg/25°C, 水に 11 ppm 溶ける。アセトン, クロロホルム, 塩化メチレン, キシレンに易溶。

用 途 : イネのニカメイチュウ, コブクメイガ, キャベツのアオムシ, コナガ, キク, バラのアブラムシ類の防除に用いられる。

〔分析法〕

① 試薬および装置

CVMP 純品 : 原体 10 g にメタノール 10 ml を加え, 70°C で溶解後活性炭少量を加えて熱時濾過し, 徐々に室温とし, 析出した結晶をアセトンで 2 回再結晶する (m. p. 97~98°C)。

CVMP 標準溶液 : CVMP 純品 625 mg を 25 ml のメスフラスコに正確に量りとりアセトンで定容とする。

内標準物質溶液 : 1,4-ジアセトキシ-2-メチルナフタレン (DAMN) 2 g を 100 ml メスフラスコに量りとりアセトンで定容とする。

装 置 : 水素炎イオン化検出器付き ガスクロマトグラフ。内径 3 mm, 長さ 1.0 m, ガラス製。SP 2401-3%/ガスクロム Q (80~100 メッシュ)

② 検量線の作成

CVMP 標準溶液 1, 2, 3, 4, 5 ml をそれぞれ容量 50 ml の共栓三角フラスコに正確にとり, 内標準物質溶液 5 ml を正確に加え, アセトンで全量を約 20 ml とする。よく振り混ぜた後, その 4 μ l をマイクロ注射器でとり, 下記の操作条件によりガスクロマトグラムを記録する。CVMP および DAMN のピーク面積を半値幅法で測定し, ピーク面積比を求め重量比に対する検量線を作成する。

ガスクロマトグラフ操作条件

- 分離管温度 : 180°C
- 試料気化室温度 : 220°C
- キャリアーガス圧力 : 0.6 kg/cm² (N₂) (CVMP t_R = 6.4 分)
- 水素ガス圧力 : 1.0 kg/cm²
- 空気圧力 : 0.5 kg/cm²
- 検出器感度 : 10 M Ω , 0.04 V
- 記録紙送り速度 : 10 mm/分

③ 分析操作

CVMP 約 90 mg を含む試料を容量 50 ml の共栓三角フラスコに正確に量りとり, これに内標準物質溶液 5 ml を正確に加え, アセトンで全量を約 30 ml とし, これを 20 分間激しく振とうする。この液をガラス濾過器 (G4) で濾過し, 残渣をアセトン 5 ml で数回繰り返して洗い, 濾液と洗液を合わせ, 50°C 以下で減圧濃縮し,

液量を約 20 ml とし, これを試料溶液とする。以下検量線作成の場合と同様に操作し, 試料中の CVMP 量を検量線より求め, 百分率を算出する。

〔解説〕

本剤の分析法としては, 薄層クロマトグラフィーリンモリブドバナド法が用いられていたが, 分析操作が煩雑なので, ガスクロマトグラフィーが開発された。カラム充てん剤として担体はガスクロム Q, クロモソルブ G (AW-DMCS), 液相は SP 2401, OV-17 が検討された。その結果, ガスクロム Q, SP 2401 が優っていた。内標準物質としてジオクチルフタレート, ジシクロヘキシルフタレート, 1,4-ジアセトキシ-2-メチルナフタレン (DAMN) などが検討されたが, DAMN がピーク形状, 保持時間ともに適切であった。本法による分析の正確度および精度は, n が 5 のとき回収率は 99.9%, σ は 0.015 であった。共通試料の分析結果も満足すべきものであった (第 13 表)。

第 13 表 共通試料の分析

分析者	\bar{x} (%)	σ	n
A	1.78	0.017	5
B	1.76	0.013	5
C	1.75	0.004	5

〔18〕 粉粒剤の粒度および安息角

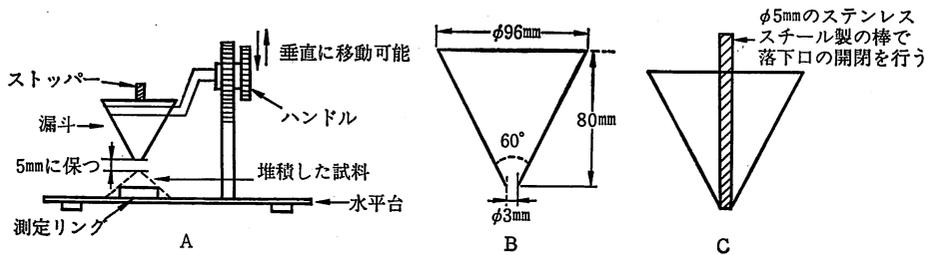
告 示 : 昭和 50 年 7 月 25 日 第 750 号

〔検定法〕

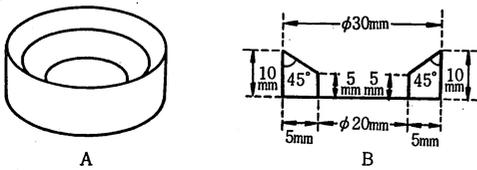
① 粒度

組ふるい* の目の開きの小から大の順に受け皿の上に積み重ね, その最上部のふるい上に試料 50 g を入れ, ふたをして, ふるい分け器** に取り付け, 10 分間ふるい分けを行う。それぞれのふるいを離し, 各ふるいに残留した試料および受け皿に, たまった試料の重さを量り^{*3,*4}次式により粒径分布の重量百分率を算出する。

- * JIS Z 8801 に規定された内径 200 mm, 深さ 45 mm の網ふるいを用いる。目の開きが 44~297 μ m のものを用いる。
- ** 振とう回数 250~300 r. p. m., 打数 130~165 t. p. m. のロータップ型ふるい分け器を用いる。
- *3 0.01 g まで秤量することのできるはかりを用いる。
- *4 ふるい背面に付着している粒子をハケでよく払いとる。各ふるい上および受け皿に残った試料の合計が始めの試料の重さより 2% 以上減量した場合は, 試験をやり直す。



第2図 測定装置
A: 全体図 B: ステンレススチール製 C: 試料落下口ストッパー



第3図 測定リング
A: 鳥観図 B: 断面図

$$\frac{\text{各ふるいに残った試料 (g)}}{\text{試料 (50g)}} \times 100$$

② 安息角

試料約 15g を測定装置 (第2図) の漏斗にとり、漏斗落下口から堆積の頂点までの距離を 5mm 以内に保ちながら、測定リング (第3図) の中心点に向けて、試料を静かに落下させ、堆積させる。堆積の高さを測定し、次式により $\tan \theta$ を求め、安息角 (θ) を算出する。

$$\tan \theta = \frac{\text{堆積の高さ (mm)}}{\text{測定リングの半径 (30 mm/2)}}$$

〔解説〕

① 粒度

前記「粉末度」の検定法は、原則として単粒子の粒度を測定するものであり、凝集している粒子はふるい上で軽くすりつぶしてふるい網を通過させることにしている。粉粒剤—特に微粒剤、微粒剤 F は漂流飛散をできるだけ少なくするために開発された製剤であり、これらの粒度は、製剤の機能として重要である。しかしこれらの製剤は練り込み造粒方式、造粒基剤への吸着方式などによって製造されることが多く、製造された製剤は二次凝集粒子から構成されることが多い。そこで、これらの製

剤の粒度は「粉末度」では検定することが困難である。本法の設定にあたり、ふるい分け振とう時間、試料量、ふるい分け方法などが検討された。ふるい分け振とう時間が 7~15 分間、試料量が 30~60 g では測定結果にほとんど差は認められなかった。また、ふるい分け方法として音波型、ロータップ型、揺動型の各ふるい分け器についても検討されたが、これらのふるい分け方法間にはほとんど差は認められなかった。

② 安息角

融点が低い原体や液体原体から製剤化された粉粒剤の場合には、粒子表面の凝集力がしばしば大きくなり、粒子が凝集し団粒を形成することがある。その結果、散布の際、散布機から均一に吐き出されず、いわゆる「ボタ落ち」の原因となる。本法は粉粒剤の粒子が凝集しやすいかどうかを検定する方法である。

本法は、供試試料を測定リングの上部から静かに落下させ、そこに円すい形を形成させ、この円すい形の底角の大きさから粉粒剤の凝集性を測定する。一般に微粒剤 F では安息角は 50° 以下が望ましいとされている。

本法の設定にあたり、測定リングの直径 20 mm, 30 mm, 50 mm について測定値のばらつきが検討された。ばらつきは直径 20 mm の場合が一番大きく、30 mm, 50 mm ではほとんど差は認められなかった。測定時の温度の影響を調べるため供試試料が 5°C および 32°C に 2 日間保たれ、各温度下で安息角が測定されたが、測定値に差は認められなかった。また、湿度の影響も検討された。すなわち、供試試料が相対湿度 20, 30, 50, 85, 95% に 1 週間保たれ、安息角が測定された。その結果、安息角はそれぞれ 37°05', 37°52', 38°04', 38°26', 38°26' となり、湿度が高まるにつれて若干大きくなるが、著しい変化は認められなかった。

植物防疫基礎講座
昆虫行動解析法(4)

フライトミルの作りかたと取り扱い

農林水産省農業研究センター 伊藤 清 光
農林水産省果樹試験場 もり 守 や 屋 成 いち

はじめに

昆虫の飛しょう能力を実験室内で測定する方法として、宙づり飛しょう法 (tethered flight) とともにフライトミル (flight mill) が使用される場合が多い。昆虫を細い棒の先に接着固定して飛しょう (羽ばたき時間) を計測する宙づり飛しょう法では、特別な装置をくふうしない限り「飛しょう継続時間」しか測定できない。これに対し、フライトミルを用いれば「飛しょう継続時間」だけでなく、「飛しょう速度」、「飛しょう距離」なども計測することができ、簡易な装置のわりに得られる情報量は多い。

本稿ではフライトミルの装置の概要と、フライトミルを用いた飛しょう力測定の実験について述べる。なお、前半のフライトミルの概要は伊藤が、後半の計測の自動化は守屋がそれぞれ分担執筆したため、説明のつごう上内容が一部重複したがご了承願いたい。

I フライトミルの概要

フライトミルは第1図のように、ローターの一端に昆虫を固定して飛しょうさせ、その力によって支点を中心にローターが回転するものである。支点と固定された昆虫までの長さを r とすれば、半径 r の円周上をその昆虫が飛しょうすることになり、1回転で $2\pi r$ の距離を

飛しょうしたとみなせる。昆虫が飛しょうを開始してから停止するまでの間のローターの回転数から飛しょう距離が算出でき、また飛しょう中の単位時間当たりの回転数から飛しょう速度が算出できる。

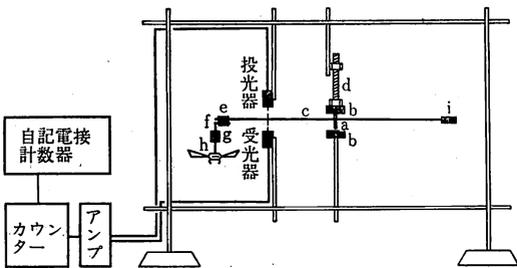
フライトミルの製作にあたっては、測定しようとする昆虫の大きさや、飛しょうの強さによっても条件が異なるが、以下のような点に留意しなければならない。
① 支点部の摩擦が少なく、ローターが滑らかに回転すること。
② 飛しょうの際の昆虫の負担を軽減するために、ローターを含めた回転部分ではできるだけ軽いこと。
③ ローターの長さが妥当であること。飛しょうの強い昆虫に対してローターが短すぎると、飛しょうが不自然になるためか、すぐに停止してしまう場合がある。
④ 供試昆虫の向きが自由に変えられること。
⑤ 昆虫を固定する適当な接着剤を選ぶこと。毒性がないことはもちろん、取り扱いが容易で十分な接着力があること。

以上のような点を考慮に入れて第1図のような組み立て架台に取り付けたフライトミルを製作し、主にカメムシの飛しょうを調査している。前記の留意点に沿って本装置の概要を説明する (第1図参照)。

① に関して: bの部分に円形磁石 (文房具のカラーマグネットの磁石を取り出したもの) を使い、aには鉄クギを用いて上の磁石にくっつけ、下の磁石で垂直に安定させる。また二つの磁石の間の距離を微調整できるようにdの部分はボルトナットを用いる。

②, ③ に関して: ローター (c) の材質は厚さ 1mm のプラスチック板で、中央部 (支点付近) は幅 7mm、先端に至るに従い細くなり、先端部はとがっている。ローターの支点部から先端までの長さは、ホソハリカメムシ用が 12.0 cm (1回転で約 0.75 m 飛しょう)、回転部分 (a+c+e+f+g+h+i) の重さは 2.37 g、またホソハリカメムシ用は 19.1 cm (1回転で約 1.20 m 飛しょう)、3.57 g である。なお、供試昆虫を取り付けてローターのバランスが崩れる場合には、もう一方の端におもり (i) を取り付け、バランスをとる。

④ に関して: e, g はビニルチューブ、f, h はアルミ製針金である。e~h を適当に操作することによって供



第1図 フライトミルの模式図

Techniques in Insect Behavior Analysis (4). A Flight Mill System for Studying Insect Flight. By Kiyomitsu Iro and Seiichi MORIYA.

試昆虫の向きを自由に変えられる。この部分に関しては CHAMBERS and O'CONNELL (1969), Ito (1980) を参照されたい。

⑥に関して：hの先端部に供試昆虫の前胸背板を接着するため、接着剤として、ボンド G 17 (コニシ K.K.) を使用している。本剤は接着が容易で、しかも計測後昆虫に損傷を与えずに取りはずすことができる。しかし昆虫によっては体表面にワックス層があったり、微毛が生えていて、この接着剤では接着困難な場合もある。

ローターの回転数を計測するために、光電スイッチを用いている。ローターが回転して光電スイッチの投・受光器間の光束を遮断するたびに、その信号がアンプを通じて1パルスずつカウンター（プリセット式デジタルカウンター）に入力され、表示される。あらかじめ適当な数をカウンターにセットしておくと、パルス数がその数に達する（カウントアップ）たびに1パルスずつカウンターから自記電接計数器に信号が入力される。自記電接計数器は1日巻きで、記録紙を巻いたドラムが24時間で1回転し、入力信号数が記録紙上に積算される。これを読み取ることにより、供試昆虫が飛しょうを開始、および停止した時刻、飛しょう速度、飛しょう距離などが算出できる。

なお、この装置では昆虫が飛しょうを停止した場合に刺激を与えて再び飛しょうさせることはできず、自主的な再飛しょうを待つしかない。また、1頭ずつしか測定できない弱点もある。

ところで、フライトミルや宙づり飛しょう法で得られた飛しょうに関する結果がそのまま野外でもあてはまると考えてはならない。ある昆虫のフライトミルでの連続飛しょう時間が平均1時間であったとして、野外でも平均1時間の連続飛しょう活動を行うと結論づけることはできない。野外での実際の飛しょうは餌や交尾相手の有無、飛しょう環境（空と地表面とのコントラスト、地表面のパターンなど）などによって大きく影響を受けるであろう。しかしながら、同一条件下での昆虫の飛しょう能力を個体間で比較、あるいは飛しょうに関する生理的变化を研究する手段としては有力な武器となると考えられる。

II 計測の自動化

昆虫の飛しょう能力は個体間差が大きく、かつ長時間連続的に飛しょうすることも珍しくない。したがって、多数個体を長時間にわたって測定する場合もあり、計測を自動化することが望ましい。

フライトミルによる飛しょう力計測の自動化の試みは

古くから行われている（例えば、HOCKING, 1953）。原理的には前項で一部述べられているようにローターの回転をセンサー（光電スイッチなど）で検出し、得られた電気信号（パルス）を記録装置（カウンター、タイマーなど）へ入力して、飛しょう距離、時間、速度を得ようとするものである。近年の電子機器の著しい発達により、計測の自動制御が比較的容易となってきた。そこで、筆者がチャパネアオカメムシに用いている装置を一例として、フライトミルによる飛しょう力の自動計測装置を紹介する。なお、電子機器のしろうとが作成した装置であるため、改良の余地が十分にあることをあらかじめお断りしておきたい。

装置の設計にあたっては、飛しょう距離、時間について複数個体の同時計測を目的とした。また飛しょうを停止した個体に刺激（振動、息を吹きかけるなど）を与えると飛しょうを再開することがあるので（Ito, 1980; NAKAMORI and SIMIZU, 1983）、この点についても、扇風機で送風することにより自動化することにした。これらの操作をすべて無人で行う場合には、オートメーション装置によく用いられるシーケンス制御（デジタル制御の一種）が適しており、シーケンスコントローラーによって、飛しょう停止、再開の判断や各種入出力機器間の自動制御が可能となった。

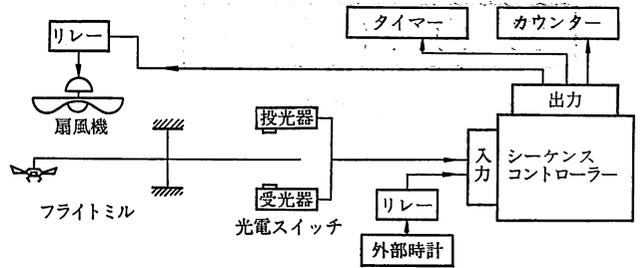
各機器の接続配置を第2図に模式的に示した（実際には5個体の計測を1台のコントローラーで制御している）。光電スイッチの投・受光器間の光束がローターの回転によって遮断されるごとにコントローラーへ1パルスが入力され、コントローラーからカウンターへは1カウントアップ、タイマーへは積算動作の信号がそれぞれ出力される。コントローラー側では光電スイッチからの入力間隔をモニターしており、飛しょう停止によってローターの回転が遅くなり、入力間隔が一定時間（5秒）以上になると飛しょう停止と判断し、タイマーへの出力を停止する。これで飛しょう距離と累積飛しょう時間が記録され、飛しょう速度は両者の値から簡単に算出される。一方、外部時計より一定時間（20分）ごとに信号が送られると、コントローラー側から飛しょう停止中の個体のみへ扇風機の電源 ON の信号が出力され（5秒間）、風が刺激として与えられる。この際、飛しょうを再開しない個体のローターも送風によってある程度動くので、光電スイッチからの入力パルスが生じる。しかし、コントローラー側でそのような不規則間隔の入力をカットすることにより、計測精度の低下を防止している。また、この計測装置では計測期間に関して制約はまったくなく、任意の期間を選択できる。

最近、パーソナルコンピューター（パソコン）が急速に低価格になった結果、生物系実験室レベルでもパソコンを制御専用機器として使用することが可能となってきた。原理的にはまったく変わらないので、第2図に示したシーケンスコントローラー、タイマー、カウンターおよび外部時計の機能をパソコン本体に肩代わりさせ（第3図）、ソフト面でくふうすればよりきめ細かい計測、例えば飛しょうパターンの記録や最大飛しょう速度の算出など、が簡単にできる。ただし、パソコンと複数の入出力機器を直接接続することはできないため、第3図に示したように、途中に入出力制御機器（変換ユニット）が必要となる。この機器の内容については、パソコンの周辺機器に関する知識が要求されるので、製作は専門家に依頼した。

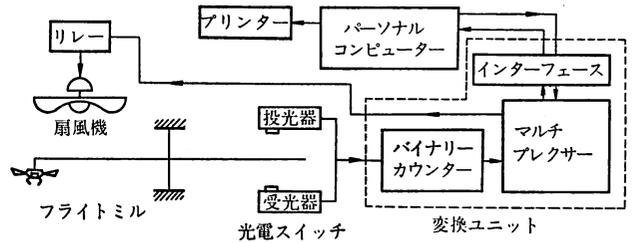
一般に、シーケンス制御では必要な機器をそろえれば、取り扱い説明書を見ながら比較的簡単に自分自身で計測システムを作ることが可能であり、最近まではパソコン制御に比較して安価であった。しかし、複雑な制御を行おうとするとシステムが膨大になってしまいう弱点がある。一方、パソコン制御は、各機器からの入力信号をデータとして取り込んでしまえば、ソフト面で複雑な制御を自由に行うことができる。しかし、周辺機器とパソコンとの接続に関しては、その方面に特に興味がない限り専門家の領域であり、何らかの特注機器が入用となる。通常それらの特注機器の製作者側は昆虫に関してまったくしろうとであるから、製作に際して依頼者側の意図を十分すぎると思われるほどに伝達しておく必要がある。さもないと意に反した特注品ができ上がってしまい、特注品ゆえにハード面での変更が困難で使いものにならなくなるおそれもある。とはいえ、昨今のパソコンの急激な価格低下とそれに伴う LA（ラボラトリーオートメーション）ブームにより、今後はパソコン制御による自動計測システムが主流をなすものと思われる。

おわりに

フライトミルによる飛しょう力測定では、中心部とな



第2図 シーケンス制御によるフライトミル測定装置の模式図
フライトミルは5台接続可能



第3図 コンピューター制御によるフライトミル測定装置の模式図
複数のフライトミルが接続可能

るフライトミル自体に一般市販品はないので、特にローターの製作は完全に手作りで行っているのが現状である。しかしながら、取り扱う昆虫を熟知した者が製作したローターは良好なデータを得るための近道でもあろう。一方、計測機器はセンサーも含めて現在多種多様なものが出回っており、実験規模・精度、あるいは予算に合わせ種々の組み合わせが可能である。

なお、本文中で紹介した機器は類似品が多数あり、おのおの具体的な説明は紙面のつごうもあり割愛した。規格など詳細については筆者らに直接問い合わせられたい。

引用文献

CHAMBERS, D. L. and T. B. O'CONNELL (1969) : Ann. Entomol. Soc. Am. 62 : 917~920.
 HOCKING, B. (1953) : Trans. R. ent. Soc. Lond. 104 : 223~345.
 ITO, K. (1980) : Appl. Ent. Zool. 15 : 36~44.
 NAKAMORI, H. and K. SIMIZU (1983) : ibid. 18 : 371~381.

協会だより

○昭和 60 年新稲作運動の推進方針決まる

昭和 55 年以来の連続的な作柄の低下に対し、米生産コストの低減、良質米の生産及び需要にみあった計画的かつ安定的な米生産を目標に昭和 59 年から農林水産省及び本会を含む関係 14 団体等を中心として展開された本運動は、「たくましい稲づくりをめざして」をスローガンに官民一体で取り組んだ結果、指導者及び生産者の間で稲作改善に関する気運の高まりをみせ、基本技術の励行に努めたこともあって、昨年は 5 年振りの豊作となった。

しかしながら、昨年も春先の異常低温や夏期の高温にみられるように依然として変動の大きい気象が続いており、今後ともさらに気象変動に対応して基本技術の徹底を図り、作柄の安定に努めていくことが肝要である。

このため、本年も昨年の成果を踏まえつつ、取り組みを一層強化するなど、次の進め方により新稲作運動を推進することとなった。

(要旨)

〔基本的考え方〕 昨年開始された新稲作運動は、関係機関、団体の密接な連携及び創意工夫により積極的な推進に努めた結果、好気象とも相まって史上最高の作柄の達成に大きな貢献をすることができた。

しかしながら、前年は史上稀にみる好気象の下での稲作であり今後とも気象変動が大きいことが予想されることから、本年の運動は、前年の成果を踏まえつつ、基本技術の一層の励行等により作柄安定への取組みを強化するとともに、稲作の緊要の課題である生産コストの低減及び良質米の生産について着実に推進することを目標に進める。

〔運動の内容及び推進体制〕 関係機関、団体及び地域における都道府県、市町村、農協等の各段階の運動の内容及び推進体制については、1 年間の推進状況を十分検討し必要に応じて見直し・改善を行うとともに、特に現場における活動の一層の活性化に努め、運動の実効の確保を図る。

〔当面の重点課題〕 1. 今まで設定されている稲作改善課題のうち作柄の安定を旨としているものについては、特に次の点に留意して地域ごとに稲作の技術的・経

営的分析を十分行い、今後改善が必要な具体的項目と改善目標を明確化した上で効果的な稲作指導に努める。

(1) 基本技術の励行等前年指導を強化した技術項目は、改善の程度及び作柄向上への効果を十分確認し、本年重点的に指導すべき事項を鮮明にした上で指導に取り組む。

(2) 気象、水稻生育の状況に応じた適時的確な技術対策が講じられるよう生育診断・予測方法の改善、情報機器等の活用による情報伝達の迅速化に努める。

(3) 担い手の兼業化、高齢化等に対応した稲作指導は、前年の指導効果を十分確認し、地域の生産条件に応じたきめ細かな指導が行い得るよう指導方法の工夫に努める。特に中核農家、作業受託者等においては、作柄の安定に中心的役割を担い得るよう技術水準の一層の向上のための指導に努める。

2. また、生産コストの低減及び良質米の生産を図る観点からの課題については、既に各地域、各段階で検討設定されているものもあるが、全国的視点から例示すると次のとおりである。これらの課題については、地域ごとに稲作の実態を点検し、立地・営農条件を勘案した具体的な改善目標と基本的な指導方針を明らかにするほか、モデル的な拠点集団の育成等により効果的な指導に努めることが必要である。

(1) 高生産性稲作技術体系の確立と経営・作業規模の確保：生産性の高い稲作を実現し得る技術体系を確立するとともに、これを適用し得る経営・作業規模を確保するため農地流動化、作業受委託を促進するほか、農業生産組織を育成する。

(2) 機械・施設の効率的利用：農業生産組織における機械の共同導入・共同利用の促進、農業機械銀行の整備、共同利用施設の積極的導入と運営の改善等による機械・施設の効率的利用を図る。

(3) 水田高度利用と複合化の促進：転作の計画的実施、田畑輪換、裏作の積極的導入、畜産部門との結合等、地域全体として水田高度利用と複合化の利点を活かすように努める中で水稻の生産性の改善を図る。

(4) 消費動向に即した良質米の生産：栽培適地を十分踏まえた良質米品種の作付、的確な栽培管理、収穫・乾燥・調製等による産米の品質向上等により、市場評価の高い良質米の生産に努める。

新しく登録された農薬 (60.2.1~2.28)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号〔登録業者(会社)名〕、対象作物:対象病害虫:使用時期及び回数などの順。ただし除草剤については、適用雑草:使用方法を記載。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号 15919~16019 まで計 101 件)

なお、アンダーラインのついた種類名は新規のもので〔 〕内は試験段階時の薬剤名である。

『殺虫剤』

エチルチオメトン・チオシクラム粒剤

エチルチオメトン 3.0%, チオシクラム 2.0%

エカマート粒剤 (60.2.15)

15919 (日本特殊農薬製造), 15920 (サンド薬品)

稲:ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コブノメイガ・イネツトムシ:50 日 2 回, 稲(箱育苗)

:イネミズゾウムシ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類:移植直前 2 回以内

アセフェート・MEP エアゾル

アセフェート 0.19%, MEP 0.17%

オルトラン S (60.2.15)

15921 (武田薬品工業)

ばら:アブラムシ類・チュウレンジハバチ, きく:アブラムシ類, つつじ:ルリチュウレンジハバチ・ツツジグンバイ, さくら:アメリカシロヒトリ, つばき:さざんか:チャドクガ

アセフェート・MEP 水和剤

アセフェート 25.0%, MEP 25.0%

オルトラン S 水和剤 (60.2.15)

15923 (武田薬品工業)

ばら:アブラムシ類・チュウレンジハバチ, きく:アブラムシ類, つつじ:ルリチュウレンジハバチ・ツツジグンバイ, さくら:アメリカシロヒトリ, つばき:チャドクガ

ペルメトリン乳剤 [S-3151]

ペルメトリン 20.0%

アディオン乳剤 (60.2.21)

15957 (住友化学工業), 15958 (山本農薬), 15959 (北興化学工業), 15960 (サンケイ化学), 15961 (大日本除虫菊), 15962 (八洲化学工業), 15963 (三共), 15964 (九州三共), 15965 (北海三共)

なし:ハマキムシ類・シンクイムシ類:14 日 6 回, もも:モモハモグリガ・シンクイムシ類:7 日 6 回, かんきつ:ミカンハモグリガ・アブラムシ類:14 日 6 回, くり:クリタマバチ:羽化脱出期 5 回, きゅうり・トマト・なす:オンシツコナジラミ:前日 3 回, キャベツ:アオムシ・コナガ・アブラムシ類・ヨトウムシ・タマナギンウバ:3 日 5 回

ペルメトリン水和剤 [S-3151]

ペルメトリン 20.0%

アディオン水和剤 (60.2.21)

15966 (住友化学工業), 15967 (山本農薬), 15968 (北興化学工業), 15969 (サンケイ化学), 15970 (大日本除虫菊), 15971 (八洲化学工業), 15972 (三共), 15973

(九州三共), 15974 (北海三共)

りんご:キンモンホソガ・シンクイムシ類・ハマキムシ類:14 日 6 回, 茶:コカクモンハマキ・チャノホソガ・ミドリヒメヨコバイ・チャノキイロアザミウマ・チャハマキ

ペルメトリンエアゾル [K-2092エアゾル]

ペルメトリン 0.20%

園芸用キンチョール E (60.2.21)

15975 (大日本除虫菊)

ばら:アブラムシ類・ハダニ類・チュウレンジハバチ, きく:アブラムシ類, つつじ・つばき等の花木:ツツジグンバイ・チャドクガ

ペルメトリンエアゾル [FT-2]

ペルメトリン 0.15%

カダン EX (60.2.21)

15977 (フマキラー)

ばら・きく:アブラムシ類, カーネーション:ニセナミハダニ, つつじ:ツツジグンバイ, つばき・さくら等の花木:チャドクガ・アメリカシロヒトリ

ペルメトリンエアゾル [SI-7701 エアゾール]

ペルメトリン 0.20%

サンフラー A (60.2.21)

15978 (三共)

きく:アブラムシ類, ばら:アブラムシ類・チュウレンジハバチ, つばき類:チャドクガ, つつじ類:ツツジグンバイ・ルリチュウレンジハバチ, さくら・もみじ等の花木:アブラムシ類・アメリカシロヒトリ

ペルメトリン・MEP 乳剤 [SS-19]

ペルメトリン 5.0%, MEP 40.0%

スミナイス乳剤 (60.2.21)

15979 (住友化学工業), 15980 (大日本除虫菊), 15981 (武田薬品工業), 15982 (山本農薬), 15983 (フマキラー), 15984 (三共)

きく・ばら:アブラムシ類・ハダニ類

スルプロホス乳剤 [ポルスターール]

スルプロホス 5.0%

ポルスターール乳剤 (60.2.21)

15994 (日本特殊農薬製造)

きゅうり・なす・ピーマン・さやいんげん:ミナミキイロアザミウマ:前日 3 回, かぼちゃ:ミナミキイロアザミウマ:7 日 3 回

『殺菌剤』

フルトラニル粉剤 [NNF-136 粉剤]

フルトラニル 1.5%

モンカット粉剤 DL (60.2.21)

15929 (日本農薬), 15930 (日産化学工業)

稲: 紋枯病: 14 日 3 回, ばれいしょ: 黒あざ病: 植付前 1 回

フルトラニル水和剤 [NNF-136 水和剤]

フルトラニル 25.0%

モンカット水和剤 (60.2.21)

15931 (日本農薬), 15932 (日産化学工業)

稲: 紋枯病: 14 日 3 回, 麦類: 雪腐小粒菌核病: 根雪前 2 回, なし: 赤星病: 21 日 5 回, ばれいしょ: 黒あざ病: 植付前 1 回, きゅうり・トマト・なす・ピーマン: 苗立枯病 (リゾクトニア菌): は種前又はは種時〜子葉展開時 2 回

イソプロチオラン・フルトラニル粉剤 [NNF-136 フジワン粉剤]

イソプロチオラン 2.5%, フルトラニル 1.5%

フジワンモンカット粉剤 DL (60.2.21)

15933 (日本農薬)

稲: いもち病・紋枯病: 14 日 3 回

フサライド・フルトラニル粉剤 [NNF-136 ラブサイド]

フサライド 2.5%, フルトラニル 1.5%

モンカットラブサイド粉剤 DL (60.2.21)

15935 (日本農薬), 15936 (日産化学工業)

稲: いもち病・紋枯病: 21 日 3 回

フルトラニル水和剤 [モンカット]

フルトラニル 65.0%

モンカット顆粒水和剤 (60.2.21)

15939 (日本農薬)

稲: 紋枯病: 14 日 3 回: 空中散布

イソプロチオラン・フルトラニル水和剤 [NNF-167]

イソプロチオラン 20.0%, フルトラニル 25.0%

グラステン水和剤 (60.2.21)

15940 (日本農薬)

日本芝: リゾクトニアラージパッチ・さび病, ライグラス: さび病, ブルーグラス: 雪腐小粒菌核病, ベントグラス: 雪腐小粒菌核病・ヘルミントスポリウム葉枯病・カーブラリア葉枯病, バーミューダグラス: ヘルミントスポリウム葉枯病・カーブラリア葉枯病

ピロキロン粒剤 [CG-114]

ピロキロン 2.0%

コラトップ粒剤 2 (60.2.21)

15942 (日本チバガイギー), 15943 (三共), 15944 (北海三共), 15945 (九州三共)

稲 (箱育苗): いもち病: 移植 2 日前〜当日 1 回

ピロキロン粒剤 [CG-114]

ピロキロン 5.0%

コラトップ粒剤 5 (60.2.21)

15946 (日本チバガイギー), 15947 (三共), 15948 (北海三共), 15949 (九州三共), 15950 (クミアイ化学工業)

稲: いもち病: 葉いもちに対しては初発 10 日前〜初発時, 穂いもちに対しては出穂 30 日前〜5 日前: 4 回 (本田は 3 回)

イソプロチオラン・ピロキロン粒剤 [NNF-165]

イソプロチオラン 8.0%, ピロキロン 2.0%

フジトップ粒剤 (60.2.21)

15951 (日本農薬), 15952 (日本チバガイギー)

稲: いもち病: 葉いもちに対しては初発 10 日前〜初発時, 穂いもちに対しては出穂 30〜5 日前: 3 回

ピロキロン・IBP 粒剤 [KUF-5512]

ピロキロン 2.0%, IBP 15.0%

コンドル粒剤 (60.2.21)

15953 (クミアイ化学工業), 15954 (日本チバガイギー)

稲: いもち病: 葉いもち病は初発 10 日前〜初発時, 穂いもち病は出穂 30 日前〜5 日前: 3 回

スルフェン酸系粉剤

スルフェン酸系 25.0%

ユーバレン FD 25 (60.2.21)

15955 (日本特殊農薬製造), 15956 (八洲化学工業)

トマト・きゅうり・なす・ピーマン (温室, ハウス等): 灰色かび病: 前日 5 回

銅水和剤

塩基性塩化銅 84.1%

ドイツボルドー A (60.2.21)

15995 (北興産業)

ばれいしょ: 疫病, かんきつ: そうか病・黒星病・かいよう病, トマト: 疫病・斑点病・葉かび病, はっか: さび病, 茶: 炭そ病・もち病・網もち病, きゅうり: 斑点細菌病・べと病, 菜豆: かさがれ病, レタス: 軟腐病・斑点細菌病・腐敗病, メロン: べと病・斑点細菌病, たまねぎ: 軟腐病・白色疫病, ほうれんそう: べと病

メタスルホカルブ粉剤

メタスルホカルブ 10.0%

カヤベスト粉剤 10 (60.2.21)

16008 (北興化学工業), 16009 (八洲化学工業), 16010 (三笠化学工業)

水稻 (箱育苗): 苗立枯病 (リゾープス菌・フザリウム菌・ピシウム菌・トリコデルマ菌)・根の生育促進・移植時の発根及び活着促進・ムレ苗防止: 播種前 1 回

プロベナゾール粒剤

プロベナゾール 20.0%

オリゼメート粒剤 20 (60.2.21)

16018 (明治製薬), 16019 (北興化学工業)

稲: いもち病: 葉いもちには初発の 7〜10 日前, 穂いもちには出穂 3〜4 週間前: 2 回: 空中散布

『殺虫殺菌剤』

アセフェート・MEP・トリホリンエアゾル

アセフェート 0.19%, MEP 0.17%, トリホリン 0.15%

オルトラン C (60.2.15)

15922 (武田薬品工業)

ばら: アブラムシ類・チュウレンジハバチ・うどんこ病・黒星病, きく: アブラムシ類, つつじ: ルリチュウレンジハバチ・ツツジグンバイ, さるすべり: うどんこ病, さくら: アメリカンロヒトリ, つばき・さざんか: チャドクガ

MEP・イソプロチオラン・フルトラニル粉剤

MEP 3.0%, イソプロチオラン 2.5%, フルトラニル 1.5%

フジワンモンカットスミ粉剤 DL (60.2.21)
15934(日本農薬)
稲：ニカメイチュウ・いもち病・紋枯病：14日3回
MEP・フサライド・フルトラニル粉剤
MEP 3.0%，フサライド 2.5%，フルトラニル 1.5%
モンカットラブサイドスミ粉剤 DL (60.2.21)
15937(日本農薬)
稲：ニカメイチュウ・いもち病・紋枯病：21日3回
ダイアジノン・ブプロフェジン・フルトラニル粉剤
ダイアジノン 3.0%，ブプロフェジン 1.5%，フルトラニル 1.5%
アブロードダイアモンカット粉剤 DL (60.2.21)
15938(日本農薬)
稲：ニカメイチュウ・イネツトムシ・コブノメイガ・ウンカ類・ツマグロヨコバイ・紋枯病：21日3回
ブプロフェジン・BPMC・フルトラニル粉剤
ブプロフェジン 1.0%，BPMC 2.0%，フルトラニル 1.5%
アブロードパッサモンカット粉剤 DL (60.2.21)
15941(日本農薬)
稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類・紋枯病：14日3回
ベルメトリン・トリホリンエアゾル
ベルメトリン 0.20%，トリホリン 0.20%
園芸用キンチョールS (60.2.21)
15976(大日本除虫菊)
ばら：アブラムシ類・ハダニ類・うどんこ病・黒星病，
きく：アブラムシ類・白さび病
MEP・フサライド・EDDP 粉剤
MEP 3.0%，フサライド 1.5%，EDDP 2.0%
ヒノラプスミチオン粉剤 35 (60.2.21)
15996(北興化学工業)，15997(日本特殊農薬製造)，15998
(呉羽化学工業)
稲：いもち病・穂枯れ(ごま葉枯病菌)・ニカメイチュウ・ウンカ類・コブノメイガ・カメムシ類：21日4回
BPMC・MEP・フサライド・EDDP 粉剤
BPMC 2.0%，MEP 3.0%，フサライド 1.5%，EDDP 2.0%
ヒノラプスミバッサ粉剤 35DL (60.2.21)
15999(北興化学工業)，16000(日本特殊農薬製造)，16001
(呉羽化学工業)
稲：いもち病・穂枯れ(ごま葉枯病菌)・ニカメイチュウ・ウンカ類・コブノメイガ・カメムシ類・ツマグロヨコバイ：21日4回
BPMC・MEP・フサライド・EDDP 粉剤
BPMC 2.0%，MEP 3.0%，フサライド 1.5%，EDDP 2.0%
ヒノラプスミバッサ粉剤 35 (60.2.21)
16002(北興化学工業)，16003(日本特殊農薬製造)，16004
(呉羽化学工業)
稲：いもち病・穂枯れ(ごま葉枯病菌)・ニカメイチュウ・ウンカ類・コブノメイガ・カメムシ類・ツマグロヨコバイ：21日4回
MEP・フサライド・EDDP 粉剤
MEP 3.0%，フサライド 1.5%，EDDP 2.0%

ヒノラプスミチオン粉剤 35DL (60.2.21)
16005(北興化学工業)，16006(日本特殊農薬製造)，16007
(呉羽化学工業)
稲：いもち病・穂枯れ(ごま葉枯病菌)・ニカメイチュウ・ウンカ類・コブノメイガ・カメムシ類：21日4回

『除草剤』

パラコート液剤
パラコート 24.0%
グラモキソンS，パラゼット SC (60.2.15)
15926(日本農薬)，15927(武田薬品工業)，15928(大塚化学)
水稲：水田一年生雑草・マツバイ・クログワイ・ミズガヤツリ：2回，乾田直播水稲・苗代水稲・水稲(休耕田)：水田一年生雑草，畑地一年生雑草：2回，麦類：畑地一年生雑草(冬生雑草)：1回，ばれいしょ：畑地一年生雑草：1回，ぶどう・おうとう・うめ・びわ・りんご・なし・かき・もも・かんきつ・くり：果樹園下草一年生雑草及びオーチャード，クローバ等牧草：5回，キャベツ・はなやさい・はくさい・レタス・パセリ・セルリー・アスパラガス・みつば・ほうれんそう・ねぎ・だいこん・かぶ・にんじん・ごぼう・たまねぎ・かんしょ・さといも・やまのいも・トマト・ピーマン・すいか・かぼちゃ・メロン・まくわうり・しろうり・きゅうり・なす：畑地一年生雑草：3回，いちご：畑地一年生雑草：1回，こんにゃく・茶：畑地一年生雑草：3回，桑：畑地一年生雑草，牧野造成：一般雑草，公園・庭園・堤とう・駐車場・宅地・のり面等：一年生雑草

ピラゾキシフェン粒剤 [SL 49]

ピラゾキシフェン 10.0%
パイサー粒剤 (60.2.21)
15985(石原産業)
移植水稲：水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ・ウリカワ・ヒルムシロ：移植後3~7日：北海道，水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ・ウリカワ・ヒルムシロ・ミズガヤツリ：移植直後~移植後7日：全域(北海道を除く)，水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ・ウリカワ・ヒルムシロ・ミズガヤツリ：移植後10~15日：全域(北海道を除く)

ピラゾキシフェン・プレチラクロール粒剤 [SL 496①]

ピラゾキシフェン 6.0%，プレチラクロール 1.5%
ワンオール粒剤 (60.2.21)
15986(石原産業)，15987(八洲化学工業)，15988(日本チバガイギー)
移植水稲：水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ヘラオモダカ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ：移植後3~10日：全域の普通期及び早期栽培地帯：1回

ピラゾキシフェン・プレチラクロール粒剤 [SL 496]

ピラゾキシフェン 8.0%，プレチラクロール 1.5%
ワンオール粒剤 8 (60.2.21)
15989(石原産業)，15990(八洲化学工業)，15991(日本チ

バガイギー)

移植水稲：水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ヘラオモダカ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ：移植後 3~10 日：北海道：1回

セトキシジム乳剤 [NP-55, セトキシジム]

セトキシジム 20.0%

ナブ乳剤 (60.2.21)

15992(日本曹達)

てんさい：畑地一年生イネ科雑草(スズメノカタビラは除く)：北海道：雑草生育期 2 回，小豆：畑地一年生イネ科雑草(スズメノカタビラは除く)：北海道：雑草生育期 1 回，大豆・枝豆・かんしょ・キャベツ・にんじん：畑地一年生イネ科雑草(スズメノカタビラは除く)：雑草生育期 1 回，かんきつ：畑地一年生イネ科雑草(スズメノカタビラは除く)・ススキ・チガヤ：雑草生育期 2 回，桑：畑地一年生雑草(スズメノカタビラは除く)：雑草生育期，公園・庭園・堤とう・駐車場・道路・運動場・宅地等：一年生イネ科雑草(スズメノカタビラは除く)・ススキ・チガヤ：雑草生育期

イソウロン粒剤

イソウロン 1.0%

イソキシル粒剤 1.0 (60.2.21)

15993(塩野義製薬)

さとうきび：畑地一年生雑草及びムラサキカタバミ：九州・沖縄：1回

ナプロアニリド・プレチラクロール粒剤

ナプロアニリド 10.0%，プレチラクロール 2.0%

ヨートル粒剤 10 (60.2.21)

16011(武田薬品工業)，16012(三井東圧化学)，16013(日本チバガイギー)

移植水稲：水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ・ウリカワ・ミズガヤツリ：移植後 3~10 日：全域の普通期栽培地帯：1回

ピラゾレート・プレチラクロール粒剤

ピラゾレート 8.0%，プレチラクロール 2.0%

クサホープ粒剤 100 (60.2.21)

16014(三共)，16015(北海三共)，16016(日本チバガイギー)，16017(クミアイ化学工業)

移植水稲：水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ：移植後 1~10 日：全域の普通期及び早期栽培地帯：1回

『展着剤』

展着剤

ポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル 16.0%，ポリナフチルメタンスルホン酸ナトリウム 0.50%

展着剤 (60.2.15)

15924(関東油脂工業所)

有機りん剤・カーバメート剤などの殺虫剤，殺ダニ剤，抗生物質剤，キャプタン剤・ベノミル剤・チオファネート剤，銅剤などの殺菌剤，DCMU・2，4PA，パラコート剤などの茎葉散布型除草剤：添加

展着剤

ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテル 16.0%

展着剤 S (60.2.15)

15925(関東海脂工業所)

有機りん剤・カーバメート剤などの殺虫剤，殺ダニ剤，抗生物質剤，銅剤，硫黄剤・キャプタン剤・チオファネートメチル剤などの殺菌剤：添加

○出版部より

☆お待ちいたしました「侵入を警戒する病害虫と早期発見の手引」が出来上がりました。

イネミズゾウムシの例に見るまでもなく，海外の病害虫が我が国へ侵入し，大きな被害をもたらす危険性は，今後ますます増大するものと思われま。

本書は，横浜植物防疫所が中心になってまとめた，当面我が国への侵入が警戒される 54 病害虫の解説書で，それぞれの，既発生病害虫との相違点を述べた“発見のポイント”を中心に，図録を付して 1 病害虫で見開き 2

ページとし，図鑑としても，第一線での検索用としても使いやすいように工夫した書です。

広く病害虫関係者のご購読をお願いします。

(A 5 判，126 ページ，図録カラー 8 ページ，

定価 2,600 円，送料 250 円)

山科裕郎氏(元九州農業試験場害虫第二研究室長)は，昭和 60 年 3 月 22 日，癌性腹膜炎のため逝去されました。享年 71 才。謹んで御冥福をお祈り致します。

植物防疫

第 39 巻 昭和 60 年 3 月 25 日印刷
第 4 号 昭和 60 年 4 月 1 日発行

定価 500 円 送料 50 円 1 か年 6,100 円
(送料共概算)

昭和 60 年

編集人 植物防疫編集委員会

4 月号

発行人 遠藤武雄

(毎月 1 回 1 日発行)

印刷所 株式会社 双文社印刷所

東京都板橋区箱野町 13-11

— 発行所 —

東京都豊島区駒込 1 丁目 49 番 11 号 郵便番号 170

社団法人 日本植物防疫協会

電話 東京 (03) 944-1561~6

振替 東京 1-177867 番

— 禁 転 載 —

増収を約束する **日曹の農業**

第31回
大河内記念賞
受賞

パワー・アップで
新登場!

畑作イネ科雑草の除草に

生育期処理
除草剤

ナブ[®]乳剤

特長

- 日本曹達が発明開発した純国産の除草剤です。
- イネ科植物にのみ、殺草作用があります。
- 広葉作物には葉害がなく、作物生育期に全面散布ができる茎葉処理剤です。
- イネ科雑草の2葉期から分けつ中期まで、優れた殺草効果があり、根まで完全に枯殺します。
- 後作物への影響がありません。



日本曹達株式会社

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

いもち病・白葉枯病・粃枯細菌病に…
サッとひとまき強い力がなが〜くつづく

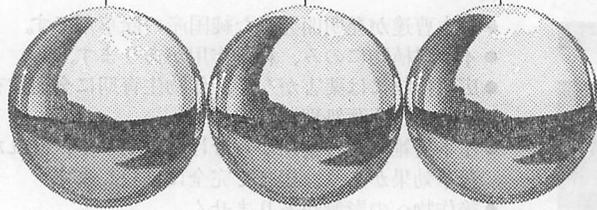
オリゼメート粒剤



- 抜群の防除効果を発揮する
- 根からすみやかに吸収され、長期間(約45日)効果が持続する。
- 1回の散布で通常の散布剤の2〜3回分の効果に匹敵する。



明治製薬株式会社
104東京都中央区京橋2-4-16



他病害虫との
同時防除が
やりやすい。

最も
タイムリーに
散布できる。

防除プランが
たてやすい。

散布適期の
幅が
広いから…

幅を効かせて、新登場。

モンカットは、日本農業の研究所から生まれた、最新の紋枯病防除剤です。治療・予防の両効果とも優れ、しかも残効性が長い。特に、散布適期の幅が広く、安全性の面でも優れているので、使い易さは抜群。単剤には、粉剤・水和剤・顆粒水和剤、いもち病や各種害虫の同時防除の混合粉剤など豊富に揃えました。高い効果・長い残効性・広い散布適期幅と、紋枯病防除に“文句なし”の効きめで、いま颯爽の登場です。

- 混合粉剤●モンカットラブサイド/フジワンモンカット/アプロードバッサモンカット/アプロードダイアモンカット/モンカットラブサイドスミ/フジワンモンカットスミ

紋枯病にモン句なし。 モンカット®



モンカットのシンボルマークです。

®：「モンカット」は日本農業(株)の登録商標です。



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

未来を拓く 技術と創造の



農協・経済連・全農

クミカの農薬

● 稲もみがれ病・園芸・畑作難防除病害に

バンタック[®]
粉剤DL、粉剤、水和剤75、ゾル

● 浸透持続型いもち防除剤

ビーム[®] ビーム・ジン
粉剤DL、粉剤、水和剤 粉剤DL、粉剤、ゾル、粒剤

安全性・経済性・高い信頼

● 水田除草剤

サターンS 粒剤

サターンM 粒剤

クミリードSM 粒剤

★いま、新しい結論。水田初期除草剤

クミアイ **ソルネット** 粒剤

★確かな一発

初期水田一発処理除草剤

クミアイ **クサホープ** 粒剤

★初期一発でも体系使用でも幅広く使える

グラノック 粒剤

★稲に安全 一発処理剤のホープ

シルベノン 粒剤

自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社

本社 東京都台東区池之端1-4-26 〒110-91

連作障害を抑え健康な土壌をつくる!

花・タバコ・桑の土壌消毒剤

パスアミド

微粒剤

❖ いやな刺激臭がなく、民家の近くでも安心して使えます。

❖ 広範囲の土壌病害、線虫に高い効果があります。

● 安全性が確認された使い易い殺虫剤

マリックス 乳剤 水和剤

● ボルドーの幅広い効果に安全性がプラスされた有機銅殺菌剤

キノンドー[®] 水和剤80 水和剤40

❖ 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。

● ボルドー液に混用できるダニ剤

ブデン[®] 乳剤

● 澄んだ水が太陽の光をまねく！
水田の中期除草剤

モゲブロン[®] 粒剤



アグロ・カネショウ株式会社

(旧社名：兼商株式会社)

東京都千代田区丸の内2-4-1

初期害虫も同時に防除!

育苗箱専用イネミズゾウムシ新強力防除剤

アドバンテージ[®]

粒剤



Ⓢ: アドバンテージは米国 FMC社の登録商標です。

特長

1. イネミズゾウムシの成虫・幼虫にすぐれた防除効果を示します。
2. ドロオイ・ハモグリ・イネゾウ・ヒメハモグリ・ツマグロ・ヒメトビなどの水稻初期害虫を同時防除できます。
3. 残効性にすぐれ、イネミズゾウムシの幼虫を長期間、きわめて低密度に抑えます。
4. イネミズゾウムシに対して、1回の箱施用で従来の体系処理(箱処理+本田処理)より高い防除効果が期待できます。
5. 稲への安全性が高いです。

アドバンテージ粒剤は

- 果菜類のミナキイロアザミウマ防除に抜群の効果を示します。
- いちご、さくのネグサレセンチュウを強力的に防除できます。
- いちご、かんしょ、だいこん、さとうきびのコガネムシ類・キスジノミムシ・ハリガネムシに高い効果があります。

販売元



原体供給元



ひときわ冴えた効きめが自慢!



■ ツマグロ・イネミズ・ドロオイの防除に

カヤフォス[®]

粒剤 5



■ イネ苗立枯病・ムレ苗防止・健苗育苗に

カヤベスト

粉剤 10

普及会事務局 **日本化薬株式会社**

〒102 東京都千代田区富士見1-11-2
TEL. 03-237-5185

昭和二十六年四月九日
発行
種(毎月)
郵便
便回(一日)
物(発行)
認(行)
可

定価五〇〇円(送料五〇円)