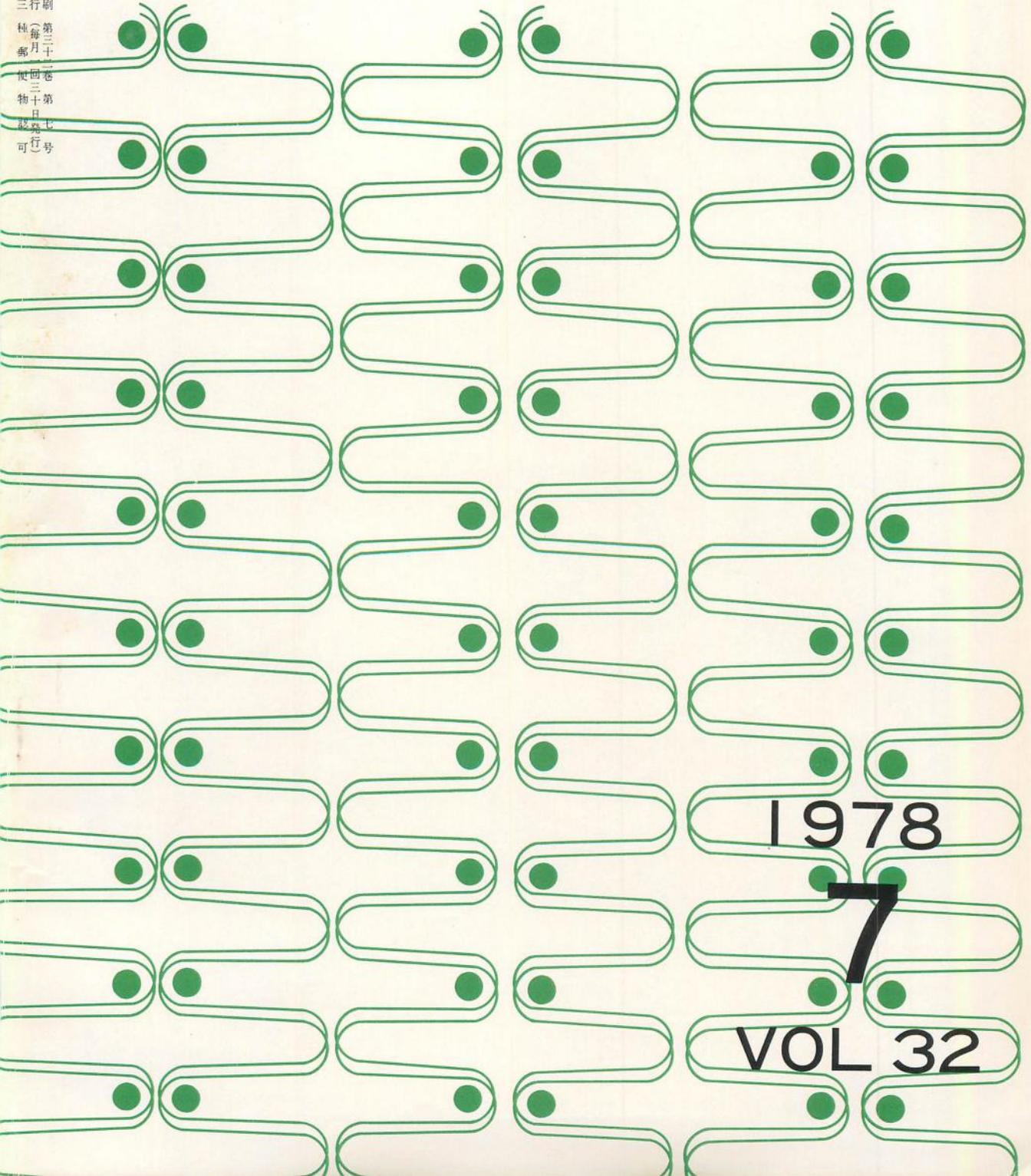


植物防疫

昭和五十二年七月二十五日
昭和五十二年七月三十日
昭和五十二年八月九日
昭和五十二年八月二十日
昭和五十二年八月三十日
昭和五十二年九月九日
昭和五十二年九月二十日
昭和五十二年九月三十日
昭和五十二年十月九日
昭和五十二年十月二十日
昭和五十二年十月三十日
昭和五十二年十一月九日
昭和五十二年十一月二十日
昭和五十二年十一月三十日
昭和五十二年十二月九日
昭和五十二年十二月二十日
昭和五十二年十二月三十日



1978

7

VOL 32

●良質米安定増収に

肥料散布も安心!

電子エンジン付

共立背負動力散布機



DG-202E



DM-9AE



DMD-11E

豊かな農業をめざす……



株式会社 共立



共立エコ物産株式会社

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

斑点落葉病、黒点病、赤星病防除に

モルックス

斑点落葉病、うどんこ病、黒点病の同時防除に

アアルサン



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1-3-7



中外製薬株式会社

東京都千代田区岩本町1-10-6TMMビル
TEL03(862)8251



抗生物質殺ダニ剤

マイトサイジン®B乳剤

- 茶・りんご・菊・カーネーションのハダニ類に的確な効果を発揮します。
- 各種薬剤に抵抗性のハダニにも有効です。
- 茶の開葉期やりんごの落花直後の時期にも薬害の心配なく使用できます。

新しい剤型のくん煙剤

臭ダイアジノンくん煙顆粒

- ダイアジノン独自の剤型にし、ビニールハウス栽培のきゅうり・なすのアブラムシ防除用殺虫くん煙剤です。
- マッチで点火具に火をつけるだけで手間がかからず誰れにでも簡単に使うことができます。
- 薬剤散布にくらべて労力が非常に少なくすみ、またハウスの湿度が上昇しませんので、病害発生を助長させません。

抵抗性ツマグロ防除に

臭バツサジノン粒剤

- りん剤およびカーバメート剤が効きにくくなったツマグロヨコバイにもよく効きます。
- 粒剤ですのでドリフト(薬剤の舞い上り)の心配が少なく効きめが長つづきます。

きれいで安全な農産物作りのために！

 マークでおなじみのサンケイ農薬

★水田の多年生雑草の防除に

バサグラン 粒剤
水和剤

★果樹園・桑園の害虫防除に
穿孔性害虫に卓効を示す

トラサイド 乳剤

★かいよう病・疫病防除に

園芸ポルドー

★ネキリムシ・ハスモンヨトウの防除に

デナボン5%ベイト



★ナメクジ・カタツムリ類の防除に

ナメトックス

★線虫防除に

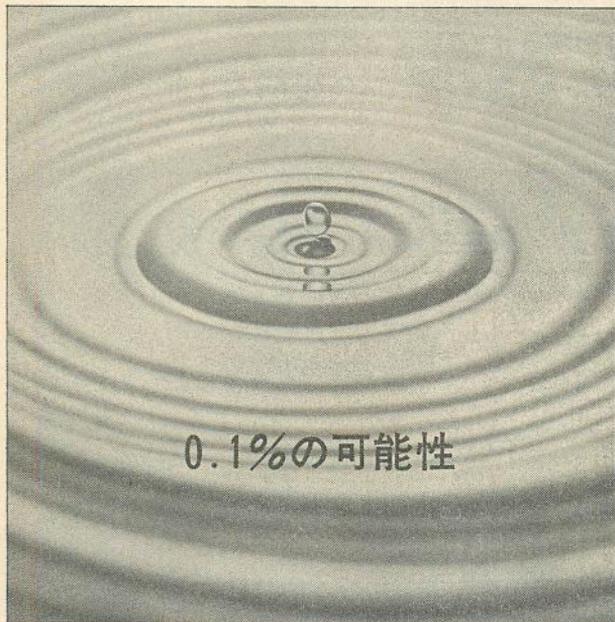
ネマホルン

EDB油剤30

ネマエイト

サンケイ化学株式会社

東京 (03)294-6981 大阪 (06) 473-2010
福岡 (092)771-8988 鹿児島 (0992) 54-1161



0.1%の可能性

いっけん完成品に見えるものでも、まだ検討の余地があるのではないかと。北興化学工業は、残り0.1%の可能性を大切にします。創業以来、こうした妥協を許さない厳しい姿勢で農薬づくりに取り組んできました。例えば、安全性についても、考えられるあらゆる角度から厳密なチェックを加えます。作物や、使う人だけでなく、食べる人に対してはどうか……。もちろん、効力の面はおろそかにできません。皆さまの信頼に応えるため、こんごも北興化学工業はあらゆる可能性にチャレンジしていきます。

いもち病の
予防と治療に！

強力な防除効果とすぐれた安全性

カスラフサイド[®]
粉剤・水和剤・ゾル

いもち病の省力防除に効きめのなが〜い
ホクコー

オリゼメート[®]粒剤



取扱い

農協／経済連／全農



北興化学工業株式会社

◎103 東京都中央区日本橋本石町4-2
支店：札幌・東京・名古屋・大阪・福岡

沖縄におけるアオドウガネ大発生の原因と対策

沖縄県農業試験場 法橋信彦・長嶺将昭 (原図)



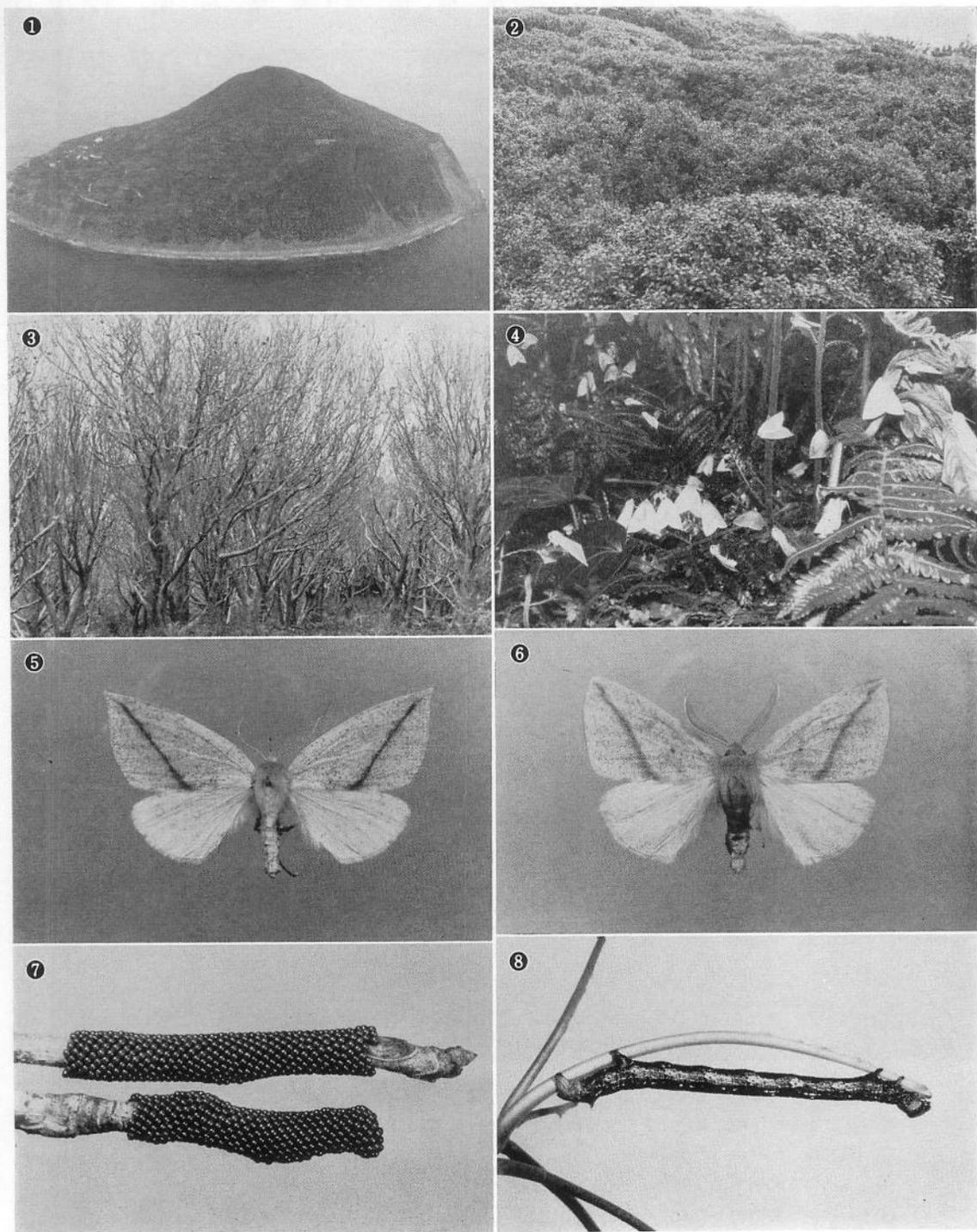
<写真説明>

- ① アオドウガネの大発生により立枯れしたサトウキビ畑 (1975年11月, 宮古島久松)
- ② 被害株の根元にいた3令幼虫
- ③ 立枯れ茎の根茎部 (根をほとんど食い尽くした3令幼虫は茎に孔をあけて食入する)
- ④ 野生の摂食植物上における交尾
- ⑤ アオドウガネの卵とふ化幼虫 (卵は最初だ円球状であるが発育とともに膨大して円球状になる)
- ⑥ 実験室で寄生に成功したヒメハラナガツチバチの幼虫 (寄生9日後)

—本文1ページ参照—

伊豆利島のツバキに異常発生したハスオビエダシヤク

東京都農業試験場 河合省三 (原図)



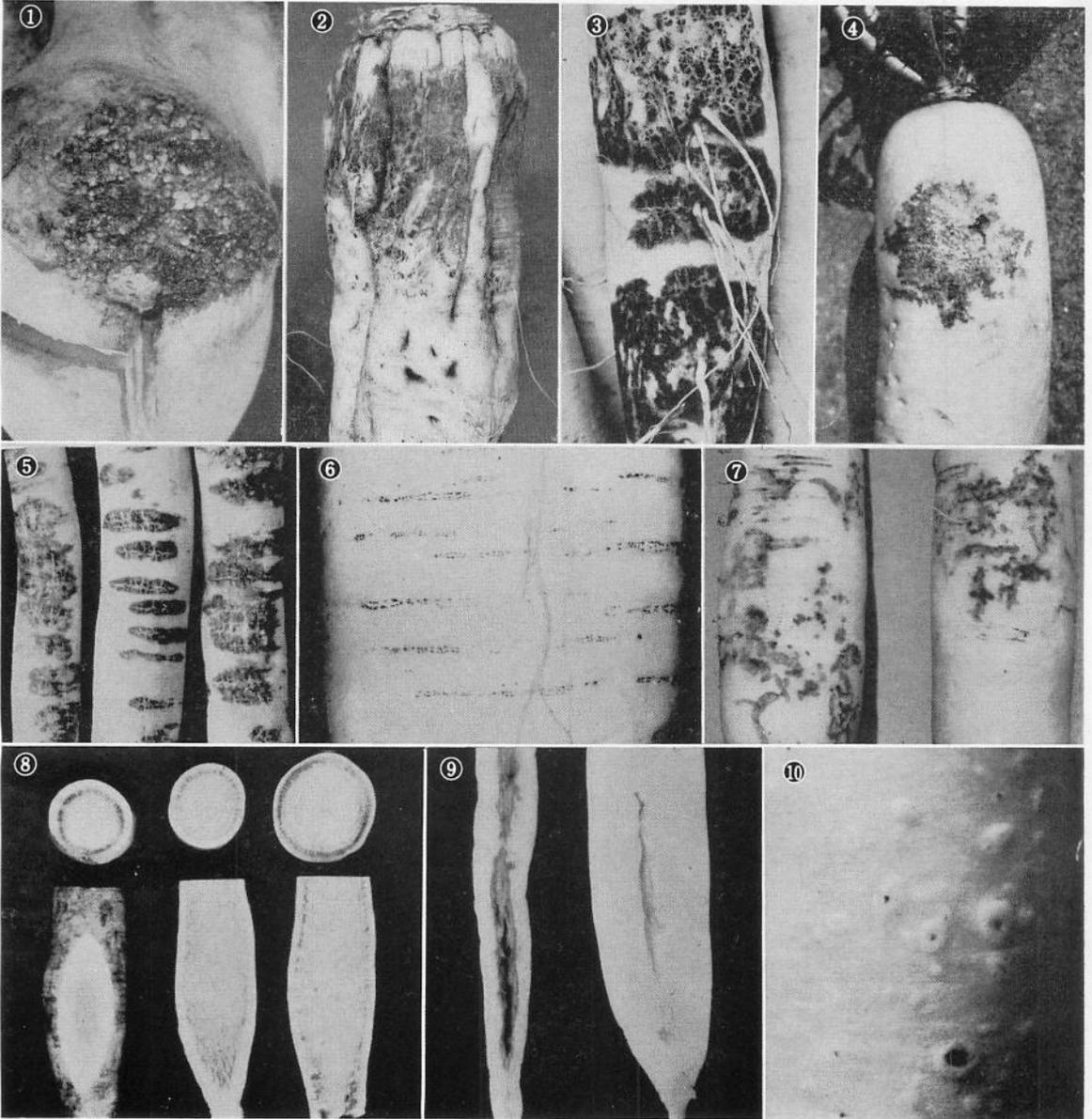
<写真説明>

- ① 利島全景 ② 栽植されたヤブツバキの純林 ③ 全葉を食い尽くされた被害林
 ④ 日没後、叢間から姿を現した成虫 ⑤ 雌成虫 ⑥ 雄成虫 ⑦ 卵塊 ⑧ 終令幼虫

—本文7ページ参照—

ダイコン根部に発生する異状症状の類別

農林水産省野菜試験場 竹内昭士郎・萩原 廣



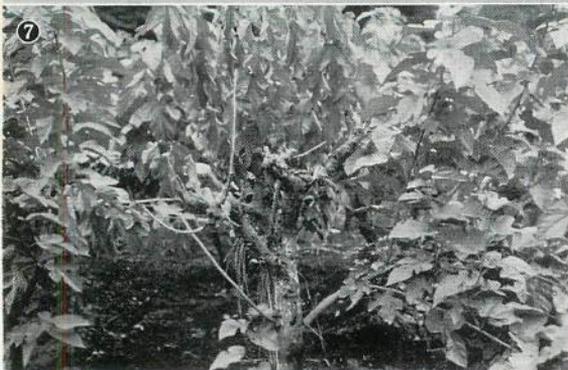
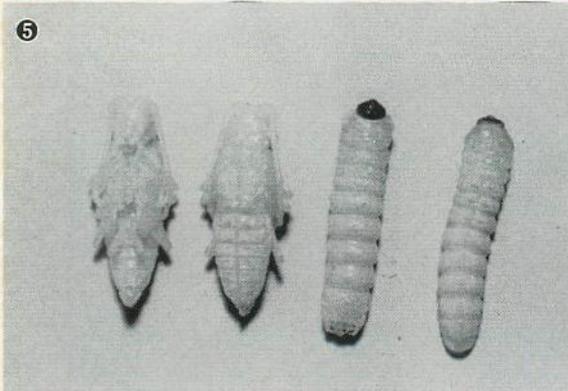
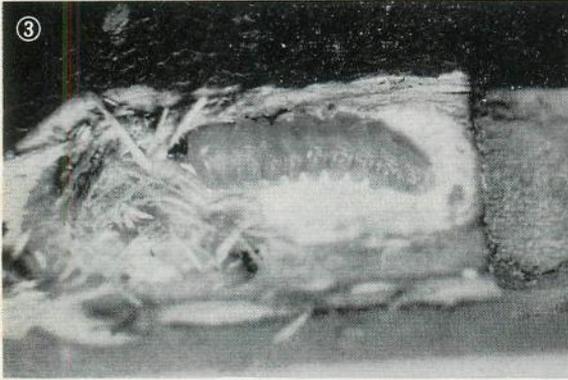
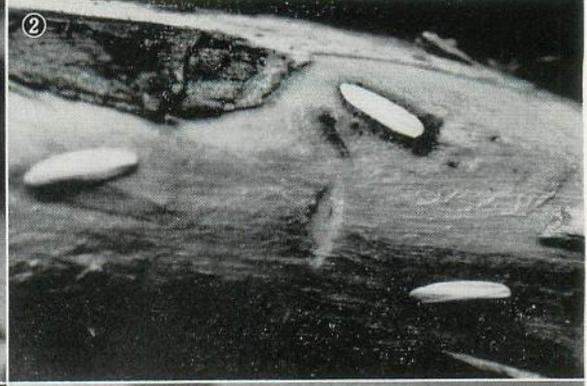
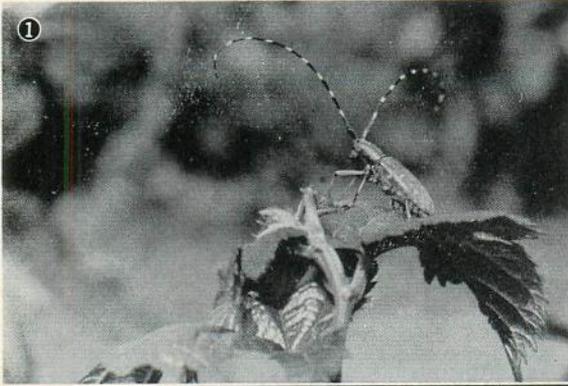
<写真説明>

- ① そうか病 ②, ③, ⑤ 亀裂褐変症 (③からは *Aphanomyces* 菌が検出される) ④ べと病
 ⑥ 横しま症 ⑦ キスジノミハムシによる食害 ⑧ 黒点輪腐病 ⑨ 空洞症
 ⑩ ネグサレセンチュウによる角斑症状

(①, ② 萩原 廣 ③ 宇都宮大学 ④, ⑩ 愛媛県農業試験場 ⑤ 福井県農業試験場 ⑥ 徳島県農業試験場
 ⑦ 田中 清 ⑧ 神奈川県農業総合研究所 ⑨ 群馬県園芸試験場 各原図)

キボシカミキリの人工飼育

農林水産省蚕糸試験場 江 森 京 (原図)



<写真説明>

- ① クワの枝の先端で軟葉を加害する成虫
- ② 枝の表皮の下に産みつけられた卵
- ③ 移した穴の中で生活している幼虫
- ④ 3角フラスコ容器内の無菌人工飼育中の幼虫
- ⑤ 人工飼料で飼育した老熟幼虫と蛹
- ⑥ クワの枝条で飼育している状態、木屑が出ている。
- ⑦ 幼虫の加害によって枯死した桑株

—本文 28 ページ参照—

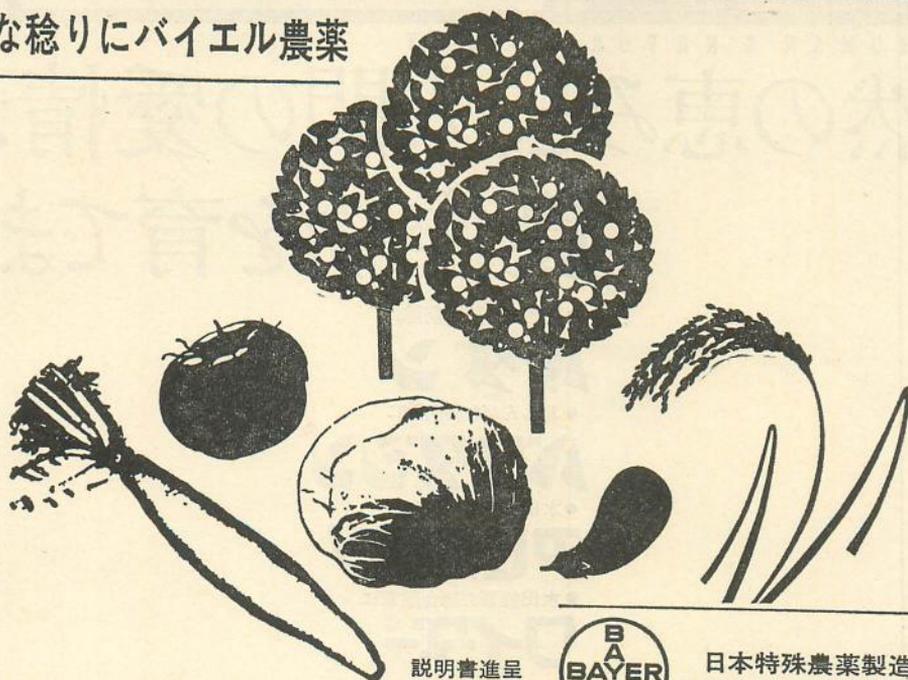
植物防疫

第 32 卷 第 7 号
昭和 53 年 7 月号

目次

沖縄におけるアオドウガネ大発生の原因と対策.....	法橋信彦・長嶺将昭.....	1	
伊豆利島のツバキに異常発生したハスオビエダシヤク.....	{河合省三・阿部善三郎..... 堀口武平	7	
グラフによる害虫密度の簡易推定法.....	塩見 正衛.....	11	
植物病原細菌簡易同定法の試案.....	西山 幸司.....	17	
ダイコン根部に発生する異常症状の類別.....	竹内昭士郎・萩原 廣.....	23	
植物防疫基礎講座			
桑樹を加害するキボシカミキリの人工(無菌)飼育法.....	江森 京.....	28	
<i>Aphanomyces</i> 属菌の見分け方と分離法.....	寺中 理明.....	33	
イネミズゾウムシ東海4県に発生.....	森田 征士.....	36	
明日山秀文, 興良 清, 土居養二氏ら日本学士院賞を受賞.....	北島 博.....	37	
中央だより.....	39	協会だより.....	10
国際昆虫学会議だより.....	40	新刊紹介.....	38
人事消息.....	22		

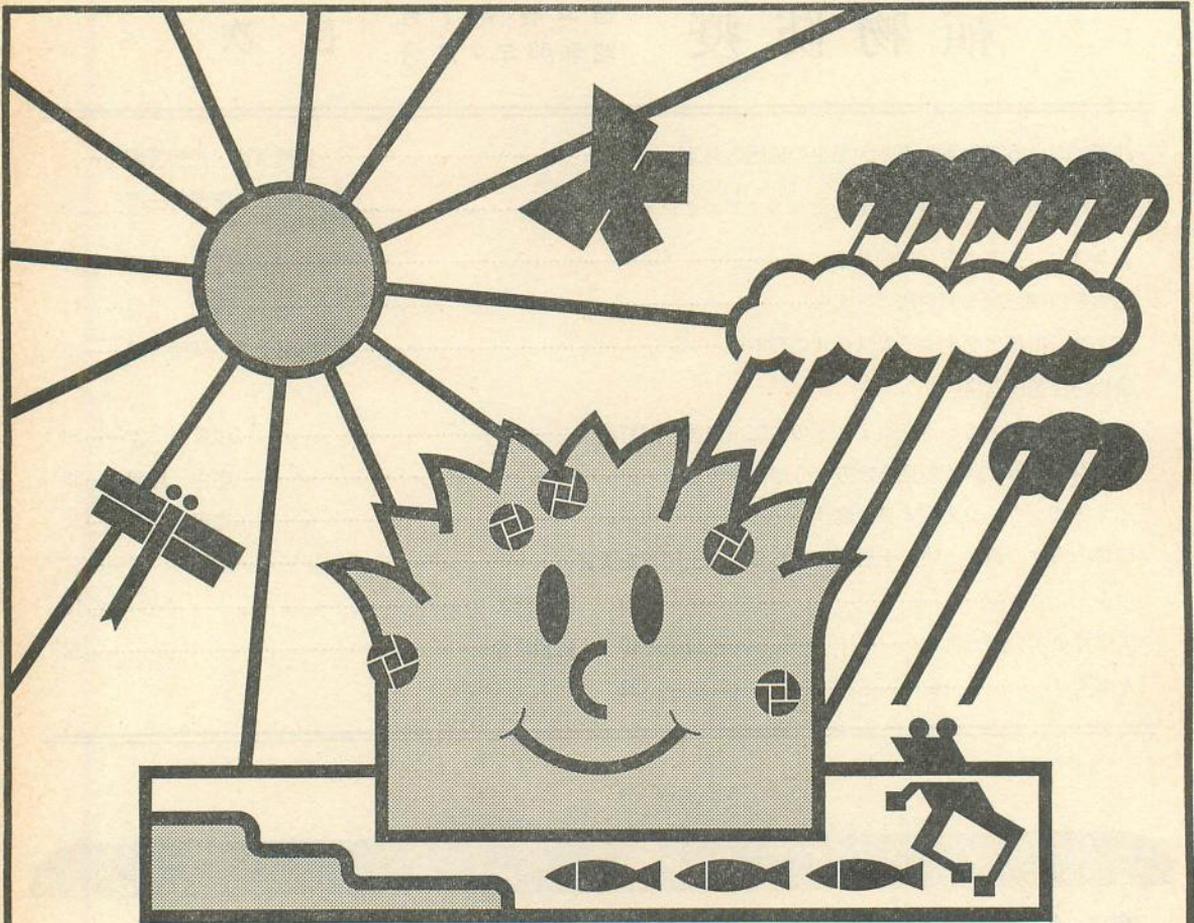
豊かな稔りにバイエル農薬



説明書進呈



日本特殊農薬製造株式会社
東京都中央区日本橋室町2-8 ☎ 103



"HUMAN & NATURE" FIRST

自然の恵みと、人間の愛情が、
農作物を育てます

● 稲害虫の総合防除に

パダン[®]

● 稲もみがれ病防除に

バリダシン[®]

● 水田の中期除草に

アピロサン[®]

● 水田雑草の総合除草に

ワイダー[®]



武田薬品工業株式会社 農薬事業部 東京都中央区日本橋2-12-10

沖縄におけるアオドウガネ大発生の原因と対策

沖縄県農業試験場 法橋信彦・長嶺将昭

1960年代の後半から、本土においては関東以西・四国・九州にまたがる10数県においてコガネムシ類がイチゴ、サツマイモなどの野菜畑や芝地に大発生し防除対策に悩まされている¹⁾。加害種としてはスジコガネ科 Rutelidae のドウガネブイブイ *Anomala cuprea* が最も一般的であり、ヒメコガネ *A. rufocuprea* とコフキコガネ科 Melolonthidae のアカビロウドコガネ *Maladera castanea* がこれに続く。一方、沖縄の基幹作物サトウキビの根や地下茎部を食害する土壌害虫—生活史の大部分を土中でおくる害虫—の大発生のさきがけは、ハリガネムシの1種カンシャクシコメツキ *Melanotus tamsuyensis** とイワサキクサゼミ *Mogannia minuta* である。カンシャクシコメツキは1965年以来、南大東島で大発生し南部一帯のサトウキビ畑を耕作放棄に追い込んだ²⁾。この虫は1972年以来、石垣島・宮古島に被害地域を拡大しつつある。イワサキクサゼミは1965年に石垣島の一部、1967年に本島南部の知念村で大発生したが、その後大発生地域の目覚ましい拡大はみられていない^{3,4)}。本稿で取り上げるアオドウガネ *Anomala albopilosa*** は、1974年に宮古島、本島北部の本部半島の一部と鹿児島県の沖永良部島で大発生した。その後現在に至るまでこれらの島で大発生状態が続いている。

I 大発生原因の考察

本土におけるイネ害虫の研究は戦後における害虫大発生の原因をかなりの程度明らかにした⁵⁾。すなわち、化学肥料と合成殺虫剤の大量使用に支えられた高収品種（穂数型のイネ）の単一栽培が大発生の根本原因である。この栽培体系下でこれまでの害虫と天敵の生息環境が高度に単純化された。殺虫剤は害虫よりも害虫に依存する天敵に強く作用し両者のバランスを不安定にした。高度に単純化された生態系はこれに適応できない害虫を絶滅に近い状態に追い込む一方、淘汰に生き残った限られた種の害虫個体数の爆発をもたらした。ツマグロヨコバイなどがこの代表例である。最近の東南アジアにおけるイネのウンカ・ヨコバイ類の大発生も日本におけるものと本

質において同じである⁶⁾。

伊藤²⁾の指摘によれば、最近における土壌害虫の問題化も世界的な現象である。熱帯・亜熱帯にまたがるサトウキビの栽培地帯において、塩素系殺虫剤 (BHC, アルドリン, ヘプタクロル) の使用禁止後にコガネムシ類の被害が拡大している。沖縄の例もそのようにみえる。しかし、本土の例はそれに当てはまらない。前述のカンシャクシコメツキとイワサキクサゼミの大発生も殺虫剤の土壌施用が続く最中に進行した。したがって、殺虫剤の連用による天敵相の貧困化と個体数の減少が大発生過程に含まれていると考えたほうがよい。実際、イワサキクサゼミの局地的大発生は、アリなどの多食性捕食者からの個体群のエスケープが原因であり、大発生地のクサゼミ密度は種に内在的な機構によって調節されているらしい^{3,4)}。では、天敵類からのエスケープを起こさせた背景は何かというと、それは戦後の沖縄におけるサトウキビの株出し (ratooning) 栽培である。以下、少し立ち入って説明しよう。

1 サトウキビ栽培体系の3段階

サトウキビは8世紀に南支那から沖縄に伝来したが、多少とも本格的な栽培は尚貞王の1640年代からといわれる⁷⁾。多少とも本格的な栽培とはサトウキビが第2次産品（当時は黒糖）として経済価値を持つことである。それ以前はサトウキビは薬用などの目的のために細々と自家栽培されていた。ところが、琉球王朝が薩摩藩に従属した年(1609)から徐々に経済価値を持つようになり、沖縄の産糖は薩摩藩への貢米の約1/3を代用するに至るのである。しかし、自給自足を建前とする旧藩時代において、腐植質の分解が早いやせた土壌を持つ沖縄ではサツマイモの栽培が優先しサトウキビの栽培面積はおのずから限られた。このような状況下で、1693年にサトウキビの作付け反別制限令が出され、これが解除される明治21年(1888)までの約1世紀間サトウキビ栽培は本島北・中・南部の限られた間切（村落）にのみ許された。栽培面積も1640年代の約290haから始まって1,000haを大きく越えることはなかった。

このころの代表的栽培品種は読谷山^{よみたんざん}である。この品種は幾つかの既存品種の中から、当時としては優良な品質と栽培適性を持っていたので、選ばれて広く普及するようになった。読谷山の単一栽培は、この品種が1930年

* 学名の最終結論はでていない。

** 3亜種に分類され、沖永良部島以南のものは *A. a. yashiroi* (オキナワアオドウガネ) とされるが、ここでは便宜上この学名を使用しなかった。

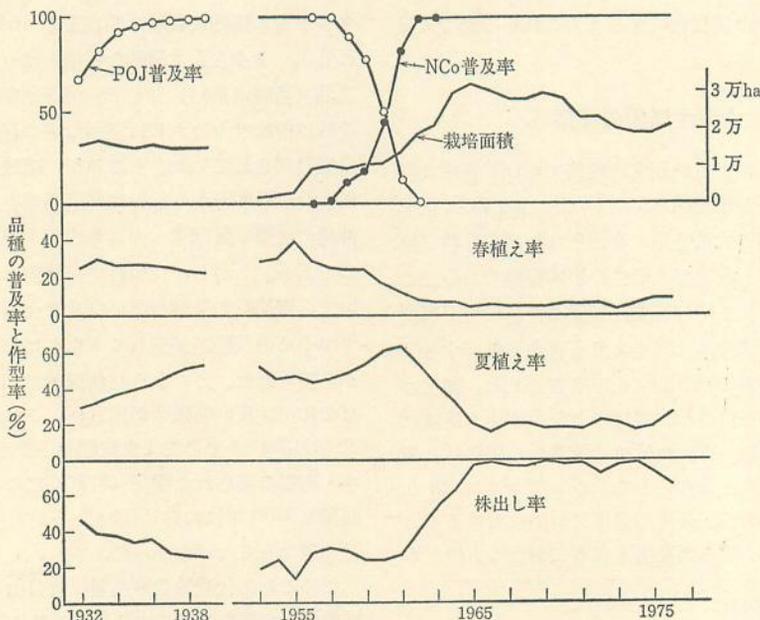
代に入って新品種 POJ 2725 に置き換えられるまで、2世紀以上続いた。読谷山は現在から見ると低収品種に属し、分けつ数が少ない（したがって収穫後の再芽力が弱い）細茎の短い品種である。春植え（4月）を主とし、翌年3月ごろに収穫し更新するという年1回栽培が主流であった⁸⁾。言い換えると、この栽培体系は1年で回転するシステムである。これは1世代の完了に1年かそれ以上を要し増殖スピードの遅いアオドウガネ、カンシャクシコメツキヤイワサキクサゼミなどにとって明らかに不利な環境である。

作付け制限解除(1888)の前後から、砂糖の本土における市場価値の上昇に刺激されて栽培意欲が高まり、大正末期までに読谷山の栽培面積は約2,000 ha から19,000 ha に増加した。この間、宮古島を中心とする宮古郡、石垣島を中心とする八重山郡に読谷山の栽培が奨励された。その結果、宮古では大正末期までに2,400 ha (現在の栽培面積の約1/3強)に栽培面積が増加したが、八重山は500 ha (現在の栽培面積の約1/4)前後にとどまった。古くから稲作を中心としてきた八重山は、また、マラリアの流行地でもあって、この島における栽培面積の増加は第2次大戦後約10年を経過してからである。

低収品種読谷山(反当たり蔗茎収量3~4t)では栽培面積の拡大のみが産糖量を増加させうる。このこととサトウキビ栽培の経済性の矛盾は、新たに反当たり収量の

高い品種の探索と導入・育成に力を注がせた。この過程で、大正末期に台湾から導入されたジャワ実生優良品種 POJ 2725 (以下 POJ と略す) は目的にかなうものであった。POJ は昭和4~9年(1929~34)の間に急速に読谷山に置き換わり普及していった(第1図)。

POJ は太茎で長く、茎の柔らかい品種であるが、分けつ数は読谷山にやや勝る程度で株出し栽培には適さない⁸⁾。イネに例えれば POJ は穂重型品種ということになるろうか。ところが、POJ 時代には従来のキビ苗穴植え法に換わり、モジョバンゲン式整地法といって、深耕と排水を主眼とし、台風による倒伏防止と灌漑に有利な耕作法が用いられ、春植えと夏植え(8月に植え翌々年の2月ごろ収穫)の年2回栽培が可能になった。株出しは春植えのみに限られ、1回株出しして更新するのが普通であった。夏植えは春植えに比べて収量が高かったため、POJ 時代は明らかに夏植え志向型である(第1図参照)。この栽培体系では、春植え、春植え株出しと夏植えの作付け率はそれぞれ約25%、30%及び45%に安定化する。春植えとその株出しの存在期間はそれぞれ1年、夏植えは1.5年であるから、この栽培システムの回転年数は、 $(0.25 \times 1年 + 0.30 \times 1年 + 0.45 \times 1.5年) \approx 1.2年$ であり、読谷山時代とあまり変わらない。読谷山・POJ 時代に土壤害虫が問題化しなかった⁸⁾ 背景には、このように栽培システムの回転年数が比較的短いことを考慮する必



第1図 POJ 品種時代と NCo 品種時代のサトウキビ栽培
(東⁹⁾、池原⁷⁾及び果統計から作成)

要があろう。POJ時代の栽培面積は終戦数年前まで15,000haあたりで安定しており、明治～大正末期の読谷山の反収3~5tに比べて4~7tに増加した。

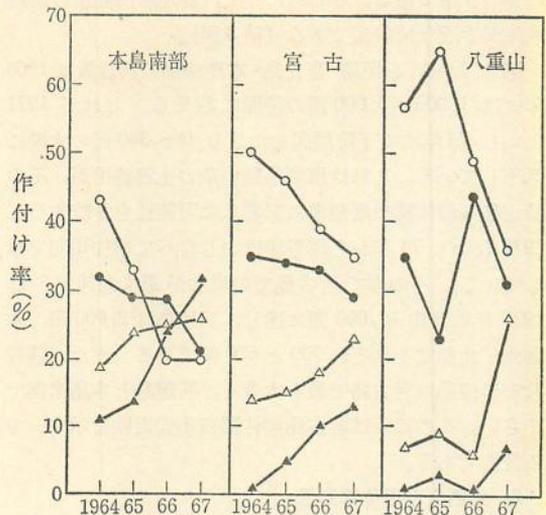
終戦直前の沖縄戦によって沖縄のサトウキビ栽培はほとんど潰滅状態になり、戦後数年の間はキビ畑のイモ畑転換が余儀なくされた。しかし、戦火を免がれた大東島などにおいてPOJの栽培が続けられ、キビ作復興のもとになった。特筆すべきことは、POJに換わる新品種NCo 310(インドのCoimbatoreでの交配品種を南アフリカのNatalで育成したもの)が台湾から導入され、昭和32年(1957)に奨励品種に指定されたことである。

NCo 310(以下NCoと略す)は、まさに戦後本土において普及していった穂数型の高収性イネに例えられる。すなわち、分けつ力が極めて旺盛で、春植え・夏植えともに株出しに適し、茎は固く、茎丈はPOJより短い⁸⁾。化学肥料で地力を保存するなら4回以上の株出しも可能である。戦後約10年を経てNCoがPOJに置き換わる条件は整っていたのである。そして、POJは1957年を境として1962年までの間に完全にPOJに置き換わった(第1図参照)。この置き換わりの間には、夏植え栽培が主流をなし、これに由来する株出しサトウキビが大勢を占める条件がつけられた。

第2図にNCo栽培が定着化した1964年から67年に至る間の本島、宮古島と八重山諸島における1~4回以上の株出し面積率の推移を池原⁹⁾の資料に基づいて示す。これから初年度(1964)の1回と4回以上の株出し面積率には3島間でかなり異なるが、3年後には各回株出し面積率が約25%に収れんしていくのがみてとれる。すなわち、春植え・夏植えに由来する株出しほの更新年数は $1/0.25=4$ 年で株出し回数は平均4回である。このような過程を経て、1967年以降春植え・夏植え・株出しの面積率はそれぞれ約5%、20%及び75%に安定化する。したがって、NCo栽培システムの平均回転年数は、 $(0.05 \times 1年 + 0.25 \times 1.5年 + 0.75 \times 4年) \approx 3.4$ 年である。これは読谷山やPOJの栽培システムに比べて約3倍長くかかるシステムである。このシステムの長命化と戦後における栽培面積の飛躍的増大が合わさって土壌害虫が問題化したと考えられる。

2 島の生物相

伊藤⁹⁾は奄美大島から与那国島にまたがる南西諸島の生物相について島の成立と関連して短い示唆に富む考察を行った。これによると、間水期に海没しその後再出発した成立年代の新しい島、本土からの距離が遠く面積の小さい島ほど生物相(動・植物の種類)が単純であると期待される。この3条件に当てはまるもの一つに南・



第2図 NCo品種時代初期における株出し回数別作付け率の変化
1回株出し(○—○), 2回株出し(●—●), 3回株出し(△—△) 4回以上株出し(▲—▲)(池原⁹⁾より作成)

北大東島があり、大きい新しい島として宮古島がある。これらの島は地形が平坦で、琉球石灰岩に由来するといわれる暗赤色・中～微アルカリ性の細粒質土壌(島尻マージと呼ばれる)でほとんど全島がおおわれている。耕作地はすべて畑地であり、全体に占めるサトウキビの作付け率(蔗作率)は大東島で100%に近く、宮古島では90%に近い。このような島において土壌害虫の問題が特に深刻であることに注目しなければならない。幸い大東島にはアオドウガネは未分布であるが、生態的地位の空白部が残されている可能性が高いこの島にアオドウガネが侵入したならばどうなるであろうか。

II 対策

これまでの考察から、一般に農作物害虫の大発生問題は一つの地域における作物栽培体系と土壌や生物相とのかわり合いを基盤として生じることが明らかである。これらを全体としてとらえる観点とそれぞれの害虫についての個別的な研究の統一が害虫対策の基本であらねばならない。確実にいえることは、亜熱帯の沖縄農業に温帯農業の徹しい効率主義をダイレクトに持ち込むことは長期的な視野から極めて危険であるということである。一般論はさておき、アオドウガネ対策に言及する前に、この虫の密度水準の地域差、生活史と個体群動態について述べる必要がある。

1 密度水準の地域差

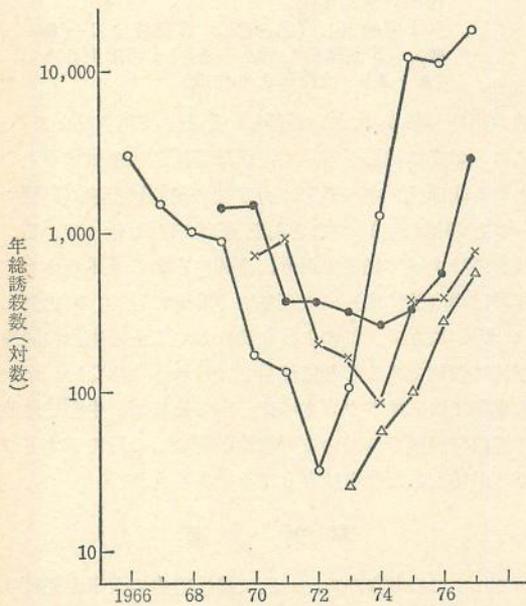
土壌害虫の個体数センサスは労力と時間を費やす苦勞

の多い仕事である。さしあたって、各地域防除所の誘殺成績が手近な情報源である (第3図)。

第3図から、石垣島・宮古島・本島南部の誘殺数は1966年には1,000~3,000頭の範囲に収まる。これが1971ないし73年まで下降傾向をたどり80~300頭の水準に低下している。これは塩素系殺虫剤の土壤施用が、その禁止後も個体群の増殖率に影響した可能性を示唆する。1973ないし74年から誘殺数はおしなべて増加傾向を示している。その中で宮古島での増加が最も急速で、昨1977年には約18,000頭に達し、石垣島は2,900頭、本島南・北部はそれぞれ700と600頭である。また、誘殺数の年変動は宮古島で最も大きく、石垣島と本島南部で小さい。このことは宮古島個体群の不安定性を示す一つの証拠である。

2 生活史と個体群動態

我々は、まず、地上出現後の成虫の存在曲線を示すと



第3図 アオドウガネ成虫誘殺数の年次変化
宮古(○—○), 石垣(●—●), 本島南部(×—×), 本島北部(△—△)

考えられる誘殺数の季節消長から、成虫の地上出現曲線を推定した。この推定のもとになる仮定は、(1) 誘殺数の季節消長は、誘殺燈を中心として成虫の移動距離半径内に存在する成虫数に比例する。(2) 誘殺による捕獲は成虫の自然生存率に影響しない。(3) 成虫の日当たり生存率(K)は一定である。(4) 成虫の地上出現曲線は正規分布に従う。以上の仮定をおくと、MANLY⁹⁾の方法(この方法の解説は伊藤・村井¹⁰⁾にあるので参照されたい)が適用できる。詳細は別に発表の予定で、ここでは1977年の宮古島、石垣島及び本島南部(北部のデータは5月分が誘殺燈故障で利用できなかった)の誘殺データにこの方法を適用して得られた各パラメーターの推定値を示す(下表参照)。

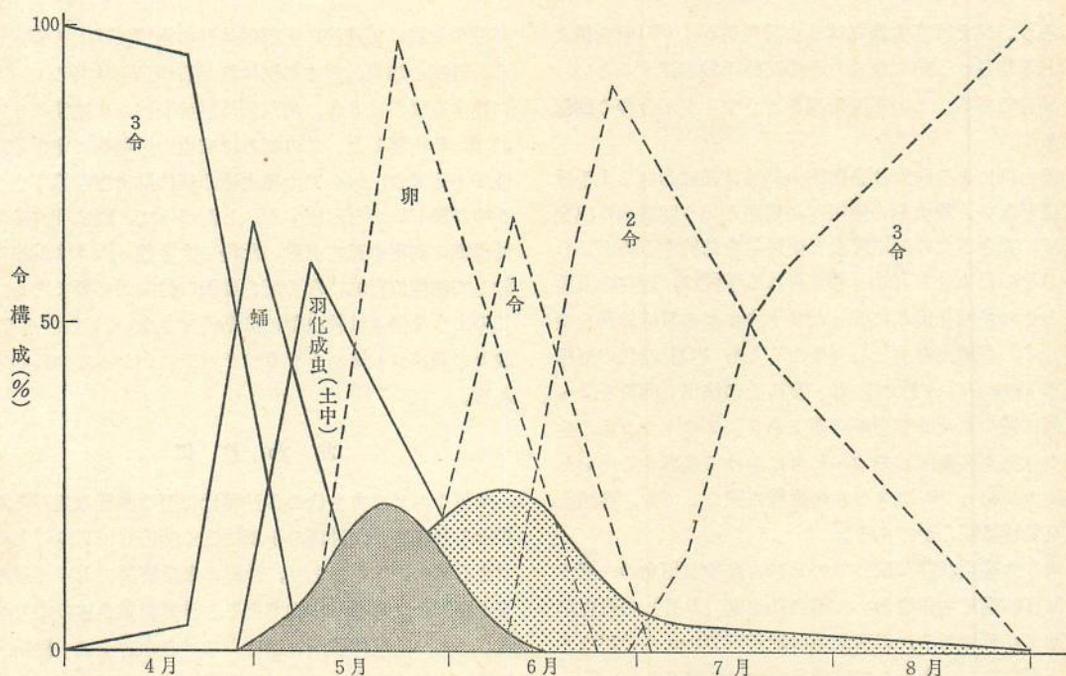
50% 成虫出現日(μ)の推定値は石垣島が最も早く5月18~19日、次いで宮古島が5月24~25日、本島南部は5月31日で最も遅い。これらの推定値は野外ケージを用いて調べられた宮古島と本島南部の結果とほぼ一致している。50%出現日のばらつきを示す標準偏差(σ)の値は、石垣島・宮古島が8~9日であるのに対し、本島南部は14日でかなりだらだらと出現することが示唆される。 N_0 は成虫の移動半径内で出現した成虫の相対密度を示すと考えられる。本島南部の N_0 は423頭であり、これを基準にとると石垣島はその約4倍、宮古島は47倍である。 N_0 の値で注目されたことはそれらが各地の年間総誘殺数に近い値を示すことである。成虫の日当たり生存率(K)や平均寿命(L)は N_0 に反比例する傾向を示した。その他の年についての若干の検討例にもこのような傾向がみられ、成虫の生存率や寿命は密度依存的に変化する可能性が示唆された。

第4図に沖縄県農業試験場八重山支場(在石垣島)の山岸らによる掘り取り調査(1976年4月~1977年12月、月1~2回調査)の未発表データに基づいて令構成の季節的变化とMANLY⁹⁾の方法から推定した成虫の地上出現曲線及び平滑化した誘殺曲線を示す。これから、アオドウガネは3令幼虫で越冬し、3令幼虫の蛹化ピークは4月30日;土中における成虫の羽化ピークは5月10

MANLY⁹⁾の方法を適用して得られた各パラメーターの推定値 (説明は本文参照)

地 域	出現 50 % 日 μ	標 準 偏 差 σ	日当たり生存率 $K=e^{-\theta}$	平 均 寿 命 $L=1/(1-K)$	相 対 密 度 N_0
石 垣 島	5 月 18~19 日	9 日	0.958	23.9 日	1,451
宮 古 島	5 月 24~25 日 (5 月 4~5 半旬)*	8 日	0.935	15.3 日	19,942
本 島 南 部	5 月 31 日 (6 月 6 日)*	14 日	0.961	25.3 日	423

* 野外ケージで得られた値。宮古島の場合は原野に設けたケージの結果も含む。



第4図 石垣島におけるアオドウガネ令構成の季節的变化

実線は越冬世代, 点線は増殖世代を示す. 濃く画いた曲線と淡色の曲線部分, それぞれ成虫の地上出現曲線と誘殺曲線を示す (本文参照).

日;地上出現のピークは5月18~19日;産卵, 1令及び2令幼虫のピークはそれぞれ5月26日, 6月12日及び6月27日ごろである。このうち注目されることは, 土中における羽化ピークと地上出現の50%日に約1週間~10日のずれがあること, 成虫の存在曲線(誘殺曲線)に比べて一つのほ場での産卵はかなり斉一的であることである。

我々の飼育実験から, 現在までに蛹と卵・1・2令幼虫についてはそれぞれの温度恒数と発育零点が得られている。3令幼虫には摂食期(体色は乳白色)と非摂食期(体色は輝黄色)が区別される。白色3令幼虫の黄色化は11月中旬ごろから翌年4月にかけてかなりだらだらと起こる。石垣島・宮古島の50%黄色化の時期は1月中旬ごろである。また, 予備的な実験からは, 白色幼虫の黄色化は加温によって促進され, 逆に黄色期は加温によって長引き低温処理後の加温によって短縮されるようである。これらの結果はFUJIYAMA & TAKAHASHI^{11,12)}がドウガネイブイで得た結果と似ており, 3令黄色期は休眠ステージと思われる。しかし, ドウガネイブイに比べると相対的に休眠が浅く, 休眠強度の変異幅も広いように思われる。

3令幼虫期における休眠の介在や土中で羽化する成虫の静止期間などの問題があって, 積算温度法則だけから

各発育段階の季節的推移を予測するのは現状では難しい。しかし, 前述した成虫の地上出現日の推定値と温度との関係, 更には成虫の摂食植物(ガジュマル, モンパノキ, テリハクサトベラ, ソウシジュ, テリハノブドウなどが好まれる)と産卵場所との巡回移動, 寿命と産卵数などの実態に迫ることによって発生時期の予察が可能になるであろう。

3 密度の管理

経済的に被害が許容できる水準以下に害虫密度を維持する方策が密度の管理である。アオドウガネの場合, この被害許容水準を何によって定めるかは難しい問題である。大発生地の宮古島の場合, 分布土壌の性質と気象条件によって他の島に比べてよりしばしば早ばつに見舞われやすい。したがって, 同じ幼虫密度でも宮古島と石垣島, 石垣島と本島では被害の現れ方に違いが生ずるからである。事実, アオドウガネの大発生といわれる1974年の成虫誘殺数は約1,300頭に過ぎないのに被害が出て騒がれたのである。この現象の底には密度依存的な産卵数の増加に伴う幼虫数の増加の可能性及びこれと気象条件などが複雑にからみあっていると考えられる。極言すれば, 成虫誘殺数が1万頭を越える場合でも被害が大きくない年があって不思議ではない。しかし, それぞれの地域特性に応じて被害の許容水準を一応定めておく必要が

あろう。例えば宮古島では成虫誘殺数が1,000頭を越えると予想される時になんらかの防除手段を講ずるといった具合である。この密度予測をどうするかが今後の問題である。

殺虫剤による防除は農作物の栽培体系における1手段に過ぎない。殺虫剤の使用は必要悪という認識から出発して、できるだけ使用濃度と使用量を節約するのが正しい。そのため最も有効と考えられる手段は、現在の夏植えとその多回株出しに偏ったサトウキビの栽培体系を変更して、春植えを主とし(少なくともPOJ時代の春植え率25%ぐらいまで)、春・夏植えの株出し回数を2~3回に減少させる努力が必要である。アオドウガネの生活史(第4図参照)や2~4月にかけて産卵するといわれるカンシャクシコメツキの生態に照らしても、春植えの有効性は明らかである。

現在大発生状態が続いている宮古島や石垣島の一部では被害回避に主眼をおいた若令幼虫期(6月)の殺虫剤防除が必要である。若令幼虫は地表下20cmまでにほとんどが分布し、主として腐植質を食べて发育している。これに対して3令幼虫は20~40cmの深さに潜ってサトウキビの根茎を活発に摂食する。当農業試験場の照屋・外間の試験(投稿中)によれば、3令幼虫の殺虫効果に必要なMPP乳剤500倍液の反当たり1,800l施用が、若令期では1,000~1,500倍の濃度で効果が期待できる。若令期防除のもう一つの利点と考えられるのは、石垣島で場所によっては40~50%の高率寄生を3令幼虫に対して示すヒメハラナガツチバチ *Campsomeris annulata* の寄生活動に与える直接害が回避できることである。

ヒメハラナガツチバチの成虫は石垣島で多くみられるが宮古島では現在まで非常に少なく、アオドウガネ3令幼虫に対する寄生率も0に近い。このハチの成虫は寿命の維持と卵巣の発達に花蜜が必要である。したがって、訪花植物相を調べてこれらを豊富に存在させる必要がある。

我々は、4ページの表に示す成虫の生存率と寿命に基づき、成虫の産卵数(最高約40と仮定)に密度依存性を与え、三つの地域の成虫密度が毎年増えも減りもしない(世代増殖率が1)時に必要な卵~成虫羽化までの全死亡率を試算した。その結果、大発生の宮古島ではこの死亡率が93.6%、石垣島と本島南部ではそれぞれ95.6%と96.2%であった。これは単なる試算値であるが、アオドウガネは土中に住む間にかかなり高い死亡にさらされていると考えてよい。宮古島個体群の死亡率を本島南部の個体群の死亡率に高め(2.6%の死亡率の付加)、毎年この死亡率が維持されるとすると、宮古島個体群は毎

年減少し続けて最後に南部個体群の密度に達して安定する。計算の結果、宮古島個体群が石垣島個体群のレベルに達するまでに9年、南部個体群のレベルに達するまでに35年を要した。このことは成虫の産卵数に密度依存性がある場合、いかに大発生地の個体群密度を低下させるのが難しいかを示唆する。したがって、既に卵~2令幼虫期に高率の死亡が働いた後に生き残った3令幼虫に対して密度依存的に働く死亡要因の付加が必要である。このような働きは殺虫剤には期待できない。したがって、我々の期待はヒメハラナガツチバチにかかっているのである。

おわりに

サトウキビは古生代から沖積世に至る多様な岩石と地層から形成された沖縄の土壌に広く適応して育つことのできる唯一の作物であり、沖縄の農業経済において最も安定要因となりうる作物である。沖縄農業全体の中でサトウキビの栽培体系がいかにあるべきかを土壌・肥料・栽培・育種・病害虫、更には農業経済の専門分野を合わせて検討すべき時にきていると痛感される。この稿を終わるに当たり研究上の便宜をいろいろ与えていただいた伊藤嘉昭氏をはじめとするミバエ研究室の方々、野外調査データを提供していただいた八重山支場の山岸正明氏、統計資料の収集に協力いただいた発生予察研究室の宮良安正氏、沖縄のサトウキビ栽培についていろいろ御教示いただいた作物部・化学部の方々、数学モデルの検討に参加していただいた村井実氏に感謝する。

引用文献

- 1) 土壌害虫コガネムシに関するシンポジウム講演要旨(1977): 日本植物防疫協会: 1~68.
- 2) 伊藤嘉昭(1975): 科学 45(8): 468~476.
- 3) ITO, Y. & M. NAGAMINE (1974): Appl. Ent. Zool. 9: 58~64.
- 4) ——— & ——— (1978): Res. Popl. Ecol. 19: 141~147.
- 5) 深谷昌次・桐谷圭治(編)(1973): 総合防除 講談社
- 6) Otake, A. & N. HOKYO (1976): Shiryo(TARC) No. 33: 1~64.
- 7) 池原真一(1969): 沖縄糖業論 琉球分蜜糖工業会 1~280.
- 8) 東清二(1977): 琉球大農学部学術報告 24: 1~158.
- 9) MANLY, B. F. J. (1974): Oecologia (Berl.) 15: 227~285.
- 10) 伊藤嘉昭・村井実(1977): 動物生態学研究法(上巻) 古今書院
- 11) FUJUYAMA, S. & F. TAKAHASHI (1973a): Mem. Coll. Agr. Kyoto Univ. No. 104: 23~30.
- 12) ——— (1973b): ibid. No. 104: 31~39.

伊豆利島のツバキに異常発生したハスオビエダシヤク

東京都農業試験場 か河 わい合 しょう省 そう三
 東京都農林緑政部 あ阿 べんざぶろう部 ほりぐち善三郎・堀口 ふへい武平

利島は伊豆七島の一つに数えられる島で、大島の南方約 20km にあり、総面積 419ha、ほぼ円形で、標高 508 m の宮塚山を中心に、摺鉢を伏せたような形をしている(口絵写真①)。島の約半分にあたる 192ha は階段状に整地され、古くからツバキ油の生産を目的としたヤブツバキが植栽されている(口絵写真②)。同島のツバキ油は品質、産額とも伊豆七島随一と言われ、島の重要な産業となってきた。

ところが 1972 年、ハスオビエダシヤクが異常発生し、約 50ha にわたってツバキは葉を被害され、激発地はあたかも冬木立のような観を呈するに至った(口絵写真③)。大発生は更に 73, 74 年と拡大の一途をたどり、ツバキ油の生産は激減して、利島村の経済は壊滅的な打撃を被ることとなった。

そこで、本種の異常発生の対策を講ずるに当たり、生活史、習性などの調査が行われることとなった。利島はまわりを絶壁で囲まれており、伊豆航路の本船を接岸できる港がなく、交通の便は極めて劣悪で、必ずしも十分な調査はなし得なかったが、とりあえず被害状況及び防除の経緯と併せて調査の概要を報告したい。

調査に当たっては農林省農業技術研究所服部伊楚子技官、農林省北海道農業試験場長谷川 仁技官、利島村役場梅田義治氏、東京都農林緑政部大西邦彦林務課長はじめ関係各位の御協力を得た。

I 生活史と習性

1 分布

ハスオビエダシヤク *Descoreba simplex* (BUTLER) はエダシヤク亜科に属するシヤクガの一種で、旧北区北部に広く分布し、日本では本州、四国、九州から知られている(井上, 1959)。利島からはこれまでに採集された記録はないが、利島での調査例が乏しいうえに、成虫の出現期が春先の 1 回だけであるため、発見される機会が少なく、利島に土着のものであったか、近年外部から侵入したものは明らかでない。しかし、伊豆七島では 1921 年から 23 年にわたって大島のツバキに多発したことが知られており(矢野, 1923)、また、本州にも広く分布することからみても、以前から利島に生息していた可能性が強い。

2 成虫の形態

成虫は開張 40~50 mm、雌の前翅は雄に比して細長く、翅頂は鋭く突出するが、雄では突出しない。触角は雌は糸状、雄では歯齒状となる。前翅は雌雄とも淡褐~淡黄褐色で、一面に暗褐色の小斑点が散在し、翅頂より前翅後縁の中央部へかけて 1 本の暗褐色の斜線があり、和名の由来となっている(口絵写真④, ⑤)。

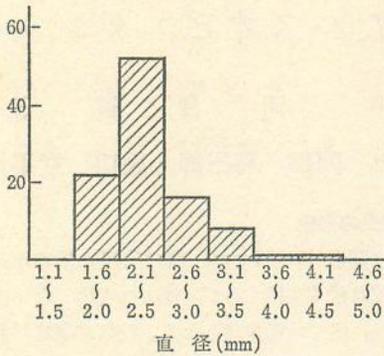
3 生態

羽化期は 4 月上旬から下旬にかけて約 1 か月にわたり、発が最盛日は 75 年:雌 4 月 18 日, 雄 17 日, 76 年:雌 4 月 15 日, 雄 14 日, 77 年:雌 4 月 14 日, 雄 7 日、発生の山は雄のほうがわずかに早い。

羽化は日没 1~2 時間後より始まり、3~4 時間後に最高となる。羽化して地中より脱出した成虫は、付近の草本などによじ登り、翅の展開を待つが、同時に雌は性誘引物質を放出して雄を誘引し、翅の展開しきらないうちに交尾する個体も多い。羽化した成虫は、日中は叢間や地表近くの葉裏などに静止しているが、日没とともに草本上に姿を表し、雄は活発にランダムフライトを始める。成虫は雌雄とも走光性はなく、夜間活動中の個体も、光を当てると直ちに静止してしまふ。交尾、産卵は夜間に行われ、午後 9 時以降に産卵中の個体が多くみられる。雌は交尾後およそ 3 日を経て産卵するが、未交尾の雌は大部分産卵しないで斃死する。

卵は広卵形で、小枝に環状に整然と産み付けられ、通常、全卵を 1 卵塊に産下される(口絵写真⑥)。1 卵塊当たりの卵数は 75 年の調査では 22 卵塊の平均で 597±110 個、最高 846、最低 396 であった。しかし、串田(1973)の 73 年における調査では、雌成虫の抱卵数が最高 474、最低 195、11 頭平均で 292 個と極めて少ない。この卵数の相違が本種の大発生につながる相変異の存在を示唆するものかどうかは明らかでないが、興味深い。

産卵の行われる小枝の太さは 100 卵塊の平均で直径 2.4±0.44 mm で、第 1 図に示すように 2~2.5 mm に集中しており、5 mm を越える枝や幹、葉面などへの産卵はみられない。産卵部位は樹冠部の小枝の先端、特に枯枝に多く、生きた枝への産卵は少ない。樹種別にみると、産卵はツバキに最も多いが、その他多くの雑多な樹木にもみられ、産卵に適した形状の小枝であれば、食餌



第1図 産卵された小枝の太さのヒストグラム

植物とは無関係に行われる。このことは、ふ化幼虫の移動・分散と密接に関係しているものと考えられる。

卵塊の林内分布をみると、階段状のツバキ林の林縁部や道路に面した樹に多く(下表参照)、こうした樹では一般に外部に露出した枯枝が目立つことと関係が深いように思われる。特に、近年開設された道路によって樹林が截断された所などは、樹冠部にこうした枯枝の露出が著しい。

卵塊の地点別密度及び林内分布 (1974年)

調査地点*	卵塊数 (1樹当たり)				
	林縁	中央	奥	平均	
72~74年	A	34	2	11	15.7
連続激害地	B	57	7	15	36.3
73~74年	C	7	4	2	4.3
連続激害地	D	36	8	22	22.0
74年激害地	E	5	1	0	2.0
	F	6	0	—	3.0
74年中害地	G	1	1	0	0.7
	H	3	2	—	2.5
74年微害地	I	0	0	0	0
自然林**	K	0	—	—	0
	L	6	0	—	3
計		149	55	50	—
平均		13.5	5.5	7.1	—

* A~L: 第2図参照

** スダジイ、タブなどを主体とした常緑広葉樹林中のヤブツバキ

卵は16°Cで18日内外でふ化し、幼虫はふ化と同時に糸を吐いて下垂し、風で分散する。分散の距離は10m以上に及び、幼虫は食餌植物の新芽や若葉にたどりつき、葉縁部などに虫体を斜めに立てて定着する。しかし、多くの個体は定着に失敗して餓死するため、通常、この時期の死亡率は極めて高いことが予想される。

幼虫はふ化直後から全く集合性を示さず、飼育試験の

結果では、密度の増加は幼虫の発育に競争的に働いていると考えられる。幼虫は6令で終令となり、体長は60mmに達し、6月上~中旬に老熟する。終令幼虫は淡黄~灰黒色の地に黒色と淡褐色の不規則な斑紋を密布し、全体として灰褐色を呈するが、低温で飼育した個体は黒化し、高温では淡色となる。また、単独で飼育すると赤褐色を帯び、温度と飼育密度の二つの要因は互いに独立した体色発現機構に作用していると考えられる。

老熟した幼虫はしだいに体が短縮し、蛹化のため地上に降下するが、多くの個体は葉柄部をかじって葉とともに落下する。地上に降りた老熟幼虫は更に短形となり、シャクトリムシ型の歩行から、いわゆるイモムシ型の歩行へと変化し、土中へ深さ10cm内外潜入する。土中へ潜入した幼虫は1~2日で薄い繭を作るが、繭内でかなり長期間前蛹態で経過し、20~30日後に蛹化、休眠して越冬する。休眠は5°C、80日間の処理で完全に打破されるが、40日間では十分に打破されない。

4 幼虫の食性

幼虫の食餌植物の範囲は極めて広く、ツバキのほか、クリ、スダジイ、ヤマグワ、コブシ、シロダモ、サイカチ、アカメガシワ、ウンシュウミカン、ムクゲ、アオギリ、モッコク、ヒサカキ、ミズキ、カキ、トウネズミモチ、ヒイラギモクセイ、サンゴジュなど、針葉樹を除く雑多な植物で良好に発育できる。しかし、ツバキをはじめ、成葉が固くなる常緑樹類では、若令のうちには新芽や展開後間もない若葉のみを食し、固くなった旧葉は摂食することができない。若い未展開葉ではわずかな食害痕も展葉とともに拡大したり、奇型となったりして被害が一層著しい。

II 利島における異常発生の推移と防除の経緯

1972年の初発生地は標高300~350m付近で、ほとんど着葉を残さない激害地域約20haを中心に、被害面積は約50haと推定された。この年、被害に気付いたのは幼虫が老熟して大部分土中へ潜入した後で、既に対策を講ずる術はなかった。

翌73年4月の羽化期には、島内全域におびただしい数の成虫がみられ、島民はわらをもつかむ気持で成虫の捕殺や乾電池を用いた誘が燈による誘殺などを試みたという。ふ化は4月下旬ごろより始まったが、利島では山野に自生するヤマグワで原繭蚕の飼育が行われており、この上簇(5月末)後でなければ殺虫剤の散布ができないという制約があったため、幼虫の発育が進んだ6月2日に至って、多発地100haにMEP2%粉剤がヘリコプタで散布された。しかし、発生は74年にも衰えをみせ

ず、引き続き散布面積を 200ha に拡大して防除が実施されたが、被害を減少させることができなかった。

筆者らは 74 年 7 月下旬に現地調査を行い、初発生の 72, 73 年の被害発生地域を聞き取り調査により推定し、74 年の調査と併せて異常発生の推移を検討した(第 2 図)。その結果は図からも明らかなように、72 年以来、大発生が漸進的に拡大してきたことがうかがわれる。このように、本種が漸進大発生型の害虫とみられることから、異常発生を正常密度に低下させるためには、生態系への影響を考慮しつつも、75 年の幼虫発生期には薬剤散布による密度低下を図らざるを得ないと判断した。

終令幼虫を用いた殺虫剤の効果試験の結果、イソキサチオン剤及びメチルイソキサチオン剤は卓効があり、DMTP 剤も効果の高いことが判明した。一方、DEP 剤は効果がやや劣り、MEP 剤は少なくとも終令幼虫に対しては効果が期待できなかった。しかし、薬剤散布は地形的にも労力的にも、ヘリコプタ散布に頼らざるを得ないので、人畜毒性、生態系への影響などの点で、低毒性で分解の早い DEP 4% 粉剤を用いることとし、一部、補完的な地上散布にメチルイソキサチオン剤を用いた。空中散布は、集落地域、山頂部及び中腹の「自然林」地域など、可能な限り散布除外地域を設け、ツバキ林地帯 230ha を対象に 1ha 当たり 40 kg を 5 月上旬から下旬にかけて 3 回実施した。

薬剤散布の結果、前年、完全に着葉を失っていたツバ

キも不定芽を吹き始め、75 年 7 月の調査では、全島が緑を取り戻しつつあることが確認された。しかし、部分的には前年同様に激発した所や、食害の目立つ地域が約 30ha 認められた。そこで、76 年にも引き続き防除を実施することとし、規模を縮小して 200ha を対象に、前年同様の空中散布が 1 回行われた。しかし、幼虫のふ化時期が標高によってかなり異なっていたため、散布時の気象条件には恵まれたものの、1 回みの空中散布では十分な効果が得られず、被害面積は激害から軽害まで合わせて約 80ha と、前年よりもかえって増加した。77 年には再び規模を拡大し、230ha を対象に前年同様の空中散布 1 回に加え、動力散粉機による地上散布を 2 回、延べ 690ha の防除が行われた。ヘリコプタ散布時の気象条件は極めて良好で、動力散粉機による防除も適期に実施され、77 年の防除は極めて高い効果をおさめ、ほとんど被害を認めない状態に復した。また、9 月における蛹の生息密度の調査結果も、前年に比して極めて低く、防除計画は一応の成果を達成したことが確認された。

III 死亡要因と異常発生の原因

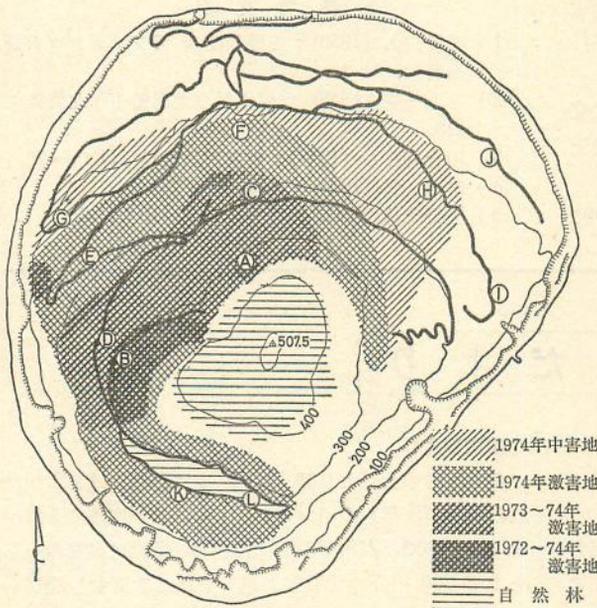
1 死亡要因

1974, 75 の両年にわたって、卵及びふ化後の卵殻を調査したが、卵寄生蜂などの天敵に侵されたものは 1 例も見いだされなかった。また、不受精卵や不ふ化卵も全く観察されず、卵期の死亡率は極めて低いものと思われる。

一般に卵塊で多数の卵を産むりん翅目昆虫においては、発育初期に高い死亡率をもつ生存曲線を示すといわれる。本種の場合においても、ふ化幼虫の分散がいわゆる“風まかせ”で行われるため、大部分が食餌植物への定着に失敗して餓死するものとみられ、この時期に極めて高い死亡率をもっていることは疑いない。定着後の死亡率は、飼育実験の結果では極めて低く、おそらく野外においても定着後の幼虫の非生物的要因による死亡率は低いものと思われる。

幼虫期における寄生性の天敵は確認されていないが、75 年 10 月に採取した蛹からはヒメバチ科の *Trachysphyrus* sp. (寄生率 0.7%) が羽化した。串田 (1973) は上記のヒメバチと同種と思われる寄生蜂 (寄生率 2.6%) のほか、黒きょう病菌と黄きょう病菌など(発病率 6.2%) を蛹から分離している。しかし、これら寄生蜂や病原菌の寄生率は低く、大発生時に果たす役割は期待できないと思われる。

異常な大発生を起こす多くのりん翅目昆虫に



第 2 図 被害地域の変遷 (1972~74 年)

A~L: 1974 年, 卵塊密度調査地点

おいては、大発生期の末期に多角体病ウイルスなどの伝染病が流行して終結するのが特徴であるといわれている(藍野, 1958 など)。しかし、これまでのところ、本種にはその徴候は見いだされていない。

幼虫の捕食性天敵としては、幼虫の発生時期からみて、若令では徘徊性クモ類が、中令以降は鳥類が有力なものと推定される。そこで、クモ類による捕食の役割を知るため、立川市の農業試験場構内に栽植されているツバキ(樹高約 2.5m) から、ピーティングによって得られた徘徊性のクモ類を用いて捕食の実験を試みた。採集したクモは1頭ずつ径 15cm、深さ 10cm のプラスチックポットに放し、ミズキで飼育した 2~3 令幼虫(体長 10~12 mm) を 10 頭ずつ食餌植物とともに入れ、24 時間ごとにクモによる捕食数を調査した。調査時には毎回捕食された数だけ幼虫を補い、1ポット当たり常に 10 頭になるようにした。その結果、数種のクモ類による捕食が観察されたが、なかでもワカバグモによる捕食は顕著で、1日最高 8 頭、5日間で 31 頭に及び、若令幼虫期にはこれら徘徊性クモ類が天敵として果たす役割の大きいことがうかがわれる。

また、5月下旬、立川市の農業試験場構内に栽植されているツバキに 4 令幼虫を 40 頭放飼したところ、7日後にはわずか 9 頭となり、16 日後には絶滅した。一方、同一の樹の 1 枝をナイロンゴースの袋で覆い、捕食性天敵から隔離したものは、16 日後にも全く減少がみられなかった。捕食の現場は確認していないが、放飼個体の死亡要因は主として天敵による捕食であろうと思われる。

成虫は出現期が短いうえに、羽化後短時日のうちに交尾、産卵を終えるため、成虫の産卵前期間には有力な天敵は存在しないとみてよいだろう。

多食性捕食者は特に潜伏発生時の個体群の密度抑制に

有効に働くことが知られており、本種でも、平常はクモや鳥類による幼虫の捕食が密度抑制に果たす役割が大きいものと考えられる。

2 異常発生の原因

以上のように、本種は 1 世代のうちで、ふ化幼虫の分散期に非生物的要因によって最も大きく個体数が減少する。そして、この時期の死亡率は気象条件や産卵場所と食餌植物の状態などによって大きく左右され、その後の個体群密度に大きく影響する。

利島における異常発生の原因については、まだ調査が十分でなく、明確な結論を下し得ないが、①：なんらかの原因—林道開設などに伴って、産卵に適した枯枝が、ある地域に豊富に存在したことなど—によって卵塊密度が高まったこと、②：気象条件あるいは虫の内的変化によって、幼虫のふ化とツバキの新芽の展開との同時性が強まったこと、これらの要因によって、定着幼虫の密度が捕食性天敵の捕食能力の限界を超えるまでに急激に高まり、天敵の働きは密度逆依存的となって、漸進的な大発生をみるに至ったものと想像される。

3 年にわたる薬剤防除は、一応の成果を得たものの、本種の生態的特性から推察して、一定の条件が揃えば再び大発生が繰り返される危険性ははらんでいる。したがって、今後の生息密度の推移には十分注意するとともに、常時、敏速かつ的確な防除が実施できるよう行政措置を講じておくことが必要と思われる。

参考文献

- 1) 藍野祐久 (1958) : 応動昆虫 第 2 回シンポジウム講演要旨 1~4.
- 2) 井上 寛 (1959) : 原色昆虫大図鑑 I 北隆館 : 218.
- 3) 河合省三ら (1977) : 東京農試研報 11 : 3~24.
- 4) 串田 保 (1973) : 森林防疫 22 : 18.
- 5) 矢野宗幹 (1923) : 林学会雑誌 19 : 1~10.

協会だより

— 本 会 —

○編集部より

53 年 5 月に新しく登録された農薬及び 4 月に登録された新剤型の農薬の紹介記事はいずれもありませんので、本号は休載です。

○出版部より

前 5 月号協会だより欄 42 ページに記載の『日本植物防疫協会 25 年』のパンフレットは、まだ在庫の余部がありますので、御希望の方は送料及び印刷代実費の一部として 300 円分の切手をお送りいただけますと発送いたします。

グラフによる害虫密度の簡易推定法

農林水産省農業技術研究所物理統計部 しよ
塩 み
見 ま
正 え
衛

個体群の大きさや密度を推定することは動物の野外研究の第一歩である。しかし、現状では、動物の数を1頭1頭数えるのに、多大の労力を費している。そのため、個体数が0の標本だけから個体群の密度を簡便に推定する方法がいろいろ工夫されてきてはいるが、いまだしの感が深い。筆者は、最近、その方法を一步進めてグラフを用いて密度とその標準誤差を同時に、ほ場で推定できる方法とそのために必要なグラフを開発したのでここで紹介したい。

このグラフによる密度推定法は次のような四つの特長を持っている。

(1) これまでに開発された簡便法のように、本調査に先立つ予備調査によって、密度以外の常数を確定しておく必要はない。

(2) 各標本当たりの個体数の頻度分布は集中分布(負の2項分布)からランダム分布(ポアソン分布)に従っているものとする。このような頻度分布の二つだけの級(例えば、0頭の標本の相対頻度 p_0 と1頭だけいる標本の相対頻度 p_1)を用いて、グラフから害虫の密度を読み取る。

(3) 密度の推定値の標準誤差も、すぐその場でグラフから求めることができ、それを用いて密度の95%信頼限界を計算することができる。

(4) もっと高い精度をもった密度の推定値が欲しいときは、更に標本をその場で、必要なだけ逐次追加して、容易に密度とその標準誤差の再推定を行うことができる(逐次推定性)。

ここに述べる密度推定法の統計的理論の詳述は割愛するが、必要なら SHIYOMI (1978) を参照いただきたい。

I 密度推定のためのグラフ

いま、 N 個の標本を観察した結果、1頭もいなかった標本数を l_1 、1頭いた標本の数 l_2 、それ以上いた標本数を l_3 とする。 $(l_1+l_2+l_3=N)$ このとき、相対頻度 l_1/N と l_2/N の理論値に対してさまざまな密度の等高線を描いたのが第A1図 a であり、密度の推定値の精度(=分散 $\times N$)の等高線を描いたのが第A1図 b である。

同様に、 N 個の標本のうち、1頭もいなかった標本数を l_1 、1ないし2頭いた標本数を l_2 、3頭以上いた標本数を l_3 としたとき($l_1+l_2+l_3=N$)、 l_1/N と l_2/N の理論値に対して第A1図と同じように描いたのが第A2図

である。更にこれを一般化して、 N 個の標本を観察したとき、0~ m 頭いる標本が l_1 個、 $m+1$ ~ n 頭いる標本が l_2 個、 $n+1$ 頭以上いる標本が l_3 個であったとしよう。 $(l_1+l_2+l_3=N)$ 種々の m と n について、この相対頻度 l_1/N 、 l_2/N の理論値に対する、いろいろの密度の等高線を描いたのが第A1図から第A7図の a である。同様に、種々の m と n について l_1/N と l_2/N の理論値に対するいろいろの密度の推定値の精度の等高線を描いたのが b である。それぞれの図を記号 (m, n) で表す。例えば、標本当たり 0~2 頭いる標本数と 3, 4 頭いる標本から密度 μ を推定するためのグラフは記号 $(2, 4)$ で示される。

このようにして描いたグラフを次節で述べるような方法で密度推定に用いる。ここでは紙面の都合でその一部は割愛したけれども、第1表に示した m と n に対する密度推定のグラフが SHIYOMI (1978) により作図されている。

第1表 利用できるグラフの種類

No.	1*	2*	3*	4	5*	6*	7	8*	9*	10	11	12	13
m	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4
n	1	2	3	2	3	4	4	5	7	7	9	9	14

* 印は当報告に掲載されているグラフ

II 密度推定の手順

具体的な例として、ミカンハダニの1葉当たり密度を推定する問題を取り上げ、その手順を示そう。

<例1> 第A1図 (0, 1) のグラフを用いる場合

(1) ミカンの葉 $N=100$ 枚を観察して、ハダニが1頭もない葉、1頭だけいる葉、2頭以上いる葉の三つの頻度をカウントした結果、1頭もハダニがいない葉が25枚、1頭だけいる葉が19枚、2頭以上いる葉が56枚あったとする。したがって、 $\hat{p}_0=25/100=0.25$ 、 $\hat{p}_1=19/100=0.19$ を得る (\wedge 印は推定値を示す)。

(2) 第A1図の(0, 1) a から、密度の推定値を読み取る。グラフでは、 $\hat{p}_0=0.25$ 、 $\hat{p}_1=0.19$ に対しては密度の推定値 $\hat{\mu}=3.0$ 頭が得られる。更に(0, 1) b から精度の推定値を読み取る。 $\hat{p}_0=0.25$ 、 $\hat{p}_1=0.19$ に対しては、精度の推定値 $S_{\hat{\mu}}=80$ となる。これを用いて密度の推定値 $\hat{\mu}$ の漸近分散 $V_{\hat{\mu}}=S_{\hat{\mu}}^2/N=80/100=0.80$ が得られ

る。これから、密度 μ の 95% 信頼限界は、近似的に次の式で求められる。

$$\hat{\mu} \pm 1.96\sqrt{V\hat{\mu}} = 3.0 \pm 1.96\sqrt{0.80} \Rightarrow (1.22 \text{ 頭}, 4.78 \text{ 頭}) \quad \textcircled{1}$$

ここに $\sqrt{V\hat{\mu}}$ は密度の推定値 $\hat{\mu}$ の標準誤差である。

(3) もっと高い精度が必要なら、例えば、更に 50 枚の葉を観察する。その結果、ハダニの数が 0 頭の葉が 13 枚加わって 38 枚、1 頭だけいる葉が 9 枚加わって 28 枚、2 頭以上の葉は 28 枚加わって 84 枚になったとする。これから、 $N=150$ に対して、再び $\hat{p}_0=0.25$, $\hat{p}_1=0.19$ となり、第 A 1 図 (0, 1) a, b から、 $\hat{\mu}=3.0$ 頭及び $V\hat{\mu}=80/150=0.5333$ を読み取ることができる。密度 μ の 95% 信頼限界は

$$3.0 \pm 1.96\sqrt{0.5333} \Rightarrow (1.54 \text{ 頭}, 4.46 \text{ 頭}) \quad \textcircled{2}$$

となって、①式より②式の推定値のほうが N が大きいため、推定精度が向上して、信頼区間が狭くなった。

<例 2> 第 A 4 図 (1, 3) のグラフを用いる場合
上の例は、平均 3.0 頭、標準偏差 3.4641 頭の負の 2 項分布モデルから作った例題であった。同じモデルのもとで、第 A 4 図に示される (1, 3) のグラフを用いて密度の推定を行ってみよう。

観察した葉の枚数 $N=100$ に対して、0 頭か 1 頭いる葉の枚数が 44 枚、2 頭から 3 頭いる葉の枚数が 25 枚であったとする。このとき $\hat{p}_0+\hat{p}_1=0.44$, $\hat{p}_2+\hat{p}_3=0.25$ となり、第 A 4 図 (1, 3) a から、 $\hat{\mu}=3.0$ 頭、また、(1, 3) b から $\sqrt{V\hat{\mu}}=\sqrt{25/100}=0.5$ 頭を得るから、密度 μ の 95% 信頼限界は、

$$3.0 \pm 1.96\sqrt{0.25} \Rightarrow (2.02 \text{ 頭}, 3.98 \text{ 頭}) \quad \textcircled{3}$$

となる。これは、①式の信頼限界の幅より狭く、密度の推定精度は、密度が 3.0 頭もあるときは (0, 1) を用いるより、(1, 3) のグラフを用いる調査計画を立てるほうが、高い精度の推定値が得られることを示している。(0, 1) を用いるときより (1, 3) を用いたときのほうが多くの個体数まで数えたのだから当然の結果といえる。

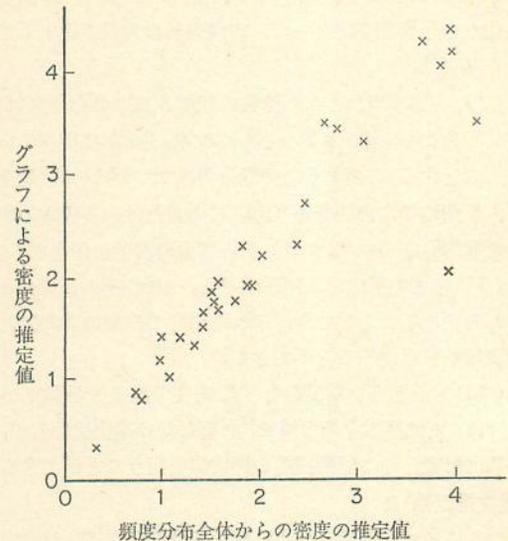
III 実際の例

1 アオキノコナジラミの密度の推定

静岡県柑橘試験場病虫害研究室では 1961 年 10 月に、ミカンの葉に寄生するアオキノコナジラミ *Tetraleurodes aucubae* の個体数を調査した。30 本の各木ごとに、ランダムに選んだ 375 葉の各葉にいる個体数の頻度分布が作成されている。その頻度分布の 0 頭の項と 1, 2 頭の項から (0, 2) のグラフを用いて密度を推定し、それを全数カウントした場合の平均値と比較した (第 1 図)。図の各点は、1 本ずつのミカンの木を表している。30 本の木のうち、ランダムに選んだ 6 本について、更に詳しい結果を第 2 表に示す。

2 キビクビレアブラムシとムギヒゲナガアブラムシの密度の推定

温室内に 5cm 間隔に定植した 105 株のオオムギの株



第 1 図 アオキノコナジラミのグラフによる密度の推定値と、頻度分布全体からの密度の推定値の比較 (0, 2) a が用いられた。(静岡柑試, 1961)

第 2 表 アオキノコナジラミの密度推定 (静岡柑試, 1961)

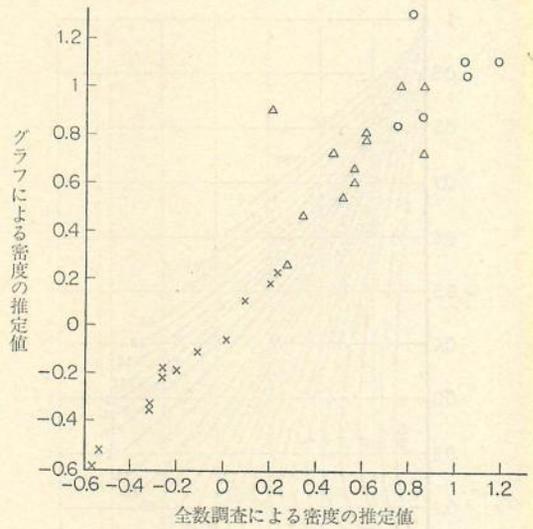
樹 #	9	12	13	19	26	30
個体数						
0	206	209	171	212	183	104
1	}	}	}	}	}	}
2							100	116	85	92	98	95
>3	69	50	119	71	94	176
推定密度 $\hat{\mu}$	1.32	1.0	2.7	1.5	1.9	4.4
漸近分散 $V\hat{\mu}$	0.0320	0.0027	0.2667	0.0533	0.0747	0.4800
95% 信頼区間	0.97~1.67	0.83~1.17	1.69~3.71	1.04~1.95	1.36~2.44	3.04~5.76
全数カウントの結果	1.35	1.10	2.51	1.43	1.89	4.00

に接種したキビクビレアブラムシ *Rhopalosiphum maidis* とムギヒゲナガアブラムシ *Macrosiphum avenae akebiae* の個体数の変化の状態を経時的に調査した。約3日間隔で調査したオオムギの株ごとの個体数の頻度分布を利用して、グラフによる密度の推定値を全数調査の密度の推定値と比較した。結果を第2図に示す。ここでは、アブラムシの増加の初期には(0, 1)のグラフを、中期には(0, 2)のグラフを、更に密度が高くなった後期には(1, 4)のグラフを用いた。

以上のいずれの例においても、密度が極めて高い場合には推定精度は幾らか低くなる。また、ここに示した例のうち、推定値と実測値がかなり離れているものは、観察した頻度分布が負の2項分布やポアソン分布から外れていたためと考えられる。そのような場合には、頻度分布全体を用いた方法による推定値でも偏りはでるはずである。この点に留意しながら使うと大まかな密度を知るための調査には省力法として十分利用できるものと信ずる。

なお、負の2項分布の k など生態学的に意味のある常数を推定するためのグラフも SHIYOMI (1977) により作図されている。

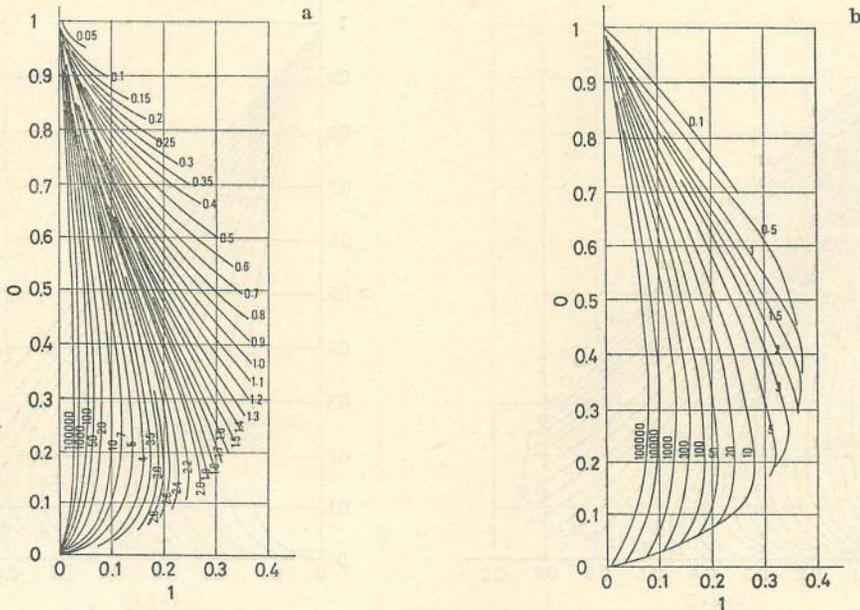
最後に、アオキノコナジラミのデータを利用して下さった静岡県柑橘試験場病虫害研究室に感謝致します。



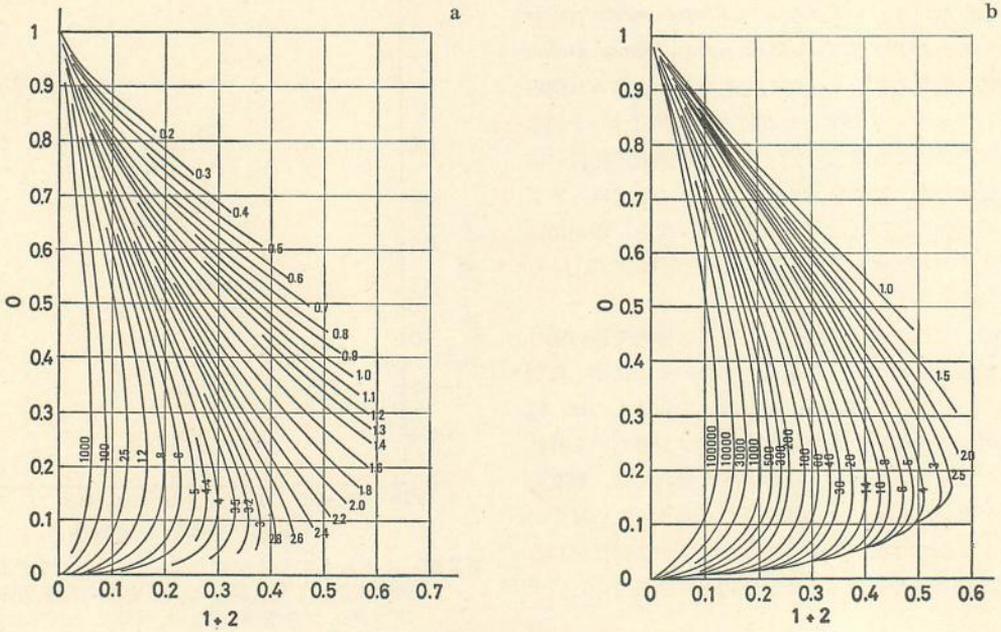
第2図 オオムギにつくアブラムシのグラフによる密度の推定値と、全数調査による密度の推定値の比較
アブラムシの増殖の前, 中, 後期にそれぞれ, 次のような異なったグラフが用いられた: ×印 (0, 1) a, △印 (0, 2) a, ○印 (1, 4) a. 図中の目盛りは対数値で示されている。

引用文献

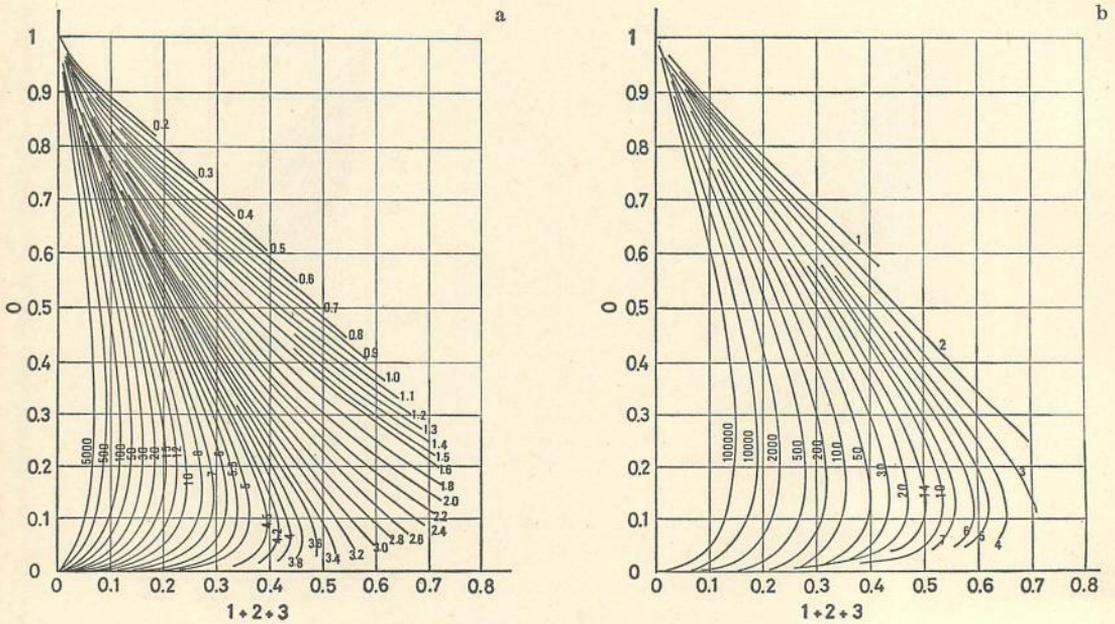
M, SHIYOMI (1977) : Appl. Ent. Zool. 12 : 18~26.
—— (1978) : 農技研報 A25 : 35~57.



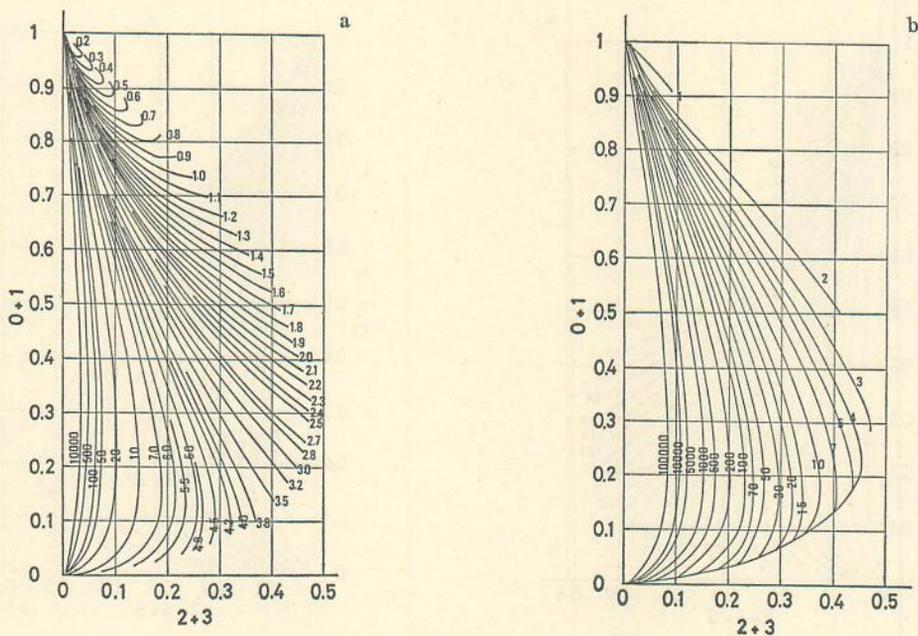
第A1図(0, 1) 相対頻度 p_0 と p_1 からの推定
a : 密度の推定, b : 推定密度の分散の推定



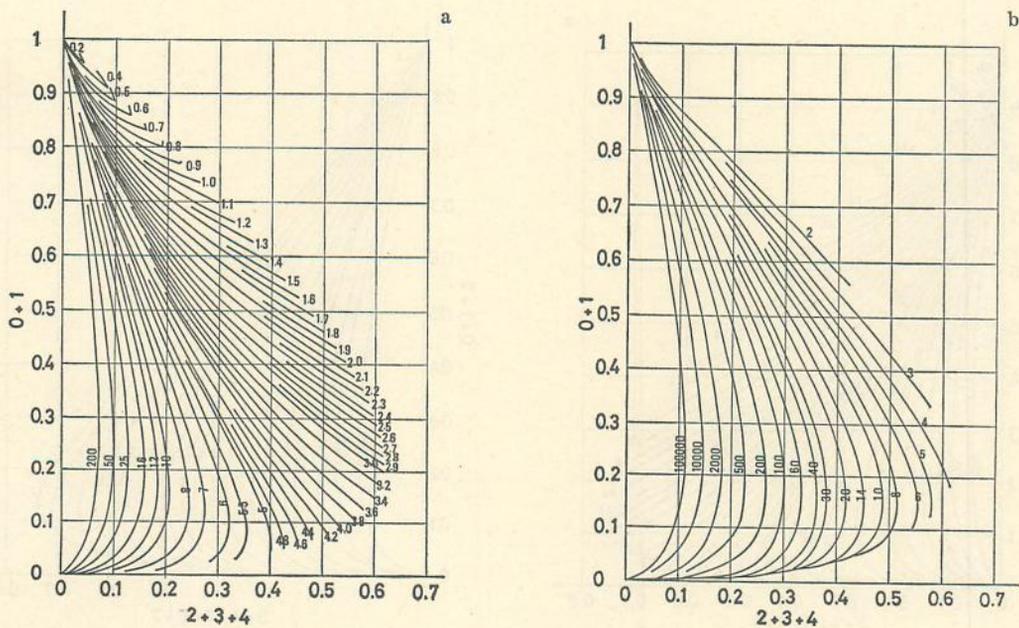
第A2図(0, 2) 相対頻度 p_0 と p_1+p_2 からの推定
 a : 密度の推定, b : 推定密度の分散の推定



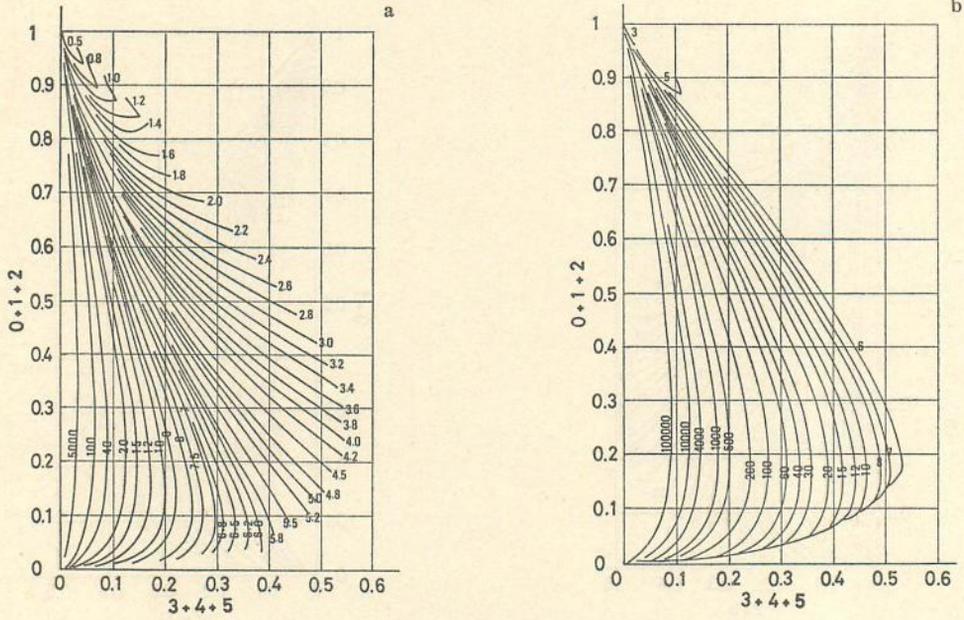
第A3図(0, 3) 相対頻度 p_0 と $p_1+p_2+p_3$ からの推定
 a : 密度の推定, b : 推定密度の分散の推定



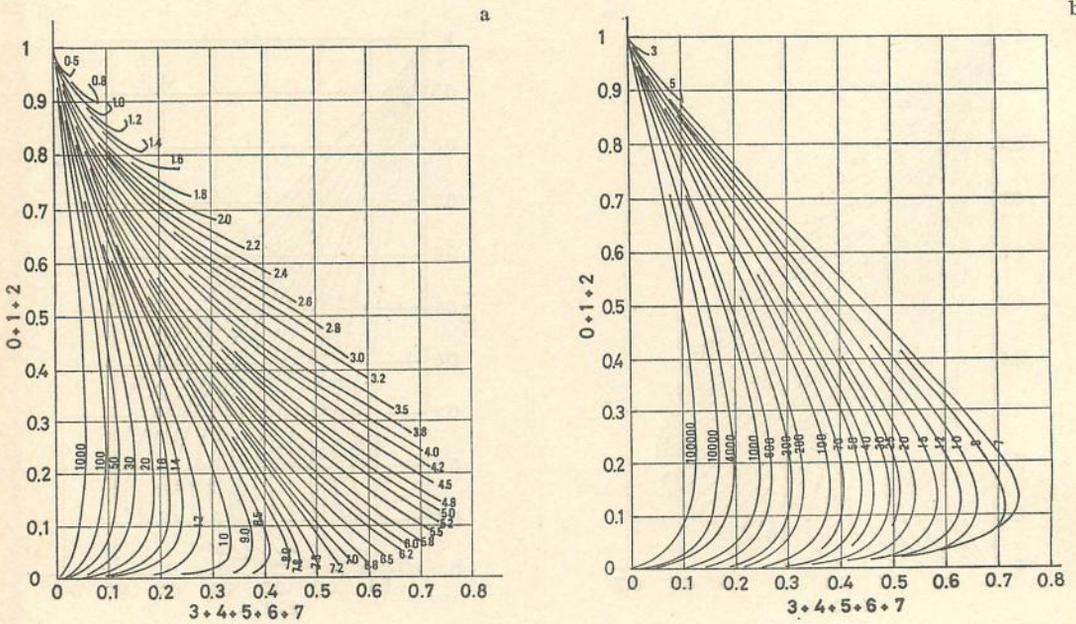
第A4図(1, 3) 相対頻度 p_0+p_1 と p_2+p_3 からの推定
 a : 密度の推定, b : 推定密度の分散の推定



第A5図(1, 4) 相対頻度 p_0+p_1 と $p_2+p_3+p_4$ からの推定
 a : 密度の推定, b : 推定密度の分散の推定



第A6図(2, 5) 相対頻度 $p_0+p_1+p_2$ と $p_3+p_4+p_5$ からの推定
 a : 密度の推定, b : 推定密度の分散の推定



第A7図(2, 7) 相対頻度 $p_0+p_1+p_2$ と $p_3+p_4+p_5+p_6+p_7$ からの推定
 a : 密度の推定, b : 推定密度の分散の推定

植物病原細菌簡易同定法の試案

農林水産省農業技術研究所 ^{にし}西 ^{やま}山 ^{こう}幸 ^し司

はじめに

植物病原細菌の種の同定は、正式には40~50項目に及ぶ多数の細菌学的性質を調査したうえでなされるのが通例である。それには2~3か月の期間が必要であるので、緊急を要する農業の現場対応の要求にはなじまない。筆者は、もっと少数の試験項目で効率よく迅速に同定することができないものかと、日ごろ検討を重ねてきた。ここにその概略を試案として紹介し、各位の御批判を仰ぎたい。なお、これはあくまで試案であり、今後より良い方法に導くためのたたき台である。また、現場対応を目的としているので、必ずしも学問的に100%の精度が得られない場合があるのは、やむを得ないこととしてお許しいただきたい。

本稿では、病原性あるいは細菌学的性質のいずれか一方だけでも明瞭に異なる細菌は別種と認める分類方法を採用した。この方法は、基本的にはBergey's Manual第7版、ならびに*Pseudomonas*属と*Xanthomonas*属とを除く同第8版の分類学的立場に共通するもので、我々植物病理関係者にはなじみが深く、植物細菌病の診断のためには好都合と思われる。

I 植物病原細菌の簡易同定法(試案)

初めに被検細菌が所属する属を、次に種を検索する。種の検索は、細菌学的性質の類似したものを群にまとめ、群内のどの種に該当するかは宿主植物と病徴とによって判定する。ただし、群内が簡単な細菌学的性質の試験によって更に類別できるものについてはこれを併用する。各群には1~3種を例としてあげてある。この試案は2分割法の検索表になっているので、一度間違った方向へ進めば、もとには戻れない。したがって特に次の3点に注意していただきたい。(1)本試案は植物病原細菌を対象としたもので、非病原細菌については考慮していない。よって病原性が明瞭な細菌だけに適用する。この試案は我が国未記録の細菌をも対象にしているが、そのような細菌の場合には、常法によって再検討し正確を期する。(2)試験結果は必ず指定された方法によって読み取る。(3)検索は決められた順序で行い、途中をとぼしたり逆戻りしたりしない。例えば、属の検索で非水溶性の黄色色素産生の有無を試験する(第1図参照)が、この色素

の産生は、植物病原細菌では*Xanthomonas*属のほか*Corynebacterium*属と*Erwinia*属においてもみられる。したがって黄色色素産生の前に調べるべきグラム反応や発酵試験などを抜きにして、黄色色素を産生するから*Xanthomonas*属であると判定してしまうと、誤った結論に導かれる恐れがある。

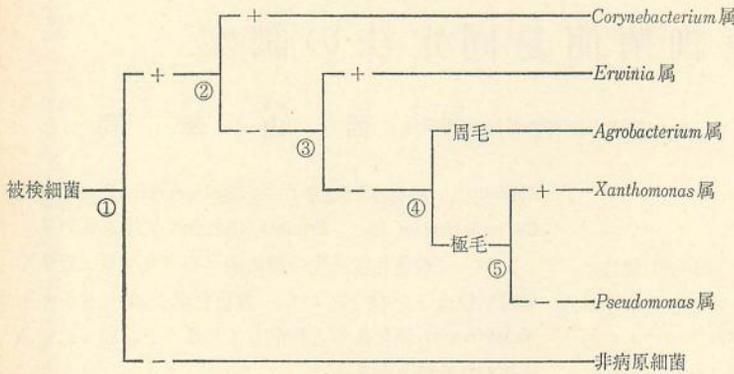
本試案は迅速な同定を目的としているので、検索法はもとより試験法も簡略化している場合が多い。そのため、本試案による判定の結果が被検細菌の病原性、病徴、既往の同定結果あるいは経験などに矛盾する場合もないとは限らない。そのようなときには判定を保留し、別途常法によって詳細に検討してから同定すべきである。なお、注として加えた説明は主文の言い足りない点を補うとともに、実験操作上のミスによる判定の誤りを防ぐのに役立つであろう。

1 属の検索

植物病原細菌5属の簡易検索は第1図の方法と順序による。

注(1) 各属共通または2属以上にまたがる事項：植物病原細菌はすべて好気性または通性(条件的)嫌気性であって、偏性(絶対的)嫌気性細菌はない(偏性嫌気性細菌の分離には特殊な方法が必要であり、植物病理学で常用される分離法で偏性嫌気性細菌が分離されることはない)。細菌細胞の形態は桿状で球菌は存在しない。また、幅が1 μ m以上の巨大桿菌はない。抗酸性細菌はない。カタラーゼの活性を有する。鞭毛の着生位置④(後述)の検査はがんしゅまたは細根を叢生する病気から分離された細菌(*Agrobacterium*属細菌の可能性のある)の場合以外は省略してもよい。なお、がんしゅを生じる病原細菌のすべてが*Agrobacterium*属であるとは限らない。蛍光色素産生⑥の試験で顕著な黄緑色蛍光色素を産生することが分かれば、途中の検査を省略して*Pseudomonas*属細菌と判定することができる。ただし、*Erwinia*属細菌の中に青色の蛍光色素を産生するものがあるので注意を要する。

注(2) *Corynebacterium*属：こん棒状の細胞(club-shaped cell)、Y字型の細胞(irregular cell)、V字型の分裂(snapping division)がみられるが、動物寄生の*Corynebacterium*属細菌ほど顕著ではない。*Corynebacterium*属細菌は普通は無鞭毛で非運動性の細菌であるが、



第1図 植物病原細菌5属の簡易検索

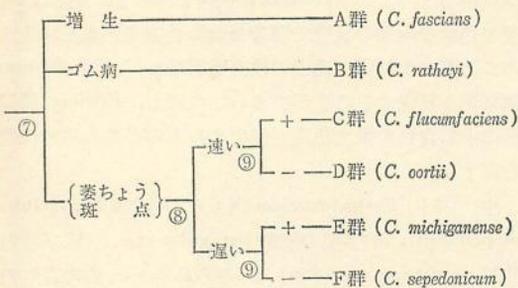
試験：①病原性試験，②グラム反応，③発酵性試験，
④鞭毛の着生位置，⑤非水溶性黄色色素の産生

植物病原 *Corynebacterium* 属細菌の約半数は鞭毛を有し運動する。グラム反応②は新鮮な培養菌（培養 48 時間以内）で判定する。培養が古くなると（4～5 日），明瞭な陽性反応を示さなくなる場合がある。病組織を直接グラム染色し，組織内細菌がグラム陽性であることを確認するとより確実である。

注（3）*Erwinia* 属：鞭毛④は周毛であるが，*E. stewartii*，*E. dissolvens* には鞭毛がなく非運動性である。オキシダーゼの活性⑩がない。スクロースから酸を産生する⑭。

注（4）*Agrobacterium* 属：大部分の菌株がオキシダーゼの活性⑩を有する。ゼラチンを液化しない。硫化水素を産生する。鞭毛④は周毛であるが本数は少ない。1本だけのときは側生（極以外の場所に着生）する。ただし，同一菌株中に多数の側毛細胞に混じて極毛のものがみられることがある。糖含有培地でスライミーに発育する⑮。

注（5）*Xanthomonas* 属：非水溶性黄色色素⑤を産生する。ただし，ごく少数の種及び系統はこれを産生しない。宿主植物からみて，そのような細菌が分離される



第2図 *Corynebacterium* 属細菌の検索

試験：⑦病徴型，⑧発育速度，⑨色素の産生

可能性がある場合以外は考慮の対象としなくてよい。大部分の種はグルコース含有培地でスライミーに発育する⑮。オキシダーゼ活性⑩は陰性または偽陽性（15～60秒後に変色）のことが多い。鞭毛④は一方の極に1本だけのものが多く，一般に細い。アスパラギンを唯一の炭素窒素源とする培地に発育しない。TTC（トリフェニルテトラゾリウムクロリド）を0.1%加用した普通寒天培地上に発育しない（多くの細菌では0.02%のTTCを加用しても発育しない）。

注（6）*Pseudomonas* 属：黄緑色蛍光色素⑥を産生する種と産生しない種とがある。また，同一種内に産生する系統と産生しない系統とを含む種も知られている。鞭毛④は一方の極に2本以上着生しているものが多い。硝酸塩の存在下では嫌氣的に発育できるものがある。発育因子を要求しない⑯。ただし，例外として *P. meliae*（センダンこぶ病細菌）はニコチン酸を要求することが知られている。

2 *Corynebacterium* 属細菌の検索

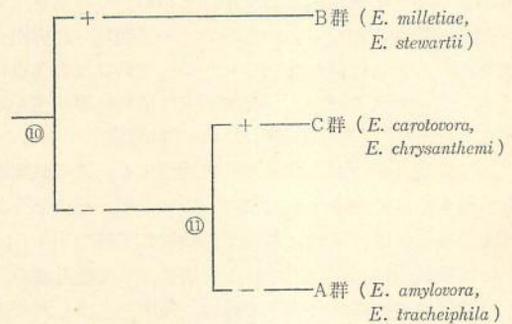
Corynebacterium 属細菌の簡易検索は第2図に示す方法と順序による。

注 本属の細菌は分離源植物と病徴とから種を推定することができる。C群及びE群の細菌は色素を産生する⑨のが普通であるが，まれに色素非産生株もあることが知られている。

3 *Erwinia* 属細菌の検索

Erwinia 属細菌の種の検索は第3図に示す方法と順序による。

注 A, B, C 群は Bergey's Manual 第8版における



第3図 *Erwinia* 属細菌の検索

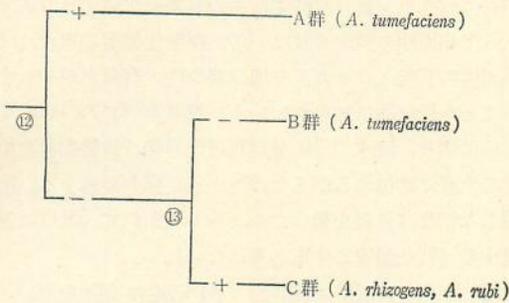
試験：⑩黄色色素の産生，⑪硝酸塩の還元

A, B, C 群に対応させてある。A群 (*Amylovora* 群) の細菌は軟腐を起こさない。また、ラクトース及びマルトースから酸を産生しない。B群 (*Herbicola* 群) に相当するものには植物病原細菌と非病原細菌とが含まれるが、非病原細菌は本法の場合は当然病原性試験①によって除かれているはずである。B群菌の病徴は種によって異なり、軟腐を起こすものと起こさないものがある。C群 (*Carotovora* 群) の細菌は軟腐病を起こす。

4 *Agrobacterium* 属細菌の検索

Agrobacterium 属細菌の種の検索は第4図に示す方法と順序による。

注 本属の病原細菌を接種するとがんしゅができる①。試験植物として、トマトとインゲンがよく利用される。*A. tumefaciens* ははなはだ多犯性で、細菌学的性質の変異の幅も広い。細根を叢生する病徴から分離される病原細菌は *A. rhizogens* の可能性が大きい。

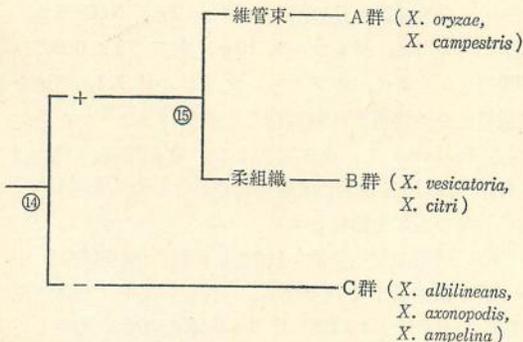


第4図 *Agrobacterium* 属細菌の検索
試験：⑫ 3-ケトラクトースの産生、
⑬ 発育因子の要求性

5 *Xanthomonas* 属細菌の検索

Xanthomonas 属細菌の種の検索は第5図に示す方法と順序による。

注 本属の細菌は宿主特異性が高いので、宿主植物と



第5図 *Xanthomonas* 属細菌の検索
試験：⑭ 粘液性発育、⑮ 主たる寄生部位

病徴 (斑点、葉枯、条斑など) とから種を判定できる。A群及びB群に所属する種は、病原性以外の点では識別困難なほど互によく似ているものが多い。C群の3種はA, B群のものと種々の点で異なり、*Xanthomonas* 属細菌の中では特異な存在である。

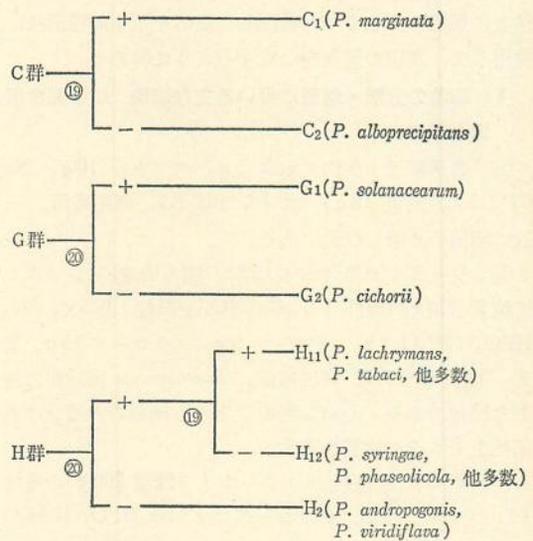
6 *Pseudomonas* 属細菌の検索

Pseudomonas 属細菌の種の検索は第1表と第6図に示す方法と順序による。

注 螢光色素⑥(後述)を産生することが明らかである細菌は第2表に示す LELLIOTT らの LOPAT 類別法が利用できる (文献 LELLIOTT, R. A., E. BILLING and A. C. HAYWARD (1966) : J. appl. Bact. 29 : 470~489)。

第1表 *Pseudomonas* 属細菌の検索 (大別)

試験	40°C における発育	アロギラニゼジ活性	オキシダーゼ	例
類別群	⑬	⑰	⑱	
A	+	+	+	<i>P. caryophylli</i>
B	+	+	+	?
C	+	-	+	第6図参照
D	+	-	-	<i>P. glumae</i>
E	-	+	+	<i>P. marginalis</i>
F	-	+	+	?
G	-	-	+	第6図参照
H	-	-	-	第6図参照



第6図 *Pseudomonas* 属細菌の検索 (細別)
試験：⑲ 酒石酸塩の利用、
⑳ スクロースからの酸の産生

第2表 LELLIOTT らの方法による蛍光色素産生群
Pseudomonas 属植物病原細菌の類別 (LOPAT
類別法)

類別群	試験					例
	(L) レバ ン 産 生 (21)	(O) 活 性 オ キ シ ン ダ ー ゼ (18)	(P) 塊 茎 腐 敗 ジ ャ ガ イ モ (22)	(A) ア ロ ラ ニ ン ジ 活 性 ヒ (17)	(T) 反 応 タ バ コ 過 敏 感 (23)	
Ia	+	-	-	-	+	<i>P. syringae</i> , <i>P. tabaci</i> , 他多数 <i>P. delphinii</i> <i>P. viridiflava</i> <i>P. cichorii</i> <i>P. marginalis</i>
Ib	-	-	-	-	+	
II	-	-	+	-	+	
III	-	+	+	-	+	
IVa	+	+	+	+	-	
IVb	-	+	+	+	-	

II 培地の作成及び検査法

検索に用いる主な培地と検査法について、以下に述べる細菌の性質の調査法は、結果を早く得るために常法を多少改変したものである。検査時期は 25~28°C で培養した場合を目安にしたものである。この温度で発育しないかまたは発育しにくい細菌の場合は、その細菌の発育適温で培養するものとする。判定は原則として所定の時期における1回だけの検査結果によって行う。ただし、そのとき偽陽性を示したものに限り括弧内に示す時期に追検査を行い、その結果が陽性を示したものは陽性、偽陽性または陰性を示したものは陰性と判定する。なお、検査に習熟するまでは、典型的な反応を示す対照菌株を併用して、判定の誤りをなくするように努める。

1 細菌の分離・増殖に用いる主な培地 (以下完全培地と呼ぶ)

㉑ 普通寒天：牛肉エキス 5g, ペプトン 10g, NaCl 2.5g, 寒天 15g, 水 1l, pH 7.2, 高压滅菌。一般に細菌の分離に好適である。

㉒ ジャガイモ半合成寒天培地(脇本培地)：ジャガイモ塊茎 300g の煎汁 1l, Ca(NO₃)₂·4H₂O 0.5g, Na₂HPO₄·12H₂O 2g, ペプトン 5g, スクロース 15g, 寒天 20g, pH 7.0, 高压滅菌。*Xanthomonas* 属細菌に適した培地である。レバン㉑を産生する細菌の大部分は本培地上でもその性質を表す。

㉓ PPGA(筆者処法)：ジャガイモ塊茎 200g の煎汁 1l, ペプトン 5g, グルコース 5g, Na₂HPO₄·12H₂O 3g, KH₂PO₄ 0.5g, NaCl 3g, 寒天 15g, 高压滅菌。pH は調整しなくても中性域に入る。

㉔ キングB培地：ペプトン 20g, K₂HPO₄ 1.5g,

MgSO₄·7H₂O 1.5g, グリセリン 10ml, 寒天 15g, 水 1l, pH 7.2, 高压滅菌。本培地上では蛍光色素が産生されやすいので、蛍光色素の産生が同定の目安になる。*Pseudomonas* 属細菌の分離・増殖に適する。ただし、ラフ型集落が誘発されやすいとする意見もあるので注意を要する。

2 検査用培地及び試験法

(1) 接種試験：本試験の目的は、分離細菌が病原細菌であるか否かを迅速に判定することである。できるだけ病植物と同じ品種の健全植物を用いて、被検細菌を単針付傷接種する。一般に成植物よりも幼植物が、また、同一個体では若い部位が罹病しやすい傾向がある。接種部位を種々に変えて試験すると結果の信頼性を増す。付傷だけの対照区を必ず設ける。

腐敗性病害からの分離細菌の接種試験は、ジャガイモ塊茎切片の腐敗試験で代行してもよい。この試験は本質的にはペクチン質分解酵素産生の有無を試験する方法であって病原性の試験ではないが、腐敗性細菌の場合には病原性の有無とジャガイモ塊茎腐敗性の有無とが一致することが経験的に知られている。塊茎を 2×2×1cm ぐらいに切り、流水で 10 分間程度洗浄後、被検細菌を切片の上面に塗付するかまたは数か所に穿刺接種する。接種した切片は紙を敷いたシャーレに入れて 25°C に保温する(特に湿室にする必要はない)。

(2) グラム反応：[培地] 完全培地の斜面を用い、斜面の全面に移植する。[検査] 移植後 20 時間、遅くとも 48 時間以内の新鮮な培養細菌の 1~2 白金耳と 3% KOH 水溶液の 1 滴とをスライドガラス上でよく混和する。[判定] 混和液が粘ちょうになり白金耳を持ち上げると長く糸を引くようになったものをグラム陰性と判定する。粘ちょう液の糸は容易に 5cm 以上になる。グラム陽性ならば、混和液は粘ちょう性を帯びず、白金耳を持ち上げても糸を引かない。

(3) 発酵試験：[培地] ペプトン 2g, NaCl 5g, K₂HPO₄ 0.3g, グルコース 10g, 寒天 3g, 0.003% BTB(ブロムチモールブルー)水 1l, pH 7.1, 培地を試験管に分注後更に乾熱滅菌した流動パラフィンに分注(深さ 1~2cm)し、高压滅菌する。穿刺培養。[検査] 3日, (5日)。[判定] 培地が黄色になったものを陽性、変色しないものを陰性とする。

(4) 鞭毛の着生位置：[検査] 新鮮な培養細菌を用いて電子顕微鏡下で検査する。[判定] 極毛：菌体の極(長軸の一端または両端)に 1~数本の鞭毛が着生している。周毛：極以外の位置に鞭毛が着生している。

(5) 非水溶性黄色色素の産生：[培地] 完全培地の

斜面。[検査] 3日, (5日)。[判定] 菌苔が黄色を呈し、培地が着色しない場合を陽性とする。

(6) 螢光色素の産生：[培地] キングB培地④の斜面。[検査] 2日, (4日)。[判定] 螢光下で黄緑色を呈する物質が培地中に生じたものを陽性とする。昼光下で培地が黄色になれば、螢光色素が産生されていることが多いが、非螢光性の黄色色素のこともあるので、必ず螢光下で検査する必要がある。

(7) 病徴型：[検査] 自然発病または接種試験の病徴で判定する。

(8) 発育速度：[培地] グルコース加用普通寒天。希釈平板培養。[検査] 3日。[判定] 表生の単集落の大きさが1mm以上のとき速いと判定する。

(9) 色素産生 (*Corynebacterium* 属の場合)：[培地] 普通寒天斜面 (脇本培地または PPGA でもよい)。[検査] 3日, (5日)。[判定] 色素を産生したものを陽性とする。陽性のとき色素の色は、黄色、クリーム色、ピンク色などがある。ただし、同一種内でも色素をよく産生するものと、産生能が弱いかまたは産生しない系統があることが知られているものもある。

(10) 黄色色素産生 (*Erwinia* 属の場合)：[培地] 完全培地の斜面。[検査] 3日, (5日)。[判定] 黄色色素を産生するものを陽性とする。

(11) 硝酸塩の還元：[培地] KH_2PO_4 0.5g, K_2HPO_4 0.5g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2g, NaCl 5g, 酵母エキス 5g, コハク酸ナトリウム 2g, KNO_3 1g, 水 1l, 高圧滅菌。[検査] 2日, (3日)。ただし、追検査は別の培養を用いる。検査試薬は30%酢酸水に α -ナフチルアミンを0.5%加えたもの(A液)と30%酢酸水にスルファニル酸を0.3%加えたもの(B液)とを用いる。[判定] 試薬A, Bを各1ml加え、30分間以内に培養液が赤変したものを陽性とする。30分後でも変色しないものには微量の亜鉛末を加える。このとき赤変したものは陰性、変色しないものは陽性と判定する。

(12) 3-ケトラクトースの産生：[培地] 酵母エキス 1g, ラクトース 10g, 寒天 20g, 水 1l, pH 7.2, 高圧滅菌。平板培地に画線培養する。[検査] 3日, (5日)。追検査は別の培養を用いる。培養上にベネディクト試薬(市販品あり)を注ぎ、室温で1時間放置する。[判定] 菌苔の周囲に黄色帯が生じたものを陽性とする。

(13) 発育因子の要求性：[培地] $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 1g, KCl 0.2g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2g, グルコース 10g, 寒天 15g, 水 1l, pH 7.2, 高圧滅菌。少量の細菌を斜面の全面に移植する。[検査] 3日, (5日)。[判定] 本培地に発育する細菌は発育因子を要求しないと判定す

る。

(14) 粘液性発育：[培地] グルコース加用普通寒天斜面(脇本培地, PPGAでもよい)。[検査] 3日, (5日)。[判定] 発育菌苔がスライミーなものを陽性とする。

(15) 主たる寄生部位：[検査] 病組織の切片からの細菌の漏出を顕微鏡下で観察し、その主要部位が維管束か柔組織かを判定する。

(16) 40°C下における発育：[培地] 透明の液体になる完全培地。ブイヨン(普通寒天培地から寒天を除いたもの)が使いやすい。完全培地の斜面に発育した新鮮な細菌の1白金耳を殺菌水10mlに懸濁し、その1白金耳を試験培地に移植し、正確に40°Cになったウォーターバスに入れて培養する。空気攪拌型の定温器は、培地から水分が蒸発し、培地の温度が見かけ(定温器の室内温度)より低くなる恐れがあるので、用いてはならない。[検査・判定] 3日, (5日)。発育の有無を透過光線下で調べ、培地が混濁したものを陽性とする。

(17) アルギニンジヒドロラーゼ活性：[培地] ペプトン 1g, NaCl 5g, K_2HPO_4 0.3g, L-アルギニン塩酸塩 10g, 寒天 3g, 0.001% フェノールレッド水 1l, pH 7.2。培地を試験管に分注後、更に乾熱滅菌した流動パラフィンに分注(深さ1~2cm)し、高圧滅菌。穿刺培養。[検査] 4日, (6日)。[判定] 培地が赤色になったものを陽性とする。

(18) オキシダーゼ活性：[培地] 完全培地の斜面。[検査] 1~2日間培養した細菌の多量をろ紙に取り、直ちに1%テトラメチルパラフェニレンジアミン2塩酸塩水溶液を滴下する。[判定] 試薬滴下後10秒以内に菌苔が濃紫色になったものを陽性とし、その後紫色になったものあるいは変色しないものは陰性とする。ただし、陰性のものでも60秒以内に変色したものはその旨記録しておく。[注意] 溶液にした試薬は冷暗所でも2週間ぐらしか保存できない。本試薬は鉄イオンで触媒されるから、ニクロム線で作った白金耳は好ましくない。結果が不明瞭なときは白金製のものを使用して正確を期する。試薬はジメチル体(比較的安価で入手しやすい)に変えてもよい。この場合は赤紫色になったものを陽性とする。

(19) 酒石酸塩の利用：[培地] KH_2PO_4 1g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2g, $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4$ 1.5g, 酒石酸ナトリウム 1.5g, 0.005% BTB 水 1l, pH 7.2, 高圧滅菌。または $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 1g, KCl 0.2g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2g, 酒石酸ナトリウム 1.5g, 0.005% BTB 水 1l, 寒天 15g, pH 7.2, 高圧滅菌。斜面に画線する。[検査] 3日, (5日)。[判定] 培地が青色になったものを陽性と

する。

(20) スクロースからの酸の産生：[培地] $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 1g, KCl 0.2g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2g, スクロース 10g, ペプトン 1g, 寒天 15g, 0.005% BTB 水 1l, pH 7.2, 高圧滅菌。斜面に画線する。[検査] 3日, (5日)。[判定] 培地が黄色になったものを陽性とする。

(21) レバンの産生：[培地] 5% スクロース加用普通寒天の平板上に画線培養する。培養中のシャーレを裏返してはならない。[検査] 3日, (4日)。[判定] 白色の高く隆起した粘液質の集落を形成したものを陽性とする。

(22) ジャガイモ塊茎の腐敗：[検査] 2日, (3日)。接種は病原性試験(1)で述べた方法による。

(23) タバコの過敏反応：[方法] タバコの葉肉内へ細菌数約 10^8 / ml の細菌液を注射器で注入する。肉眼で混濁がみえる最希薄液の細菌濃度が $8 \times 10^6 \sim 1 \times 10^7$ / ml であることを目安にして細菌液の濃度を調整する。[検査] 1日, (2日)。[判定] 菌液浸潤部が脱水症状を起こして、褐色または暗緑色を呈したものを陽性と判定する。変化しないかまたはわずかに黄化する程度のもは陰性と判定する。ただし、*P. tabaci* (タバコ野火病細菌) では菌液濃度が薄いと病斑として現れる。

おわりに

現在細菌分類学的世界的な趨勢としては、培養的・生理的性質だけを分類の基準として採用しようとする方向にある。単に病原性が異なるだけの理由で分けられている種は、今後しだいに統合されていくことになるであろう(後藤正夫(1977):植物防疫 31:2~6.)。しかし、農業上要求される植物病原細菌の分類同定は、病原性を異にする細菌を識別することにあるといっても過言でない。したがって簡易同定法を作るには、どの程度性質の異なる細菌までを同一種と見なすか、また、同一種の中で病原性の違いだけで分けられる細菌群をどう整理するかの問題をまず解決しなければならない。更に、データの相互比較を可能にするための試験法の統一も重要な問題である。これらの問題がすべて解決されれば、より合理的な簡易同定法を作成することもできるであろう。しかし、当面は現在の条件下で可能な同定法の試案をまず作成し、それを改善していくのが良策と思われる。各位の御教示と御援助を願って止まない。

本試案の作成に当たっては、多くの方々から有益な御助言をいただいた。また、農業技術研究所病理科細菌病第一研究室長江塚昭典博士、同第二研究室長大畑貴一博士には本稿のとりまとめに当たって多大の御援助をいただいた。ここに記して厚くお礼申し上げる。

人事消息

栗田年代氏(農林水産技術会議事務局研究管理官)は7月5日付けで農蚕園芸局植物防疫課長に
本宮義一氏(農蚕園芸局植物防疫課長)は7月5日付けで東北農政局次長に
新井昭一氏(東北農政局次長)は東京管林局長に
永田長平氏(東京管林局長)は退職
長谷川邦一氏(農蚕園芸局植物防疫課長補佐(検査第2班担当))は農蚕園芸局植物防疫課長補佐(総括及び検査第2班担当)に
岩本毅氏(中国四国農政局生産流通部農産普及課長)は同上(防除班担当)に
佐々木亨氏(農蚕園芸局植物防疫課長補佐(防除班担当))は北陸農政局生産流通部長に
草場緋紗夫氏(北陸農政局生産流通部長)は農林水産技術会議事務局施設計画室長に
日比野信雄氏(同上部蚕糸園芸課長)は中国四国農政局生産流通部農産普及課長に
尾形保氏(草地試験環境部土壌肥料第1研究室長)は中国農業試験場環境部長に
西澤正洋氏(中国農試環境部長)は同上場付に
森田利夫氏(北陸農政局企画調整室付)は農蚕園芸局果

樹花き課農蚕園芸専門官に
阿部寛二氏(宮城県園試環境部病害虫科長)は宮城県柴田病害虫防除所技術主査に
井上 敏氏(同上県農業センター作物保護部病害虫発生予察科長)は同上県農業センター作物保護部病害虫発生予察科長兼病理科長に
和泉昭四郎氏(同上県園試栽培部主任研究員兼そさい科長)は同上県園芸試験場環境部長に
大友義視氏(同上県農業センター作物保護部病害虫科長)は同上部主任研究員兼病害虫科長に
福田兼四郎氏(秋田県農試企画管理部連絡調整課長)は秋田県農業試験場栽培部長に
松本和夫氏(中国農試環境部病害第2研究室主任研究官)は福島県農業試験場病理昆虫部専門研究員に
高野十吾氏(茨城県農林水産部農産園芸課長補佐)は茨城県北地方総合事務所農業課長に
鈴木邦彦氏(福井県農林水産部長)は福井県教育長に
黒川 伝氏(同上部技監)は同上県農林水産部長に
奈須田和彦氏(同上県農試環境部長)は同上県農業試験場次長に
辻崎一馬氏(同上県農林水産部農業経済課主幹)は同上場環境部長に

ダイコン根部に発生する異常症状の類別

—病害の立場より—

農林水産省野菜試験場 ^{たけ} ^{うち} ^{しょう} ^し ^{ろう} ^{はぎ} ^{わら} ^{ひろし}
竹内昭士郎・萩原 廣

我が国におけるダイコンの作付け面積は合計 70,000 ha 余で、野菜の作付け面積中最大であり、各都道府県別に見ても最低で約 500 ha、大部分の県では約 1,000～3,000ha に及ぶ作付け面積を有し、各地域ともほぼ平均して作付けされている点に特長があろう。しかし、近年は指定産地制度の影響や市場との関連のために産地の集団化、固定化がますます顕著になり、連作あるいは短期の輪作を強いられる結果であろうが、各種の障害が多発して問題となっている。これまでも萎黄病など主として土壌病害のためにダイコンの産地が移動した例は多く、各産地ともその対策に多大の努力を払っているが、なお、各種の障害を完全には排除し切れない現状といえよう。

ところがこの数年来、萎黄病や軟腐病のような従来よく知られている病害のほかに、根部に異状をもたらす各種の原因不明の症状が各地に発生して問題となっている。すなわち収量にはほとんど影響せず、腐敗や内部の変質を伴わない根部表面の変色や汚染でも、市場価値を著しく低下させるので実質的には非常な減収をもたらすこととなる。これらの症状には原因がほぼ究明されているものから、全く不明のものまであり、その呼称も各地域によってさまざまであって、同名異種あるいは同種異名の場合も多いと推察され、問題の解決にも困難をきたしているとの声が高い。そこで野菜試験場では各地域の関係者の要望もあり、当场が世話役として全国的な名称統一を試みることにし、昨 52 年 6 月に育種部、栽培部、環境部が共同でアンケート調査を行った。その結果は予想のとおり、各地における症状と名称は極めて多岐にわたっており、完全な整理、統合は更に各方面からの検討にまたなければならない。

しかし、当面の急務として、これらの症状を主として病害の立場から一応の整理、統合を試みた。以下その結果と、原因が病害であることが判明している症状及びほぼ病害と推定されているものについて若干解説し、根部異常症などの問題解決の参考に供したい。

I 主として病害の立場から見た ダイコンの生育障害の類別

前記のアンケート調査で、各県から寄せられたダイコンの連作などによる生育障害の症状、名称を主として病害の立場から発生部位別に整理、分類したのが次ページ

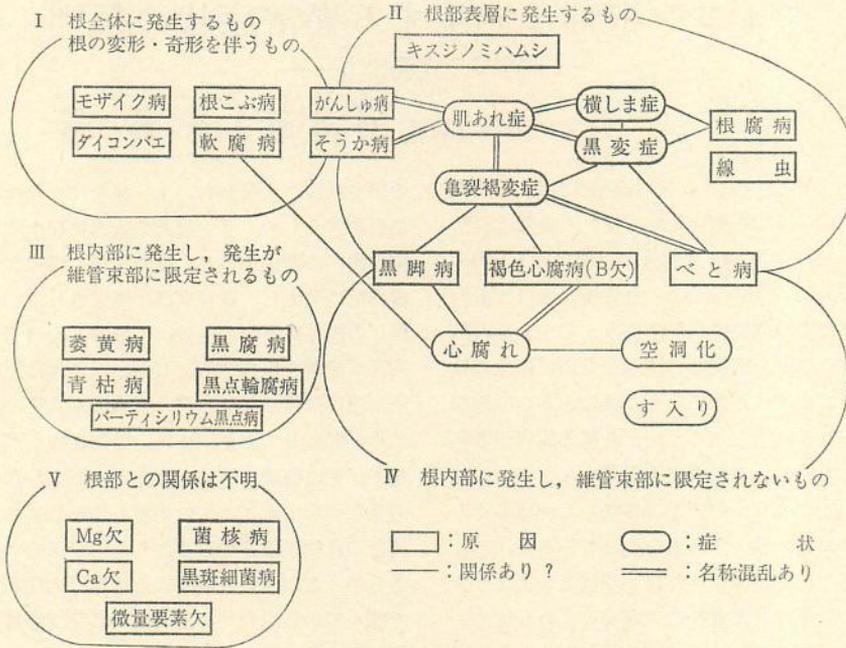
の図である。すなわち、I 根全体に発生し、根の変形、奇形を伴うもの、II 根部の表層に発生するもの、III 根の内部に発生するが、維管束部に限定されるもの、IV 根内部に発生し、維管束部に限定されないもの、V 根部との関係が不明のもの、に分け、それぞれに幾つかの病害や症状を包含する。しかし、これは上記のように一応の仮の分類であり、同一群中にも病害、症状あるいは名称が混在しており、また、2群にまたがるものがあるなど、更に整理、統一を図らなければならない。症状の名称についてもここでは主要と思われるもの、あるいは異常の状態が推定できるようなものの幾つかを併記してあるが、この中には同一または類似の症状を異なる名称で呼んでいる場合や、逆に同一名称で呼ばれている中に異なる症状が含まれていると思われる。特にほぼ根部表面のみに淡褐～褐色の変色を伴う縦横の亀裂を生じる症状については、その形状や発症部位が少しづつ異なることもあって、各地で非常に多くの呼称があり、混乱が大きいと見受けられる。これらについても各府県の方々の御意見を参考にして集約し、原因が病害と判明したものは病名を付すなど整理していく必要がある。

II 主として病害による根部異常症 などについて

以上のように不完全な整理、分類ではあるが、これらの症状の中で原因がかなり究明されており、主として病原が関与していると思われるものについて、その発生様相なども含めてこれまでの知見を述べる。また、既知の病害や虫害についても、これらとの比較のために簡単に記す。なお、当該症状の発生府県は主として前記のアンケート調査によっているので、若干の遺漏があると思われる、読者による補正をお願いしたい。

1 モザイク病 (ガリダイコン、ガリ、やまいつき)

ウイルスの感染によってダイコンの地上部にモザイクなどの病徴が生じるのは広く知られているが、地下部にも異常を生じることがあるとされ、キュウリ・モザイク・ウイルスなどの接種によって再現された例もある。すなわち、根部の生育が不良となり、表面に凸凹を生じてコブ状を呈し、亀裂を生じることもあり、また、全体が湾曲して奇形となる場合もある。内部の肉質は硬化する。地上部にモザイク症状の多い場合には、本症状も多い傾



I 根全体に発生するもの、根の変形・奇形を伴うもの

- 1 モザイク病: 萎しゅく, 黄変
- 2 根こぶ病
- 3 軟腐病
- 4 ダイコンバエ
- 5 そうか病: こぶ, 肥大, 地際部局部太り
- 6 がんしゅ病

II 根部表層に発生するもの

- 7 肌あれ症
- 8 横しま症
- 9 黒変症
- 10 根腐病
- 11 亀裂褐変症
- 12 黒脚病: *Aphanomyces*?, ねくびれ症状
- 13 べと病: 入れ墨, ガザ
- (5) そうか病
- (6) がんしゅ病
- 14 キスジノミハムシ
- 15 線虫: ネグサレセンチュウ類
- (21) 褐色心腐病 (B欠)

III 根内部に発生し、発生が維管束部に限定されるもの

- 16 萎黄病
- 17 黒腐病
- 18 黒点輪腐病: ゴマ症状
- 19 パーティシリウム黒点病
- 20 青枯病

IV 根内部に発生し、維管束部に限定されないもの

- 21 褐色心腐病: B欠, 赤す
- 22 心腐れ: 空洞腐敗症, 心腐れ病
- 23 空洞化: 黒変空洞化
- 24 す入り
- (12) 黒脚病

V 根部との関係は不明

- 25 Mg欠
- 26 Ca欠
- 27 微量元素欠
- 28 菌核病
- 29 黒斑細菌病
- 30 その他

ダイコン連作障害原因・症状の発生部位別分類 (野菜試環境・育種・栽培部によるアンケート結果より)

向がある。乾燥時あるいは乾燥年に多発する例が多いが、これはアブラムシの発生と関係があると思われ、播種期と発生についても同様にアブラムシの消長と関連するようである。火山灰土や砂質土での発生例が目立つが、被害は大、小さまざまでである。発生地は群馬、千葉、神奈川県、山梨、新潟、京都、岡山、愛媛。

2 根こぶ病

ダイコンは一般に本病に抵抗性であり、本調査では報告されていないが、ときには他のアブラナ科作物と同様に発病する。

3 軟腐病

根冠部が汚白色、水浸状となり、葉柄も軟化して後に離脱する。やがて根は中心部から腐敗消失して空洞となり、特有の悪臭を発する。

4 そうか病 (コブ, クロカワ, 黒あざ)

根部の表面に大小種々の粗雑な隆起 (ジャガイモそうか病に似る) を生じ, その色は健全部と大差のないものから黒褐変してカサプタ状に崩壊するものまでである。いずれもコブ状を呈し, その部分から湾曲して奇形となる場合が多いが, 変化は表面のみであって内部にはほとんど異常がない。発生部位は根の数か所に及ぶこともあるが, いずれも地際部から 10cm 程度までの比較的浅い部分に多い。被害程度は種々であるが, ときには大害を生じる。連作によって増加し, 壤土や砂壤土で乾燥条件下に多発する例が多いが逆の場合も報告されている。品種ではみの早生での例が多い。病原は *Streptomyces* sp. とされているが, 接種による完全な再現試験はまだ行われておらず, 種名も未同定である。発生地は秋田, 茨城, 東京, 神奈川, 愛知, 岐阜, 奈良, 京都, 岡山。

5 がんしゅ病

根部表面にイボ状の隆起を生じ, のちに黒褐変して縦に亀裂が入ることもある。組織の崩壊はなく, 内部にも異状が見られない。病変部からやや曲がることもあるが, コブは生じない。種属未定の細菌によるといわれるが, 症状の再現や前項のそうか病との異同についてもなお疑問がある。

6 横しま症 (縞, 横ぐる, 横すじ, カスリ, トラ, 黒しま, こしまき)

側根の発生部から皮目に沿って水平に淡褐～黒褐色の細い線状のやや隆起した変色部を生じ, のちには変色部に縦に亀裂を生じることが多い。しかし, 皮目とは必ずしも関係なく発生する例や変色部がかなり太い場合も知られており, これらがすべて同一か否かは明らかでない。また, 下記の根腐病, 亀裂褐変症などの 1 症状とも見られるので, 今後更に検討を要する。幾つかの県では *Rhizoctonia solani* あるいは *Rhizoctonia* spp. を病原と認め, 接種による再現も行われている。一方, *Aphanomyces* sp. その他の病原が関与するとの推定や, マンガン過剰などの生理的障害であろうともいわれている。土壌水分の過多が原因であるともされているように, 高温, 多湿条件下での発生が多い。連作によって増加し, 火山灰土や砂質土で多発する傾向があり, マルチに触れた部分から発生しやすいとの報告もある。被害は大とされる例が多く, 品種では源助, みの早生, 大蔵に発生を見ている。発生地は福島, 神奈川, 石川, 福井, 新潟, 愛知, 京都, 兵庫, 岡山, 広島, 徳島, 鹿児島。なお, 特殊な例として, ごくまれに赤色の横しまを生じる (愛知) こともあるというが, その原因は不明である。

7 根腐病, 根腐症, 亀裂褐変症, 黒変症など (名称,

症状については前記のように混乱が大きい。24 ページの図参照)

これは, 現段階において明確に区分できない幾つかの病害及び症状群の総称ともいべきものと見られ, 単一症状として取り扱うことにも問題があると考えられるので, 症状などについての一般的な記述は困難であるが, 一応その概略を述べる。根部の表面が褐～黒褐色に変色し, 縦横の不規則な亀裂を生じる。多くの場合, 内部の肉質には変化がないがときには数 mm 程度の内部まで変色することや, 変色部がやや陥没することもある。患部の形は大小種々であって, ほぼ円形のものから横長のもの, 不整形のもの, これらが癒合する場合がある。表面の状態も亀裂のみの場合や, その周囲や一部に表面の変色を伴う場合, 特に初期には変色のみで亀裂を生じないもの, 網目状を呈するものなど, さまざまである。発症部位も根冠付近から先端部まで多岐にわたって, 根の全周を帯状に取り巻くこともある。被害部からは *Rhizoctonia* spp. が高頻度で分離, 検出され, その他 *Aphanomyces* spp., *Fusarium* sp., *Pythium* spp. などが検出される。*Rhizoctonia* 菌による接種試験で幾つかの症状が再現され, 同一菌株によって数種の症状の発現を認めた例もあるが, 他の菌の病原性, 特に症状との関連についてはなお十分に解明されていない。また, 関連する *R. solani* の培養型も発生地によって II, IIIA, IIIB, IV 型とそれぞれ異なり, 同菌による苗木枯れや葉腐れ症状と関連があるらしいとの報告もある。発生はほぼ全国に及ぶが, *Aphanomyces* や *Pythium* は東北から北関東にかけて多く検出される傾向にある。連作や多湿条件下で多発し, 被害は一般に大きい場合が多い。

このように本症状 (群) は単一の原因によるのではなく, 幾つかの病原や要因が関与していると思われ, 逆に同一の病原が発生条件によって種々の症状を発現している場合も考えられる。すなわち, 比較的病原力の弱い病原が根部のごく表層のみを侵害して局所的な変色や壊死をもたらし, のちに根部の肥大に伴って亀裂や陥没を生じることも推測され, 感染時やその後の環境条件によって, 前記の「横しま症」も含めて多様な症状を発生させるのではなからうか。本症状はダイコン生育の比較的早い時期から認められる例があり, 既に病原性の認められている *Rhizoctonia* spp. を含めて, 前記の各種菌類と環境条件, ダイコンの生育などと症状発現との関連を究明する必要がある。

8 根くびれ症 (黒斑症, 亀裂褐変, さめ肌, 黒あざ, 黒脚病?)

本症状も前項との異同が明確でなく, 混同されている

こともあると見られる。しかし、発生部位が地際部付近に多く、ときには周囲を取り巻く褐変部分で根がくびれること(根くびれ症状)、主として *Aphanomyces* 菌の検出例が多いことなどから一応区別した。なお、B欠乏が本症の原因であろうとの報告もある。本症も排水不良地や、同一ほ場でも凹地に多く、土壌の過湿が発生を助長するようで、品種では夏みの、みの早生、青首宮重、聖護院に多く、大蔵系では少ないとの例もある。発生地は青森、福島、栃木、群馬、東京、京都であり、その他にも前項のように *Aphanomyces* sp. が検出された例がある。

アンケートの回答には無かったが、*A. raphani* によるとされる「黒脚病」の発生が一部に伝えられているので、これについて若干述べる。黒脚病の名はおそらく外国で報告されている *A. raphani* に起因する black root に由来すると考えられる。そして日本でも本菌による病害がハクサイやカブ類で知られており、ダイコンに対する寄生性も認められている。しかし、black root の症状は幼植物では胚軸下部の水浸状暗色化(ほ場での発生はまれであるという)と、成植物では根の内外部組織の黒変や根部の奇形が特徴であり、*R. solani* による scurfy root は表面性のかさぶた状の褐色斑を生じることで区別できるとされている。Black root も根部表面の変色や亀裂、狭窄を生じることが知られており、このような症状と前記の根くびれ症状、更に *Aphanomyces* 菌の検出、分離などが関連して黒脚病の呼称が行われたと推測される。我が国において根の内部まで黒変が及ぶ症状は後記の黒腐病以外は知られておらず、また、前記のように *A. raphani* がダイコンを含むアブラナ科作物に寄生性を有することは確かめられているが、その場合に black root の症状を生じるか否かは明らかでない。このように黒腐病と混同されているのでない限り、黒変が根の内部まで及ぶ黒脚病 (black root) は我が国では未発生と見られ、今後その存否の確認が必要である。

9 ベと病 (入れ墨, ガザ) S

Peronospora brassicae によるダイコンベと病が莖葉部に発生することはよく知られているが、本菌が根部をも侵害して病斑を作成することやその病徴についての報告例は少ない。以下に述べる病徴などは主として重松ら(四国植防(1977) 12: 25~31)の報告によった。愛媛県久万町の標高 700~800 m の高冷地で8月上~下旬播き10月穫りのダイコンに発生し、根部の地際部から地上 5~10 cm の部分に幅数 cm の全周を取り巻く、あるいは不正形のうす墨色の変色部を生じ、入れ墨状の外観を呈するため「入れ墨症状」と呼ばれる。この変色部は最表面よりもその下部の組織が黒変している場合が多い。収穫

後期には黒変部が拡大、やや陥入して表面に多数の縦横の亀裂を生じることが多く、そうか状を呈しており「ガザ」と呼ばれる。病変は根の各所に見られることもある。このような根の症状は葉部の病斑の程度と必ずしも関連しないこともある。変色は黒~褐色浸潤状を呈して、ときに飛白状に根の内部にも及ぶが、中心部までは至らないことが多い。本病は、変色が最表層よりもそれ以下に多くて更に内部まで及ぶこと、切片を検鏡するとべと病菌特有の吸器が認められること、表面に分生胞子を形成する(ほ場で見られることもあり、病変部を 20°C 程度の温室に保つとよく形成される) ことによってほかの症状と区別できる。9月上~中旬の降雨と低温が発生を助長するとみられる。当該地で栽培される夏美濃早生二号と大蔵大根では播種期の早い前者に多発する。

10 萎黄病

ごく激発地では幼苗期から発生することもあるが、通常は根の肥大期から発病する。多くの場合に外葉の黄変、落葉(片側だけのことも多い)を伴い、根部の外観は激しく罹病すると生気を失ったり片側に湾曲することがあるが、局所的な変色などは示さない。根部の横断面では皮層直下の維管束部の一部あるいは全周にわたる褐~黒褐色の変色が見られる。細菌などの二次寄生がない限り軟腐状にはならない。高温条件下で多発しやすいが、土壌の種類によってほとんど被害の生じない例が知られており、かなり耐病性の品種も育成されつつある。

11 黒腐病 (墨, 心黒, あん入り)

葉部の黄化や黒変を伴う。根を透かして見ると生気がなく、内部は維管束部が黒変している。病勢が進むとだいに根全体が黒変し、中心部が消失して空洞化するが、悪臭はない。高温時の降雨やスプリンクラー灌水が感染、発病を助長する。

12 黒点輪腐病 (ゴマダイコン, ゴマ斑症状, 墨入れ)

神奈川県における三浦ダイコンで問題となり、同県での研究の結果、病原 (*Pseudomonas* sp.) その他が明らかとなった。その他、群馬、徳島でも類似の症状を認めており、おそらく同じ病害と思われる。本病は葉柄や根の維管束部の黒変が特徴であり、地上部、地下部とも外見上は健全株と区別できないが、被害株はやや生育不良となる傾向がある。病状の進んだ根部を横断すると、表面直下の維管束部が輪状に黒変するほか、更に内部の放射状に存在する維管束部も大部分が黒変しており、あたかもゴマをまぶしたように見える。縦断面では表面直下の維管束部黒変は顕著であるが、更に内部の黒変は横断時に比べて不明瞭である。軽症の株では黒変が根の一部のみに見られることが多く、その際は根の中央付近に多い

傾向がある。根の片側だけが激しく侵されて、根部が湾曲することもまれに見られる。症状の発現は播種約1か月後からであり、この時期には根の髓部のみに変色が見られるが、その後根の肥大につれて黒変が全体に及び被害が大となる。雨水が流れ込む所や、排水不良地に多発するようである。品種によって発病に差が見られる。

13 パーティシリウム黒点病

最近北海道において、*Verticillium dahliae* による本病が発見された。外観的には葉、根部ともに健全株と差がないが、根部の断面は前項の黒点輪腐病とほぼ類似の状態であり、内部の維管束が変色しているという。病組織の軟化、腐敗は見られない。野菜試験場でも、山梨県下から送付された萎黄病類似の根部から *Verticillium sp.* を分離し、ダイコンに対する病原性を認めた。

14 黒斑細菌病

本病も葉部のほかに根頭部を侵す。後者では初め灰色の小病斑を生じ、しだいに黒変して不正円形となる。温暖多雨条件下で多発し、砂質土壤で発生が多い傾向がある。

15 ネグサレセンチュウ (水ぼうそう、白斑症、ゴマ症状、黒ゴマ)

数種のネグサレセンチュウがダイコンの根部を加害するが、最もよく知られているのはキタネグサレセンチュウで、その症状は次のとおりである。初期には根部表面に微小な不正形の白斑を生じ、やがて径1~2mmの白斑となるが、更に白斑が2~4mmに拡大するとその中心部に微細な褐点が認められる。症状が進行すると褐点は裂壊、黒変し、裂壊部は周辺に拡大して白斑部全体が黒褐色化し脱落するので、内部の組織が露出してあばた状を呈する。更に露出部の組織が陥没して亀裂を生じたり、縦長の割れ目が入ることも多い。また、播種期に土中の線虫密度が高い際には岐根を生じる場合がある。本線虫の被害はダイコンの作型により異なり、品種間で抵抗性に差が見られる。クルマネグサレセンチュウによっても上と類似の白斑症状を生じるが、ミナミネグサレセンチュウでは根部表面に黒色のしみや口唇状に裂開した黒斑を形成する。

16 虫害

以上のほかに、幾つかの害虫がダイコン根部を加害することも知られている。根部表面の異状と最も関連の深いのはキスジノミハムシであって、ダイコンの生育期と食害時期との関連で、サメ肌状、ナメリ状、孔状などの食痕となって現れる。その他ハリガネムシ、コガネムシ類、ダイコンバエなどによる食害もよく知られている。しかし、これらの虫害は、その食痕の形状によって病害

の場合と区別できると思われる。

17 空洞化 (心腐れ、褐色心腐病、赤ず、黒変空洞症、空洞腐敗症)

根の内部が腐敗せず、単に空洞を生じる症状にも、空洞部が変色しないものから褐~黒褐色を呈するものまで幾つかの型が知られている。いずれも生理障害、栄養障害など病害以外の要因が大きいとされているが、症状相互の関連など詳細は明らかでない場面が多い。

おわりに

以上ダイコン根部の異常症に関し、主として病害の視点からの一応の整理、類別と、その原因の分かっているものについて略述した。しかし、このほかにも諸外国で発生が知られており、根部にも被害を与えると見られる病害として *Ascochyta sp.* (root rot), *Phymototrichum omnivorum* (root rot), *Phytophthora megasperma* (root rot), *Pythium spp.* (black root, damping-off) などがある。更にB欠乏やその他の栄養障害、生理障害に起因するものも多いといわれ、湛水害による根部の変色なども知られている。

ダイコンは主としてその根部が利用され、内部の肉質や食味には全く影響しないような根部表面のみの変色などによっても、流通過程での価値は著しく低下し、生産者の受ける被害は多大である。土壤中には地上部に比べ、根部に損傷を与えるような有機、無機の種類がはるかに多く存在すると推測される。また、ダイコンの主根部は発芽2週間後ごろに表皮が剝離、脱落し、品種や栽培条件によって異なるが、側根の発生部から横長の皮目を生じやすい。このような時期には弱寄生性の病原やその他の要因によって表面が損傷を受けやすく、壊死や変色を生じ、その後局限された壊死部が他の健全部の肥大に伴ってくびれや亀裂が生じるのではないかと考えられる。そのために、異なる原因によっても類似の症状が発現したり、また、その侵害の時期と程度やその後の条件によっては同一の原因でも外観上は異なる症状を示す場合もあるなど、いわゆる根部異常症の区別、分類に混乱をもたらしていると推測される。そして前記のような産地の集団化による連作が、このような障害の発生条件を助長して、その多発を招いていると思われる。

しかし、前述のようにダイコンの作付け面積は各種野菜中最大で、露地野菜として農家経済上に占める地位も極めて高い場合が多く、その生産の安定と産地の存続を図ることが重要である。近年、他の作物にも多くの原因不明症が発生して問題となっているが、これらをも含めて、その原因究明と対策の確立が急務と考えられる。

植物防疫基礎講座

桑樹を加害するキボシカミキリの人工(無菌)飼育法

農林水産省蚕糸試験場 ^え江 ^{もり}森 ^{たかし}京

はじめに

クワを加害するカミキリ類には、約 10 数種が数えられるが、実際にそれらの幼虫が、栽培されているクワの材部を侵して、枯れ株にしてしまうほどの実害のあるものは、クワカミキリ (*Apriona japonica* THOMSON), トラフカミキリ (*Xylotrechus chinensis* CHEVROLAT) 及びキボシカミキリ (*Psacotha hilaris* PASCOE) の 3 種である (クワカミキリ、キボシカミキリの 2 種については本誌第 32 巻第 2 号に小島氏が果樹を加害するカミキリ類の幼虫の見分け方を紹介されているのでこれを参照されたい)。このうち、キボシカミキリの生態に関する調査研究は最近ようやく緒についたばかりで、これまでに本種の詳細な生態に関する研究はなされていない。10 数年前から関東では、東京都の西南部及び神奈川の全県下が本種の常発地帯となり、続いて千葉、栃木、茨城、群馬の各県に侵入し、また、昨年は山梨県に異状発生し、しだいに北上しつつある。また、東海、近畿及び四国地方の桑園に本種の発生が急激に増加し、これが桑園の生産性を著しく阻害する原因の一つともなり、いまや桑樹害虫の主要なものの一つになった感がある。このような実態から本種に対する適切な防除法の確立が急がれている。こうした背景のもとで、本種の生態的な調査研究が石井ら (1963, 1964), 伊庭 (1963, 1976 I・II・III) 及び江森 (1975, 1976) などによって行われ、ようやくその生態の一端が明らかになりつつある。

一方、これまでに本種の生態学的研究を進める上の一つの障害は幼虫の人為的な飼育についてであって、これまで行われていたクワの枝に穴をあけて幼虫を飼育することにも限界があり、その飼育の効率化を図る必要に迫られていた。幾つかの鱗翅目昆虫については一定の飼料条件のもとで人工飼育が極めて容易に行われ、試験研究に大きな成果が上げられていることから、本種(鞘翅目)についてもその幼虫の人工飼育が試みられ、杉山 (1969) は酵母を主成分とした準合成飼料によって成虫にまで成育させることに成功したのが人工飼育で本種を増殖させるきっかけとなった。その後、江森 (1975) は桑葉粉末を主体としたごく簡易な飼料組成で、しかもふ化幼虫を成虫にまで飼料の交換をしないで完全に成育させる実

用的な無菌飼育に成功した。鱗翅目 (Lepidoptera) 昆虫では、カイコをはじめとして人工飼料育が確立されているが、鞘翅目 (Coleoptera) 類での人工飼料育による増殖例は極めて少ない。

以下、キボシカミキリの形態、生態について簡単に記載し、本種の飼育法について述べることにする。

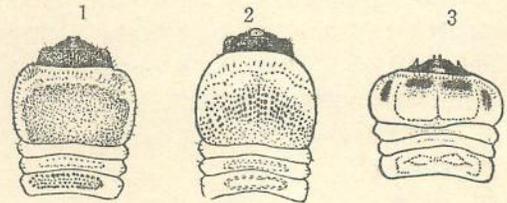
I 形態の概要

成虫は細長く (口絵写真①), 黒色で頭部と胸部には数個の淡黄色の条紋があつて、翅鞘には大小の淡黄色斑紋が多数散在する。触角は 11 節からなり細長い。体長は 22 mm 内外で雌雄の差は触角の長短で大体見分けられる。すなわち、雄の触角は体長の約 2.5~3.0 倍で、雌のそれは、体長の 2 倍足らずで、各節間の白色部分が雄よりも鮮明になっている。

卵 (口絵写真②) は淡黄乳白色で、長径平均 3.8 mm 内外である。

幼虫 (口絵写真③) は淡黄色円筒形、ふ化幼虫は 4 mm 内外、壮齢期になると 40 mm 程度に成長する。胴部は 12 節からなり、第 1 環節の背面は黄褐色無紋、第 3~10 環節の背腹面中央には同心円的に並ぶ小判形の斑紋がみられる。なお、参考までにクワを加害する主要な 3 種のカミキリ幼虫の頭胸部の形態を第 1 図に示す。

蛹 (口絵写真④) は淡黄色紡錘形で、体長 22 mm 内外である。



1: キボシカミキリ, 2: クワカミキリ,
3: トラフカミキリ

第 1 図 3 種のカミキリ幼虫の頭胸部 (原図)

II 生態の概要

1 成虫

成虫は 6 月ごろから晩秋まで断続的に現れるが、東京

付近の桑園での調査によると、7月中・下旬に最も多く出現する。飛しょう力はかなりあって、5m以上の高さで、10m以上も一気に飛ぶ例がよく見受けられる。桑園では、クワの枝条の先端部付近（口絵写真④）の葉を不定形の穴状に食害し、被害のはなはだしいときには、カイコの掃立に用いる桑葉がつかなくなる場合もあって、幼虫態での桑樹に対する加害ばかりでなく、成虫になっても桑樹に被害を与える。

2 産卵

成虫は羽化してから10数日を経て、産卵を始める。クワの樹皮に1mm程度の短た円孔のかみ傷を付けて、その孔に産卵管をさし込んで1孔に1粒ずつ卵を産み付ける。1頭の雌成虫の1日の産卵数は10数粒で、毎日連続的に産み続け、80日間ぐらいで1頭の雌は平均300粒内外の産卵を行う。成虫は羽化してから30日前後が最も盛んに産卵するようである。卵期間は夏の気温で6~7日間である。本種の卵は低温に強く、5°Cで200日以上生存することができる。ふ化の限界温度は10°Cである。

3 幼虫

ふ化後10日もたつと10mm程度に成長する。ふ化当年に成虫にまで發育する個体の幼虫期間は約55~100日で、蛹期間は10~20日であって、越冬する幼虫は270~300日を経過して翌年初夏のころに羽化する（本種に休眠期があるのか否かについて現在研究が進められ

ている）。

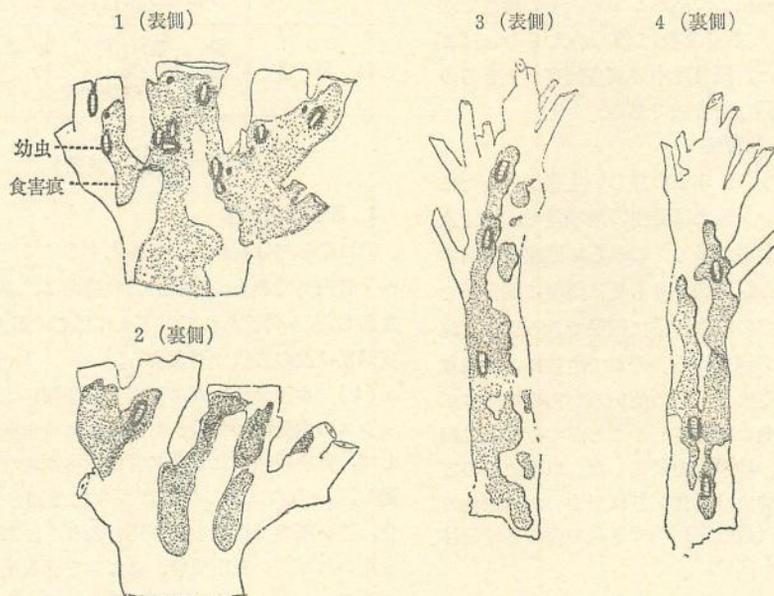
4 食害

幼虫は桑樹の樹皮下を食害しながら浅いトンネルを作って、初めは直線状に進み、しだいに蛇行して不規則な食害痕を残しながら成長して木質部へ侵入する。終齢幼虫は40mm前後で老熟し蛹室内で蛹化する。本種によるクワの被害の大部分は幼虫期に桑樹を食害して夏期に枯死株（口絵写真⑦）に至らしめることである。このため農家は被害株を抜根しなければならぬので、その労力をも含めて被害は甚大である。また、羽化した成虫は樹皮を傷付けたり、新梢葉を後食（成虫の食害）しながら長期間生存し、その間の産卵数も平均300粒前後に及ぶので放っておくと桑園の被害は増大するばかりで、このころに桑畑に入ると、株全体の葉が萎ちょうし、本種の被害によることがすぐ見分けられる。

III 飼育法

1 クワの生枝による飼育法

本種は穿孔性害虫であるため、幼虫の一生を樹木の中で生活し、材中にはかみ切った繊維状の木屑とふんが詰まり、穴から樹液を排出（口絵写真⑥）するので枝の枯れるのが早い。したがって生枝で飼育する場合には常に新鮮な枝に移してやらなければならないため相当の労力と時間がかかる。しかしながら、幼虫を人為的に他の枝に移したのちの管理が十分であれば完全に成虫にまで成



1~2: 主幹内の状況, 3~4: 支幹内の状況

第2図 クワの高根刈仕立におけるキボシカミキリの食害状況（原図）

育させることはできる。この方法では、幼虫を移す生の桑枝を常に調達できるように桑株を畑に用意しなければならないので、大量飼育には限界があろう。

生枝によって飼育する場合にはまず、新鮮なクワの生枝、またはイチヂクの枝（同じクワ科の仲間である）の太さ20~30mm程度のもを、長さ20cmぐらいに切り、彫刻刀でふ化幼虫が入る程度の穴を表皮を残すようにしてあける。この場合に表皮の下の木片を切り取っておくと、幼虫を穴に入れて「ふた」をした場合に幼虫をつぶさないで表皮の「ふた」ができる。また、枝をナタで二つ割りにして幼虫をこの間に移す方法もあるが、この方法では枝が早く枯れるので適当でない。穴をあけ終わったら幼虫を一つの穴に1頭だけ入れる。そして1本の枝に1頭ずつ配置することが望ましい。本種幼虫は樹木の中で他の幼虫と接触した場合に必ず共食いするので、1枝で複数の幼虫を飼育することは避けるべきである。この点が本種幼虫の飼育上の注意事項である。幼虫を移す作業が終わったらその部分をセロテープで巻いて押さえておく。幼虫は1昼夜で木屑を外に押し出すので穴の中で生活が始まっていることが外から分かる。この枝をそのまま放置すると乾燥して枯れるので、枝の萎ちょうを防ぐために、枝の切り口にパラフィンを塗り、深さ10cmのブリキ箱、または木箱に5cmほど湿砂土を入れて枝を差し込んでおくと夏の高温期でも20日間ぐらい飼育することができる。その間に幼虫も成育し、食害のために枝はほとんど空洞化して枯れるので、その時点で幼虫の大きさに合った新鮮な枝に移しかえてやればよい。この方法によると、飼育途中の調査観察ができるので目的によっては便利な飼育法である。

2 人工飼料による飼育法

さきにも述べたように、本種の詳しい生態はいまだに明らかにされていない。例えば発生の地域差や、化性及び休眠など残された問題が多く、これらの問題を解明するためには生枝による飼育法よりも更に簡便に飼育ができて、実験材料としての幼虫を常に確保できるような飼育法を確立することが望まれる。そこで生枝による飼育法に見られた飼料の交換や、その他いろいろの煩雑さが無く、成虫にまで完全に成育させることができる人工飼料（無菌）育（江森、1975）を研究した。以下にその方法を紹介する。本種幼虫は共食いされやすいため他の昆虫のような多頭育（複数育）ができないうえに必ず個体育によらなければならない。

1 採卵

7~8月ごろになると、桑園で比較的容易に本種の卵が産み付けられている枝幹が見付けられるので、これを切

り取って卵を摘出することもできる。しかし、この場合には、産卵時期が分からないので、ふ化が不斉になる心配がある。そこで、成虫を捕らえて産卵させる方法が好ましい。飼育箱、またはガラスポットへ葉を1~2枚つけた太さ20~30mmの新鮮なクワの枝を入れ、これに雌雄合わせて5頭ぐらい（雌3、雄2）の成虫を放つと、産卵時期に至っているものは交尾後1夜で10数粒の卵を産む。このようにすると産卵日が確実に分かり以後の実験に便利である。卵は枝の表皮をはがして（口絵写真②）ピンセットで1粒ずつ摘出し、水でぬらしたろ紙を敷いたシャーレの上に並べる。気温の高いときは冷蔵庫に入れておくとふ化を長期間抑制することができるので便利である。

2 人工飼料の組成

人工飼料の組成は第1表に示したように、飼料1の桑葉粉末を主体とし、それにセルロース末（パルプブロック）を加えたものを寒天末（Agar Powder）で固めたものが飼育成績はよく、パルプブロックの入らない（飼料2）飼料はふ化幼虫の食いつきが劣った。

第1表 キボシカミキリの人工飼料の組成
(江森, 1975)

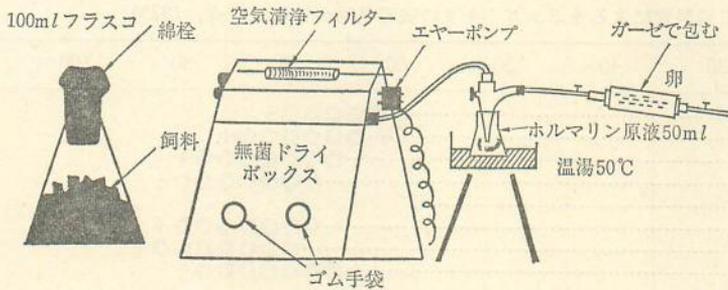
組	成 分	量
飼 料 1	桑 葉 粉 末	50 g
	セルロース末	40 g
	寒 天 末	10 g
	ソルビン酸飽和溶液	250 ml
飼 料 2	桑 葉 粉 末	90 g
	寒 天 末	10 g
	ソルビン酸飽和溶液	250 ml

IV 消毒（滅菌）

1 卵表面の滅菌

卵は産み付けられてからふ化するまで夏期の室温で6~7日内外である。卵面消毒の時期は、ふ化2日前、すなわち、産み付けられてから4日目ごろがふ化率がよい。実際には次の方法で消毒する。

(1) ホルマリンガス消毒（第3図）：無菌ドライボックスの空気清浄装置から送風される空気の圧力を利用して、卵を収納したガラス管の中へホルマリンガスを通過し、一方の口から外部にガスを放出させる。この場合、強い圧力で空気を送り込むよりも、このような装置を用いれば弱い風圧で静かにガスを卵表面に当てて殺菌できる。しかも一度に多数の卵を消毒することができ、また、消毒してからの後処理を必要としないので簡便である。この場合のガスに接触させる時間は40分で十分



注 無菌利用ホルマリンガス卵面消毒
ホルマリンガス 40 分間→ガス抜き→卵接種

第3図 無菌ドライボックス利用による昆虫卵面消毒装置（原図）

は1~2日後に幼虫がふ化してくる。この方法によると飼料は腐敗しないで幼虫を同一フラスコ内でその全発育期間を経過させることができる。

V 飼育中の管理

本種の幼虫を自然条件下でクワの生枝あるいは人工飼料で飼育した場合、産卵の時期や成虫の採取地域によって、ふ化後その年に成虫になる割合が違うので飼育の方

法によっては管理が大変なことになる。クワの生枝で飼育する場合、羽化までに60~100日間を要するとして、少なくとも3~5回は新しい枝に移しかえる必要がある。また、越冬する個体も常に幼虫を正常に保たせるには、適宜新鮮な枝に移して翌年初夏まで管理しなければ飼料の(枝)条件によって羽化してくる成虫が矮小化したり、羽化が早まったり、あるいは遅くなったりする。

一方、人工飼料育は一度コルペンの中で幼虫がふ化すると、その幼虫の一生を容器内で過すことになるので、60~100日間の飼料をあらかじめ計算して入れる必要がある。また、幼虫の最終齢には体長約40mm程度に成長するので、それに見合った容器を必要とする。実験の目的によっては幼虫数が300とか500にもなるので、これを置く場所の面積も考えると100ml 3角フラスコが適当である。幼虫の経過が長くなる場合には、無菌ボックスの中でIV 2の要領で滅菌した飼料を適宜補充すればよい。フラスコ内の湿度は常に60~70%程度に保たれているので、ちょうどクワの枝条内と同じような条件となり、幼虫の成育経過もクワの生枝で飼育した場合とほとんど同じ経過を示す。また、小型のシャーレ(直径50mm, 深さ15mm)の中で個体飼育する場合には2~3日ごとに飼料を交換しなければならないが、試験の目的によってはこの方法も利用できる。しかし、この方法は無菌育と違って、夏の気温の高いときなどは雑菌の繁殖が早いので、飼料の交換のときに必ず容器ごと取りかえなければならず労力的にも、また、飼育頭数においても制約される。

VI 人工飼料育での発育経過

両飼育法による発育経過日数は第2表に示したように個体別に比較した場合には、クワの枝で飼育した場合より人工飼料で飼育した場合が全体的に10~15日程度早くなる傾向がみられたが、野外の同種昆虫とほぼ同じよ

である。

(2) クライト液に浸漬させる方法: ふ化2日前の卵を金網の「だしこし」に入れて調整直後のクライト(一般名: 高度晒粉, 成分: 有効塩素 60% 以上) 400 倍液に10分間浸漬し、直ちに滅菌蒸留水でよくクライトを洗い落として消毒を終わる。

以上により卵の表面消毒が終わった後は、消毒した卵が汚染した空気に触れないように直ちに無菌ボックス、またはクリーンベンチ内に収納する。そして次に述べる滅菌した飼料の上にピンセットで卵を静置する。

2 飼料の滅菌と卵の接種

第1表の1の飼料の粉末原料をよく混合してからソルビン酸飽和溶液を加えながら練り上げ、アルミ製弁当箱に入れて蒸し器で30分間蒸す。蒸し終わったらそのまま冷えるまで待つ、急ぐときには冷蔵庫で冷やしてもよい。飼料が冷えて固まったら、あらかじめ用意しておいた飼育容器(100ml 3角フラスコ)に飼料を厚さ10mm, 長さ30mm程度に切って1個のフラスコの中に約50gずつ入れてシリコンゴム栓または綿栓をする(ふ化から蛹になるまでの幼虫の飼料摂取量は約50gである)。次にフラスコに入れた飼料をオートクレーブで滅菌(120°Cで40分間)する。消毒が終わった飼料はなるべく早く無菌ボックス、またはクリーンベンチに収納できればよいが、数多く取り扱う場合には飼料が直接外気に触れないようにして冷えるまで待つ。もちろん消毒後の飼料は栓を取らなければ戸棚とか、机の上においても汚染の心配はない。そして飼料が完全に冷えたところで無菌ボックスの中で卵の接種作業に入る。

あらかじめ消毒したピンセットで卵を1粒ずつフラスコ内の飼料の上に静置すればよい。フラスコの栓を取ったときに往々にして雑菌が混入する心配があるので、栓の回りをアルコールを含ませた脱脂綿でふくとよい。以上の操作の終わったフラスコは栓をしておくとも早いもの

第2表 桑枝条飼育と人工飼料育によるキボシカミキリの成育経過の比較 (江森, 1975)

条件		経過	10	30	40	50	60	70	80	100日
桑枝条飼育	No. 1	.....					◎◎◎◎◎+		
	2	.....					◎◎◎◎◎+		
	3	.....					◎◎◎◎◎+		
	4	.....					◎◎◎◎◎+		
	5	.....					d			
	6	.....					◎◎◎◎◎+		
	7	.....					◎◎◎◎◎+		
	8	.....					◎◎◎◎◎+		
人工飼料育	1	.....					◎◎◎◎◎+		
	2	.....					◎◎◎◎◎+		
	3	.....					◎◎◎◎◎+		
	4	.....					◎◎◎◎◎+		
	5	.....					◎◎◎◎◎+		
	6	.....					◎◎◎◎◎+		
	7	.....					d			
	9	.....					◎◎◎◎◎+		
	10	.....					◎◎◎◎◎+		

備考 : 幼虫, ◎◎◎◎ : 蛹, + : 成虫, d : 死虫

第3表 人工飼料によるキボシカミキリの成育期間と成虫の大きさ (江森, 1975)

雌雄平均		所用期間	幼虫期間	蛹期間	羽化までの日数	成虫の体長
雌	範囲		57~80日	7~21日	65~101日	22~27 mm
	平均		69	12	81	24.6
	桑枝条飼育による平均		85	12	97	21.0
雄	範囲		59~80日	7~17日	69~90日	22~25 mm
	平均		68	12	80	23.8
	桑枝条飼育による平均		70	12	82	21.0

ふ化日 8月30日から12月10日までの羽化まで (25°C 定温)

うに成育するので実験には支障がない。また、成育所要期間の比較についても第3表に示したように、ほとんど差がない。すなわち人工飼料育では、ふ化してから羽化するまで65~101日の日数があれば大多数の幼虫は成虫になっている。しかし、既に述べたように、本種の化性については、産卵の時期や地域差によっても次代の発生割合が違うので明言できないが、温度や日長時間の違いが化性となんらかの関係があるものと想定し、人工飼料育で、いろいろな条件を設定して実験を進めている。ページ数の制限で本種の継代飼育法については省略したが、産卵、飼育は同じような方法を繰り返すことによって継代飼育は可能である。

おわりに

クワの重要害虫の一つであるカミキリ類は、現在以上

に桑園にまん延しては養蚕農家にとっては更に重大な問題であり、その的確な防除法の確立を急がなければならない。現在までのところ、本種の生息の北限は明らかにされていないが、昨年は福島県郡山付近の桑園でもその発生が確認されていることから、しだいに北上しつつあることは確かのようにであり、本種の防除法の確立にこのような飼育法が若干でも役立てば幸いである。

引用文献

石井五郎ら (1963) : 蚕糸研究 46 : 39~49.
 伊庭正樹 (1963) : 同上 47 : 72~78.
 杉山 浩 (1969) : 同上 73 : 45~51.
 伊庭正樹 (1976) : 蚕雑 45 : 5 443~447.
 ———ら (1976) : 同上 45 : 5 448~451.
 ———ら (1976) : 同上 45 : 2 156~160.
 江森 京 (1975) : 蚕糸研究 94 : 24~32.
 ——— (1976) : 応動昆 20 : 3 129~132.

植物防疫基礎講座

Aphanomyces 属菌の見分け方と分離法

宇都宮大学農学部植物病学研究室 寺 中 理 明

Aphanomyces は DE BARY によって確立された属で、“目立たない菌”というほどの意味を持ち、無性世代に遊走子、有性世代には生卵器と蔵精器の接合によって卵胞子を生ずる水生菌の一種で、植物病原菌として注目されたのは 50 年前ころからである。*Aphanomyces* は Saprolegniaceae(科)に属し、①遊走子のうは通常菌糸から直接生じ、菌糸と同幅の糸状を呈すること、②遊走子の遊泳型は diplanetism (2 回遊泳性)で、一次遊走子は 1 列に並んで逸出管口で直ちに被のうして房状の集塊を作ること、③生卵器は 1 個の卵胞子を内蔵することなどの特徴で他の水生菌と区別される。

SCOTT(1961) は *Aphanomyces* 属の中に亜属 *Aphanomyces* をおき、この中に 13 種を記載し、検索表に整理した。それを要約したのが第 1 表である。

第 1 表 *Aphanomyces* 属の検索表[SCOTT (1961) : A monograph of the genus *Aphanomyces* から]

- A. 生卵器の壁の厚さが均一。遊走子のうは一般に単純で分岐しない
- B. 腐生的なものが多く、まれに珪藻などに寄生
- C. 生卵器は房状に形成されない。無色、径 18~35 μ 、卵胞子は壁が厚く径 14~29 μ 。蔵精器柄は巻きつかない……………*A. laevis*
- C'. 生卵器は房状に形成される。帯褐色、卵胞子は壁が薄い。蔵精器柄は巻きつく……………*A. helicoides*
- B'. 水生動物・原生動物などに寄生
- D. 寄主の体表に発達する
- E. 原生動物に寄生。遊走子のうは短く、分岐せず、先細り・くびれともない。一次被のうは乳頭突起を生じ、ここから遊走子が逸出する。生卵器は小さい (18~25 μ) ………………*A. acinetophagus*
- E'. ミジンコ類に寄生。遊走子のうは長短両方がある。一次被のうは突起を生じない。生卵器は大きい (39 μ に達する)
- F. ソウミジンコに寄生。遊走子のうは短く分岐せず、先細りするが基部のくびれはみられない。卵胞子には明瞭な油滴がある……………*A. bosminae*
- F'. ミジンコに寄生。遊走子のうは長い
- G. 遊走子のうは分岐し先端細く基部のくびれもみられる……………*A. daphniae*
- G'. 遊走子のうは分岐せず、先細りせず同幅。

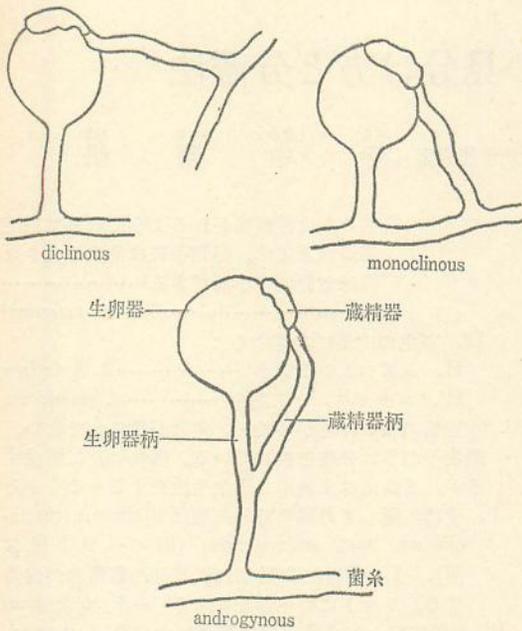
被のうは壁がはがれるように取れて遊走子が泳ぎ出す。卵胞子には油性の大きな油球と数個の小滴がある……………*A. patersonii*

- D'. 寄主の内部に発達する
- H. ミズウムシに寄生……………*A. hydatinae*
- H'. エナガワムシに寄生……………*A. americanus*
- A'. 生卵器の壁の厚さが不均一、内壁が滑らかでない。遊走子のうは分岐を生じている。植物の苗に寄生するが、まれには土壤中で腐生生活をするものもある
- I. 受精に際しての蔵精器柄起源は *diclinous*, *monoclinous*, 時に *androgynous* (34 ページの図参照), 1 生卵器に 2 個まれに 3 個の蔵精器が付着する。トマトに寄生性を有する……………*A. cladogamus*
- I'. 受精に際しての蔵精器柄起源は大部分 *diclinous*, 1 生卵器に 4 個の蔵精器が着くことがある
- J. 生卵器が比較的小さい。30 μ 以下
- K. 生卵器は径 20~29 μ (平均 24 μ)。蔵精器は普通 4 個着く。テンサイに寄生性を有する……………*A. cochlioides*
- K'. 生卵器は径 19~26 μ (平均 23 μ)。蔵精器付着は 4 個またはそれ以下。エンバクに寄生性を有する……………*A. camplostylus*
- J'. 生卵器が比較的大さい。30 μ 以上
- L. 生卵器は径 25~35 μ (平均 32 μ)。蔵精器付着は 2 個またはそれ以上。エンドウに寄生性を有する……………*A. euteiches*
- L'. 生卵器は径 32~45 μ (平均 38 μ)。蔵精器付着は 2 個。ダイコンに寄生性を有する……………*A. raphani*

I 高等植物に寄生性を有する

Aphanomyces 属菌

PETER (1906) はヨーロッパに発生していたテンサイの root rot の病原として、*Pythium debaryanum*, *Phoma betae* のほかに、*Aphanomyces laevis* を記録した。この病害と同じ症状はその後アメリカでも見いだされたが、病原菌はヨーロッパのものとは異なり、*Rheosporangium aphanidermatum* とされた。これはのちの *Pythium aphanidermatum* である。DRECHSLER (1928) は、ミシガン州のテンサイ子苗の根腐れ部から *A. cochlioides* を分離し、翌年、ヨーロッパのテンサイに root rot を起こす水かびも恐らく *A. cochlioides* と同じものであると述べた。一方、これより早く BARRETT は、*A. laevis* がアメリカ



Aphanomyces 属菌の受精に際しての蔵精器柄の起源

に広く発生していたハツカダイコンの root rot の病原菌であると報告したが、のち KENDRICK はこの病原菌を *A. raphani* と名付けた。現在ではテンサイ、ダイコンの root rot の病原菌はそれぞれ *A. cochlioides*, *A. raphani* であって、いずれも *A. laevis* とは異なるものとされている。*A. euteiches* は 1925 年 DRECHSLER によってエンドウの root rot を起こす新しい病原菌として記載された。本菌は、アメリカに広く分布して大害を与えていたエンドウ root rot 病原菌群のうちでも最も重要なものである。*A. cladogamus* は DRECHSLER (1929) がトマトに寄生性のあることを初めて報告し、のちホウレンソウ、レタス、ダイコンなどにも寄生性のあることが報告されている。*A. camptostylus* は同じく DRECHSLER (1929) がエンバクに寄生性のある種として報告し、のち SPRAGUE によって追認された。

以上述べたように、現在高等植物に寄生性のある、つまり病原菌として知られている種は *A. cochlioides*, *A. raphani*, *A. euteiches*, *A. cladogamus*, *A. camptostylus* の 5 種である。以下にこれら 5 種について略述する。

1 *A. cochlioides*

テンサイの root rot には数種の菌が関与するが、最も重要なものが *A. cochlioides* である。本菌が幼植物の組織に侵入すると根や胚軸が黒変する。我が国では宇井らが 1959 年北海道で初めてテンサイ黒根病の被害を認め、病原が *A. cochlioides* であることを報告した (1962)。

横沢らはテンサイの立枯れ、稚苗立枯れに本菌が関与することを報告した。国永らは栃木県の鶏頂山開拓ほ場のホウレンソウの苗腐れ症状から本菌を分離し、ホウレンソウ根腐病と命名している。本菌の形態的な特徴としては、卵胞子が生卵器を満たすこと。受精の際、蔵精器から不受精枝の分岐がしばしば出され、カタツムリ殻状に蔵精器柄を取り巻くようになる傾向が強いことが挙げられる。生卵器、卵胞子の大きさは *A. euteiches*, *A. raphani* より小さい。また、一次被のうに生ずる乳頭突起が *A. euteiches* より小さい。

2 *A. euteiches*

DRECHSLER らによってエンドウ root rot の病原であることが示されたあと、エンドウ栽培の大敵としてアメリカ、ヨーロッパで研究が続けられてきた。マメ科植物の多くのものに寄生性が認められ、また、ELIASON, KING らによって針葉樹、マツの根に寄生性のあることが知られている。我が国では 1974 年栃木、徳島両県からほとんど同時に根腐れ、すそ枯れ症状の病原菌として報告され (横沢ら、生越ら)、群馬県、東京都でも発生が認められている。収穫前に下葉の黄化、枯死が目立ち収量が低下する。*A. euteiches* は成熟根の内皮には侵入しないが、根端の分裂組織を侵して支根の形成を妨げる。外皮が軟化して維管束部が引き抜きやすくなるのが本菌侵害による根腐れと他菌によるそれとを区別する特徴の一つである。連作の回数の多い、湿潤なほ場に発生が多い。本菌には生態種の分化があり、寄生性に差があるという報告がある。

多くの場合、生卵器と蔵精器は異なった菌糸から生じる diclinous で、かなり離れた部分から生じている。また、蔵精器柄は生卵器柄に密着し、特異な分岐がみられる。JONES の観察によると、本種では大きな蔵精器が縦に仕切られて、ちょうど複合蔵精器のようになる場合がある。*A. euteiches* の卵胞子の発芽には休眠はほとんど必要がない。直接発芽管を出して発芽する。遊走子形成による発芽は明らかでない。

3 *A. raphani*

KENDRICK がハツカダイコンに寄生性のあることを初めて示したが、ハクサイ、ダイコン、ルタバガをはじめアブラナ科作物 (カンラン、カリフラワー、コールラビー、カラシナ、カブなど) に広く寄生性が知られている。我が国では佐久間らがルタバガ根くびれ病に関する一連の研究を行い、本菌がその病原であることを明らかにした。生越らはダイコンの苗立枯れを起こすことを報告した。昭和 40 年ごろから長野県木曾郡で発生したハクサイの根くびれ病 (俗称ポックリ病) は、地際部が水浸状

に侵され、この部分がくびれて枯死する病気で、生越らの研究によってルタバガ根くびれ病と同様に *A. raphani* によって起こる病害であることが明らかとなった。なお、氏は広く 14 県にわたる野菜ほ場から本菌を分離し、群馬、埼玉、神奈川、岩手、鳥取、長野の 6 県から検出されたという。本菌は現在のところアブラナ科植物だけに寄生性が認められている。*A. euteiches* が根の生長帯に強く誘引されるのに対して、*A. raphani* は胚軸部に集まる傾向がある。

前 2 種に比べると菌糸が太く、また、太さが均一でないことが多い。受精に際しての蔵精器柄の起源は *diclinous* であるが、KENDRICK の初めての記載には生卵器にごく近い部分の菌糸から生じたり、生卵器と同じ菌糸から生ずる *monoclinous* の場合が見られるという。*A. raphani* の生卵器、卵胞子は他の *Aphanomyces* 菌より大きいことが多い。卵胞子の発芽はまだ認められていない。

4 *A. cladogamus*

DRECHSLER がトマトに寄生性のある菌として確立した種であるが、その後スマレ、ホウレンソウ、フダンソウ、ダイコン、ナス、*Capsicum* sp. などに寄生性が認められたほか、土壌中から腐生的にも分離されている。最近日本各地で問題になっているダイコン根部の表皮亀裂褐変症から本菌が分離されたという報告があるが、まだ接種試験が十分でなく本菌がその病原であることは証明されていない。本菌の最も大きな特徴は受精に際しての蔵精器の起源で *diclinous*, *monoclinous* のほかに *androgynous* 型があることである。受精の際のこの起源は種特有の性質と思われるが、SCOTT によると、COKER ら

が土壌から分離した *A. euteiches* の図の中には *androgynous* と思われる型もみられ、更に検討を要する。

5 *A. camptostylus*

本菌はエンバクに寄生性があるが寄主範囲は狭い。我が国ではまだ本菌の発生は知られていない。

以上 5 種の比較を表示すれば次のようである (第 2 表)。

II *Aphanomyces* 属菌の検出と分離

Aphanomyces は培地上での生育が遅く分離困難な菌である。JONES, DRECHSLER は初めエンドウ根の罹病部を殺菌水で水洗し、干アズ寒天培地において生ずる菌糸先端部分を次々に移植して分離している。しかし、根部、胚軸部から固定培地上での組織分離を試みると、他の混在菌の生育が早いこともあって成功が難しい。そこで分離法が工夫されてきた。最も一般的なものは水中釣菌法とでもいうべきものである。いずれの種の場合にも共通したものがみられるので、エンドウの場合 (*A. euteiches*) を記す。

まず、根の病患部を採集し、水道水を流しながら柔らかい毛筆で根の表面に付着している土を十分に洗い落とす。土の細塊が表面に付いていると、実際には根に寄生性のない菌を誤って検出することになってしまう。水道水でよく洗った後、殺菌水で数回洗い、殺菌シャーレに殺菌水を注いで根を浮かす。根部を十分おおうだけの水を入れておき、定温器を 15~20°C に調節して 12~24 時間静置しておく (ダイコン根部亀裂褐変症の場合には 25°C くらいのほうがよかった)。水に浮べたまま顕微鏡下 (150~60 倍) で観察すると、もし *Aphanomyces* が存

第 2 表 高等植物に寄生性を有する *Aphanomyces* 5 種の諸性質比較

項目	種名	<i>A. cochlioides</i>	<i>A. euteiches</i>	<i>A. raphani</i>	<i>A. cladogamus</i>	<i>A. camptostylus</i>
生 卵 器		20~29 μ	25~35 μ	32~45 μ	19~33 μ	19~26 μ
卵 胞 子		16~24 μ	18~25 μ	21.4~29 μ	15.3~25.6 μ	16~21 μ
卵 胞 子 の 発 芽		観察されず	直接発芽	観察されず	観察されず	直接、間接発芽
生卵器への蔵精器の付着		4	2 (1~4)	2 (1~3)	2~3	4 以下
蔵精器柄の起源		<i>diclinous</i> がほとんど	<i>diclinous</i>	<i>diclinous</i> 時に <i>monoclinous</i>	<i>diclinous</i> <i>monoclinous</i> <i>androgynous</i>	<i>diclinous</i> のみ
遊走子のう逸出管		長く、分枝多い。 先細りする	長く、多少先 細りする	中程度の長さ。 先細りする	非常に長い。 先細りしない	非常に長い。 先細りしない
寄 生 性		テンサイ、ホウ レンソウなど	エンドウ、マメ 科植物、ホウレ ンソウ、針葉樹 子苗など	ダイコン、ハク サイ、ルタバガ などアブラナ科 植物	トマト、スマレ、 ダイコンなど	エンバク

在すれば多くの遊走子のうとその先端で被のうした孢子塊を見付けることができる。菌糸と同じように細い遊走子のうと、管口部に集塊となって休止する被のう孢子が認められれば *Aphanomyces* の存在を知ることができる。しばらくの間観察を続けていると逸出管を通して長型の遊走子が外部に向かって押し出され、管口で直ちに被のうして塊となる過程を見ることができる。管口に被のうした孢子からはやがて二次遊走子が泳ぎ出して空殻だけ残る(ダイコン根部亀裂褐変部からの *Aphanomyces* では管口における被のう孢子の集団化があまり緊密でなく、シャーレの底に落下して静置する一次被のう孢子が多かった。また、底に落ちた孢子は二次遊走子を出すことなく直接発芽するか、またはそのままの状態でも長く存在する)。遊走子を形成した組織は数回水洗してから殺菌水を交換し、この中に煮沸して薄皮を取ったトウモロコシ種子の小片を一緒に投入しておく。すると菌はこのトウモロコシ片にトラップされる。細菌などの混入の多い場合には、もう1度殺菌水を取り替え新しいトウモロコシ片を入れるとよい。

こうして得た *Aphanomyces* 付着トウモロコシ片を殺菌ピンセットで引き上げ、殺菌ろ紙で水を吸い取ってから平面培地に移す。この時、水をできるだけ完全に吸い取るのが細菌混入率を低下させるポイントのようである(*A. cochlioides* のある系統ではストマイ投与によって細菌混入を除いた例があるが、一般的には *Aphanomyces* も抗生物質によって発育が悪くなることが多い)。培地はトウモロコシ寒天培地が比較的菌の生育旺盛である。平面培地上では淡い白色のコロニーとなる。

引用文献

- 1) 生越 明ら (1970) : 日植病報 36 : 165.
- 2) ——— (1970) : 植物防疫 24 : 313~315.
- 3) ———ら (1972) : 日植病報 38 : 130~136.
- 4) PARAVIZAS, G. C. et al. (1974) : U.S.D.A. Tech. Bull. No. 1485 : 1~158.
- 5) SCOTT, W. W. (1961) : Va. Agr. Expt. Stn. Tech. Bull. 151 : 1~95.
- 6) 宇井格生 (1962) : 北大農邦文紀要 4 : 60~65.
- 7) 横沢菱三ら (1974) : 日植病報 40 : 454~457.

イネミズゾウムシ東海4県に発生

昭和51年6月愛知県下の常滑市及び幸田町に発生したイネミズゾウムシは、本年に至り、その分布を急速に拡大し、三重、岐阜、静岡の3県に新たに発生をみた。

愛知県を含む各県の発生状況は、次のとおりである。

愛知県：当初発生地の常滑、幸田地区を中心に順次隣接市町村に発生をみたほか、一部鍋田干拓地においても発生し、現在56市町村に発生をみている。

三重県：四日市市、菰野町を中心とした県北勢部の市町村及び中勢部の津市二見町などの計19市町村に発生をみている。

岐阜県：愛知県と隣接する県南部の市町村を中心に、一部は、相当奥深い山間地の水田にも発生をみており、

発生市町村は、26市町村に及んでいる。

静岡県：浜名湖西岸の愛知県と隣接する3市町に発生をみている。

これらの発生地域の発生程度は、一般的に平野部の水田では発生密度は低いが、一部山間地の水田については密度が高い傾向にあり、今後、本虫による被害が生じやすい地域としては、湿田などの多い山間地の水田が考えられるが、分布の拡大、被害の実態、的確な防除法などについては、現在、試験研究機関などにより鋭意進められており、順次明らかとなりつつある。

(農蚕園芸局植物防疫課 森田征士)

次号予告

次8月号は「害虫の要防除密度」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 | 害虫の要防除密度をめぐる諸問題 | 岩田 俊一 |
| 2 | ニカメイチュウの要防除密度 | 小山 重郎 |
| 3 | トビイロウンカの要防除密度 | 岸本 良一 |
| 4 | ツマグロヨコバイの要防除密度 | 中筋 房夫 |
| 5 | イネドロオイムシの要防除密度 | |

江村一雄・小嶋昭雄

- | | | |
|---|--------------------|--|
| 6 | イネを加害するカメムシ類の要防除密度 | |
|---|--------------------|--|

清水喜一・丸 論

- | | | |
|---|-----------------|-------|
| 7 | ハスモンヨトウの要防除密度 | 松崎 征美 |
| 8 | ミカンハダニの要防除密度 | 古橋 嘉一 |
| 9 | ヤノネカイガラムシの要防除密度 | 大久保宣雄 |

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ

1部 400円 送料 29円

明日山秀文, 與良 清, 土居養二氏ら日本学士院賞を受賞

学術研究における我が国での最高の榮譽である日本学士院賞が明日山博士など3氏に贈られた。研究業績は“クワ萎縮病その他の植物萎黄病類の病原体に関する研究”であるが“植物病原としてのマイコプラズマの発見”としたほうが分かりやすい。

植物病理学の分野で、これまでに学士院賞を受賞されたのは昭和初期の草野俊助博士をはじめとし、昭和33年に福士貞吉博士の“植物ウイルス病の虫媒伝染に関する研究”、昭和37年に平塚直秀博士の“銹菌類に関する研究”などがあり、今回の明日山秀文博士らの受賞は4回目である。

従来から植物疾病の病原体とされていたものは糸状菌、細菌、ウイルスの3種であったが、これらに対して更に新しく第4の病原体として加えられたものである。これは植物病理学の歴史に新しい1ページを加えたということで非常に重要性を持っており、この成果の波及効果は世界的に非常に大きなものがある。

これまで、萎黄症状 (yellows) を示す病害は、古くは生理障害、あるいはその後ウイルスが原因であろうと考えられ、その病原ウイルスを発見しようとする試みが、我が国でももちろん、諸外国でも数多く行われたがいずれも成功するに至らず、ウイルス粒子は確認されなかったのである。

明日山博士らはクワの萎縮病の病原ウイルスを発見する目的で罹病樹の茎葉の電子顕微鏡による観察を数多く繰り返した結果、斉一なウイルス粒子は見いだされないが、健全組織にはない不定形の粒子が篩管部またはその周囲の柔細胞の中に常にみられること、また、この粒子は2層の限界膜を有すること、その他この粒子の数種の形態的な特質からマイコプラズマに類似することからこ

れが病原体であろうと推論し、これをマイコプラズマ様微生物と命名した。

もし、この推論が正しいとするならば過去の例にみられるように、テトラサイクリン系の抗生物質によってクワ萎縮病の病徴は軽減されるはずであると考え、この実証を試みた。この結果、クロルテトラサイクリン塩酸塩及びテトラサイクリン塩酸塩が発病抑制効果があることを確認し、また、テトラサイクリン処理によって症状の消失したクワの茎葉の組織中には前記のマイコプラズマ様微生物の粒子は見いだされなかった。

また、aster yellowsに感染したベチュニア、ジャガイモてんぐ巣病、キリてんぐ巣病などについても観察を行った結果、クワ萎縮病と同様に篩管部組織内に同様のマイコプラズマ様微生物を発見し、これらの病害を一括して萎黄叢生病類という一つの類型を創設し、マイコプラズマ様微生物による病害であると規定した。

その後多くの同様の症状を示す病害について多くの観察を行い、これらのいずれにもマイコプラズマ様微生物の存在を認め、推論の正しいことを証明した。

この研究結果が発表されて以後、従来ウイルス病とされていながらウイルス粒子の発見されていなかった多くの病害について、諸外国でも多くの研究結果が発表され、corn stunt, マメ科てんぐ巣病, リンゴ proliferation, カンキツ stubborn, pear decline, モモ western X 病など、現在までに100種以上のマイコプラズマ病が報告されている。

この研究は、研究そのものの独創性もさることながら、その波及効果の点において世界の科学史上特筆すべきものであり、ノーベル賞にも値する一大発見であると言ってもいいであろう。(植物ウイルス研究所 北島 博)

「植物防疫」専用合本ファイル

本誌名金文字入・美麗装幀

本誌B5判 12冊1年分が簡単にご自分で製本できる。

- ① 貴方の書棚を飾る美しい外観。 ② 穴もあけず糊も使わず合本ができる。
- ③ 冊誌を傷めず保存できる。 ④ 中のいずれでも取外しが簡単にできる。
- ⑤ 製本費がはぶける。

頒価 1部 400円 送料 200円

御希望の方は現金・振替・小為替で直接本会へお申込み下さい。





新刊紹介

『行動からみた昆虫』

I 「昆虫行動の化学」

石井象二郎・平野千里・玉木佳男・高橋正三 共著

定価 2,300 円

A 5判 242 ページ

培風館 発行

(東京都千代田区九段南4の3の12)

本書は続刊「昆虫の神経生物学」,「昆虫時計」,「種の生活における昆虫の行動」の3冊を含めて完結するシリーズの第1巻に当たる。本シリーズの出版の企図について、序文の中で“昆虫の行動学の成書としてまとめようという企画は、数年間続いた文部省科学研究費の課題「昆虫行動の総合的研究」の報告会の際に提案されたが、日本には行動学の教科書、参考書がほとんどないので…”と述べられているが、正に待望していた本であるといえる。

まず、石井象二郎氏による「昆虫行動の化学生態学」の序章に始まっている。言葉の定義、化学生態学発展の歴史、そして生物検定法の確立が研究の鍵を握っていることを例を挙げながら述べられている。同氏自身が日本における化学生態学の発展の歴史といっても過言ではなく、読んでいてうなづかせるものが多い。

第2章は平野千里氏の「寄生選択行動と化学物質」であって、同氏は既に「昆虫と寄主植物」(共立出版)の名著をものしておられる。昆虫が寄主に産卵するのは、その後の子孫のために安全な食物を選んでおくためのものであるという同氏の持論が理路整然と述べられている。植物に寄生する昆虫(作物を加害する害虫)はやたらと多いと我々は考えがちだが、植物は長い歴史の中で外敵から化学的に防御することによって今日の地位を獲得してきたし、逆にその間を縫ってこれを攻撃あるいは食物とする昆虫が生存し得た訳である。何百万種という昆虫の中で、ごく限られたものだけが特定の植物を食物とするに過ぎない。このような仕組みの面白さを、食植性昆虫、寄生蜂、あるいは吸血性昆虫などの例を挙げながらの論述は、同氏の独擅場である。

第3章「フェロモン」を担当されている玉木佳男氏も「Chemical Control of Insect—Theory and Application」(WILEY & SONS)の著者の一人として知られるように、世界の第一線で大活躍されている人の一人である。世界的にも近年数多くの類書あるいは総説が出されている中で、そのようなものにこだわらず、最近の進歩を中心としてテンマクケムシの糸の中に含まれる足跡物質の話などを交えて、理論の中に楽しさを持たせながら話が進められている。社会性昆虫についても専門外であるのに活き活きと語られているのは、アリの警報フェロモンで著名な Dr. BLUM などとの幅広い交友関係によるものであろう。鱗翅目の性フェロモンの項は氏の最も得意とするところで、面目躍如としているのはいうまでもない。最後にミバエの“産卵ずみのフェロモン”について語られているのは、我が国において、ミバエ類がとみに害虫としての重みを増しているが、現在の防除法のほかに視点を変えた方向もあることを述べたかったのではあるまいか。

最後の章は高橋正三氏の「昆虫の攻撃・防御物質」の章でしめくられている。我が国でのこの分野での研究者も著書も少ないこともあって、どうしてもほかの章よりも全般的な解説に多くのページをさかなければならなかったであろうし、前章との重複をどのように避けるかなど苦勞が察せられる。同氏も一部の研究を除いてフェロモンの研究などに主力を注がれているが、恐らく編集の実務に当たられたためにこの章を引き受けられたのであろうと、一層その御苦勞に御礼を述べたい。蜂毒などから始まり昆虫全分野について防御物質の化学生態が述べられているが、もう少し欲を言えばヤスデ、サソリ、クモなども昆虫の仲間に加えて(?) いただけたらと思う。これらの毒物・防御物質の多くは制菌作用が強く、ゴキブリの生息しているところでは、その防御物質によってカビが生えないというくだりは、今更ながらなるほど感じた次第である。

巻頭には Dr. MEINWALD をはじめ多くの人による昆虫の生態写真が掲げられているが、少しでも化学生態学に興味を持たせたいという配慮によるものであろう。事実、本文中にも終始この精神が貫かれていて、我々のように化学記号に弱いものにも、それを飛ばして読んでいても、全然理解には困らないように書かれている。自分の専門にこだわらず一読されることをおすすめする。

(九州農業試験場 湯嶋 健)

中央だより

—農林水産省—

○水田転換ダイズの病害虫発生状況調査に関する検討会開催さる

水田利用再編対策によりダイズの作付面積が大幅に増加し、また、従来の水田地帯で栽培されることに対処して、ダイズの病害虫の発生状況を全国的に把握するため下記のとおり検討会が開催された。

日時：5月9日

場所：農蚕園芸局第2会議室

- 議事：(1) ダイズの栽培技術と病害虫（講師：長野県農業総合試験場中信地方試験場御子柴 公人氏）
(2) 担当各県の過去におけるダイズ病害虫発生状況
(3) 53年度調査計画打ち合わせ

出席者：岩手県、宮城県、長野県、富山県、兵庫県、岡山県、大分県各試験場担当者
農林水産技術会議、農事試験場、畑作振興課各担当官

○果樹カメムシ類の発生状況調査に関する検討会開催さる

近年各種の果樹で大きな被害の見られるカメムシ類の発生状況を把握するため、下記のとおり検討会が開催された。

日時：5月11日

場所：共用2号会議室

- 議事：(1) 昭和52年度の発生状況
(2) 昭和53年度調査計画

担当県：福島、千葉、長野、奈良、鳥取、福岡

○農業耐性菌検定事業計画打ち合わせ会開催さる

昭和53年度から発生予察事業の一環として新たに実施される農業耐性菌検定事業の計画打ち合わせ会が下記のとおり開催された。なお、当事業は53年度15県、54年度31県、55年度以降全都道府県で実施される予定である。

5月16日：於 農業検査所

検定方法打ち合わせ（実習）

5月17日：於 三番町分庁舎3号会議室

- (1) 植物病原菌の薬剤耐性検定（講師：農業技術研究所上杉康彦氏）
(2) 実施県計画打ち合わせ

5月18日：於 農業検査所

耐性菌の判定方法打ち合わせ（実習）

53年度実施県：北海道、青森、岩手、福島、茨城、群馬、埼玉、山梨、新潟、富山、兵庫、鳥取、岡山、長崎、宮崎

○昭和53年度病害虫発生予報第3号発表さる

農蚕園芸局は53年6月24日付け53農蚕第4651号昭和53年度病害虫発生予報第3号をもって、下記作物及び病害虫の向こう約1か月間の発生動向の予想を発表した。

イネ：いもち病、紋枯病、白葉枯病、ヒメトビウンカと縹葉枯病及びびくろすじ萎縮病、ツマグロヨコバイと萎縮病及び黄萎病、ニカメイチュウ、セジロウンカ及びトビロウンカ、イネハモグリバエ、イネヒメハモグリバエ、イネカラバエ、イネドロオイムシ

ジャガイモ：疫病

カンキツ：そうか病、黒点病、かいよう病、ヤノネカイガラムシ、ミカンハダニ

リンゴ：うどんこ病、斑点落葉病、黒星病、モモシンクイガ、コカクモンハマキ、キンモンホソガ、ハダニ類
ナシ：黒斑病、黒星病、シンクイムシ類、コカクモンハマキ、ハダニ類、クワコナカイガラムシ

モモ：黒星病、せん孔細菌病、灰星病、コスカシバ、モモハモグリガ、ハダニ類、クワシロカイガラムシ

ブドウ：黒とう病、ブドウスカシバ、フタテンヒメヨコバイ

カキ：炭そ病、うどんこ病、カキミガ、フジコナカイガラムシ

チャ：炭そ病、もち病、コカクモンハマキ、チャハマキ、チャノホソガ、チャノミドリヒメヨコバイ、カンザワハダニ

○農林省設置法の一部を改正する法律の施行について通達さる

標記の件について昭和53年7月5日付け53文第261号をもって農林水産事務次官より関係機関に通知された。

農林省設置法の一部を改正する法律の施行について農林省設置法の一部を改正する法律（昭和53年法律第87号）は、本日公布施行された。本法は、二百海里時代の急速な到来等最近における農林水産業をめぐる諸情勢の変化に対処して、水産庁の機構の整備強化をはじめ省内機構の再編整備を行うことと併せて、農林省の省名を農林水産省に改めることを内容とするものであり、これに関連して農林省組織令及び地方農政局組織令の一部改正並びに農林省組織規程その他の関係省令の改正も本日施行された。

これらの改正の概要は別紙1のとおりであるので御了知の上、今後の事務運営に遺憾のないようにされたい。なお、農林省設置法の一部を改正する法律の施行に伴

い、関係通達が別紙2のとおり改正されたので、申し添える。

以上、命により通達する。
(別紙1, 2 省略)

国際昆虫学会議だより

○日本学術会議の主催決定

第16回国際昆虫学会議(昭和55年8月3~9日)の主催者として日本学術会議が加わるかどうかについて、今春の学術会議運営審議会にはかられた結果、他の多くの国際集会在が競合するなかで、この会議の国際的重要性が認められ、日本昆虫学会、日本応用動物昆虫学会、日本植物防疫協会とともに日本学術会議も主催者の一つとして参加することが正式に決定された。このことにより、国費補助、寄付金の免税措置、京都国際会議場の使用料の割引など、会議運営上有利な恩典が受けられることになった。

○組織委員会発足

この1年間、準備委員会では関係学協会などの協力のもとに、第16回国際昆虫学会議開催に当たっての基本的方針、開催時期、場所などについて検討を重ねてきたが、この会議を具体的に企画し、運営するためには、準備委員会を解散して新しく組織委員会を発足させるべきであるとの判断から、主催学会(日本昆虫学会、日本応用動物昆虫学会)とも協議の結果、下記の方々に組織委員を委嘱、この4月22日京都において第1回組織委員会を開催した。委員長には選挙によって石井象二郎氏が、委員長指名により○印の5名が幹事に選ばれた。

鮎沢啓夫、○朝比奈正二郎、○日高敏隆、◎石井象二

郎、伊藤嘉昭、巖 俊一、岩田俊一、○小林勝利、○河野達郎、正木進三、松本義明、野村健一、大滝哲也、○斎藤哲夫、坂上昭一、坂井道彦、笹川満広、高橋正三、上野俊一、和久義夫、吉武成美(敬称略)

組織委員会の下部組織として、とりあえず次の小委員会を設けることになった。

総務(河野、日高)、財務(斎藤)、学術プログラム(小林)、編集(朝比奈)、開催地(日高)、募金(河野)

なお、今後この組織委員会の事務局は京都国際会館に開設され、これまでの東京の準備委員会事務局は東京事務所と呼ぶことになる。

○第16回国際昆虫学会議ファースト・アナウンスメント

この会議の開催を世界中に知らせるための文書(英文)ができあがり、約1,000か所の昆虫関係機関あてに発送された。国内の関係者へは学会誌などを利用して報知される。この会議に出席したい方は下記事務局へお申し込み下さい。来年夏ごろにはセカンド・アナウンスメントや会議登録票などをお送りします。

〒606 京都市左京区宝池
京都国際会館内

第16回国際昆虫学会議事務局

植物防疫

昭和53年

7月号

(毎月1回30日発行)

—禁 転 載—

第32巻 昭和53年7月25日印刷
第7号 昭和53年7月30日発行

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 遠藤武雄

印刷所 株式会社 双文社印刷所
東京都板橋区熊野町13-11

実費300円 送料29円 1か年4,000円
(送料共概算)

—発行所—

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号 170

社団法人 日本植物防疫協会

電話 東京(03)944-1561~4番
振替 東京 1-177867番

殺菌剤

トップジンM
ラピライト
アタッキン
トリアジン
ホーマイ
日曹有機銅
日曹プラントバックス

殺ダニ剤

シトラゾン
マイトラン
クイックロン
ダニマイト

殺虫剤

ホスピット75
ジェットVP
ガードサイド

増収を約束する

日曹の農薬

その他

アンレス
ビーナイン
カルクロン
ラビデンSS
ケミクロング



日本曹達株式会社

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

培風館

昆虫行動の化学

行動から見た昆虫1

石井象二郎・平野千里・高橋正三・玉木佳男共著 A5・256頁 ¥2300

本書は行動に視点を置いた昆虫生物学シリーズの1巻で、主として昆虫行動の化学生態学的な面、すなわち、各種のフェロモン、寄主や生息場所の選択や攻撃・防御行動に関連する物質等について平易に興味深く解説。

[続刊]

昆虫の神経生物学/立田・富永・三村・小原共著

昆虫時計/大島・千葉・宇尾・正木共著

種の生活における昆虫の行動/日高・堤・奥井・森本・守本・広瀬共著

昆虫の行動と適応

大島長造編
A5・304頁 2500円

—遺伝学と生態学の接点を目指して—
本書は、激動する環境に、昆虫たちがどのように行動し、適応しているかを研究しておられる11名の執筆者の研究成果を紹介するもので、生物科学の今後の発展の一つの手がかりとなる。

生態学の基礎

[原書]上
[第3版]下
E.P.オダム著/三島次郎訳
A5・424・368頁 各2900円

第3版では人間と環境の問題が幅広く採り上げられ、またシステム生態学その他、新しい領域の解説も加わった。わが国の研究業績も多数紹介されており、その幅広さと意欲的な内容は関連分野研究者の一読に価するものである。

〒102
東京都千代田区
九段南4-3-12
Tel(03)262-5256
振替東京4-44725

SHORT REVIEW OF HERBICIDES

1978

★B 5判(247頁) ★定価 4,000円(〒200円)

最新情報に基づいて編集した世界の除草剤一覧。全除草剤について一般名・商品名・製造元・化学名・構造式・物理的・化学的性状・毒性・作用機作・使用方法などを記載。個々の除草剤の性質を科学的に知る最良の書である。

野菜 抵抗性品種とその利用

★山川邦夫著 ★A 5判 136頁(カラー4頁)
★定価 1,900円(〒160円)

病害虫防除は曲り角にさしかかり、“総合防除”が目ざれはじめています。本書は、この総合防除の一手段として、抵抗性品種—作物サイドからの防除—を解説した唯一の書。抵抗性品種育成の歴史、現状、利用上の注意点等を解説した。

野菜の病害虫 —診断と防除—

★岸国平編 ★A 5判 606頁(原色口絵32頁)
★定価 5,800円(〒280円)

野菜類に発生する三百数十種の病害虫とその防除技術を解説した実用書。執筆は、この分野の第一線で活躍中の52名の研究者が、各専門分野ごとに分担した。

農業ダニ学

★江原 昭三・真梶 徳純著 ★A 5判 328頁
★定価 4,000円(〒200円)

全国農村教育協会

東京都港区愛宕 1-2-2
電話 東京(03)436-3388

本会発行新刊図書

チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除

森 樊須・真梶徳純 編

2,000円 送料120円 B 5判 89 ページ

内容目次

I 総説・基礎的研究

- 1 チリカブリダニ研究会の活動経過(真梶徳純・森 樊須)
- 2 チリカブリダニの研究史(森 樊須)
- 3 チリカブリダニの生活史(浜村徹三・真梶徳純)
- 4 チリカブリダニの増殖と捕食に及ぼす温湿度条件(芦原 亘・真梶徳純)
- 5 チリカブリダニの捕食者としての特性(高藤晃雄)
- 6 チリカブリダニの分散(高藤晃雄・浜村徹三)
- 7 チリカブリダニと土着カブリダニ類との競合(森 樊須・斎藤 裕)
- 8 チリカブリダニの大量飼育と貯蔵(浜村徹三・真梶徳純)
- 9 チリカブリダニに対する農薬の影響(芦原 亘・真梶徳純)

II 農生態系における放飼事例

- 施設内作物へのチリカブリダニの放飼
- 1 促成及び半促成栽培イチゴ(深沢永光)
 - 2 ハウス内キュウリ(森 樊須・今林俊一)
 - 3 ハウス内ナス(松崎征美)
 - 4 ハウス内カーネーション及びバラ(藤本 清・広瀬敏晴・足立年一・伊東祐孝)
 - 5 ガラス室ブドウ(逸見 尚)
- 野外作物へのチリカブリダニの放飼
- 6 ダイズ及び小果樹類(今林俊一・森 樊須)
 - 7 チャ(刑部 勝)

III 総括(森 樊須・真梶徳純)

和文及び英文摘要

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

フェロディン® SL (発生予察用)

—ハスモンヨトウ性フェロモン製剤—

本品はハスモンヨトウの雌成虫が発散する性フェロモンを人工合成し、小さいゴムキャップに1mg吸着させたものです。これをトラップに取り付けて野外に設置すると、雄成虫が誘殺され、ハスモンヨトウの発生消長が調査できます。1個のゴムキャップで約1か月間有効です。農林省の「野菜病虫害発生予察実験事業調査実施基準」に従って御使用下さい。

1セット(ゴムキャップ8個入り) 11,000円

製造：武田薬品工業株式会社

郵便番号 541

大阪市東区道修町2丁目27番地

幹旋：日本植物防疫協会

郵便番号 170

東京都豊島区駒込1丁目43番11号

お申込みは文書または葉書で本会にお願いします。現品は武田薬品工業株式会社より直送します。

本会発行新刊図書

昆虫フェロモン関係文献集 (II)

B5判 46ページ 実費 400円 送料 120円

同文献集(I)に集録した雑誌以外で1970~73年の4年間に掲載された昆虫フェロモンに関する論文の文献と1976年3月までに発表された昆虫の性フェロモンを一覧表としたものにINDEXと関連文献を併録した書

本会発行新刊資料

昭和52年度“主要病虫害(除草剤は主要作物)に適用のある登録農薬一覧表”

農林省農薬検査所 監修

実費 700円 送料 300円

B4判 105ページ

昭和52年9月30日現在、当該病虫害(除草剤は主要作物)に適用のある登録農薬をすべて網羅した一覧表で、殺菌剤は索引と稲、麦類、雑穀・豆類、芋類、果樹、野菜、特用作物、花卉、芝・林木について17表、殺虫剤は索引と稲、麦類・雑穀、芋類、豆類、うり科野菜、なす科野菜、あぶらな科野菜、他の野菜、果樹、特用作物、花卉・芝、林木・樹木、牧草について47表、除草剤は索引と水稻、陸稲・麦類・雑穀・豆類・芋類・特用作物・芝・牧草、野菜・花卉、果樹、林業について5表にまとめたもの。



こんなもち剤をお探しではありませんか？

手でパツとまけて
効きめが長〜い

穂いもちに

フジワン[®]粒剤

- 散布適期幅が広く、散布にゆとりがもてます。
- すぐれた効果が長期間(約50日)持続します。
- 粉剤2〜3回分に相当する効果を発揮します。
- イネや他の作物に薬害を起こす心配がありません。
- 人畜、魚介類に高い安全性があります。

使用薬量：10アール当り4kg
使用時期：出穂10〜30日前(20日前が最適)

予防と治療のダブル効果

フジワン[®]乳剤

- 空中散布(LVC)にも最適の薬剤です。

フジワンのシンボルマークです。
®は日本農業の登録商標です。



日本農業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル



資料請求券
フジワン
植物防疫

新 刊

北條良夫・星川清親 共編

作物—その形態と機能—

上 巻

A 5 判 上製箱入 定価 3,200円 千 200円

—主 内 容—

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

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

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

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

下 巻

A 5 判 上製箱入 定価 2,700円 千 200円

—主 内 容—

第5編 作物の生産過程—その2—／第1章 サツマイモ塊茎の肥大（国分楨二） 第2章 牧草の物質生産（梶和一） 第3章 葉菜類の結球現象（加藤 徹） 第4章 果樹の接木不親和性（仁藤伸昌）

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

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

《お申込みは最寄りの書店、または直接本会へ》

東京都北区西ヶ原 1 丁目 26 番 3 号 農 業 技 術 協 会 振替 東京 8 - 176531 千114 TEL (910) 3787



は信頼のマーク



予防に優る防除なし
果樹・そ業病害防除の基幹薬剤

キノゾドール® 水和剤 40

殺虫・殺ダニ 1 剤で数種の剤の効力を併せ持つ

トーラック 乳 剤

宿根草の省力防除に好評！粒状除草剤

カソロン 粒 剤 6.7

人畜・作物・天敵・魚に安全理想のダニ剤

デデオン 乳 剤 水和剤

兼商株式会社

東京都千代田区丸の内 2 - 4 - 1

