

ISSN 0037-4091

植物防疫

昭和六十一年九月二十五日印刷第四十卷第十号



1986

10

VOL 40

りんごの病害防除に!

*適用拡大になりました。

*赤星病/黒点病/*黒星病
斑点落葉病/*すす点病/*すす斑病

パルノックス 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

強力4駆に実力派新登場

共立スピードスプレーヤ

SSV-660F



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

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

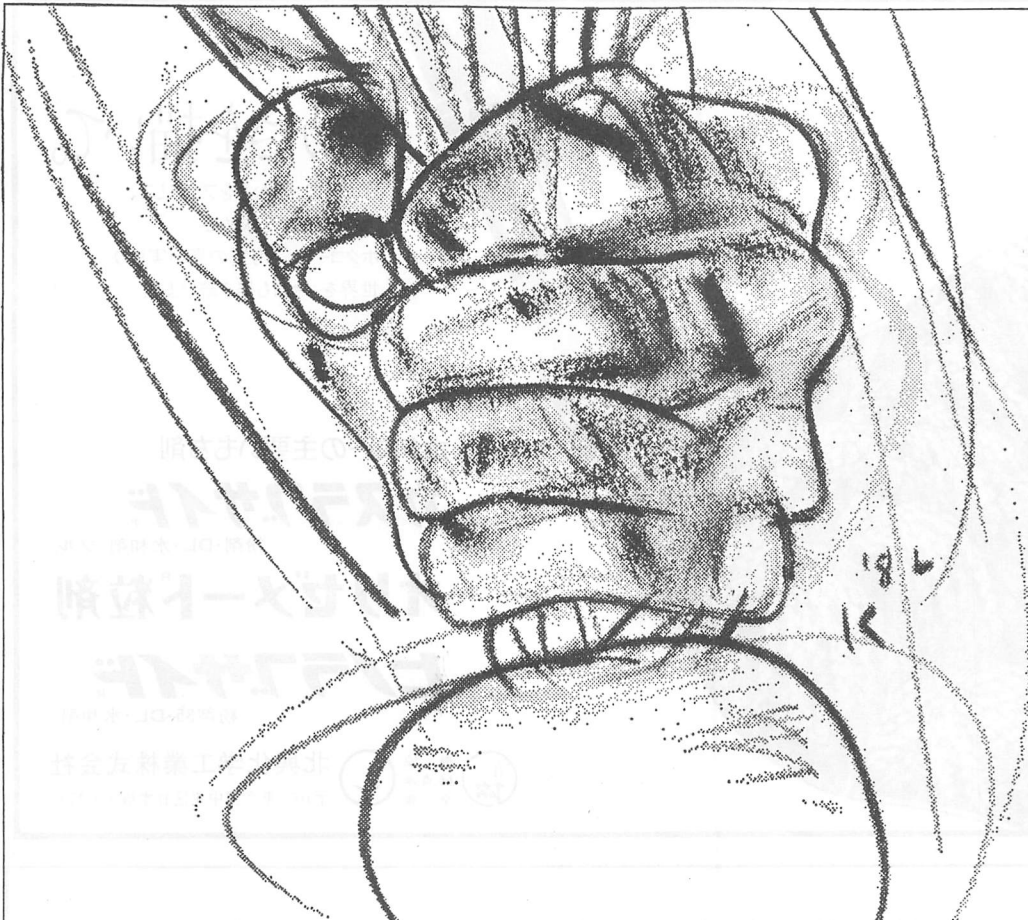


株式会社 共立



共立エコ物産株式会社

〒181 東京都三鷹山下連街7-5-1 ☎0122-49-5911(代表)



収穫はラブ・ストーリー。

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

豊かな収穫に貢献するデュポン農薬

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——ランネート*45 / ホスクリン

除草剤——ロロックス* / レナパック / ハイバー*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





豊かさを描いて。

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

ホクコーの主要いもち剤

カスラフサイド[®]

粉剤・DL・水和剤・ゾル

オリゼメート[®]粒剤

ヒノラフサイド[®]

粉剤35・DL・水和剤



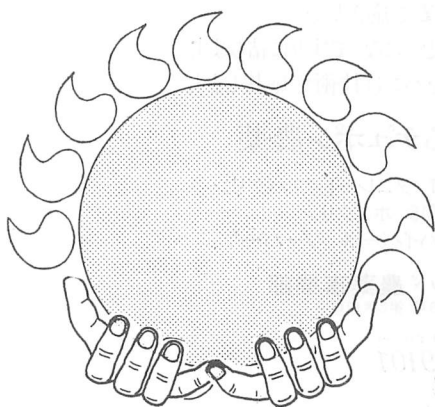
農協
経済連
全農



北興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本石町4-2

線虫剤と伴に30年



線虫剤の
トップブランド

テロン^{*}92



サンケイ化学株式会社

鹿児島・東京・大阪・福岡・宮崎

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

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 40 巻 第 10 号

昭和 61 年 10 月号

目次

ボルドウ液 100 年の足跡 (2) ——主として戦前の国内での足跡を中心に——	向 秀夫	1
制虫剤の研究の現状とこれからの展望	満井 喬	8
シロイチモジヨトウの発生生態	堀切 正俊	14
カーネーションを加害するクロウリハムシの生活史と防除	西東 力	18
奈良県下で発生したトマトのアルターナリア茎枯病	堀本圭一・小玉孝司・小島博文・岡山健夫	22
ミカンハダニのエステラーゼアイソザイム	刑部 正博	26
植物防疫基礎講座		
昆虫の生存曲線を推定する BIRLEY の方法について (2)	川本 均・三輪哲久・宮井俊一	30
作物保護におけるマイコン利用 (8)		
Prolog 利用による植物病原細菌の検索	佐々木 昭博	33
紹介 新登録農薬		37
新しく登録された農薬 (61.8.1~8.31)		29, 36
学界だより	人事消息	21, 25
次号予告		25



「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

- いもち病に理想の複合剤
ヒノラフサイド®
- いもち病の予防・治療効果が高い
ヒノザン®
- いもち・穂枯れ・カメムシなどに
ヒノバイジット®
- いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに
ヒノラフバイバッサ®
- 紋枯病に効果の高い
モンセレン®
- いもち・穂枯れ・紋枯病などに
ヒノラフモンセレン®
- イネミズ・カメムシ・メイチュウに
バイジット®
- イネミズ・ソウムシ・メイチュウに
バサジット®
- イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに
ガンサイド®
- イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに
D.S. アイストンガンサイド®
- 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
バイエルホルドワ®
[クスラビットホルデ]
- コナガ・ヨトウ・アオムシ・ハマキムシ・スリップスに
トクチオン®
- ミナミキイロアザミウマに
ホルスター®
- 各種アブラムシに
アリルメート®
- ウンカ・ヨコバイ・アブラムシ・ネダニなどに
タイシストン®
- アス/バラガス・馬鈴しよの雑草防除に
センコ®



®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

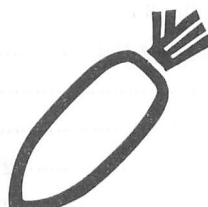
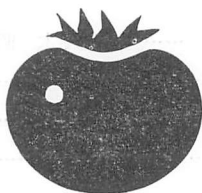
●農薬は正しく使いましょう！



武田の野菜農薬



武田農薬30年



- キャベツ・はくさいのコナガ防除に

パダン[®] 水溶剤

- とうもろこしのアワノメイガに

パダン[®] 粒剤4

- 園芸作物害虫の基幹防除に

武田オルトラン[®] 水和剤
粒 剤

- イチゴ・ナス・スイカのハダニ類に

武田オサダン[®] 水和剤25

- キャベツのハスモンヨトウに

ランネート[®]45 水和剤
「タケダ」

- 速効性のアブラムシ防除剤

武田ピリマー[®] 水和剤

- 野菜・茶の害虫に

ナパール[®] 水和剤

- 野菜・稲の害虫に

ルーバン[®] 水和剤

新発売

- 新しい園芸作物殺虫剤

武田アクテリック[®] 乳剤

- だいこんの亀裂褐変症に

バリダシン[®] 粉剤

- レタスすぞ枯病・いちご芽枯病に

バリダシン[®] 液剤

- 野菜の灰色かび病・菌核病に

武田ロブロール[®] 水和剤

- 園芸作物病害の基幹防除に

武田ダゴニール[®]

- 園芸作物の病害に

ベンレート[®] 水和剤

- 畑の雑草防除に

武田トリアアサイド[®] 乳剤

武田薬品工業株式会社

農薬事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

ボルドウ液 100 年の足跡 (2)

——主として戦前の国内での足跡を中心に——

ひろ
向

ひで
秀

お
夫

VI 園芸を中心としたボルドウ液の利用(戦前)

1855 年(明治 18)は、フランスでミヤルデ教授がボルドウ液を創製し、試験を重ねた末にその処方を発表した年である。この年に日本ではアメリカから輸入したブドウの苗木にフィロキセラ(一種のネオプラ)が寄生しているものが多数発見され、約 30 万本が焼却されている(輸入元は東京三田育種場)。またキュウリべと病が東京理科大学教授箕作佳吉により東京府下砂村で発見され、田中延次郎によって病原菌が一種の菌類であることが確認された。そのころ、東京都下のキュウリは本病激発のため不作が続いていたが、1888 年(明治 21)農科大学教授玉利喜造は本病防除に生石灰と硫酸銅の混合液の散布を指示し、1892 年(明治 25)、小島銀吉は初めて石灰硫黄合剤を植物病害の防除に使用している。

1897 年(明治 30)、神谷伝兵衛は茨城県牛久(現在の牛久市)のブドウ園(後のハチブドウ酒)で、ブドウべと病防除のためボルドウ液(当時のミヤルデの処方で日本式に換算すると約 8 升分の過石灰の濃厚なボルドウ液)を散布し好成績を収めた。このほ場の防除が、わが国における、病害防除のためボルドウ液が実際には場で散布された最初であるといわれている。当時使用されたフランス製の手動式の噴霧機が残っている。1932~33 年(昭和 7~8)ごろ農林省のト蔵梅之丞氏の世話で農事試験場(西ヶ原)の資料室に保存することになり、若い病理部員が再三出向いたが遂に譲り受けられなかった。戦時中の混乱を考えると、今日無傷で牛久に保存されているので西ヶ原よりもかえってよかったと思われる。

農商務省農事試験場は、1899 年(明治 32)に日本式のボルドウ液の処方を発表した。当時の日本式ボルドウ液はドイツ式とアメリカ式の折衷式で、硫酸銅 120 匁、生石灰 120 匁、水 1 斗の処方であった。農家が実際にキュウリべと病防除に広く使用するようになったのは 1905 年(明治 38)ごろからで、神奈川県の湘南地方では、1911 年(明治 44)ごろキュウリべと病防除組合を作り、ボルドウ液による共同防除を実施し、また福岡県は 1929 年(昭和 4)以降 3 か年間補助金を交付して、

粕屋郡箱崎町を中心に品種改良早植のは場に 6 斗式ボルドウ液を散布させ、在来の個人による方法に比べていずれも良好な成績を収めた。これより先、山梨県下のブドウ園に 1887 年(明治 20)ごろからうどんこ病が激発していたが、毎年まん延を繰り返し被害は甚大であり、1909 年(明治 42)ごろには栽培反別は激減する一方であった。1902 年(明治 35)山梨県は補助金を出してボルドウ液散布を推奨したが、大果樹園主の反対によって実行は困難であったという。しかし、農商務省農試は 1895 年(明治 28)から 1906 年(明治 39)にわたって、山梨県祝村の篤農家内田順太郎氏に委嘱し、ボルドウ液散布によるうどんこ病の防除を行わせた。防除は大成功であったので、ブドウ園のボルドウ液散布は速やかに普及し、散布園は反当たり 312 貫、無散布園では 124 貫の果実収量を示した。その後生産量は急増し、栽培面積も年と共に増加し、1909 年(明治 42)ごろは病害発生のため一時は 46 町歩程度にまで激減したブドウ栽培面積も、1926 年(昭和元)ごろには約 700 町歩に達したという。

1901 年(明治 34)農商務省農事試験場の堀 正太郎技師は、岡山県赤磐郡可真村の篤農家小山益太郎氏の要請によって、ナン黒星病およびブドウの病害防除のため、その地域の果樹地帯で大規模なボルドウ液散布を行った。またモモの炭そ病は、1905 年(明治 38)に初めて愛知県安城から大府地方に発生が記録されていたが、1909 年(明治 42)ごろには静岡、神奈川、千葉、富山、長野、秋田、青森各県下に発生し、1915 年(大正 4)ごろには全国に発生し罹病性の早生種は全滅の惨状を呈した。農商務省はその重要性を認め、東京帝大末松直次教授に委託して本病の生態や防除の研究を行わせ、発生初期からのボルドウ液散布の有効性を認めて、1920 年(大正 9)その成績を発表した。1931 年(昭和 6)、1937 年(昭和 12)、福井県は農商務省の助成を得てボルドウ液による一斉防除を行い、モモ炭そ病にはその初期防除が有効であることが一般に広く認められた。1905 年(明治 38)には北海道のビール会社のは場で、東北帝大(後の北海道帝大)の宮部金吾教授の指導によりホップのべと病の防除にボルドウ液の散布を行い、良好な結果を得ている。

1907 年 (明治 40) には興津の農商務省農業試験場園芸部で、農事試験場の堀技師の指導によりミカンそうか病の防除にボルドウ液の散布を行い、顕著な成績をあげた。農商務省は 1908 年 (明治 41) から 3 か年間、和歌山県農事試験場を指定してミカンそうか病の防除にボルドウ液の散布試験を行わせ、その成績が良好であったので、県下の全ミカン園にボルドウ液の散布が普及した。1907 年 (明治 40) 高知県でクワの赤渋病の大発生があり、農商務省は農事試験場の堀技師を派遣し、その指導により病枝の伐採焼却を行い、県下一面にボルドウ液の散布による強制防除を施行した。翌 1908 年 (明治 41) には、愛媛、岐阜、静岡各県における本病の大発生のときにも同様の強制防除が行われた。また 1907 年 (明治 40)、静岡県茶業研究会はチャ白星病の防除に、一番茶前に 1 回、二番茶に 2 斗あるいは 2 斗 5 升式ボルドウ液を散布し、好結果を得た。このとき衛生関係から散布時期に注意するよう注意があったが、散布時期の変更により無事解決されたという。ナン特に廿世紀ナンの黒斑病は、1913、14 年 (大正 2、3) ごろから、奈良、愛媛、岡山、千葉各県に激発して大きな被害を与え、本病のため廃園となったところが多かった。当時鳥取県では樹齢が若かったので発生が少なかったが、1922 年ごろから 23 年 (大正 11~12) ごろになって激発し始め、廃園となるほどの被害を受けるようになった。なお 1920 年 (大正 9) ごろから岡山農試 (銆方末彦) は廿世紀ナンの黒斑病、カキ落葉病のボルドウ液散布試験を行っていた。1926 年 (大正 15) 鳥取農試 (人見 隆、岡山農試より転出) は廿世紀ナン黒斑病のボルドウ液の効力試験を行い、袋掛け直前のボルドウ液散布を提唱し、良好な成績を得た。

スギの赤枯病は林業上もっとも恐ろしい病害であったが、赤枯病と考えられる病害が問題になったのは明治の末期からで、大正初期には日本全土に発生して猛威を振るい、一地方の苗ほ場で 10~100 万本のスギ苗が枯死する惨状を呈することが多く、1912 年 (大正元) には本病の激発のため、茨城、栃木両県で 25 万本、東京府で 150 万本、青森県で 50 万本のスギ苗が焼却されている。当時は 2 斗式の非常に濃厚なボルドウ液が用いられた。スギ苗の育成は不可能の状態が続いたので、農商務省林業試験場は大正初期に本病に対する本格的な研究を行い、スギ苗の幼苗時代から数回、濃厚なボルドウ液や銅石けん液の散布により一応の防除に成功し、本病の防除対策が確立した。本病のような猛烈な伝染をする永年生樹木の苗木では、直接濃厚なボルドウ液のような殺菌力の強力な薬剤でないと防除は困難であることが示され

た。フランスにおけるブドウのべと病や北欧のジャガイモ疫病の防除の場合に似ている。1962~67 年 (昭和 37~42) ごろでも赤枯病の予防にはボルドウ液が最良であり、スギの赤枯病の防除には 6 斗式 (4~4 式) あるいは 8 斗式 (3~3 式) のボルドウ液が大量に使用されている。なお 1920 年 (大正 9) 農商務省林業試験場技師北島君三は、スギの赤枯病の防除に銅石けん液の有効性を報告したが、その後全国の杉の産地ではボルドウ液とともに銅石けん液が使用された。

ボルドウ液が一般に普及するとともに、大正初年ごろからモモなど核果類の果樹にしばしば落葉などの薬害が報告されるようになったので、農事試験場などでは 1913 年 (大正 2) ごろから薬害の試験が行われていたが、1915 年 (大正 4) 日本農薬の研究所は、モモ、アンズ、ウメ、カキ、スモモなどは銅イオンに弱いことを認め、核果類に対するボルドウ液の散布は注意を要することを報じ、薬害は新葉に軽く、古葉に強く現れかつ多いことを示した。その翌年の 1916 年 (大正 5)、農商務省農事試験場はモモなど核果類にはボルドウ液散布による薬害が多いこと、その薬害は幼葉に軽く、成葉に強くかつ葉斑を生じやすいことを確認し、薬害を生じやすい核果類用に、硫酸銅 120 匁、生石灰 300~600 匁、水 4~8 斗の過石灰ボルドウ液の処方を発表した。

1918 年 (大正 7) から 21 年 (大正 10) にわたって、青森県、北海道などリンゴの産地を中心にボルドウ液や殺虫剤の防除暦が作成されたが、その後イネ、ムギをはじめ果樹病虫害の防除暦が作成され防除指針として活用された。農林省は 1921 年 (大正 10) 大阪農試 (国分技師) を指定して銅石けん液の防除試験を行わせ、その成績を、またボルドウ液による果樹病害防除の成績を発表した。1928 年 (昭和 3) 銆方、人見、安藤らはボルドウ液によるナン黒斑病の防除試験の成果を発表し、定期散布と降雨前後の散布が特に有効であることを示した。1933 年 (昭和 8) 鳥取県は廿世紀の黒斑病の防除に初めて動力噴霧機を用いてボルドウ液の散布を行い、1925 年 (大正 14) ごろは本病のため県外移出が 5,000 箱程度であったのが、9 年後の 1933 年 (昭和 8) ごろにはその移出量は 12 万箱に達したという。また、ミカンかいよう病については、1914 年 (大正 3)、アメリカ・フロリダ州メキシコ湾岸地方一帯のミカン園に、かいよう病が多発し、その被害は年々拡大するのみで、その防除は困難を極めたため、アメリカ政府は本病を撲滅する目的で被害ミカンの成樹を伐採して焼却した。若木など合わせて 300 万本以上 (成樹 257,745 本、苗木 3,093,110 本) を焼却するとともに、1915 年 (大正 4)

以降外国産ミカン苗の輸入を全面禁止すると同時に、1917 年 (大正 6) 8 月 1 日から日本、西南アジア諸国や南アフリカなどからのミカンの果実さえも輸入を禁止した。農林省は本邦産のウンシュウミカンは本病に抵抗性で、果実にはかいよう病の被害がないことを理由に交渉を重ねた結果、専門家による日本国内の実地調査により、輸出用のミカン園のボルドウ液散布と被害のない果実について、政府の輸出検査証明書を付したもののみが輸出の許可を得て北部の州のみに輸出を認められた。しかしその後、ミカン苗木産地のネーブルやナツミカンなどに発病するものがあり、ウンシュウミカンの発病が憂慮されていたが、1921 年 (昭和 10) 検査不合格苗が、愛知県下だけで 70 万本以上を数え、農林省は 1936 年 (昭和 11) から 3 か年間ミカンの苗木生産地である埼玉、愛知、兵庫、香川、福岡、大分の 6 県と、ミカン産地神奈川、静岡、大阪、和歌山、広島、愛媛、徳島、鹿児島 の 8 府県に補助金を交付して強制的にボルドウ液の散布を行わせ、かいよう病の防除に努めた。それと前後してモモの炭そ病が各地に激発したので、農林省は 1919 年 (大正 8) 茨城県に、1931 年 (昭和 6)、1937 年 (昭和 12) に福井県に助成してボルドウ液を散布させ、防除に努めた。戦時中 1941 年 (昭和 16) から戦後にわたって、防除薬剤が少なくなり、かつ重点的に食糧増産のため使用されるようになってからは、果樹類の病虫害の防除はほとんどできなくなった。そのころカキのヘタムシの特効薬であった砒酸鉛や砒酸石灰さえも配給がなくなり、カキなどが欠乏するような状況であった。

VII 食用作物を中心にしたボルドウ液の利用 (戦前)

わが国におけるいもち病の発生は、1891 年 (明治 24) 福島県下に発生したイネの斑点病が今日のいもち病であるといわれている (農商務省調査報告 小野孫三郎技手、1894 年 (明治 27))。1894 年 (明治 27) 京都府下および岩手県下にいもち病が広く発生して、県は東京農科大学教授白井光太郎に依頼して、その被害状況を調査し、その年に白井教授は東京都下のいもち病を調査、翌 1895 年 (明治 28) には滋賀、奈良、和歌山各県下に発生したいもち病の被害調査を行い、1896 年 (明治 29) 白井教授はいもち病に関する学術的研究「いもち病防除法」を官報 3785 号 (2 月 14 日号) に発表した。いもち病の防除にはボルドウ液を水鉄砲でイネの葉に散布するか、硫酸銅滑石粉 (一種の粉剤) を天候陰湿でボルドウ液が散布できない場合に用いることを述べた。当時のボルドウ液処方方は硫酸銅 2、生石灰 1 で、調製法はまず

硫酸銅を湯で溶解して冷却後、生石灰溶液を加注し、これに水 1,000 cc (1 l) を加える。硫酸銅滑石粉の調製は、まず滑石粉に硫酸銅液を注ぎ、乾燥させてから粉末とすることを述べ、稲作に対するボルドウ液や硫酸銅粉剤を紹介した。農商務省農事試験場は 1892 年 (明治 25) ごろから研究を重ねていたムギ類の黒穂病に関する研究成績 (農試成績 2 報, 31 年 12 報, 45 年彙報 27 号) を発表し、黒穂病の種子伝染を明らかにするとともに、種子の温湯消毒法を、また、東京農科大学教授玉利喜造は滋賀県農試の高田鑑造 (28 年場長となる) を指導して試験を重ね、イネ萎縮病の媒介昆虫 (ヨコバイ類) を発見している。1898 年 (明治 31) 農商務省農事試験場の病理部長堀 正太郎は初めていもち病およびその病原菌の解説を行い、胞子の形成状況、すなわち胞子は隔膜があり数時間で発芽し、風力により葉面上に附着して侵入発病することを述べた。翌 1899 年農事試験場は日本式ボルドウ液の処方およびその調製法を発表した。1903 年 (明治 36) 堀 正太郎は、アンモニアボルドウ液の効力試験の成績を発表し、各種病害防除に有効で、特に汚染を嫌う園芸植物などに有効であることを述べた。堀 正太郎、卜蔵梅之丞は農事試験場の田端水田は場で、1899 年 (明治 32) ごろから稲作病害のボルドウ液の散布による防除試験を行っていたが、1906 年 (明治 39) 両氏はイネ白葉枯病の防除試験成績を発表し、ボルドウ液の散布はイネに強い葉害のないことを認め、白葉枯病およびいもち病の防除に有効であることを示した。同年堀 正太郎は島根県農試を指導して、水田地帯のいもち病の防除に 3 斗および 3 斗 5 升式のボルドウ液の 6 回散布を行わせ、実際の水田におけるいもち病防除に有効であることを認めた。この実地防除は、一般水田にボルドウ液が散布された最初であるといわれている。

なお、1889 年 (明治 32) には山陰地方や東北地方にいもち病が大発生し、その被害は甚大であった。1901 年 (明治 34) には島根県にも激発し、翌 1902 年には富山県に激発し被害は 7,000 町歩に及んだという。1911 年 (明治 44) には東北地方全面に発生し、収穫皆無の水田は秋田県で 967 町歩、山形県では 586 町歩に達した。この年の全国の米の減収は 116 万石に達し、東北地方はいもち病発生のため食糧の危機を招いた。1909 年 (明治 42) 堀 正太郎は田端水田は場で試験を重ね、ボルドウ液の石灰を多量にすると、イネに対する葉害を軽減することを確かめ、また、1914 年 (大正 3) 硫酸銅液による種もみ消毒の有効性を発表し、特にボルドウ液や硫酸銅液は苗腐敗病の防除に有効なことを述べた。1916 年 (大正 5) 農事試験場は石灰半量を少石灰ボルドウ

液、石灰が 2~4 倍のボルドウ液を過石灰ボルドウ液と呼称することを決定、発表した。

1921 年 (大正 10) 全国にいもち病が発生し、150 万石の減収と発表され、翌年鳥取、島根、岡山各県にも発生、関東大震災の年の 1923 年 (大正 12) には中国地方全域に発生したので、鳥取、島根、岡山各県はボルドウ液の散布を奨励し、広面積の水田地帯にボルドウ液の散布が実施され、いずれも好成績を収めた。農林省はいもち病防除の重要性を認め、1924 年 (大正 13) 長野県農業試験場 (村田寿太郎)、岡山県農業試験場 (鋤方末彦) を指定してボルドウ液や銅製剤によるいもち病防除試験を行わせたが、いずれも顕著な防除成績を収めたので、翌 1925 年農林省は全国の道府県の病虫害主任技術官を東京に集め、長野、岡山両県などのボルドウ液散布による防除効果を説明し、その協議会の決議によって、1926 年から 2 か年間 (昭和元~2) 各県農事試験場はボルドウ液散布によるいもち病防除連絡試験を行うこととなった。この各県防除連絡試験成績によってボルドウ液散布が全国的に有効なことが認められ、今までのいもち病防除は耕種的な防除法のみであったのが、化学的な防除法が加わり、人々の努力次第で防除が可能となった。なお、この連絡試験が決議された年には、関西地方や九州地方の暖地にもいもち病が大発生し、被害は大きく予想収量より減収 179 万石に達した。大正末期ごろまではボルドウ液の水田散布は機材の重量や費用などの点で不可能と考えられていた。この連絡試験による防除の成功は将来に大きな希望を与えた。

1927 年 (昭和 2) 農林省は山形 (土屋 信)、岡山 (鋤方末彦)、長野 (村田寿太郎)、福岡 (武内晴好) の各県試験場を指定して、ボルドウ液散布によるいもち病防除試験 (応用試験) を行わせた。この年に長野県は数百町歩の水田にボルドウ液の散布を行っている。1933 年 (昭和 8) には山口県のボルドウ液散布のための噴霧器の購入数は 3,584 台に及んだ。また 1934 年 (昭和 9) は冷害の年であったが、関東以北、特に東北 6 県の被害は惨状を極めた。同年北海道庁は庁令を出し、この年から 3 か年計画で、空知支庁管内の 6 万町歩の水田にいもち病防除の目的で、試験研究者、防除指導者および行政機関の緊密な提携の下、総合防除が実施された。庁令により、被害ワラ処分、種もみはホルマリン消毒、ボルドウ液は松脂加用過石灰ボルドウ液を 3 回散布し、その結果実に驚異的ないもち病防除の効果を示した。これまで毎年収穫皆無だった水田もかつてない収穫をあげ、増収推定約 18 万石であった。この年に農林省農事試験場にイネの冷害研究室が新設され、病理部では、いもち病の

発生と気温の関係、同じく地温の影響、それに関係したボルドウ液の散布試験が行われた (病理: 池田義夫, 栄養生理: 三井進午)。

1938 年 (昭和 13)、農林省は時局下、農薬、噴霧機その他農家負担費など全費用の 1/4 を助成して、全国 5 万町歩の水田に総合防除を実施させた。同様に 1935~39 年 (昭和 10~14) まで農林省は防除奨励金を交付して、ムギ類の雪腐病の防除に根雪前のボルドウ液や銅製剤の散布を行わせ、好成績をあげた。1940~43 年 (昭和 15~18) ごろにはボルドウ液とともに銅水和剤の利用、種もみ消毒に有機水銀剤が用いられるようになった。戦時下、しだいに農薬の配給は不自由となり、人手は少なく防除は困難となっていった。農林省は 1931 年 (昭和 6) 以来、大学農学部および各県農試に試験研究を依頼してあった指定試験成績や応用試験成績を逐次印刷に付して刊行した。

VIII ボルドウ液の効力に関する試験研究

戦前戦後にわたって国外では有機硫黄剤や浸透性殺菌剤の研究が行われ、一部実用化されていたことを、終戦後になってわれわれは知った。終戦後の数年間は水稲作の病害防除には、主としてボルドウ液や銅製剤が使用された。

戦前はこれらの殺菌剤を葉害のない効力の限度でじょうずに使用するよう、指導者も当業者も共に苦勞を重ねてきた。特に戦前のいもち病の防除はボルドウ液が主役であった。長野県農業試験場は、1931 年 (昭和 6) から栗林数衛、河合一郎を中心にボルドウ液によるいもち病の防除試験を県独自で始めた。1935 年 (昭和 10) 河合一郎の後任に山増重雄、1939 年 (昭和 14) に山増の後任になった市川久雄を中心に 1945 年 (昭和 20) までいもち病防除応用試験が行われ、成績が長野農試報告として発表された。当時、岡山農試の鋤方末彦も独自にボルドウ液によるいもち病防除試験を行っていたが、農林省は 1941 年 (昭和 16)、長野農試 (栗林数衛)、岡山農試 (鋤方末彦)、山形農試 (河合一郎) などを指定して、ボルドウ液によるいもち病防除応用試験を行わせた。栗林らは 1934 年 (昭和 9) 以降、稲作期間を通じ毎日水田内のいもち病菌胞子の採集を行い、半旬別に水田内の胞子飛散曲線を算出し、1940 年 (昭和 15) には穂ぞろい期以降に発生する首いもちや節いもちの発生と胞子の飛散との関係を検討して、胞子の飛散は 22~23 °C で湿度が 90% 以上のときにもっとも多いことを明らかにし、ボルドウ液の散布適期を首いもちには出穂始めから傾穂期まで、節いもちには穂ばらみ期から傾穂期

までとした。この発生予察によりボルドウ液の散布時期を決定する構想は、内陸的な予察法として有機水銀剤が出現するまで利用された。また 1941 年 (昭和 16) 鉢方および河合らは、それぞれボルドウ液の防除効果と各種展着剤との関係ならびに米の収量について、さらに当時の銅製剤 6 種の効力比較を行い、供試市販銅製剤は、ボルドウ液の 1 石 2 斗式と効果が同等であることを明らかにした。1937 年 (昭和 12) から 39 年にわたり田中彰一は、ナシ黒斑病菌に対するボルドウ液と各種銅製剤の殺菌力を比較し、ボルドウ液、ケイ酸銅、塩基性塩化銅がもっとも殺菌力の強いこと、また 1941 年 (昭和 16) 氏らは同様の試験を行い 10 数回の試験を反復し、ボルドウ液、シュウ酸銅、亜酸化銅は殺菌力が強く、塩基性硫酸銅、ケイ酸銅、塩基性塩化銅、リン酸銅などは効力不十分であることを示したが、薬害については触れていない。1941 年 (昭和 16) 村田寿太郎はイネに対する市販銅剤の薬害と展着剤との関係、懸垂性と展着力について報告した。また同年、斉 伴男および佐々木三男は当時の満鉄農試において、ボルドウ液の各種調製法と沈降速度および調製原料と石灰との関係について試験を行い、同年田中一郎は北海道におけるボルドウ液の代用銅製剤の効果と使用法について述べた。1941 年 (昭和 16) 農林省農政局は全国各地の農試で行われたボルドウ液と市販銅剤との効果比較試験成績をまとめて報告した。

なお戦時下政府は、1943 年 (昭和 18) 戦時下緊急事業としてペニシリン研究などを推進するため、技術院を新設し、全日本の学術団体を動員して科学技術の研究を推進することになり、全日本科学技術団体連合会を結成して各種専門部門の研究刷新向上を図ることになった。植物病理方面では、水銀剤による種子消毒と植生刺激作用 (世話人: 土井 (弥), ト蔵) や殺菌剤 (ボルドウ液や石灰硫黄合剤) の効力検定方法の研究 (室内および場試験を含む) などの研究隣組 (世話人: 向) が結成され、早急にボルドウ液など散布剤、種子消毒剤の室内およびほ場における効力検定法の作成を諮問され、活発な調査研究を行うこととなった。主な組員は、向、滝元、田中 (彰)、栗林、河合、佐藤、河村、原田、二宮、相談役に大学 (草野教授、住木教授)、農林省農産課 (上遠章、堀 正侃) など 10 数名であった。検討会は東京、神奈川、長野などで開いたが、空襲下にたびたび審議を重ねた。戦後、整理・加筆され、その成案は 1947 年 (昭和 22)、向により雑誌「農業」の創刊号、1, 2 号に発表された。種子消毒剤の生物検定法、水銀剤および散布用殺菌剤の室内とは場における効力検定法は、戦後、農業検査所で公式に検定法が制定されるまで、殺菌剤の比較

検定法の指針となった。

戦時中は肥料の配給がきわめて少なく、したがって肥料の施用が激減したので、収量は多少減少したが、いもち病や白葉枯病などの発生が少なく被害も軽微であった。戦後、肥料の生産が復活するに従い、暖冬続きで緑肥の過用とともに病害の発生も遂時増加するようになった。1949 年 (昭和 24) ごろには戦前と同様の施肥状態となり、いもち病や白葉枯病などが多発するようになった。1947~49 年 (昭和 22~24) には病虫害防除が農林省の食糧増産の第一の対策技術となり、その中で重要課題として、いもち病やニカメイチュウの防除が第一に取り上げられた。1948 年 (昭和 23) 能率的な散粉機が開発され、農林省農産課の行政指導により、水田用の農業はほとんど粉剤となり、水田の薬剤散布が容易となって大きく増産に貢献した。当時数種の銅粉剤が出現したが、有機水銀剤の登場により数年でほとんど製造を中止し、1951 年 (昭和 26) ごろには、銅粉剤は特製王銅のみとなった。

終戦後、銅粉剤の出現によって、銅粉剤と液剤との効力の比較試験が多くなった。1949 年 (昭和 24) 藤井 溥は銅粉剤の実用的効果について、1950 年 (昭和 25) 鉢方末彦、安尾 俊、堀 真雄は 2 か年間の試験の結果、いもち病、ジャガイモ疫病の防除に有効であることを認め、同年田中一郎はボルドウ液と市販の銅粉剤のいもち病菌胞子の発芽阻止力の比較試験およびほ場における散布による効力比較試験の結果、その効力はボルドウ液が最良で散粉ボルドウ、銅製剤 1, 2 号の順であり、ジャガイモ疫病に対しても同様であることを明らかにした。1950 年 (昭和 25) 農林省農産課は各地の農試で行われた銅粉剤の試験成績を総括したもの (1~66 pp.) を発表した。

1951 年 (昭和 26) 道家剛三郎、宇都完務は市販銅粉剤 6 種の薬害について試験し、薬害は上位葉しょうに多く、ケイ酸銅を含む銅粉剤に多く見られることを報告し、同年橋岡良夫もイネに対する銅粉剤の使用法と薬害、特にいもち病菌胞子の発芽抑制力と薬害について述べた。1950~52 年 (昭和 25~27) にわたり、飯田 格、古山 清、綾 正弘は 31 種の植物病原菌胞子の硫酸銅に対する抵抗力の比較、また数種病原菌胞子の酸素呼吸に対する硫酸銅の影響と菌浸出液の解毒性との関係について研究し、病原菌胞子の浸出液の解毒作用は菌種によって異なり、銅に対して解毒的に作用する物質はタンパク質、特に SH グループと有機酸などであることを明らかにした。また 1951 年 (昭和 26)、飯田 格、綾 正弘は胞子の薬剤抵抗力はその生理状態により変動し、薬

第 1 表 わが国における殺菌剤関係の歴史的出来事

1851	石灰硫黄合剤が発見された。		
1877 (明治10)	フランス 鯨油が稲作のウンカの駆除に用いられた。		
1882 (明治16)	ボルドウ液が発見された。		
1885 (明治18)	フランス 除虫菊の種子が日本に輸入された。	1952 (昭和27)	と改題。(日植防) 6. セレサン石灰がいもち病防除に卓効を示した。 萩原良雄 (広島農試)
1895 (明治30)	ボルドウ液が日本で初めて用いられた。		
1899 (明治32)	青酸ガスが日本で初めて用いられた。		
1901 (明治34)	除虫菊乳剤[大液]が製造された。		
1907 (明治40)	石灰硫黄合剤が初めて使用された。		
1912 (大正1)	デリス根が輸入された。		
1919 (大正8)	クロロピクリンが日本で合製された。	1953 (昭和28)	1. ジネブ剤 (ダイセン) 輸入 (ローム&ハウス) (アメリカより) 2. 有機水銀粉剤 (散粉セレサン) を創製 (特農) 3. ジクロロン剤 (ファイゴン) を輸入 (アメリカより) 4. TVZ (モンゼット) を輸入 (バイエル) (特農) イネ紋枯病防除に著効を示す (昭和29), 大量輸入 (昭和32)
1922 (大正11)	砒酸鉛が日本で製造された。		
1933 (昭和8)	銅製剤 (クボイド, ケイ酸銅) を創製。 (三共)		
1934 (昭和9)	銅製剤 (王銅, 塩基性塩化銅) を創製。 (日産)		
1938 (昭和12)	ウスブルンが輸入された。 (特農)		
1940 (昭和15)	酢酸フェニル水銀 (メルクロン) を創製。 (三共)		
1941 (昭和16)	ウスブルン, セレサンが日本で製造された。 (特農)		
1947~48 (昭和22~23)	1. 農薬が配給統制された。 2. 雑誌「農薬」創刊 4月25日 農薬協会 3. 農薬検査所創設 農林省 4. BHCの一部, DDTの原体生産開始 (日曹) 5. ジラム剤 (ジंकメート) 製造開始 (大内) 6. 硫黄粉剤の製造開始。 (細井) 7. 銅水銀剤が創製された。 (三共)	1954 (昭和29)	1. セレサン石灰が実用化される。いもち病防除に著効を示す。 2. キャプタン剤 (SR-406) を輸入 (アメリカより) 3. PCP (クロン) が果樹病害防除に使用される。 4. セレサン石灰のいもち病防除効果に関する研究発表。 中国, 四国地方の農試共同成績。(中国, 四国農試)
1950 (昭和25)	1. 銅粉剤 (王銅粉剤) が製造開始。 (日産) 2. D-D, 2, 4-PA が輸入される。 3. 水銀加用銅製剤の業務開始。 (北興) 4. 銅水銀剤 (三共ボルドー) の製造開始。 (三共) 5. ファーバム剤 (ノックメート) の製造開始。 (大内) 6. セレサンに石灰を混合した粉剤が著効を示すことを発見。 小川正行 (高知農試)	1955 (昭和30)	5. 有機水銀剤 (セレサン石灰, リオゲンダスト, ルベロン石灰等) 大量生産に入る。 1. トリコデルマ粉剤を製造。 (三共) 2. ホリドールの国産化決定 (市販)。 (特農)
1951 (昭和26)	1. ダイセンが初めて紹介された。 (防疫資料)速報 2. ホリドール (E-605) をバイエルより輸入。 (特農) 3. ホリドールがニカメイチュウに卓効を示す。 石倉秀次 (四国農試), 弥富喜三 (静岡農試) 4. チウラム剤 (アラサン) 輸入。 (デュボン) 5. 「農薬と病虫」が「植物防疫」と改題。 (日植防)	1957 (昭和32)	1. PCP を除草剤として使用。 2. ストレプトマイシン剤 (ヒトマイシン) を製造。 (日農)
		1958 (昭和33)	国産のダイセンを製造。 (東京有機)
		1959 (昭和34)	ブラストサイジンAの発見。 見里朝正 (応微研)
		1960 (昭和35)	1. 有機砒素剤 (アソジン) の合成・製造。 (イハラ)
		1961 (昭和36)	2. スミチオンの合成。 (住友化) キノンドー (8-オキシキノリン銅) フランスより供試品輸入。 (兼商)
		1963 (昭和38)	1. セロサイジンの発見。 見里朝正・沖本陽一郎
		1965 (昭和40)	2. ブラストサイジンSの実用化。 キタジンを合成。 (イハラ)
		1968 (昭和43)	1. カスガマイシンの発見。 (東微研, 北興)
		1969 (昭和44)	2. カーバメート剤 (ミブシン (三菱化成), メオパール (住友化), ツマサイド (日農)) 製造。 散布用有機水銀剤の使用禁止。
			1. EDBP 剤 (ヒノザン) を国産。 (特農)
			2. BHC, DDT の使用禁止。 バラチオン剤, TEPP 剤, 年末で製造中止。 (農林省)

剤に対する抵抗性に变化を及ぼすことを示した。同じく1950~52年(昭和25~27)にわたり, 糸井節美は硫酸銅溶液中に処理したイネごま葉枯病菌胞子の銅吸着ならびに銅の溶離は酸性側で著しいことを確かめた。FILDES

(1940) は水銀の殺菌作用がチオグルコール酸 (Thioglycollic acid), システイン (Cystein), グルタチオン (Glutathione) により打ち消されるが, チオール基の機能を有しない硫黄化合物 (メチオニン, シスチン (Cy-

stine) では打ち消されないことを発見した。水銀イオンの殺菌作用は H_2S により打ち消されるが、このことは水不溶性の硫化水銀が形成されるためとされている。1950～52 年 (昭和 25～27) 山本隆司は白絹病菌、赤かび病菌、ごま葉枯病菌に対するボルドウ液、硫酸銅の殺菌作用について、システインを滴下すると発芽率が元に戻ることを認め、銅剤の発芽抑制作用はシステインなどによって解毒されることを植物病原菌について立証し、これらの現象は重金属が生体中の SH 系酵素と反応するものと解釈した。1951 年岩瀬茂基、都築 仁は銅粉剤と 2,4 PA 混合剤は防除効果に変化のないことを、1949～51 年 (昭和 24～26) にわたり、藤井 溥、桐生知次郎、道家剛三郎、中沢雅典、橋岡良夫らはそれぞれ銅粉剤の使用法と実用性について報告した。1952 年、鈴木照磨、滝田 清は銅粉剤の効力検定法として、培地上に散粉して菌そうの発育程度や有無により効力を判定した。同年、田中彰一はナン果を用い、黒斑病予防効果およびスライド上の発芽試験で、各種銅剤の中でシュウ酸銅がもっとも優れていることを認め、また殺菌力の比較に LD_{75} を用いた。同年、水沢芳名、高梨和雄はサツマイモの生葉を使用して真空ジャー法により生葉表面に均等に沈着させた銅粉剤の殺菌力検定を行い、また同年セトリングタワーを用いて殺菌剤のごま葉枯病菌胞子の発芽抑制試験を行い、薬剤の付着量はともにガラス板上、生葉の表裏ともに差異なく殺菌剤の効力検定に有用なることを実証した。翌 1953 年水沢芳名、梶原敏宏、高梨和雄は同菌胞子を用いて、殺菌剤の噴霧乾燥後の胞子発芽抑制力に及ぼす光線と濃度との関係を試験し、抑制力は散光下が大で、高温より低温が大であることを示した。1954 年横浜正彦は銅製剤の貯蔵条件と効力の変化について試験し、同年田中彰一は銅殺菌剤の効力評価方式を発表し、また同年、古山 清、綾 正弘、中村広明は水平拡散法を利用して、殺菌剤の効力検定の結果とポット栽培植物の防除成績との比較検討を行った。1955 年岩瀬茂基、都築 仁らは、穂いもち病の防除にはフェニル系銅水銀剤が勝り、紋枯病には銅粉剤が勝ることを

示し、同年中沢雅典は銅粉剤は紋枯病菌に対し室内試験では水銀粉剤が勝り、ほ場試験では銅粉剤が勝ることを述べた。1956 年 (昭和 31) 田杉平司、荒木昭介、百足泰平は胞子の発芽床に汙紙を用い、コットンブルーで染色して胞子の発芽抑制程度を測定し、銅製剤と有機水銀剤の効力検定を行った。1952 年 (昭和 27)、横木国臣、足立 操はイネ紋枯病に対し粉末ボルドウの実用性を認め、同年橋岡良夫も銅粉剤はイネに対し、ボルドウ液に代用しうるが、固着性に問題があることを指摘し、同年横浜正彦はキュウリべと病に対し、銅粉剤はボルドウ液に勝る効力を示すことがあることを示した。その他各地の試験場や大学でイネ、ムギ、野菜、果樹、特用作物などの病害に対する銅粉剤の効果試験が行われたが、1951 年以前の全国各農業試験場の成績は、1951 年 (昭和 26) 農林省農業改良局研究部でまとめられ、「病虫害の薬剤防除試験成績」(1～80 pp.) として刊行された。

1953 年 (昭和 28)、セレサン石灰を代表とする有機水銀剤が実用に移されると同時に、ボルドウ液に関する試験研究は急速に減少した。1950 年 (昭和 25) に植物防疫法が公布され、農林省に植物防疫課が新設された。その後いもち病の防除剤は、有機水銀粉剤に加え同水和剤、同乳剤、有機銅剤や有機水銀剤と有機銅剤の混合剤、抗生物質剤、有機リン剤や有機塩素剤などの優秀な防除剤が日本人により開発・実用化された。戦前は食糧増産のため官民協力していもち病の防除に努力しても、天候不良年の激発時には完全な防除は不可能であった。当時のことを考えると隔世の感がある。戦後、殺菌剤と同様に殺虫剤も、BHC、DDT、有機リン剤、有機塩素剤などが登場し浸透性殺菌剤の登場とも相まって、いもち病とニカメイチュウを抑え神武以来の米の増産を迎えその増収が平年作となり、行政に、技術研究に、植物防疫の黄金時代を迎えることになった。

このようにして、1906 年 (明治 39) 以来食糧増産に貢献してきたボルドウ液は、1953 年 (昭和 28) の有機水銀剤の出現によって、水田作から、約 50 年の歴史を閉じることになった。

制虫剤の研究の現状とこれからの展望

理化学研究所 ^{みつ} 満 ^い 井 ^{たかし} 喬

LEVINSON (1975) は、害虫を速効的に殺す作用はないが、成長や生殖を抑制することによって、個体群密度を著しく低下させる物質を “Insectistatics” と定義した。これを「制虫剤」と訳し用いている。したがって、制虫剤にはホルモン剤、抗ホルモン剤、ホルモン合成阻害剤、フェロモン、誘引剤、摂食忌避剤、表皮形成阻害剤など “population decrease” に働くすべての物質が含まれる。これに対し、“Insect Growth Regulator” (昆虫成長調節剤) は “population decrease” 作用物質以外に、例えばカイコの巨大マユに実用化されている methoprene のように、生理的に increase に作用する物質をも含むので、両者には厳密には違いがある。しかし、多くの場合、“Insect Growth Regulator” は “population decrease” の意に用いられるので、昆虫成長制御剤あるいは昆虫成長かく乱剤などと訳して用いる場合が多い。制虫剤の研究の歴史は、1956 年、WILLIAMS (1956) が、昆虫の幼若ホルモン (juvenile hormone : JH) が第三世代の殺虫剤として、環境汚染、抵抗性発現の恐れのない (もし昆虫が JH に抵抗性を獲得すれば、その昆虫自体生存しえなくなるとするのがその理由であった) 理想的殺虫剤であろうことを提唱したのが事実上の始まりであろう。その後、エクダイソン類縁化合物、JH 作用物質、

抗 JH 作用物質、摂食忌避物質、さらに近年表皮形成阻害物質などが次々に登場するに至った。体も小さく、構造上もシンプルな昆虫が、脱皮や変態などの大事業をなすためには、複雑なホルモン機構が発達しているものと考えられる。事実、前胸腺刺激ホルモン (PTTH)、羽化ホルモン (eclosion hormone) などペプチドホルモン (neuropeptides と総称する) が見つかっており、neuropeptides の研究は現在盛んに進められている。将来、これらの neuropeptides やその阻害剤などが制虫剤として登場することが期待されている。

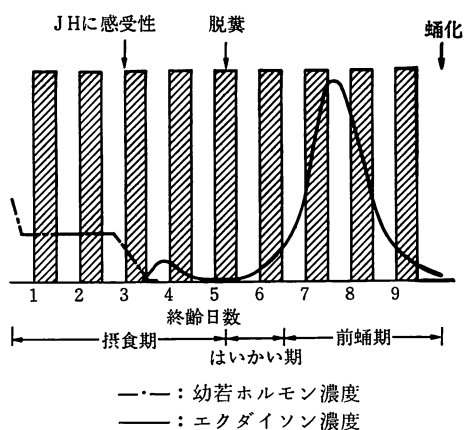
ここでは、すでに実用化あるいは実用化の可能性の高い JH 作用物質、抗 JH 作用物質、表皮形成阻害物質の研究の現状、特にその作用機構と今後の展望について簡単に紹介したい。

I 幼若ホルモン作用物質 (JHM: juvenile hormone mimics)

JHM は幼虫から蛹、あるいは蛹から成虫への変態を阻害する。したがって、成虫が加害するハエ、カ類に有効であるが、幼虫が加害する多くの農作害虫に対して効果が得られないこと、および感受性の期間が著しく制限されることなどが、その実用化を困難にした原因となっている。JHM による変態阻止はごく微量で有効であるが、幼虫または蛹の日齢によって著しく感受性が変動する。この変動の原因と JHM の作用について以下に概説する。

1 Commitment の転換と JH

スズメガの一種 *Manduca sexta* 終齢幼虫を例にとつて、JH 感受性の変動を調べてみよう。JH およびエクダイソンの体液中の濃度は第 1 図に示すように、3 日目に JH は完全に消失し、4 日目にエクダイソンの第一ピーク、7~8 日目に第二の大きなピークが現れる。幼虫真皮の組織培養による *in vitro* の表皮形成実験 (MITSUI and RIDDIFORD, 1978) によって、第二ピークのエクダイソンは次期の表皮形成に必要であることが明らかとなった。一方、JH に対する感受性を組織培養法で調べると、3 日目に感受性はもっとも高く、JH およびエクダイソン存在下で、*in vitro* で新しく形成される表皮はすべて幼虫となる。また、*in vivo* でこの時期に JHM を投与すると、過剰脱皮で幼虫または成虫原基の一部が発



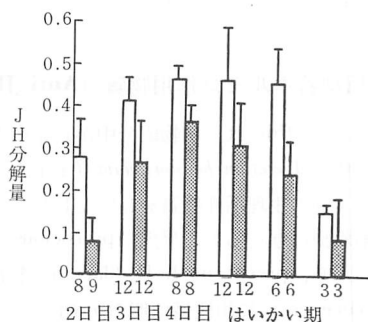
第 1 図 *Manduca sexta* 終齢幼虫の血中ホルモン濃度の変化 (25°C, 12L-12D)

達した幼虫一蛹の中間型が得られる。5日目(wandering stage)では、いかなるホルモン条件下でも、得られる表皮はすべて蛹となる。すなわち, wandering stageには、真皮は JH に対する感受性をまったく失っている。それでは幼虫から蛹への転換(commitmentの転換)は何によって誘導されるのであろうか? 真皮の組織培養実験から、第一ピークのエクダイソンによって、転換が速やかに達成されることが明らかとなった。この際、エクダイソンと同時に JHM を培養液中に添加すると、JHM の濃度に応じて、幼虫、幼虫一蛹のモザイクなどの表皮を得ることができる。このことから、第一ピークのエクダイソンの commitment 転換作用は JHM によって阻害され、その結果、正常な変態が妨げられると結論されている。

2 JH binding protein と JH エステラーゼ

上に述べたように、commitment の転換のときに JH が存在すると変態は妨げられる。第1図に示すように、終齢3日目に JH が速やかに消失するのは、正常な変態を達成するためにしくまれた巧みな調節機構を昆虫は備えているためである。JH はアラタ体で合成され、体液中に放出される。放出された JH は、体液中の binding protein (GILBERT et al., 1976) (carrier protein ともいわれる)と呼ばれる分子量 34,000~35,000 のペプチドと結合してターゲットに運ばれる。一方、JH の体内での分解は、末端の $-COOCH_3$ を加水分解する carboxylesterase と、epoxide を開裂する epoxide hydratase の二つの酵素により、それぞれ JH acid および JH diol を生ずるが、分解物の 95% 以上は前者による JH acid である。Binding protein は JH の運搬だけでなく、carboxylesterase の攻撃から JH を保護する役割も持っている。しかるに、3日目以降は binding protein に結合している JH も容易に分解され JH acid を生ずることが明らかとなった。これは JH に特異的に作用するもう一つのエステラーゼが、3日目以降出現するため、これを JH エステラーゼ (SANBURG et al., 1975)と呼んでいる。一般にエステラーゼは diisopropylphosphorofluoridate (DFP) で阻害されるが、JH エステラーゼは DFP に対して感受性がなく阻害されないで、JH エステラーゼをもう一つのエステラーゼと分けることができる(第2図: ■が JH エステラーゼ活性を示す)。JH エステラーゼが出現し、体内の JH を、第1図に示すように、終齢3日目に完全に消失せしめることによって、commitment の転換が容易に達成される。

3 JH エステラーゼの阻害



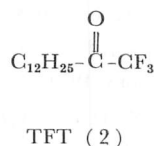
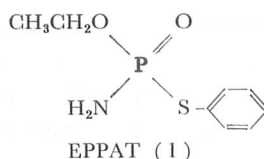
第2図 *Manduca sexta* 終齢幼虫のエステラーゼ活性の変化

2日目: 体重 3.5~4.5 g, 3日目: 6.5~7.5 g, 4日目: 10~11 g

□: 総エステラーゼ活性, ■: JH エステラーゼ活性

棒グラフ下に記入されている数字は、供試虫数を示す。

以上の結果から、理論的には JH エステラーゼを阻害すれば、変態は妨げられるはずである。HAMMOCK ら (1984) は、ここに着目し、*in vitro* で JH エステラーゼの阻害物質を検索した結果、ある種の有機リン剤やカーバメート剤などによって、この酵素が強く阻害されることを明らかにした。EPPAT (1), TFT (2) などがその代表例である。これらの化合物は、*in vivo* で投与すると殺虫性はないが、JHM と同じように、変態阻止効果が認められる。しかし、高い薬量をしかも長時間にわたって処理しなければならないなど問題が多く、実用の可能性のある化合物は残念ながらまだ見つかっていない。



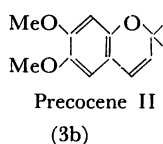
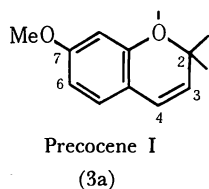
4 JH 核リセプター

ターゲットに到達した JH は、核リセプターによって、核に取り込まれるであろう。*Manduca sexta* 終齢幼虫真皮細胞から核を分離し、 ^3H -JH の核への取り込み実験から、JH に感受性のある終齢3日目では、核リセプターが存在するが、commitment 転換後の終齢5日目では、 ^3H -JH は核に取り込まれず、核リセプターが消失したものと考えられている。JH 核リセプターに関する研究はまだ不十分で、今後の研究を待たなければならないが、核リセプターをターゲットとした阻害物質は、

今後有力な制虫剤, 特に抗 JH 作用物質, として期待しよう。

II 抗幼若ホルモン作用物質 (Anti-JH)

BOWERS ら (1976) は, 植物成分中から昆虫生理活性物質を探索中, *Ageratum houstonianum* (オオカコウアザミ) から 2 種の生理活性物質を見いだした。この化合物は, 若齢幼虫に与えると, 早熟 (precocious) 変態を起こすことから, precocene I, II (3a, 3b) と名づけられた。precocenes の作用機構は明らかではなかったが, JH の変態抑制作用と拮抗するものと考えられるので, 抗幼若ホルモン (Anti-JH) と称されるようになった。JH は多くの種類の昆虫で, 卵黄タンパク, vitellogenine, の合成に必要である。したがって, 成虫に Anti-JH を処理すると, 卵の形成が抑えられて不妊となる。このように, Anti-JH は若齢幼虫から成虫に至るまで, 幅広く適用しうるので, 新しいタイプの制虫剤として, もっとも注目を集めている。JH と拮抗する機構については, いろいろ考えられるので, その機構について以下に述べてみよう。

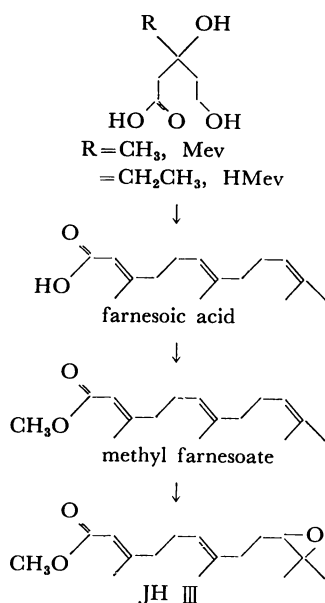


1 アラタ体の機能抑制

Precocenes の作用機構はアラタ体の細胞を破壊し, 活性化を抑えんと考えられている (BOWERS and ALDRICH, 1980)。投与された precocenes は, アラタ体でエポキシ化され, 3,4-epoxy precocenes となり, これが細胞に毒性を示すが, 他の組織ではエポキシ化されないという (BROOKS, 1979)。カメムシやバッタの類に特異的に有効で, 鱗翅目には活性がない。ただ, カイコでは高濃度を長期間にわたって処理すると早熟変態が起こることが報告されている。昆虫の種類による選択性の発現機構はまだ明らかではないが, その一つとして昆虫体内での代謝の差と考えられる。また, アラタ体組織ではエポキシ化されるが, なぜ他の組織ではエポキシ化されないのか?, など残された問題は多い。

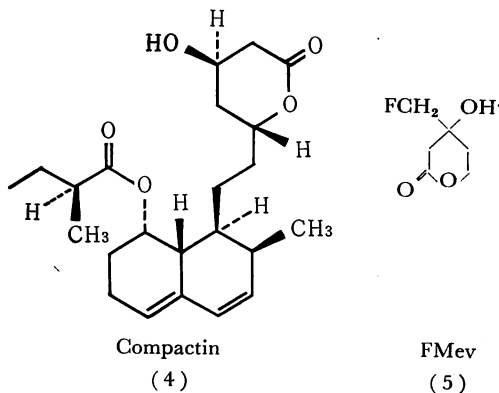
2 ステロイド合成阻害

微生物の代謝産物である compactin (4) は, コレステロールの合成阻害剤として知られ, 医薬品としての実用化が見込まれている。昆虫に対しては, 鱗翅目幼虫などに対し Anti-JH 作用を持つことが報告されている



第3図 幼若ホルモンの生合成経路
Mev: メバロン酸, HMev: ホモメバロン酸

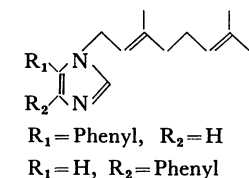
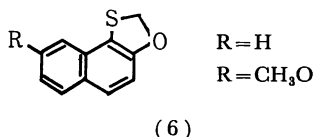
(MONGER et al., 1982)。Compactin は, コレステロールの前駆物質であるメバロン酸の合成酵素, HMGCoA reductase, を阻害する。一方, JH の前駆物質である farnesoic acid はホモメバロン酸から合成される (第3図) ので, compactin の Anti-JH 作用は, ホモメバロン酸の生合成阻害に基づくと考えられる。Fluoromevalonate (FMev, 5) (QUISTAD et al., 1981) は, ホモメバロン酸から farnesoic acid の合成を抑えることにより, 鱗翅目幼虫に対し Anti-JH 作用を示す。しかし, いずれの化合物も活性は弱い。これは, 昆虫は, 食草から得られるテルペンを JH の前駆物質として利用しうからであろう。昆虫は, ステロイド環を生合成することができないが, 食草から多量のステロイドを摂取し, こ



れをコレステロールの前駆物質として利用し、エクダイソンを合成することができるので、抗エクダイソン作用も認められない。

3 Mixed function oxidase(mfo) の阻害

JH の活性発現には末端のエポキシ基が重要で, methyl farnesoate およびエポキシ基の開裂で生じる JH diol は共に不活性である。JH の生合成において (第3図), 最終段階のエポキシ化には mfo が関与しているので, mfo 阻害剤は理論的に Anti-JH 作用を持つと考えられ, これまで多くの mfo 阻害剤がテストされた。しかし, Anti-JH 活性を有する化合物は得られていない。最近, BROOKS ら (1984) は, 化合物 (6) など4種の mfo 阻害剤で Anti-JH 作用を報告しているが, これもエポキシ化の段階を阻害するのではなく, もっと前の生合成過程を阻害する。そのメカニズムは明らかではない。また, mfo の阻害剤として知られるイミダゾール化合物に着目し, 桑野ら (1983) は, Anti-JH 活性を有する化合物 (7) を得ているが, その作用機構が mfo 阻害かどうかまだ明らかではない。化合物 (7) はカイコに対して高い活性を示すが, 他の昆虫では活性が認められていない。

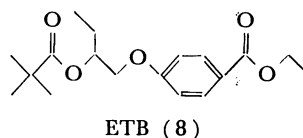


イミダゾール化合物 (7)

4 JH との競合

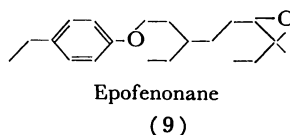
JH はターゲット組織の核に取り込まれ, gene の発現を抑制して, 変態を抑えるものと考えられる。したがって, JH 核リセプターに対し, JH と競合する物質は Anti-JH 作用を持つと考えられる。また, JH の体液中の濃度が高まると, アラタ体に feed back がかかり, それ以後の JH の合成を抑える。したがって, feed back に関与しうる化合物もまた Anti-JH 作用を持つと考えられる。JH と構造的に類似物質は, 競合または feed back に関与しうる可能性があり, これに基づく Anti-JH 物質となりえよう。ETB (8) は, 鱗翅目幼虫の Anti-

JH であるが, その作用機構は, 上述の競合または feed back によるものではないかと考えられている (STAAL et al., 1981)。このような作用機構に基づく Anti-JH 化合物を見いだすことは容易なことではないが, もしあれば, もっとも理想的な制虫剤となりえよう。



5 JH エステラーゼの誘導

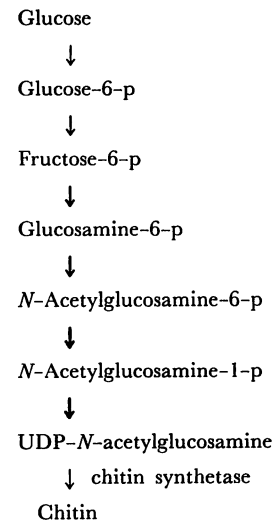
Epofenonane (9) は JH 作用を持つ化合物であるが, 脱皮直後の蛹にこれを投与すると, JH エステラーゼの合成が誘導されることが報告されている (WING et al., 1981)。若齢幼虫で, JH エステラーゼが誘導された例はまだないが, もし若齢で JH エステラーゼを誘導する化合物があれば, JH を次々に分解するので, Anti-JH として期待されよう。



III 昆虫表皮形成阻害物質

昆虫表皮はキチンとタンパクから成る。近年, benzoyl-aryllurea 系の化合物が昆虫のキチン合成を阻害することが明らかとなった。ジフルベンズロン (10) はその代表例で, すでに世界各国で実用化されており, その他 triflumuren, chlorfluazuron など数種の化合物が実用化の段階に入っている。幼虫にジフルベンズロンを投与すると, 表皮の蓄積が阻害されるために表皮が破れ, 出血して死ぬ場合と, 次の齢の新しい表皮の形成が阻害されて, 脱皮不能となって死ぬ場合とある。卵のふ化阻害も見られるが, これもキチン合成阻害に基づくものであろう。Benzoylaryllurea 系のキチン合成阻害剤は, 一般に食毒として作用すると考えられているが, 昆虫の種類によっては経皮的に投与しても有効なものもある。ヨトウガ終齢幼虫に, LD₁₀₀ に相当する 100 ng を局所施用すると, 24 時間以内に約 50%, 蛹化までに約 90% が





第 4 図 キチンの生合成経路

体内に取り込まれる。LD₁₀₀ に相当する 1 ppm を人工餌に加えて摂食させると、24 時間で摂取された薬量 (500 ng) のうち約 60% (300 ng) が体内に取り込まれる。いずれの場合にも、取り込まれた薬剤はターゲットである真皮に長くとどまり、脱皮前に約 10 ng が検出される。したがって、ヨトウガの場合は、経口的に投与するよりも、経皮的に投与したほうが能率的であろう。しかし、有機リン剤などに比べるとやはり皮膚の透過性は劣る。薬剤粒子の大きさによって効力が変わり、粒子が小さいほど効果は高い。Benzoylarylurea 化合物のキチン合成阻害機構については、①キチンの分解酵素であるキチナーゼを活性化させるため、合成されたキチンを次々と分解する、②エクダイソンの分解を阻害することによって、ホルモンバランスを崩し、キチンの合成を抑える。③キチン合成酵素 (chitin synthetase : CS) は、体内で不活性の状態 (zymogen) で存在し、chymotrypsin によって活性化される。しかるに、ジフルベンズロンは chymotrypsin を阻害するので、CS が活性化されないため、キチンの合成が抑えられる、などの説が提唱された。しかし、いずれの仮説もすべての現象を説明するには不十分で、現在是否定的である。やはり、キチンの生合成過程の一部を阻害すると考えるほうが有力である。

1 UDP-N-acetylglucosamine (UDP-AGA) の蓄積

UDP-AGA は細胞内でグルコースから第 4 図に示す生合成経路により生合成され、さらに細胞膜に存在する酵素、CS により、キチンが合成されるが、UDP-AGA

あるいはキチンがどのようにして細胞内から外へ膜透過するのかはまだ明らかではない。ジフルベンズロンを投与した昆虫に、¹⁴C でラベルしたグルコースまたはグルコサミンを注射すると、体内に ¹⁴C-UDP-AGA が蓄積する (MITSUI et al., 1981)。したがって、ジフルベンズロンは、UDP-AGA からキチンへ至る生合成過程を阻害することは明らかである。

2 CS に及ぼすジフルベンズロンの影響

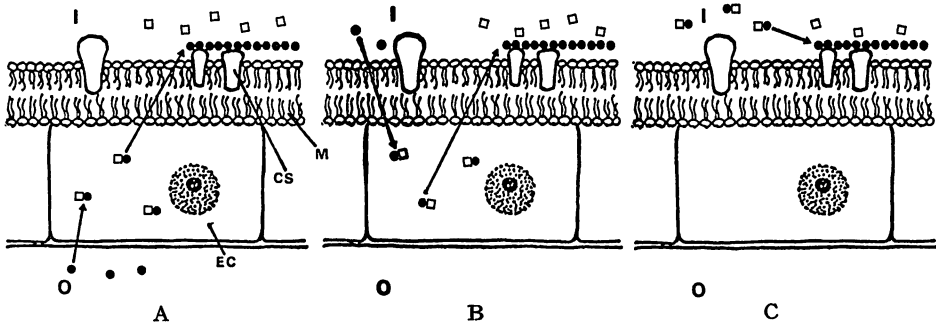
昆虫の CS はポリオキシン D や Nikkomycin のような抗生物質で強く阻害されるが、benzoylarylurea 化合物では阻害されない (COHEN and CASIDA, 1980)。例外的にある種の双翅目幼虫や甲殻類の brine shrimp から得た CS がジフルベンズロンによって阻害されるとの報告がある (TURNBULL and HOWELLS, 1983; HORST, 1981)。これによれば、双翅目幼虫の CS には 2 種が存在し、一つはポリオキシン D で、他はジフルベンズロンで阻害されると考えられているようである。しかし、この 2 種が、おのおの独立に機能するのではなく、むしろ、一つは CS でポリオキシン D で阻害され、他は膜透過などの重要な機能を持つ物質で、これがジフルベンズロンによって阻害されると考えたほうがよさそうである。

3 UDP-AGA の膜透過

BRACKER ら (1976) はイースト菌の細胞内に chitosome と呼ばれる小顆粒を電顕で観察し、この顆粒内でキチンが合成され、膜を透過することを提唱した。しかし、昆虫や甲殻類では chitosome の存在が確認されていないし、まだ十分な生化学的裏づけもない。

MAYER と CHEN (1985), HORST (1983) は UDP-AGA とキチンの間にリピッド中間体が存在し、中間体の形で膜を透過するのではないかと考えている (細菌の細胞壁ペプチドグリカン生合成では、リピッド中間体が存在し、tunicamycin により阻害される)。UDP-AGA と dolicholmonophosphate を、昆虫または甲殻類から抽出した酵素群の存在下で反応させて、リピッド中間体である AGA-pyrophosphoryldolichol を得ている。しかし、これに関与する酵素は tunicamycin では阻害されるが、ジフルベンズロンでは阻害されない。したがって、ジフルベンズロンはリピッド中間体からキチンに至る何か重要な機能を抑えるのではないかと考えている。

MITSUI ら (1984~86) は、ヨトウガ中腸を用い、第 5 図に示すような実験を試みた。AGA を前駆物質として、中腸の外側 (第 5 図 A)、内側 (第 5 図 B) に AGA を投与すると、ジフルベンズロンによってキチン合成は阻害されるが、第 5 図 C に示すように、UDP-AGA を内側 (キチンが合成される側) に直接注入すると、キチ



第5図 中腸上皮細胞でのキチン合成模式図

● : AGA, □ : UDP, CS : キチン合成酵素, I : 中腸の内側, O : 外側, EC : 上皮細胞, M : 細胞膜.

ン合成は阻害されないことを示した。このことから、細胞内で合成された UDP-AGA が膜を透過する過程をジフルベンズロンが阻害するのではないかと考えた。さらに、反転中腸（表裏を反転する）の内側に AGA を注入し、外側に UDP-AGA が出てくるのをジフルベンズロンが抑えることを示した。次に、反転中腸の表面をカバーガラスで軽くこすって、細胞表面のマイクロビリーを集め、遠心分離により膜成分を調製した。これを刷子縁膜という。刷子縁膜と ^{14}C -UDP-AGA の結合を *in vitro* で検討した結果、刷子縁膜に UDP-AGA と結合する2種の物質が存在し、その一つは CS であることを確認した。他の一つが、UDP-AGA の膜透過に必要な機能を持つもの、transporter のようなもので、この機能をジフルベンズロンが阻害するのではないかと考えているが、まだ確認を得るには至っていない。

以上のように、ジフルベンズロンの作用機構はまだ明らかではないが、細胞膜透過と密接な関連を持つ可能性は高い。

引用文献

- 1) LEVINSON, H. Z. (1975) : *Naturwissenschaften* 62 : 272.
- 2) WILLIAMS, C. M. (1956) : *Nature* 178 : 212.
- 3) MITSUI, T. and L. M. RIDDIFORD (1978) : *Devel. Biol.* 62 : 193.
- 4) GILBERT, L. I. et al. (1976) : in "Actualities Sur les Hormones D'Invertebrates" Colloque int. du C.N.R.S. No. 251, Paris, p. 413.
- 5) SANBURG, L. L. et al. (1975) : *Nature* 253 : 266.
- 6) HAMMOCK, B. D. et al. (1984) : *Pestic. Biochem. Biophys.* 22 : 209.
- 7) BOWERS, W. S. et al. (1976) : *Science* 193 : 542.
- 8) ——— and J. R. ALDRICH (1980) : *Experientia* 36 : 362.
- 9) BROOKS, G. T. et al. (1979) : *Nature* 281 : 570.
- 10) MONGER, D. J. et al. (1982) : *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 105 : 1374.
- 11) QUISTAD, G. B. et al. (1981) : *Nature* 289 : 176.
- 12) BROOKS, G. T. et al. (1984) : *J. Pesticide Sci.* 9 : 755.
- 13) KUWANO, E. et al. (1983) : *Agric. Biol. Chem.* 47 : 921.
- 14) STAAL, G. B. et al. (1981) : in "Regulation of Insect Development and Behaviour", Ed by F. SEHNAL et al., Scientific Papers of the Institute of Organic and Physical Chemistry of Wroclaw Technical University, Poland, p. 323.
- 15) WING, K. D. et al. (1981) : *Insect Biochem.* 11 : 473.
- 16) MITSUI, T. et al. (1981) : in "Regulation of Insect Development and Behaviour", Ed by F. SEHNAL et al., Scientific Papers of the Institute of Organic and Physical Chemistry of Wroclaw Technical University, Poland No. 22, Conferences No. 7 p. 1131.
- 17) COHEN, E. and J. E. CASIDA (1980) : *Pestic. Biochem. Physiol.* 13 : 129.
- 18) TURNBULL, I. F. and A. J. HOWELLS (1983) : *Aust. J. Biol. Sci.* 36 : 251.
- 19) HORST, M. N. (1981) : *J. Biol. Chem.* 256 : 1412.
- 20) BRACKER, C. E. et al. (1976) : *Proc. Natl. Acad. Sci., U.S.A.* 73 : 4570.
- 21) MAYER, R. T. and A. C. CHEN (1985) : *Experientia* 41 : 623.
- 22) HORST, M. N. (1983) : *Arch. Biochem. Biophys.* 223 : 254.
- 23) MITSUI, T. et al. (1984) : *J. Pesticide Sci.* 9 : 19.
- 24) ——— et al. (1985) : *ibid.* 10 : 55.
- 25) ——— et al. (1986) : *ibid.* 11 : 65.

シロイチモジヨトウの発生生態

鹿兒島県農業試験場 堀 切 正 俊

はじめに

シロイチモジヨトウ (*Spodoptera exigua* HÜBNER) は、Beet armyworm の俗称で知られる世界的に著名な害虫の一つである。国外では熱帯から温帯地方に広く分布し、テンサイ、ワタなどをはじめ多くの作物を加害し、国内では北海道から沖縄にかけてのほぼ全国にわたって分布するとされているが、成虫の採集記録はともかく、幼虫による被害の発生はきわめて少ない。わずかに朝鮮(江口, 1926)、鹿児島(糸賀ら, 1960)、九州(吉村, 1961)でテンサイ、長崎(井上, 1981)で秋作ジャガイモの報告事例があるにすぎない。

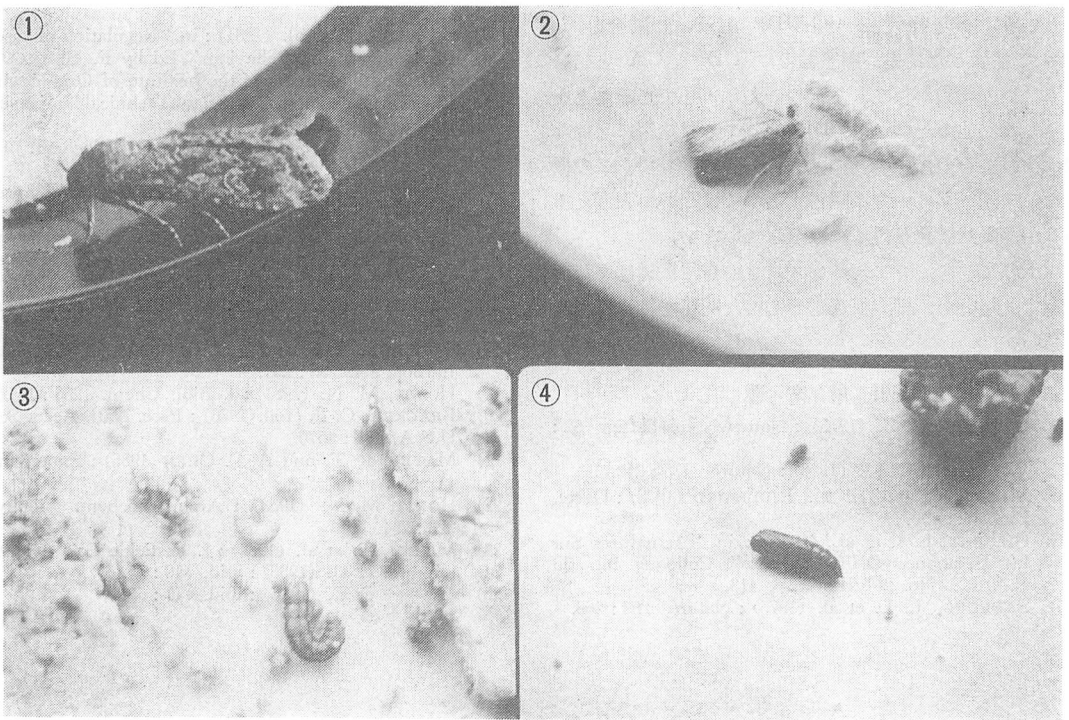
鹿児島県では、桜島の噴火に伴う降灰のため、特産の桜島大根などの栽培が困難になった桜島町で、降灰に強い作物として新たに導入した葉ネギに、数年前からシロ

イチモジヨトウが発生し、特に 1984~85 年には激しい被害を与えた。ふ化後直ちに葉身内に食入するという幼虫の習性は、本種の防除を困難にし、また被害を受けたネギは品質が著しく低下するため、現地ではその対策に苦慮している。そこで、1985 年より本種の生態と防除に関する研究に着手した。本報では現在までに判明した結果の概要について述べる。

研究を行うにあたり、関係文献について御教示いただいた鹿児島大学農学部湯川淳一博士、草地試験場大内義久牧草害虫研究室長、発生実態調査に御協力いただいた全国都道府県関係試験場の各位に心から感謝の意を表する。

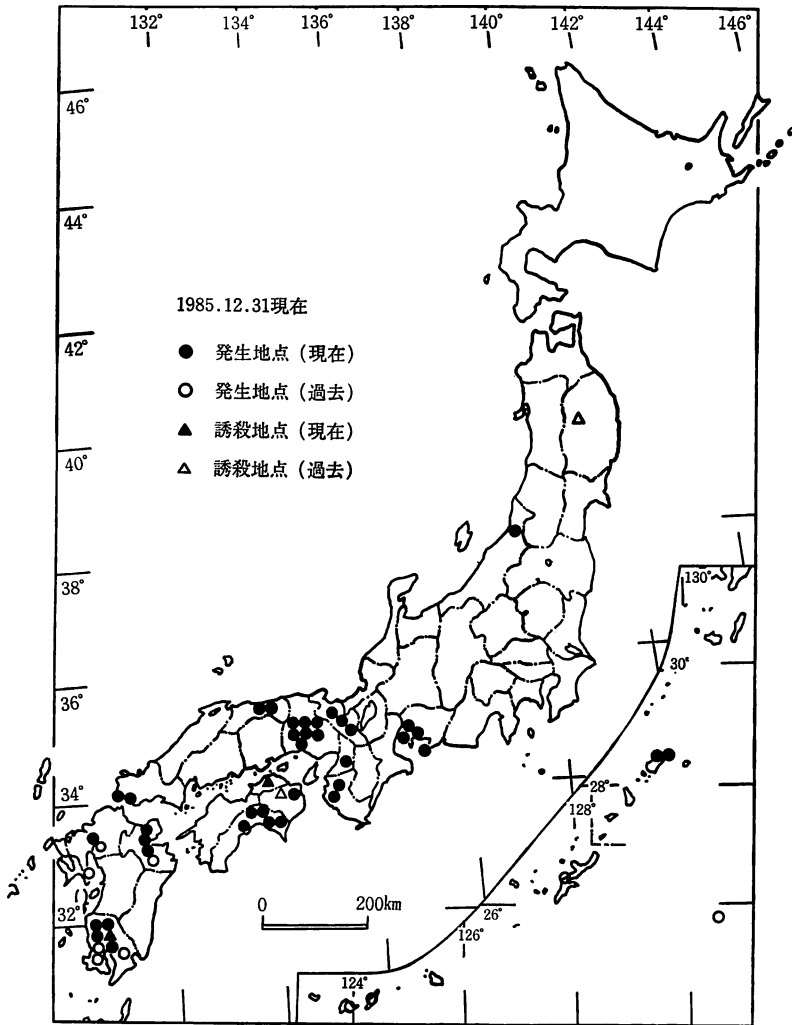
I 国内における発生実態調査

1985 年 11 月全国の関係試験場に、文書および各虫



第1図 シロイチモジヨトウ

①：成虫，②：成虫と卵塊，③：老齢幼虫，④：蛹



第2図 シロイチモジヨトウの発生状況

態と被害写真を送付して、調査を依頼するとともに、県内各地については現地調査を実施した。アンケートの回答率は 70% でその結果を取りまとめたのが第2図、第1表である。

1985 年 12 月末現在、15 府県でシロイチモジヨトウの発生被害を確認しており、その発生地は新潟を除き、愛知以西の西日本に集中している。また加害作物はネギ類を主体に 12 科 25 種に及び、その大部分は野菜類であるが、テンサイ、秋ダイズ、秋ジャガイモなどの畑作物やミチヤナギなどの雑草も含まれている。ネギでは、8 月ごろから目だち始め、その後 9~10 月にかけて増加し、被害は 11 月ごろまで認めた。戦後本種の発生を確認したのは、前記のとおり西日本において暖地テンサイ

の試作が開始された 1960 年ごろからで、その後しだいに漸増し、1980 年以降各地でその発生が増加し現在に至っている。

II 各種植物による飼育

シロイチモジヨトウは、国外でイネ、トウモロコシ、テンサイ、ワタなどをはじめその加害植物の種類は多く、また今回の実態調査でも 25 種の植物が報告されている。そこで室内において、入手可能な植物を供試し、集団飼育 (25~26°C 自然日長) により、摂食および生育の可否について検討した。その結果は第2表に示すとおりである。

第1表は、上述のアンケート調査と、本試験によって

第 1 表 寄主植物一覧表

科 名	今回の調査で記録された野菜名(植物名) ^{a)}	室内試験で摂食、生育を確認した野菜名(植物名) ^{b)}
ユ リ 科	ネギ, タマネギ, ニンニク, アスパラガス	ネギ
ア カ ザ 科	テンサイ, ホウレンソウ	ホウレンソウ
ウ リ 科	キュウリ, スイカ	キュウリ
マ メ 科	ダイズ, エダマメ, アズキ	ソラマメ
ナ ス 科	ジャガイモ, ピーマン	ピーマン, ナス, トマト
バ ラ 科	イチゴ	イチゴ
ア ブ ラ ナ 科	キャベツ, ハクサイ, ダイコン, タカナ	キャベツ, ハクサイ, カブ
ヤマノイモ科	ヤマノイモ, ナガイモ	
キ ク 科	キク, シュンギク	シュンギク, レタス
セ リ 科	ニンジン	セルリー, パセリ, ミツバ
タ デ 科	ミチヤナギ, ギンギシ	ギンギシ
イ ネ 科		コムギ, オオムギ, ハダカムギ, イネ

a) 1985. 12. 31, b) 1986. 5. 30

下に線を引いた植物は本試験で新たに加害を認めたもの。

第 2 表 各種植物による飼育結果

植物名	供試幼虫数	蛹化数	蛹化率 (%)	幼虫期間	蛹体重 (mg)
ネギ	40	5	12.5	20.6	108.4
ホウレンソウ	40	18	45.0	17.3	88.6
キュウリ	40	9	22.5	15.0	88.3
キュウリ(幼果)	40	4	10.0	21.8	64.5
ソラマメ	30	7	23.3	25.3	81.7
ピーマン	40	1	2.5	23.0	90.0
ピーマン(果実)	40	0 ^{a)}	0	—	—
ナス	30	9	30.0	25.1	83.2
トマト	30	11	36.7	25.5	66.6
イチゴ	30	12	40.0	24.4	57.5
キャベツ	30	1	3.3	24.0	74.0
ハクサイ	40	6	15.0	17.5	56.7
シュンギク	40	10	25.0	15.4	108.0
レタス	40	5	12.5	20.8	83.0
セルリー	40	2	5.0	15.0	105.0
イネ	40	0 ^{a)}	0	—	—
コムギ	40	2	5.0	21.5	56.5
ギンギシ	40	1	2.5	18.0	92.0
人工飼料	30	11	36.7	24.4	95.3

a) 中齢幼虫まで生存。

寄主植物と考えられるもので、これらの植物では、いずれもふ化直後から摂食加害し、生育しており蛹化まで完了した。それ以外にもソラマメ、ナス、トマト、カブ、レタス、セルリー、パセリ、ミツバ、コムギなどでも生育可能なことがわかった。

本試験はシロイチモジヨトウの加害植物になりうるか否かを検討するのが目的で、得られた数字についての検討は、ここでは差し控えたい。ただ、ネギ以外の植物でも蛹化率が高く、幼虫期間が短く、蛹体重の重いものがあることから、各地の野菜類、畑作物などで、今後問題化する可能性を有する種と考えられる。

第 3 表 各温度区における発育日数 (日)

発育ステージ 温度(°C)	卵 幼虫 蛹 卵～蛹			
	卵	幼虫	蛹	卵～蛹
15	8.9	79.6	—	—
20	5.8	34.6	14.7	55.1
25	3.2	16.6	9.1	28.9
30	2.4	11.0	4.9	18.3

III 温度と発育

15, 20, 25, 30°C, 14L-10D 条件下で各虫態ごとの発育期間を調査した。卵、幼虫、蛹の発育と温度との関係について調査した結果は、第 3 表に示すとおりである。20°C 区から 30°C 区にかけては正常な発育が見られたが、15°C 区ではふ化はするものの蛹化個体は少なく、羽化する個体はまったく見られなかった。卵期間は、15°C 区では約 9 日で温度の上昇とともに短縮し、30°C 区では 2.4 日であった。幼虫期間は、15°C 区では約 80 日であったが死亡個体が多く、20°C 区では約 35 日で温度の上昇に伴い短縮し、30°C 区では約 11 日であった。蛹期は、15°C 区では羽化する個体は見られなかったが、そのほかの温度区については、20°C 区で約 15 日で、温度が上昇するに従い短縮し、30°C 区では約 5 日であった。

発育期間と温度との間に直線関係が認められたので、発育零点と有効積算温量を求めたのが第 4 表である。

発育零点は卵では 10.5°C, 幼虫では 15.3°C, 蛹では 15.6°C, 有効積算温量はそれぞれ、49.4, 161.8, 73.6 日度であった。また卵から羽化までの発育零点は 15.3°C,

第4表 各発育ステージごとの発育零点と有効積算温量

発育ステージ 項 目	卵	幼虫	蛹	卵～蛹
発 育 零 点 (°C)	10.5	15.3	15.6	15.3
有効積算温量 (日度)	49.4	161.8	73.6	269.4

第5表 各温度条件下での各ステージの生存率

飼育温度 (°C)	供試ふ化 幼虫数	蛹化数	蛹化率 (%)	羽化数	羽化率 (%)
15	40	7	17.5	0	0
20	60	28	46.7	21	35.0
25	60	32	53.3	28	46.7
30	60	57	95.0	56	93.3

第6表 異なる日長条件下の発育 (20°C)

日長 (時間)	卵			幼虫			蛹体重 (mg)
	供試卵塊数	卵期間(日)	ふ化率(%)	供試個体数	幼虫期間 (日)	蛹化率(%)	
16L-8D	35	6.3	60.0	40	46.3	52.5	104.5
8L-16D	36	6.0	100.0	40	41.3	42.5	111.9

有効積算温量は 269.4 日度となった。なおこれらの数字を基に、鹿児島市における半旬別平均気温から求めた年間発生回数は 5.3 回で、26°C における雌成虫の産卵前期間が 3～4 日あることを考慮すると、おおよそ年 5 世代前後の発生と推定される。

IV 飼育温度と死亡率

異なる温度条件下で飼育したときの幼虫、蛹の生存率は第5表に示すとおりである。幼虫、蛹の生存率は 25～30°C において高く、低温になるに従い低下し、特に 15°C 区での羽化はまったく見られなかった。一方、高温の影響については、本試験で 30°C 以上の区を設けなかったため不明である。

以上の結果より、本種は低温感受性の高い種と考えられる。

V 発育と日長

卵および幼虫に対する日長の影響について、20°C、16L-8D、8L-16D の条件下で飼育した結果は、第6表に

示すとおりである。すなわち、卵、幼虫のいずれの場合でも長日と短日条件とで発育期間に差は認められなかった。ちなみに、国外では飼育実験により、本種は光周期や温度に反応して生起する休眠現象が認められないと報告されている。

お わ り に

本種のわが国における生活環は不明であるが、おそらく同属のハスモンヨトウと類似した経過をたどっているものと考えられる。

気象観測の南方定点での調査結果(朝比奈・鶴岡, 1970)、国外での事例などから長距離移動が生活環の中で重要な役割を果たしている可能性も高い。今後、各分野での調査研究が必要である。

引 用 文 献

- 1) 江口 貢 (1926): 朝鮮動業模範農場彙報 3: 257～263.
- 2) 糸賀繁人ら (1960): 九病虫会報 6: 35～36.
- 3) 吉村清一郎 (1961): 九州農業研究 23: 93～96.
- 4) 朝比奈正二郎・鶴岡保明 (1970): 昆虫 38: 318～330.
- 5) 井上 平 (1981): 九州農業研究 43: 100.

人 事 消 息

(8月1日付)

鈴木啓介氏 (農業検査所検査第二部農薬残留検査課長) は農業検査所検査第二部長に
楯谷昭夫氏 (同上所農薬審査官) は同上所検査第一部毒性検査課長に
石井康雄氏 (同上所検査第一部毒性検査課長) は同上所検査第二部農薬残留検査課長に
桜井 寿氏 (同上所検査第二部長) は胆振馬鈴薯原種農場長に
中村栄一氏 (横浜植物防疫所業務部国内課防疫管理官) は横浜植物防疫所新潟支所長に

今泉照男氏 (名古屋植物防疫所国内課防疫管理官) は神戸植物防疫所業務部国際第三課長に
松延正弘氏 (神戸植物防疫所業務部国際第三課長) は同上所大阪支所長に
谷田義弘氏 (同上部国際第一課防疫管理官) は同上所坂出支所長に
中須和俊氏 (門司植物防疫所国際課防疫管理官) は門司植物防疫所調整指導官に
堂元邦典氏 (同上所調整指導官) は同上所鹿児島支所長に
河村泰義氏 (同上所鹿児島支所防疫管理官) は同上所名瀬支所長に

カーネーションを加害するクロウリハムシの生活史と防除

静岡県農業試験場 さいとう つとむ
西 東 力

はじめに

クロウリハムシ *Aulacophora nigripennis* MOTSCHULSKY は、わが国の北海道を除いた地域に広く分布し、成虫は山野に自生するカラスウリを主な食草としている。本虫は栽培ウリ類を加害することもあるが、経営上ほとんど問題とならない。しかし、静岡県伊豆地方ではカーネーション栽培の普及・拡大に伴って成虫による被害が発生し、現在カーネーションの重要害虫となっている。

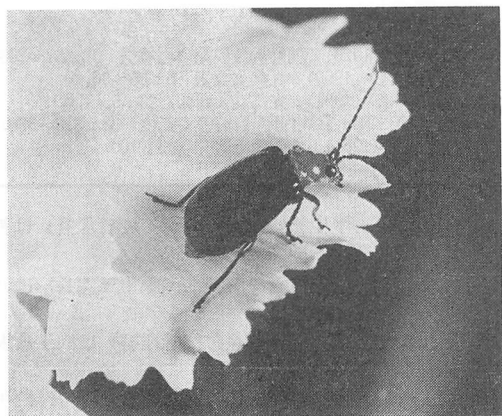
本虫の生態については、卵や幼虫の知見がないなど不明な点が多く、防除法についても詳しい検討が行われていないま今日に至った。

近年、筆者は静岡県伊豆地方において本虫の生活史を調査し（西東，1985a），併せてカーネーションでの薬剤防除法についても検討したので（西東，1985b），その概要をここに紹介する。

I 形態

成虫：体長 7 mm 内外。上翅と胸部は黒く、頭部と腹部は鮮やかな橙色を呈する。上翅には光沢がある（第1図）。

卵：直径 1 mm 内外の球形であるが、産下直後は柔軟で土粒などに粘着しやすく、種々に変形する。表面は起



第1図 クロウリハムシの成虫

Life History of *Aulacophora nigripennis* MOTSCHULSKY
Attacking the Carnation and Its Control. By Tsutomu
SAITO

伏に富み、網目状を呈する。橙色である。

幼虫：3 齢を経過する。ふ化幼虫は体長 1 mm 内外、老熟幼虫は体長 15 mm 内外で細長い円筒形をしている。頭部は小さく、褐色を呈する。胸部に 3 対の短い脚があり、後部末端には黒褐色の尾節板を有する。1 齢幼虫の体色は橙色であるが、齢が進むと餌の色彩に近い体色となる。

蛹：土窩内で乳黄白色の裸蛹となる。羽化が近づくと翅芽は黒く着色する。

II 被害

カーネーション栽培で本虫による被害が問題となるのは、山野から飛来する成虫が茎葉、花卉、花蕾を食害するためである。特に、花卉と枝先端部の比較的軟弱な茎葉を好む。花では花卉の間げきに頭部を挿入して食害する場合が多く、花蕾にはしばしば穴を開けて食入する。また、葉では周縁に不規則な食痕を残し、茎が食害されると折れてしまうこともある。いずれの被害であっても切り花生産に与える影響は大きい、花が食害されれば商品価値をまったく失ってしまう。

本虫による食害は一般に山寄りの栽培地域で大きく、毎年被害を被る場合も多い。また、露地栽培では遮閉物がないたため施設栽培よりもいっそう激しく食害され、このような場合は茎葉の脱色により全体が白っぽく見える。

カーネーション栽培は場への飛来は 7 月下旬から始まり、10 月上旬まで継続するが、ピークは 8 月下旬～9 月下旬の約 1 か月間である。したがって、秋切り栽培では茎葉と花の、冬春切り栽培では主に茎葉の被害が問題となる。なお、これらの食害はいずれもその年に羽化した新成虫によるものであり、越冬成虫による初夏の食害はほとんど見られない。また、幼虫による被害はこれまで確認されていない。

III 生活史

クロウリハムシは年 1 回発生し、成虫態で越冬する。本虫の生活史や習性の詳細については、ウリ類の害虫として古くから知られているウリハムシ *Aulacophora femoralis* MOTSCHULSKY と類似しているが（三島，1936），ここではクロウリハムシの生活史をおおむね三つの期

間、すなわち、①越冬成虫が越冬場所より離脱してから産卵するまでの期間（越冬成虫期）、②産卵から新成虫が発生するまでの期間（幼虫期）、③新成虫の発生から越冬までの期間（新成虫期）、に区分し、以下にその概要を述べる。

1 越冬成虫期

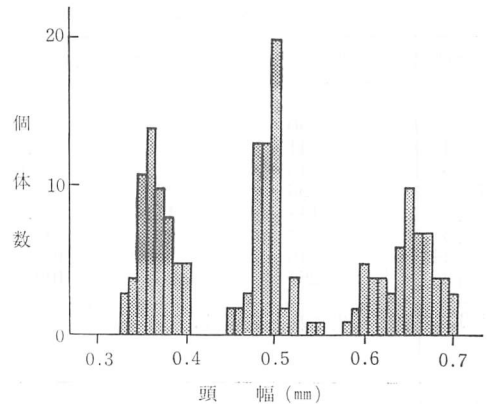
越冬成虫はきわめて多様なところで発見できるが、樹木の粗皮下、石垣のすき間、建物の屋根がわらの下など風雨を避けたところに、ときには数千頭もの集団を形成して潜伏する。厳冬期間中、これらの成虫はじっと静止したままであるが、2月になると温暖な日中には、潜伏場所から一時的に脱出して周囲をはいかいする個体が見られるようになる。大多数の成虫が越冬場所から離脱するのは3月中・下旬になってからで、越冬場所周辺の岩のくぼみやかん木の分枝基部、あるいは建物の軒下などに移動し、約1か月間ここで再び集団を形成する。この期間は越冬から山野への飛しょう分散に先立つ段階的な経過期間であり、成虫の行動は緩慢で静止していることが多い。山野への本格的な飛散は4月下旬以降の温暖な日中に行われ、5月上旬までには終了する。

しかし、分散直後の山野には主要な食草とされるカラスウリはまだ見当たらない。この時期に食草となるのは伊豆地方に広く分布するマルバウツギの花で、カラスウリの繁茂する6月上旬までの期間は本植物でのみ摂食個体が観察される。このことは、本虫がその生活環を完結するうえでマルバウツギが重要な役割を果たしていることを示しており、伊豆地方で本虫が多発生する一因となっているとも考えられる。

交尾個体は越冬場所周辺における分散前の集団形成時から越冬成虫が減少する7月下旬ころまで長期にわたって見られる。

2 幼虫期

本虫の産卵習性はまったく知られておらず、したがって、卵や幼虫もこれまで確認されていなかった。そこで、越冬成虫を採集し、室内において産卵行動を観察するとともに、カボチャ果実による幼虫の飼育を試み、羽化までの発育経過を調査した。その結果、雌成虫は土塊の間げきに潜入して数十粒の卵をかためて産下する習性を持ち、幼虫は3齢を経過することが明らかとなった（第2図）。幼虫の頭幅（ $\bar{x} \pm S. D.$ ）は1齢で 0.36 ± 0.02 mm、2齢で 0.49 ± 0.02 mm、3齢で 0.65 ± 0.03 mm であった。また、発育日数は卵期間が9~10日、1齢および2齢幼虫期間がそれぞれ3~4日、3齢幼虫期間が15~20日、蛹期間が8~9日であった。羽化した成虫は土窩内に1~2日とどまり、翅の伸長、硬化を



第2図 クロウリハムシ幼虫の頭幅の頻度分布

待ってから脱出した。

三島 (1936) によれば、ウリハムシは1回の交尾により5~22回の産卵を行い、各産卵で45~65粒を産下するが、産卵回数は交尾回数によって変動するため、総産卵数も324~1,306粒と大きな開きを生じている。クロウリハムシの産卵数は不明であるが、おそらくウリハムシと同様の産卵習性を持つものと思われる。ただし、6月上旬から7月下旬にかけて採集された越冬成虫の卵巢の発育状況を調査したところ、1雌当たりの成熟卵数（ $\bar{x} \pm S. D.$ ）は 40.9 ± 4.4 粒（ $n=58$ ）と個体によるばらつきが少なく、これが1回の産卵で産下される粒数と推定される。

また、産卵期間については、卵~蛹の所要日数ならびに新成虫の発生状況（第1表）から推察して、遅くともカラスウリの繁茂する6月上旬には産卵が開始されており、越冬成虫が死亡する8月中・下旬ごろまで長期間継続するものと考えられる。

幼虫の食性は不明であるが、7月下旬から8月上旬にかけて採集されたカラスウリ塊根に新しいせん孔食害痕が認められ、これらのうち数点にはクロウリハムシの3齢幼虫と思われる個体が寄生していた。いずれの幼虫も成虫に至らなかったためクロウリハムシであるとの確認はできなかったものの、幼虫はカラスウリの塊根を食餌しているものと考えられる。

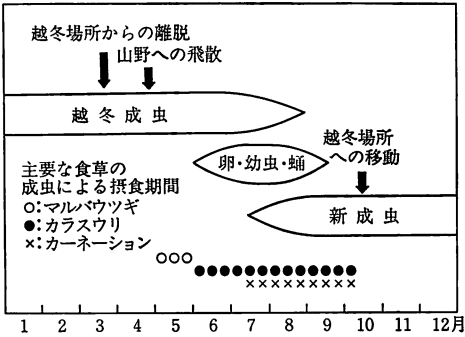
3 新成虫期

越冬成虫の個体数は6月中旬ごろから漸減して9月中旬にはまったく見られなくなる。一方、新成虫は7月中旬から出現し、羽化最盛期は8月下旬である（第1表）。したがって、越冬成虫と新成虫との混在期間が生じるが、羽化直後の新成虫は腹部が小さく、また摂食によって十分肥大したとしても軟弱であるため、越冬成虫との

第 1 表 クロウリハムシ新成虫の発生状況

採集時期	採集個体数 ^{a)}	新成虫数	同左率 (%)
1984年			
7月1日	50	0	0
7月13日	41	3	7.3
7月31日	45	9	20.0
8月15日	58	38	65.5
8月23日	144	111	77.1
8月31日	252	231	91.7
9月14日	246	246	100
9月25日	264	264	100

a) 30 分間に採集された成虫数。



第 3 図 クロウリハムシの生活史

区別は容易にできる。

新成虫は食欲がきわめておう盛で、主にカラスウリの茎葉を摂食するが、付近にカーネーションが栽培されていればこれに飛来して激しく加害する。このほかの栽培植物では、ウリ類やカスミソウの茎葉を食害する。また、野草ではカワラナデシコやノコンギクを摂食する。なお、従来、食草として挙げられているダイズ、ミカン、サツマイモ、フキ、オモトなどについては摂食個体を確認できなかったが、いずれにしても本虫は広食性と言える。

10 月上旬になると、摂食活動を終了した成虫が越冬場所周辺に集合して盛んに飛しょうする行動をとり、これはあたかも黒いチリが空一面に舞っている様相を呈す

第 2 表 室内試験における各種薬剤の有効性

薬 剤 ^{a)}	判定 ^{b)}
フェンバレレート・MEP 水和剤 (10・30%)	◎ ^{c)}
NAC 水和剤 (85%)	◎
DMTP 乳剤 (40%)	◎
メソミル水和剤 (45%)	◎
DDVP 乳剤 (75%)	◎
イソキサチオン乳剤 (50%)	○
カルタップ塩酸塩水溶剤 (50%)	○
MEP 乳剤 (50%)	○
ダイアジノン乳剤 (40%)	○
DEP 乳剤 (50%)	△
サリチオン乳剤 (25%)	△
ジメトエート乳剤 (43%)	△
アセフエート水和剤 (50%)	△
PAP 乳剤 (50%)	×
チオメトン乳剤 (25%)	×
マラソン乳剤 (50%)	×
水酸化トリシクロヘキシルスズ水和剤 (25%)	×

a) 1,000 倍希釈。

b) 虫体浸漬法および葉片浸漬法による総合判定。

c) 優れる (◎), 有効 (○), やや劣る (△), 劣る (×)。

る。1984 年の観察では 10 月 13 日に飛しょう個体数が最多となり、いたるところでこの集団が目撃された。この特徴的な習性は越冬直前のウリハムシでも知られており (三島, 1936), 脂質がある程度蓄積されたときに越冬場所への移動が誘発される (池本, 1958)。

11 月上旬までには越冬場所への移動を完了する。

以上、本虫の生活史について述べてきたが、これらをまとめると第 3 図のようになる。

IV 防 除 対 策

カーネーションの被害は山野からの飛来成虫によって起こるため、防除薬剤には速効的な殺虫効果ばかりではなく、食害防止効果も求められる。

室内試験における各種薬剤の有効性を第 2 表に示した。この中で上位の 5 薬剤について小規模の散布試験を行ったところ、フェンバレレート・MEP 剤および NAC 剤が食害防止効果、殺虫力、残効性の点で優れ (第 3

第 3 表 散布試験における食害指数および死虫率

薬 剤 ^{a)}	放飼時期		散 布 5 日 後		
	放飼後日数		2	5	9
フェンバレレート・MEP 水和剤 (10・30%)	0 ^{b)} (62) ^{c)}	0 (96)	0 (60)	8.4 (88)	13.4 (100)
NAC 水和剤 (85%)	0 (42)	0 (68)	0 (30)	8.4 (80)	8.4 (92)
DMTP 乳剤 (40%)	6.6 (60)	11.6 (72)	26.6 (16)	80.0 (42)	90.0 (70)
メソミル水和剤 (45%)	13.4 (8)	20.0 (42)	40.0 (4)	78.4 (10)	93.4 (32)
DDVP 乳剤 (75%)	56.6 (0)	81.6 (0)	48.4 (0)	81.6 (0)	96.6 (0)
蒸留水 (対照)	70.0 (0)	85.0 (0)	58.4 (0)	91.6 (0)	100 (0)

a) 1,000 倍希釈, b) 食害指数 (%), c) 死虫率 (%).

表), 被害も生じなかった。静岡県ではこの2剤を防除基準に採用し, フェンバレート混合剤については1,500倍液の散布を指導して, 現在実用的な防除効果をあげている。しかし, カーネーションは栽培品種が多く, その変遷も激しいため, 品種によっては花での被害に十分注意しなければならない。なお, フェンバレート混合剤によるハダニ類のリサーチジェンスはこれまで見られていない。

このほかの防除法としては, ウリハムシ成虫に対して

飛来忌避効果を持つ銀白色マルチの利用(東, 1974), あるいは防虫網による遮断なども考えられる。今後, 各種の防除法を組み合わせた総合的な防除対策の検討が望まれる。

引用文献

- 1) 東 勝千代 (1974): 関西病虫研報 16: 132.
- 2) 池本 始 (1958): 応動昆 2: 119~122.
- 3) 三島良三郎 (1936): 奈良農事試験時報告 5: 1~170.
- 4) 西東 力 (1985a): 関東東山病虫研報 32: 212~214.
- 5) ——— (1985b): 同上 32: 215~216.



吉村 亮氏 電話 02975-6-8479

〒305 茨城県筑波郡谷田部町観音台 3-1-1

○公開セミナー開催のお知らせ

「ICPCの研究報告はこの4年間でどう変わったか——農業研究動向の考察——」

主 催: 東京農業大学総合研究所 研究会農業部会

協 賛: 日本農薬学会

日 時: 昭和 61 年 11 月 26 日(水) 10:30~17:00

場 所: 東京農業大学 図書館視聴覚ホール

会 費: 一般会費 5,000 円(講演要旨代を含む)

部会会員費 3,000 円(研究会農業部会の会員)

学生会費 1,000 円(大学院学生, 研究員含)

演 題:

1) 殺虫剤について(理研) 満井喬氏 10:30~12:00

2) 殺菌剤について(理研) 山口勇氏 13:00~14:30

3) 除草剤について(三菱化成) 若林攻氏 14:30~16:30

4) 今後4年間でどう変わるだろうか
——自由討論—— 16:00~17:00

座長団 山本出氏, 上記座長および演者

終了後簡単なパーティーあり。会費 1,000 円

当日受付, 会場は図書館第1会議室。

問合せ: 東京農業大学総合研究所 農業部会幹事

(03)-420-2131 内線 659 加藤茂氏

内線 410 宮本徹氏

○第3回農業環境シンポジウム開催のお知らせ

「新環境における生物群集の攪乱と安定」

農業環境技術研究所では表記のシンポジウムを次のように開催する。

日 時: 昭和 61 年 10 月 21 日(火)

場 所: 農業環境技術研究所 大会議室

話 題: (総合司会: 農業環境技術研究所 江塚昭典氏)

1) 環境攪乱と二次植生の定着・安定の意義

9:40~10:30

(広島大学総合科学部) 中根周歩氏

2) 水田耕作技術の変遷と雑草の適応戦略

10:30~11:20 (農研センター) 伊藤一幸氏

3) 稲作における新品種導入・普及と病原菌レースの変動 11:20~12:10 (東北農試) 岩野正敬氏

4) 野菜作における新資材の導入と病害の発生変動

13:00~13:50 (野菜試) 我孫子和雄氏

5) 新環境への昆虫の進出と適応

13:50~14:40 (弘前大農学部) 正木進三氏

6) 栽培環境の変化と生物群集—水田を中心として—

15:00~15:50 (農環研) 桐谷圭治氏

7) 総合討論 15:50~16:30

連絡先: 農業環境技術研究所 環境研究企画官

奈良県下で発生したトマトのアルターナリア茎枯病

奈良県病害虫防除所 堀本 圭一

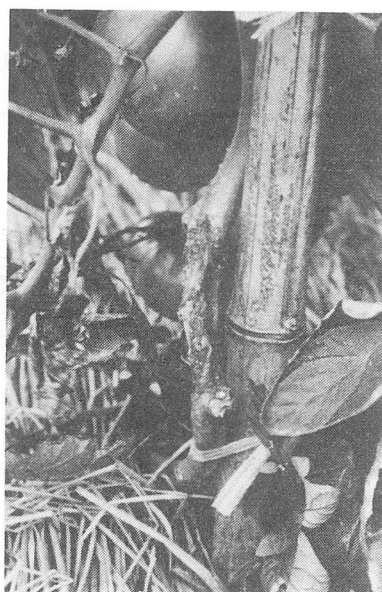
奈良県農業試験場 小玉 孝司・小島 博文・岡山 けん 健夫

はじめに

1983年6月、奈良県五条市の露地および早熟・雨よけハウス栽培トマトに、茎枯れ症状と葉にえ死斑点を伴う障害が発生し問題となった。発生地域は品種“強力脚光”栽培地域に限られたが、果実にもえそを生じ被害は激甚であった。被害株からの病原菌の分離ならびに再現試験の結果、本病害は *Alternaria alternata* によるものであることが明らかになった。*A. alternata* に起因するトマトの病害は1975年カリフォルニアで Grogan らによって stem canker として報告されており (Grogan et al., 1975), わが国でも1977年三重県下で田上らにより、ハウス促成栽培のトマトファーストの茎枯れ症として発生が確認され (田上ら, 1979), その後アルターナリア茎枯病と命名されている (田上ら, 1984)。本病害については両者によりすでに予細に報告されているが、新たに一般的な夏秋作型ならびにファースト系統以外の品種で発病を認めたところから、本県における本病害の発生状況などを紹介し、参考に供したい。

I 発生状況

発病を認めた栽培品種は“強力脚光”のみで、周辺地域に栽培されている“サターン”などの品種には発生を認めなかった。その作型は4月上旬定植の早熟・雨よけハウス栽培と、5月中旬定植の露地栽培であった。初発生時期は早熟・雨よけハウス栽培で5月中旬、露地栽培で6月上旬であった。6月下旬の調査で発病株率は早熟・雨よけハウス栽培で90%以上のほ場があり、すでに枯死株が散見された。露地栽培において発病株率は40~50%で、病勢の進展が認められた。最終的に枯死株は多数に上り、また果実にもえそを生じたため、収量はきわめて少ないものとなった。聞き取り調査によれば、当地域では本病害が数年前から発生していた模様であるが、1983年に特異的に多発した要因については、本病の発生生態が明らかではなく、不明な点が多い。し



第1図 地際部の茎枯れ症状

かしながら、当地域では“強力脚光”を10年以上も栽培し続けており、単一品種の連作が本病害発生の一つの要因となっているものと思われた。

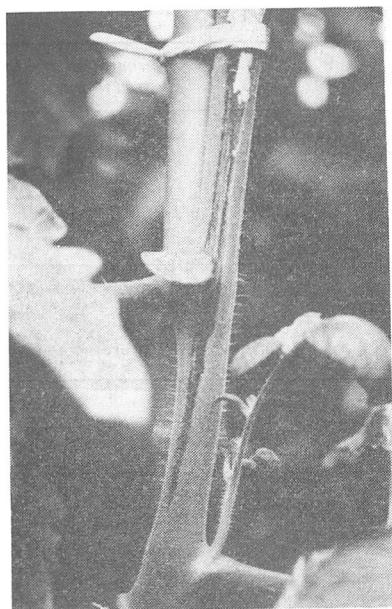
II 病徴

本病の病徴は地際部の茎枯れ症状と、上~中位葉の黄化え死斑ならびに果実のえそ症状に分けられた。

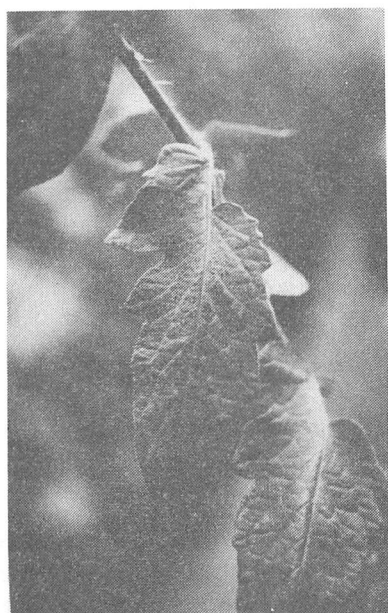
① 茎枯れ症状：発病部位は主として地際部で、一部支柱、誘引ひも、芽かきなどにより生じた傷からの発生も認められた (第1図)。病徴は初期黒褐色の小斑点で、後に拡大して黒色不正形のやや陥没した大型病斑となる。さらに拡大して病斑が地際部を取り巻くようになると、株全体がしおれ、ついには枯死する。病斑部には褐色分岐した菌糸ならびに分生孢子が多数確認され、菌糸は茎中央部まで侵入していた。また病斑部から道管に沿って内部に細菌病様に暗褐色の条斑を生ずることがあり、進行すると表面からも認めることができる (第2図)。

② 葉の黄化え死症状：地際部茎枯れ症状の発生した

Occurrence of Stem Canker Disease of Tomato Caused by *Alternaria alternata* in Nara Prefecture. By Keiichi HORIMOTO, Takashi KODAMA, Hirofumi KOBATAKE and Ken-o OKAYAMA



第2図 茎の細菌病様条斑



第3図 葉の黄化え死斑点

側の上～中位葉には、小型のえ死斑点を葉全面に生じ(第3図)、後に拡大して枯死する。また症状が急速に進行した場合と考えられるが、え死斑点を生じ葉縁から脱水症状様に枯死するものも認められた。

③ 果実のえそ症状：果実は全面にすじ腐れ状に黒褐色のえそを生じ、凸凹となる。果梗付近で発病した場合

特に早期に激しい症状を示すことが多い。

本病の全身病徴は一見半身萎ちょう病や萎ちょう病と類似するが、地際部の病斑や葉におけるえ死斑点により区別することができる。果実のえそは TMV や TSWV による症状と酷似するため、果実だけの判定には注意を要する。また同じ *Alternaria* 属菌による輪紋病の病徴と比較したところ、茎の症状は輪紋が不明りょうで細菌病様の条斑を生ずる点で異なり、葉の症状も不正形で輪紋を作らず、脱水症状様に枯死する点で異なった。

III 病 原 菌

1 再現試験および宿主範囲

現地は場から採取した茎および葉、果実の病斑部から、常法により菌の分離を行った。その結果、茎の病斑部からは糸状菌として *Alternaria* 属菌が高頻度で分離され、細菌は3種類のものが分離された。葉の病斑部からは糸状菌は分離されず、細菌は1種類分離された。果実の病斑部からは糸状菌、細菌とも分離されなかった。現地栽培品種“強力脚光”を本葉 5～6 枚期まで育苗し、8月に上記の分離菌を有傷・無傷接種した。接種法は地際部および葉にあらかじめ培養した分離菌を少量塗布し、その上を湿脱脂綿で覆い、セロテープで固定後ガラス温室内に置いた。その結果分離菌株のうち、*Alternaria* 属菌の有傷・無傷地際部接種区において、接種4日後に自然発病と同一の茎枯れ症状が再現され、かつ7日後に接種部位の上位葉にえ死斑点が現れた。葉の接種区ではえ死症状を示し、後に脱水症状様に枯死した。細菌は有傷接種においてのみわずかに病原性の認められるものがあったが、自然発病と同一の病徴は再現されなかった。

同様に、ナス“千両2号”、キュウリ“四葉”、カボチャ“えびす”、イチゴ“宝交早生”の茎および葉に、分離した *Alternaria* 属菌を接種したが、いずれにおいても病原性は認められなかった。

2 形態

光学顕微鏡下で自然発病の地際部病斑に形成された *Alternaria* 属菌の分生胞子 100 個について、分生胞子長、幅、足長などを計測した。分生胞子は基部淡褐色、頂部は黒褐色で石垣状多室であった。分生胞子長は $31.5\ \mu\text{m}$ 、幅 $12.8\ \mu\text{m}$ 、足長 $6.8\ \mu\text{m}$ 、有足胞子率 75%、隔膜数 1～6 で、これらの数値は GROGAN らの記載と一致するものであった(第1表)。

以上のことから、本病は *Alternaria alternata* に起因する病害であることが判明した。本病は GROGAN らによって発見され、わが国では田上らによって報告されているが、病原菌について両者の見解は異なっている。前者

第 1 表 分生胞子の形態的比較

調 査 項 目	分 離 菌	<i>Alternaria alternata</i> f. sp. <i>lycopersici</i> ^{a)}
総 分 生 胞 子 長 (μm)	20~55	18~68
分 生 胞 子 長 (〃)	20~42 (31.5) ^{b)}	18~50 (32.3)
分 生 胞 子 幅 (〃)	10~15 (12.8)	7~18 (12.4)
足 長 (〃)	3~18 (6.8)	2~20 (6.8)
有 足 胞 子 率 (%)	75	72
Septa 数 (個)	1~6	1~5

a) R. G. GROGAN ら, b) 平均値

は本菌がトマトのみに病原性を有するところから, *A. alternata* f. sp. *lycopersici* と生態種名を用いているが, 後者は腐生性の *A. alternata* が突然変異により病原性の菌株になること, またその菌株が継代培養により容易に病原性を失う (柘植ら, 1985) とところから, *A. alternata* のトマト菌系 (tomato pathotype) を用いることを提案している。本菌の病原性は宿主特異的毒素 (GICHRIST et al., 1976) によることから, その毒素生成能の失活難易程度で両者の意見が分かれたと思われる, 本菌の命名は今後の問題であろう。また葉や果実のえ死病斑部から本菌が分離されないことから, これらの症状は本菌の生産する毒素によるものと思われた。

IV 防 除 法

1 トマト品種間の発病差異

トマト 17 品種を供試し, 本病に対する抵抗性品種の選定を行った。8 月に各品種トマト (本葉 5~6 枚期) の葉および茎に病原菌を無傷接種し, ガラス温室内で 10 日後に発病度を 4 段階に分けて調査した。その結果, “強力脚光”, “ボンテローザ” ならびにファースト系品種が罹病性であった。その他の品種は抵抗性であったが, その中間に位置する“瑞健”のような品種も認められた (第 2 表)。GROGAN らの試験結果によると, 供試した 265 品種のうち抵抗性は 203 品種 (76.6%), 感受性品種は 53 品種 (20.0%) で, 残り 9 品種 (3.4%) は中間型であった。また家田ら (1986) により本病の感受性遺伝子は Fruit 群, Ponderosa 群に属する諸品種に存在することが明らかにされている。以上のことから, 今後産地における本病の発生には注意を要し, 品種更新時には本病に対する感受性を明らかにして導入する必要がある。感受性を定量的に検定する方法として, 家田ら (1985) は AL-毒素による種子の発芽阻害ならびに葉のえ死誘起の手法を提案している。抵抗性と思われる品種においては, 接種部位にのみ褐変が認められる程度で, 有傷接種においてもほとんど病斑の進展は認められな

第 2 表 トマト品種間のアルターナリア茎枯病発病差異

品 種 名	種苗会社	発病度 ^{a)}	
		葉	茎
強力脚光	ムサシ	卅	卅
〃 天光	〃	卅~卅	卅
〃 旭光	〃	—	—
〃 秀光	〃	卅~卅	卅
〃 東光	〃	—	—
段飛びヨーズ	〃	—	—
温室ファースト	〃	卅	卅
ときめき	タキイ	—	—
ハウストップ	〃	—	—
サターン	〃	—	—
強力米寿	〃	—	—
瑞健	サカタ	十~卅	十~卅
豊福	〃	—	—
タフグロー	ミカド	—	—
ファースト	〃	卅~卅	卅
あづさ	ムサシノ	—	—
ボンテローザ	〃	卅	卅

a) 発病度:

葉 茎
—: 健全 健全
+: 小病斑 淡褐色小病斑
卅: 大病斑 黒褐色大病斑
卅: 枯死 黒褐色大病斑, 茎のくびれ

った。したがって本病の防除対策として, 抵抗性品種の導入効果は高いものと思われる。

2 薬剤防除

本葉 5~6 枚期の“強力脚光”を供試し, 本病に対する薬剤の予防効果を調査した。8 月に各種薬剤を十分散布し, 2 時間後薬剤が乾燥したのを確認し, 病原菌を接種してガラス温室内に置いた。接種法はあらかじめ PDA 培地で培養した病原菌を培地ごとブレンダーで粉砕し, 供試した苗の葉および茎に噴霧した。発病調査は接種 10 日後に 4 段階に分けて調査した。その結果 TPN, 有機銅剤に予防効果が認められた (第 3 表)。本病の伝染は分生胞子に起因すると思われるため, 芽かき, 誘引などの作業のあとにはこれらの薬剤による予防散布が必要である。本菌は茎の内部に侵入し毒素を生産

第3表 アルターナリア茎枯病に対する薬剤の予防効果

薬 剤 名	使用濃度 (倍)	発病度 ^{a)}	
		葉	茎
ジネブ	500	+	±
TPN	800	±	—
スルフェン酸系	800	+	+
メプロニル	1,000	+	+
チオファネートメチル	1,500	±	+
イプロジオン	1,000	+	+
キノキサリン系	2,000	+	+
有機銅	500	—	+
対照	—	++	+++

a) 発病度：第2表に同じ。

するため、発病後の薬剤散布は効果が低いものと思われる。

本病害の発生は同一ほ場で数年前から認められており、また発病部位が主として地際部であるところから、本菌は土壤伝染性の病害であると思われる。GROGANらの試験結果によると、本菌は13か月以上土壤中で生存できることが確認されている。したがって、発病ほ場は少なくとも2年以上トマト以外の作物を輪作する必要がある。また育苗期の苗は病徴が軽微で発見しにくく、現地ほ場で高率に発病した原因として、育苗床で感染した苗が本ほへ持ち込まれた可能性が考えられた。

おわりに

近年トマトは品質重視の傾向にあり、特にハウス栽培ではファースト系統の品種の増加が予想される。また露地栽培の品種も次々と新しい品種に更新されているところから、今後産地における本病の発生には注意を要する。これまでの結果から、本病の防除には輪作、抵抗性品種の利用に加え、床土の消毒、育苗期・本ほ期を通じて薬剤による予防散布が必要であると思われる。また家田ら(1986)は、AL-毒素により種子選抜を行い、そこから本病抵抗性品種を育成し、ALファーストトマト品種と命名している。これら一連の研究成果は理論的に確立された宿主特異的毒素を、現場の問題解決に応用したものとして高く評価され、今後の成果が期待される。

引用文献

- 1) GICHIST, D. G. et al. (1976) : Phytopathology 66 : 165~171.
- 2) GROGAN, R. G. et al. (1975) : ibid. 65 : 880~886.
- 3) 家田貴子ら (1985) : 日植病報 51 : 379 (講要).
- 4) ———ら (1986) : 同上 52 : 135 (〃).
- 5) ———ら (1986) : 日本植物病理学会大会講要 : 116.
- 6) 田上征夫ら (1979) : 関西病虫研報 21 : 57 (講要).
- 7) ———ら (1984) : 同上 26 : 29~32.
- 8) 柘植尚志ら (1985) : 日植病報 51 : 85 (講要).

人 事 消 息

(8月1日付)

矢島 馨氏 (横浜植物防疫所新潟支所長) は退職
 水流照男氏 (神戸植物防疫所大阪支所長) は退職
 中田敏之氏 (同上所坂出支所長) は退職
 柚木龍三氏 (門司植物防疫所鹿児島支所長) は退職
 豊澤 隆氏 (同上所名瀬支所長) は退職
 田中 智氏 (胆振馬鈴薯原原種農場長) は北海道中央馬

鈴薯原原種農場長に

石川雅勇氏 (北海道中央馬鈴薯原原種農場長) は退職

(8月6日付)

鬼木正臣氏 (茶試栽培部病害研主任研究官) は派遣職員
 [JICA, インドネシア] に

(8月16日付)

浅川 勝氏 (環境研環境管理部長) は退職

次 号 予 告

次11月号は「先端技術と病害防除」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 先端技術利用による病害防除の現状と問題点
大畑 貫一
- 2 弱毒ウイルスの分子生物学的研究とその応用
西口正通・本吉総男
- 3 サテライト RNA 置換による弱毒 CMV の作
出
吉田 幸二

- 4 CMV の弱毒系統によるトマト CMV モザイク病の防除の試み
善林六朗・亀谷満朗
- 5 プロトプラスト利用による病害抵抗性植物の作出
古沢 巖
- 6 真菌類のプロトプラスト研究の現状
八重樫博志
- 7 遺伝子操作技術利用によるウイロイド病の診断
高橋 壮
- 8 アグロバクテリウム・ラジオバクター利用による
根頭がんしゅ病の防除
牧野 孝宏

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

ミカンハダニのエステラーゼアイソザイム

農林水産省果樹試験場安芸津支場 ^{おさか} 刑 ^べ 部 ^{まさ} 正 ^{ひろ} 博

はじめに

ミカンハダニ *Panonychus citri* (McGREGOR) には年間を通じてまったく休眠しない不休眠系統と、冬季に卵休眠する休眠系統が存在し、TAKAFUJI ら (1985) によればこれらの系統間には生殖隔離が見られる。これらは地理的分布 (真梶, 1961a) や寄生性 (真梶, 1961b; 内田, 1982) などの点でも相違が見られ、体色 (真梶, 1961a) や卵径の違い (内田, 1982) など指摘されている。しかし、両系統間の生理学的な面での相違についてはあまり知られていない。また、ミカンハダニの酵素に関する報告は、薬剤抵抗性に関連した研究を除けばきわめて少ない。そこで筆者は、ミカンハダニのエステラーゼアイソザイムについて、系統間の比較をするとともにその性質を明らかにする目的で、電気泳動法による分析を中心として調査を開始した (刑部, 1984)。ここでは、休眠性とアイソザイムパターンならびに寄主植物の種類と活性、基質の種類とそれらによって検出されるアイソザイムの関係について、これまでに得られた知見を紹介したい。

I 電気泳動法によるエステラーゼアイソザイムの分離

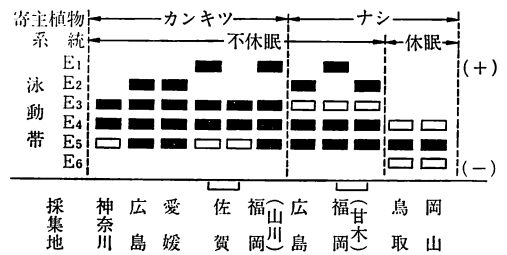
薄層寒天電気泳動法によるエステラーゼの分離、検出法については湯嶋 (1968) や宮田 (1981) などにより詳細な説明がなされており、筆者もこれらとほぼ同様の方法で実験を行っている。したがって、ここでは電気泳動法そのものの説明はできるだけ省略し、筆者の行っている方法を簡単に説明したい。

泳動のための支持体はアガロース (0.7%) にポリビニルピロリドン (2%) を加えたもので、緩衝液は pH 8.04 のリン酸緩衝液 (イオン強度一支持体: 0.02μ , 電解液: 0.1μ) である。ゲル薄層は溶解したアガロースを 15×20 cm のガラス板上にホールピペットで $20 \sim 30$ ml 流し、表面張力を利用する方法で作成している。泳動に際しては、ミカンハダニの雌成虫を 10μ l のイオン交換水中でガラス棒で擦りつぶしたものを酵素液とし、これをセルロースアセテート膜片 (2×15 mm) に $2 \sim 3$

μ l 含ませて支持体に乗せ、 $60 \sim 90$ 分間通電 (2 mA/cm) して泳動する。泳動終了後、支持体に基質 (α -または β -ナフチルアセテート (NA) 1% アセトン溶液) を霧吹きで吹き付け、 37°C で 1 時間反応させた後、発色剤 (Fast Blue B salt 0.5% 水溶液) を同様に吹き付けて活性を検出する。薄層寒天電気泳動法によりハダニや小型の昆虫類の酵素を泳動する場合、酵素液を含んだ濾紙をゲルに乗せて $30 \sim 60$ 分間程度放置し、試料がゲルに移行するのを待って濾紙をゲル上から取り除いてから通電する方法が取られる場合が多い。しかし、濾紙の代わりにセルロースアセテート膜を用いる方法 (島尾, 1976) では試料を含んだ膜片をゲルに乗せて直ちに泳動を開始できる点で時間の短縮になり、また泳動される酵素液の量がある程度計算できるなどの利点がある。このため、筆者は試料の添加にこの方法を採用している。染色を終えたアガロースゲルは流水中で水洗した後、乾燥させて保存する。この場合、そのままガラス板上で乾燥させる方法 (湯嶋, 1968) とセロファン紙上で乾燥させる方法 (島尾, 1976) があるが、保存上は後者が便利なのである。

II 休眠性とアイソザイムパターン

用いたミカンハダニは、カンキツの実生苗木 (奥梶) によって累代飼育している神奈川、愛媛、佐賀および福岡県 (山川) 産の個体群と、広島、岡山、鳥取および福岡県 (甘木) のカンキツおよびナシから採集した個体群である。なお、岡山と鳥取産のものは休眠系統で、他はいずれも不休眠系統である。これらを個体別に泳動し、



第1図 カンキツおよびナシに寄生していたミカンハダニにおけるエステラーゼのアイソザイムパターン (刑部, 1984)

基質: β -NA; ■: 高活性, □: 低活性

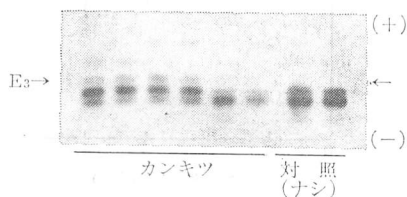
Esterase Isozymes of the Citrus Red Mite, *Panonychus citri* (McGREGOR). By Masahiro OSAKABE

β -NA を基質として エステラーゼアイソザイム を検出した (第1図)。この結果、アイソザイム は全部で6本の活性泳動帯として検出されたため、これらを陽極側から $E_1 \sim E_6$ とした。不眠系統では $E_1 \sim E_5$ 泳動帯が検出され、 E_6 泳動帯は検出されなかった。この中で E_1 および E_2 泳動帯については、いずれか一方が検出された個体群といずれも検出されなかった個体群があり、両泳動帯が同一個体から検出されることはなかった。また、 $E_3 \sim E_5$ 泳動帯はいずれの個体群にも共通に見られた。このことは、武久ら (1967) が九州地方を中心とするカンキツ園から採集したミカンハダニについて示した結果とほぼ一致する。これに対して、鳥取および岡山産の休眠系統ではいずれも $E_4 \sim E_6$ 泳動帯が検出され、 $E_1 \sim E_3$ 泳動帯は検出されなかった。このことから、これら休眠系統のエステラーゼは不眠系統と異なったアイソザイムパターンを有することが明らかとなった。現在、他の地域の休眠系統についても調査中であるが、これまでの結果ではいずれの地域の休眠系統も前述の2個体群と同様のアイソザイムパターンを示している。このため、エステラーゼアイソザイムの系統間における相違は普遍的なものである可能性が大きいと思われる。

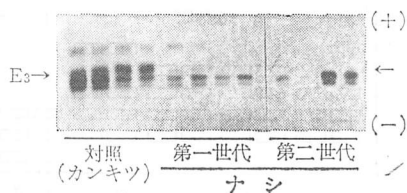
したがって、アイソザイム分析は両系統を確実に識別する有力な手法の一つであると考えられ、これらの地理的分布や個体群動態に関する研究への応用が期待される。ただ、現在の手法では大量のサンプルを取り扱うことは困難であり、この点についてさらに技術的な検討を要する。

III 寄主植物とエステラーゼ活性

第1図では、休眠性の違いに伴うアイソザイムパターンの相違とともに、もう一点の興味ある事実が見られる。すなわち、不眠系統の中でカンキツに寄生していた個体群では E_3 泳動帯の活性が高いのに対して、ナシに寄生していたものではこの泳動帯の活性が低いという事実である。この点について、さらに若干の実験を試みた。まず、ナシに寄生している個体 (広島および福岡



第2図 カンキツで飼育した福岡 (甘木) 産ナシ寄生ミカンハダニの電気泳動図 (刑部, 1984)
基質: β -NA

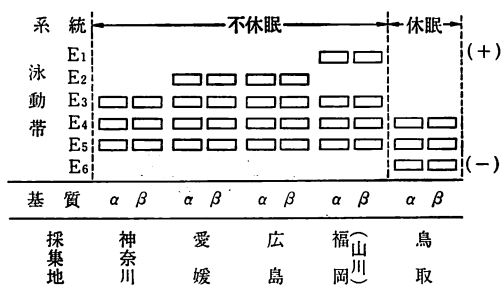


第3図 福岡 (山川) 産カンキツ寄生ミカンハダニをナシで2世代飼育した場合のエステラーゼ活性の変化 (刑部, 1984)
基質: β -NA

(甘木) 産) がナシ葉に産下した卵をカンキツ葉に移し、発育した個体について、電気泳動法によりエステラーゼアイソザイムを検出した。この結果、カンキツ葉で発育した個体の E_3 活性はナシ葉で発育したものより明らかに高くなった (第2図)。次に、カンキツに寄生している個体 (福岡 (山川), 広島および神奈川産) がカンキツ葉に産下した卵をナシ葉に移し、発育した個体についてエステラーゼを検出した。この結果、ナシ葉で発育した個体の E_3 活性は明らかにカンキツ葉で発育したものより低下していた。しかし、その低下の程度は野外のナシから採集したものに比べれば少なかった。そこで、福岡 (山川) 産のものについて、さらにもう1世代ナシ葉で飼育を行い、再びエステラーゼを検出した。この結果、第二世代目の E_3 活性は第一世代目よりもさらに低下し、野外でナシから採集した個体のそれとほぼ同程度となった (第3図)。

これらのことから、不眠系統の同一の個体群であっても、カンキツからナシへ、あるいはナシからカンキツへ寄主を移した場合、エステラーゼ活性に変化を生ずることが判明した。さらにこの活性の変化は特に E_3 泳動帯において顕著であり、カンキツに寄生している個体で活性が高いことから、このアイソザイムはカンキツ葉に含まれる特有の成分によって誘導されている可能性が高いと考えられる。

数種の昆虫では、寄主植物の種類によって薬物に対する感受性が変化し (BERRY et al., 1980), このとき mixed-function oxidase (AHMAD, 1983; Yu, 1982a) やグルタチオン S-トランスフェラーゼ (Yu, 1982b) など薬物の代謝にかかわる酵素系が誘導されていることが明らかとなっている。ダニ類においても MULLIN ら (1983) が、ナミハダニ *Tetranychus urticae* KOCH のエステラーゼを含む複数の薬物分解酵素の活性が寄主植物の種類によって変化することを指摘している。したがって、ミカンハダニにおいてもエステラーゼのみならず他の薬物分解酵素系も寄主植物の影響を受けている可能性があり、



第4図 α -および β -NA を加水分解するエステラーゼのアイソザイムパターン (刑部, 1985)

今後このような方面についても研究の進展が望まれる。

IV α -および β -NA を分解する エステラーゼの比較

非特異的 エステラーゼの 検出にあたって、一般的に α -または β -NA が基質として用いられている。ただ、イエバエや数種のカなどでは両基質に対するエステラーゼ活性やアイソザイムパターンに差異が見られている (VAN ASPEREN, 1962; GEORGHIOU et al., 1978)。しかし、ハダニ類に対してこれらを同時に用いて活性の差異を検討した例は少ない (桑原, 1982)。そこで、不休眠系統3個体群 (カンキツに寄生) と休眠系統1個体群 (ナンに寄生) のエステラーゼの性質について基質間および系統間で若干の比較を試みた (刑部, 1985)。

なお、この中で *in vitro* におけるエステラーゼ活性の測定ならびに DDVP による阻害曲線の検出はそれぞれ VAN ASPEREN (1962) および KUWAHARA ら (1982) の方法に準じて行った。

1 電気泳動法によるアイソザイムパターン

雌成虫1個体分の酵素液を2枚のセルロースアセテート膜片に吸着させて別々に泳動し、エステラーゼの検出に際して一方の基質を α -NA、もう一方を β -NA とし、検出された泳動帯のパターンと易動度を比較した。この結果、不休眠系統と休眠系統のいずれも両基質によって検出される泳動帯のパターンに差異は見られず、それらの相対的位置もほぼ同等であった (第4図)。このため、 α -NA を基質として用いた場合にも、 β -NA を用いた場合と同様に、電気泳動法によって分離される泳動帯において系統間の相違が見られることが明らかとなった。

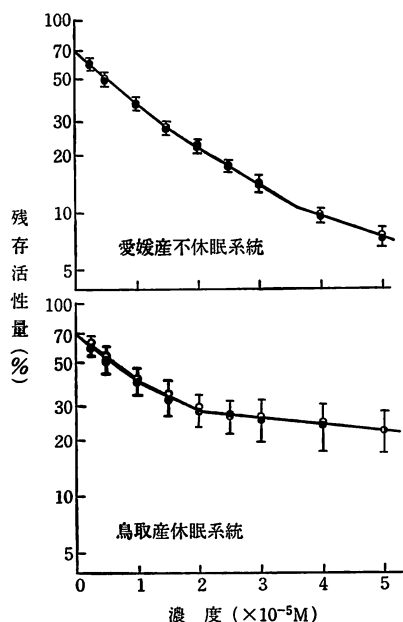
2 *In vitro* におけるエステラーゼ活性

ミカンハダニ雌成虫のエステラーゼが 30°C で 20 分間に分解する基質の量は、不休眠系統では α -NA に対して1雌当たり $5.01 \sim 8.25 \times 10^{-6} \text{ M/ml}$ 、 β -NA では

$3.66 \sim 4.95 \times 10^{-6} \text{ M/ml}$ で、 α -NA を基質とした場合のほうが多かった。また、この数値は同様の条件で KUWAHARA ら (1982) がカンザワハダニについて示した活性 ($4.08 \sim 7.80 \times 10^{-6} \text{ M/ml}$) にほぼ近かった。一方、休眠系統の活性はこれらに比べてやや低く、基質の分解量は α -NA では $2.61 \times 10^{-6} \text{ M/ml}$ 、 β -NA では $2.46 \times 10^{-6} \text{ M/ml}$ であり、両基質に対する活性はほぼ同等であった。カンザワハダニにおいても同一系統では両基質に対する活性がほとんど一致しており (KUWAHARA et al., 1982), ミカンハダニの不休眠系統のエステラーゼの性質は基質特異性の点で同種の休眠系統やカンザワハダニと若干の相違があるように思われる。

3 DDVP による阻害

DDVP を阻害剤として、 α -および β -NA を分解するエステラーゼの阻害パターンを調査した結果、不休眠および休眠系統のいずれにおいても基質間の差異はほとんど見られなかった (第5図)。このことから、両基質を分解する各個体群のエステラーゼの DDVP に対する感受性はほぼ一致しているものと思われた。一方、不休眠系統の阻害パターンは地域の異なる個体群間でよく一致していたが、休眠系統のものではこれらに比べて高濃度の阻害剤による阻害程度が低かった。このことから、不休眠系統と休眠系統のエステラーゼは DDVP に対す



第5図 DDVP による エステラーゼの阻害パターン (刑部, 1985)

○: α -NA, ●: β -NA, 縦線は 99%信頼限界

る感受性の点でも性質が異なっていることが明らかとなった。

以上の結果から、不休眠および休眠系統のいずれにおいても α -および β -NA を加水分解する エステラーゼのアイソザイムは電気泳動法によって分離される泳動帯のパターンとその易動度ならびに薬剤感受性の点でよく一致しており、同一のものである可能性が高い。また不休眠系統のエステラーゼは、 α -NA にやや強い基質特異性を有するものと考えられた。

本稿で述べてきたのはミカンハダニのエステラーゼの性質のうちのごく一部であり、まだ不明な点が多い。また、ここでは特に触れなかったが、ミカンハダニの不休眠系統における E_1 および E_2 泳動帯の有無は有機リン剤抵抗性と関連があるといわれており(武久ら, 1967; 田中ら, 1972), カンザワハダニやツマグロヨコバイ, ヒメトビウカなどでは有機リン剤の分解にエステラーゼが関与していることが証明されている(KUWAHARA et al., 1981; MIYATA et al., 1976 a,b)。したがって、今後これらの点も含めてミカンハダニのエステラーゼの性質や役割について、さらに検討する必要があるものと思われる。

引用文献

- 1) AHMAD, S. (1983) : Ecology 64 : 235~243.

- 2) BERRY, R. E. et al. (1980) : J. Econ. Entomol. 73 : 771~774.
 3) GEORGHIOU, G. P. et al. (1978) : J. Econ. Entomol. 71 : 201~205.
 4) 桑原雅彦 (1982) : 応動昆 26 : 288~293.
 5) KUWAHARA, M. et al. (1981) : Appl. Ent. Zool. 16 : 297~305.
 6) ——— et al. (1982) : ibid. 17 : 82~91.
 7) 宮田 正 (1981) : 農業実験法 4 環境化学及び分析編 (共著), ソフトサイエンス社, 東京, 524 pp.
 8) MIYATA, T. et al. (1976 a) : Botyu-Kagaku 41 : 10~15.
 9) ——— et al. (1976b) : J. Pesticide Sci. 1 : 23~29.
 10) MULLIN, C. A. et al. (1983) : Environ. Entomol. 12 : 1278~1282.
 11) 刑部正博 (1984) : 応動昆 28 : 1~4.
 12) ——— (1985) : 同上 29 : 50~54.
 13) 島尾和男 (1976) : 電気泳動実験法 (改訂第5版) (共著), 文光堂, 東京, 503 pp.
 14) 真梶徳純 (1961 a) : 東近農試研報 (園芸) 6 : 49~63.
 15) ——— (1961 b) : 同上 6 : 64~76.
 16) TAKAFUJI, A. et al. (1985) : Res. Popul. Ecol. 27 : 361~372.
 17) 武久 喬ら (1967) : 九病虫研会報 13 : 126~132.
 18) 田中 学ら (1972) : 園試報D 7 : 39~44.
 19) 内田正人 (1982) : 鳥取県試特報 2 : 1~63.
 20) VAN ASPEREN, K. (1962) : J. Insect. Physiol. 8 : 401~416.
 21) YU, S. J. (1982 a) : Pestic. Biochem. Physiol. 17 : 59~67.
 22) ——— (1982b) : ibid. 18 : 101~106.
 23) 湯嶋 健 (1968) : 植物防疫 22 : 71~74.

新しく登録された農薬 (61.8.1~8.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号[登録業者(会社)名]、対象作物: 対象病害虫: 使用時期及び回数などの順。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 16451~16471 まで計 21 件)

なお、アンダーラインのついた有効成分は新規のもので [] 内は試験段階時の薬剤名である。

『殺虫剤』

マラソン・MTMC・IBP 粉剤

マラソン 2.0%, MTMC 2.0%, IBP 2.0%

クミホップM粉剤 DL (61.8.7)

16451 (クミアイ化学工業)

稲: ツマグロヨコバイ・ウンカ類: 21 日 4 回

MTMC 粉剤

MTMC 3.0%

ツマサイド粉剤 30 DL (61.8.7)

16452 (トモノ農薬)

稲: ツマグロヨコバイ・ウンカ類: 7 日 5 回

イソキサチオン・MTMC 粉剤

イソキサチオン 2.0%, MTMC 3.0%

カルホストマサイド粉剤 30 DL (61.8.7)

16468 (三共), 16469 (九州三共)

稲: コブノメイガ・ウンカ類: 14 日 3 回

粘着剤

ポリブデン 150 g/m² [BCP-004C]

カミキリホイホイ (61.8.7)

16471 (アース製薬)

すぎ・ひのき・スギカミキリ: 成虫発生前から発生期間中

(36 ページへ続く)

植物防疫基礎講座

昆虫の生存曲線を推定する BIRLEY の方法について (2)

京都大学農学部昆虫学研究室 ^{かわ もと ひとし} 川 本 均農林水産省農業環境技術研究所 ^{み わ てつ ひき みや い しゅん いち} 三 輪 哲 久・宮 井 俊 一

IV 野外データへの適用について

BIRLEY の方法は (2) 式の形のモデルに基づくものなので、野外データに適用する際にはいくつかの前提条件がある。まず、加入する個体の日齢が一定であることが必要である。外部から日齢の異なる個体の移入がある場合は考慮されていないので、そのまま BIRLEY の方法を適用することはできない。行列 F の修正によって適用は可能であるが、そのためには日別移入個体群の齢構成を知る必要がある。また、加入後の生存曲線が安定していることが必要である。生存率 S_j が自身が時間とともに変動する場合には、 S_j の推定値は複雑に変動する。特に、 S_j が著しく変動する場合には、 S_j の平均値に近い推定値が得られる保証はないと考えるほうが無難である。けれども、例えば殺虫剤散布などの一時的な死亡要因が加わっても、それによる死亡率を与えることができるならばこの方法は適用可能である (BIRLEY, 1977)。

BIRLEY の方法は、他の方法、例えば KIRITANI と NAKASUJI (1967) や MANLY (1974) の方法に比べて推定すべきパラメータの数が多いので、データ数もかなり多くする必要がある。パラメータ数に比べて個体数の観測数があまり多くない場合には、よほどきれいなデータでなければ良い推定値を与えない。前節 (注 1) で述べたように、パラメータの推定値の標準誤差が正しく求められないので注意を要する。

BIRLEY の方法は、加入数は絶対数でなくても日別の加入割合さえきちんと把握できれば利用できることが一つの特徴である。しかし、(3) 式の形からわかるとおり、加入のデータは誤差なく得られることを前提としている。野外調査に対してこの要求はかなり厳しいものであり、この条件を満たすデータはまれであろう。したがって、野外データに BIRLEY の方法を適用する場合には、加入のデータを少しずつ変えたときのパラメータの推定値の挙動を調べることににより、推定値の安定性を検

討することも必要であろう。

また、前節の (注 2) で述べたように、加入のしかたによっては、パラメータの推定ができないことがある。特に、補間によって加入数を求める際には注意を要する。BIRLEY (1977) は加入の山と谷を基に、その間の加入は線形補間で求めている。この方法は加入の山と谷の時期がきちんと把握できないときには危険な方法である。特に、加入が等間隔で調査され、同じ間隔で個体数が観測されている場合に、日ごとの加入数を線形補間で求めると行列 F の線形独立な行の数は著しく少なくなる。観測数を増やしても推定可能なパラメータ数は増加しないのである (このような場合パラメータ数を減らすために 2 日以上をまとめる方法も考えられよう)。見かたを変えれば、BIRLEY の方法は日ごとの加入数の変動とその結果としての個体数の変化とを用いて、間にある生存曲線というブラックボックスを推定する方法である。したがって、日ごとの加入の変動をよく反映したデータを用いることが望ましいのである。

以上のように、BIRLEY の方法は、1 山型分布の加入や特定の関数型の生存曲線といった仮定を必要としない。加入パターンと個体数がきちんと得られれば、この方法によってステージ内の生存曲線を推定することができるので、他の方法に比べて死亡要因の性質についてより多くの情報を得ることが可能であろう。

V プログラム内の具体的計算

本文の後に BIRLEY の方法の計算プログラムを添えた。16 bit CPU のパソコンを用いればそれほど時間もおかからずに計算できる。殺虫剤散布のような一時的な死亡要因の扱いは今のところプログラムに入っていないが、組み込むことは比較的容易であろう。これについては BIRLEY (1977) を参考にするとよいであろう。加入データに補間が必要な場合には、線形補間を行ったが、前述のようにパラメータの推定ができない場合があるので注意する必要がある。

プログラムは N88-BASIC で書かれているので、他の言語に訳す場合には次の点に注意が必要である。未定義の変数や配列要素には初期値として 0 が与えられてい

On BIRLEY's Method for the Estimation of Instar Survivorship Functions from Insect Census Data (2).
By Hitoshi KAWAMOTO, Tetsuhisa MIWA and Shun'ichi MIYAI

る。式の中で数値の直後にある # は倍精度型の定数を示す。必要に応じて整数型から倍精度型への型変換が自動的に行われている。FOR I=J TO K: ~: NEXT ループで, $J > K$ ならばこのループは一度も実行されない。

データは, データファイルからか, または会話形式でキーボードから入力できる。入力用のデータファイルは順編成テキスト形式 (通常のエディターで作成されるもの) で, データの順序は次のとおりである。

タイトル (255 文字以内) C_R
 最長ステージ期間 (d), 個体数の観測回数 (m) C_R
 観測日 (t_1), 個体数 ($n(t_1)$) C_R
 観測日 (t_2), 個体数 ($n(t_2)$) C_R
 ... (観測回数だけ続く)
 加入のデータ数 C_R
 加入日, 加入数 C_R
 加入日, 加入数 C_R
 ... (データ数だけ続く)

ただし, 観測日と加入日は適当な日を起点にした日数で与える。また, 加入数は加入割合でもよい。キーボードから入力の場合も同じ順序で行えばよい。

計算結果の見かたは, 次のとおりである。(1) No. of minus parameters: 制約条件なしで計算を行った際に負の値となった u_j の ($s_j < s_{j+1}$ と推定された) 個数。(2) det: 行列 P の行列式の値。この絶対値が著しく小さいときには, パラメータの推定がうまくできていない可能性が高い。(3) residual ss: 残差平方和。通常の重回帰分析では, これを自由度 (観測回数 - 推定されたパラメータ数) で割ったものが誤差分散 (σ^2) の推定値となる。(4) totl recrt: 総加入数 ($M (=s_0)$) の推定値。(5) equal parameters: 同じ値であると仮定した s_i の組。(6) $s(i)$: i 日目までの生存率 S_{i0} 。(7) n (est): 観測期間中の日ごとの個体数の推定値。(8) si : s_i の値 ($=MS_i$)。(9) var. of si : (15) 式で表される重回帰式を用いた場合の s_i の分散。(10) probability (...): F 検定によって, パラメータ s_j を後から一つ減らしたときの残差平方和の増加の有意性を検定した。一応有意水準を 5% とし, probability がこれ以下のときは, パラメータを減らしたモデルを採用しない。

(注) プログラム内では, P の逆行列と同時に $u (=P^{-1}h)$ と Q を計算する sweep 演算 (SNEDECOR and COCHRAN, 1980) を用いた。また行列式 ($\det(P)$) も対称行列の性質から sweep 演算の各ステップでの軸となる対角要素をすべて乗ずることによって得られた。実際には各ステップの軸となる対角要素の絶対値がきわめて小さい値 (10^{-8} 以下) となったら行列式は 0 であると判定している。このため, 計算を始める前の P の対角要素が 1 となるよう基準化を行った。つまり, 基準化前の P の対角要素の平方根の逆数を $a_j (=p_{jj}^{-1/2})$, a_j を対角

上に配した対角行列を A として, (10) 式は $n = GAA^{-1}u + s$ で表される。 $G_a = GA$, $u_a = A^{-1}u$ とおくと $n = G_a u_a + s$ と変換される。基準化前の P^{-1} は, $P^{-1} = A(G_a^T G_a)^{-1}A$ によって得られる。

また, 0 とおく u_j の組み合わせかたは次の方法で行った。 $u_j = 0$ と仮定した j において, 計算された v_j の値が負となったときには, 次の計算では $v_j = 0$ と仮定する。 $v_j = 0$ と仮定した j において, 計算された u_j の値が負となったときには, 次の計算で $u_j = 0$ と仮定する。一定回数これを繰り返しても解が得られない場合には, j のすべての組み合わせで順に $u_j = 0$ と仮定して計算を繰り返すものとした。

j の組み合わせについてはこのほかに, 次のような方法が考えられる。第一には, 制約条件をおかずに解いた u_j において, 負の値をとるものが一つだけの場合には, 少なくともその u_j の制約条件下での解の値は 0 であることがわかる。この場合, $u_j = 0$ と仮定して得られた v_j の値が負となっても, 次の計算でも $u_j = 0$ と仮定し続ける方法が考えられよう。第二には, u_j の多次元空間内で $Q =$ 一定の等高面は多次元だ円体となっている。このだ円体の中心の位置と軸の方向によって, 制約条件下で 0 となる u_j のいくつかは確定できる。パラメータの数が多い場合には, このような方法を取り入れることによって, より効率的に解を求めることができよう。

引用文献

- 1) BIRLEY, M. (1977): J. Anim. Ecol. 46: 497~510.
- 2) S. チャタジー・B. プライス, 佐和隆光・加納 悟 訳 (1981): 回帰分析の実例, 新曜社, 東京, 249 pp.
- 3) KIRITANI, K. and F. NAKASUJI (1967): Res. Popul. Ecol. 9: 143~152.
- 4) MANLY, B. F. J. (1974): Oecologia 15: 277~285.
- 5) 奥野忠一ら (1981): 多変量解析法 (改訂版), 日科技連, 東京, 430 pp.
- 6) 関根泰次 (1968): 岩波講座 基礎工学 5 数理計画法, 岩波書店, 東京, 230 pp.
- 7) SNEDECOR, G. W. and W. G. COCHRAN (1980): Statistical Methods, 7th edition. Iowa State Univ. Press, 507 pp.
- 8) SOUTHWOOD, T. R. E. (1978): Ecological Methods, 2nd edition. Chapman and Hall, 524 pp.

プログラムリスト

```
1000 ' M. Birley(1977)The estimation of insect density and instar
1010 ' survivorship functions from census data. J.Anim.Ecol.46:497-510
1020 ' by H. Kawanoto Dec. 1985
1030 DEFINT I-N:DEFDBL A-H,O-Z
1040 AS="#####":DS="#####":CS="#####":GOSUB 5000
1050 FOR I=0 TO MOBI:G(I,0)=F(1,0):FOR J=1 TO ID
1060 G(I,J)=G(I,J-1)+F(1,J):NEXT J, I
1070 FOR J=0 TO ID:X=0:FOR I=0 TO MOBI:X=X+G(I,J)+G(I,J):NEXT I
1080 X=X/SQR(X):AA(J)=X:FOR I=0 TO MOBI:G(I,J)=X*G(I,J):NEXT I, J
1090 FOR I=0 TO ID:X=0:FOR J=0 TO MOBI:X=X+G(I,J)*XN(J):NEXT J, I
1100 I(I)=X:NEXT I
1110 FOR I=0 TO ID:FOR J=1 TO ID:X=0
1120 FOR K=0 TO MOBI:X=X+G(K,I)+G(K,J):NEXT K:E(I,J)=X:E(J,I)=X:NEXT J, I
1130 GOSUB 2000
1140 FOR I=0 TO ID:UO(I)=U(I):ISO(I)=I*AC(1):NEXT I:QO=Q:IDO=ID
1150 IF ID=1 THEN 1180 ELSE ID=ID-1:GOSUB 2000
1160 IF QO=0 THEN IF Q=0 THEN 1140 ELSE 1180
1170 NDF1=1:NDF2=MOB-(IDO+1):FV=(Q-QO)/QO*NDF2
1180 GOSUB 1500:IF PP>.05 THEN 1140
1190 '
1200 ID=IDO:LPRINT:LPRINT USING"model (d=##) is selected";ID
1210 S(ID)=AA(ID)+UO(ID):FOR I=ID-1 TO 0 STEP -1:S(I)=S(I+1)+AA(I)+UO(I):NEXT
```

```

1220 K=0:FOR I=0 TO MXT STEP 10:LPRINT "I="+I:IF I=MXT THEN I=MXT
1230 LPRINT "n(ols) ":FOR J=1 TO 11
1240 IF J<1(K) THEN LPRINT C$: ELSE LPRINT USING B$;XN(K);K=K+1
1250 NEXT J:LPRINT:LPRINT "n(ests) ":
1260 FOR J=1 TO 11:X=0:FOR L=0 TO 10:IF J=L THEN X=X+F1(J,L)+S(L)
1270 NEXT L:LPRINT USING B$;X;
1280 NEXT J:LPRINT:NEXT I
1290 INPUT "End calc. Examine another(y/n)";Y$:IF Y$="n" OR Y$="N" THEN END
1300 ERASE IT,XN,FJ,1,IRCD,F,S,ISO,UO,U,G,E,H,IA,P,AA,V,A :*,FA
1310 GOTO 1040
1320 END
1330 '
1340 '
1500 ' subroutine probability of f-value R. G. Davies(1971)
1510 ' Computer programming in quantitative biology p. 408. Academic press.

1520 AN1=ND1:AN2=ND2:X=FV:PB=1:IF FV<0:OR AN1#AN2:THEN 1000
1530 IF FV<0 THEN X=1/FV:SWAP AN1,AN2
1540 A1=2#A1/AN1:B1=2#A2/AN2/B1
1550 Z=ABS(((1#-A2)+X*.33333333-1#+A1)/SUR(A2*X*.000007#A1))
1560 IF AN2<0 THEN Z=Z*(1#+.08#Z*.4/AN2*.3)
1570 FZ=EXP(-ZAZ/2#)*.3989423#V=1/((1#+Z*.2310419#)
1580 PB=FZ*H*((((1.330274#W-1.821250#)W+1.781478#)W-.3505038#)W+.3193815#)
1590 IF FV<0 THEN PB=1#-PB
1600 LPRINT:LPRINT USING "comparison between models (d=##) & (d=##) ";10+1;10;
1610 LPRINT "probability(f("ND1";", "ND2";", "FV;")="":PB
1620 RETURN
1630 '
2000 ' subroutine minimum constraint
2010 LPRINT USING "model (d=##)";10:LPRINT:LPRINT USING "model (d=##)";10;
2020 IREP=0:FOR I=0 TO 10:IA(I)=1:NEXT:NU=10+1:GOSUB 3000
2030 LPRINT USING "first estim. no. of minus parameters=## ";MINUS;
2040 IF MINUS=0 THEN 2140 ELSE GOSUB 4000:LPRINT
2050 FOR I=0 TO 10:IF IA(I)=0 THEN 2070
2060 IF U(I)<0 THEN IA(I)=0:NU=NU-1:GOTO 2080 ELSE 2080
2070 IF V(I)<0 THEN IA(I)=1:NU=NU+1
2080 NEXT I
2090 GOSUB 3000:IF MINUS=0 THEN 2140 ELSE IF IREP<10+10 THEN 2050
2100 FOR I=0 TO 10:IA(I)=1:NEXT:NU=10+1
2110 I=0
2120 IF IA(I)=0 THEN IA(I)=1:I=I+1:GOTO 2120 ELSE IA(I)=0:NU=NU+1-I
2130 GOSUB 3000:IF MINUS=0 THEN 2110
2140 LPRINT "final estim. ";GOSUB 4000
2150 IF ABS(Q)<.001 THEN Q=0:LPRINT "too small res ss, assumed as 0"
2160 RETURN
2170 '
2180 Q=XNN:PRINT " determinant=0":LPRINT " determinant=0"
2190 RETURN
2200 '
3000 ' subroutine sweep G.W.Snedecor & W.G.Cochran 1980. Statistical
3010 ' methods, 7th edition :344-347
3020 ' E(I,D),ID(ID),N'N',IA(ID),NU >> P(I+1,10+1),PP(I+1),V(I,D),U(I,D)
3030 IREP=1:NU=NU-1
3040 PRINT USING "#### ";IREP:FOR I=0 TO 10:PRINT USING "##";IA(I);NEXT I
3050 K=1:P(NU,NU)=XNN:FOR I=0 TO NU-1
3060 K=K+1:IF IA(K)=0 THEN 3080 ELSE P(I,NU)=H(K):P(I,I)=E(K,K):L=K
3070 FOR J=I+1 TO NU
3080 L=L+1:IF IA(L)=0 THEN 3080 ELSE P(I,J)=E(K,L)
3090 NEXT J,I
3100 DET=1:FOR I=0 TO NU:X=P(I,I):GOSUB 6000-----: sweep P
3110 IF ABS(X)<.00000001# THEN DET=0:1=NU:GOTO 3180
3120 DET=DET*X:X=1/X:P(I,I)=X-10+1-1:I=I+1
3130 FOR J=0 TO 10:AC(J)=P(J,I):P(I,I)=AC(J)*X:NEXT
3140 FOR J=1 TO NU:AC(J)=P(I,J):P(I,J)=AC(J)*X:NEXT
3150 FOR J=0 TO 10:X=P(J,I):FOR K=J TO 10:P(J,K)=P(J,K)-X*AA(K):NEXT
3160 FOR K=1 TO NU:P(J,K)=P(J,K)-X*AA(K):NEXT K,J
3170 FOR J=1 TO NU:X=P(I,J):FOR K=J TO NU:P(J,K)=P(J,K)-X*AA(K):NEXT K,J
3180 NEXT I:IF DET=0 THEN RETURN 2180
3190 K=0:FOR I=0 TO 10:IF IA(I)=0 THEN U(I)=0 ELSE U(I)=P(K,NU):K=K+1
3200 NEXT I:NU=NU-1
3210 FOR I=0 TO 10:X=H(I):FOR J=0 TO 10:X=X+E(I,I)+U(J):NEXT V(I)=X+X:NEXT
3220 MINUS=0:FOR I=0 TO 10:IF IA(I)=0 THEN 3240
3230 IF U(I)<0 THEN MINUS=MINUS+1:GOTO 3250 ELSE 3250
3240 IF V(I)<0 THEN MINUS=MINUS-1
3250 NEXT I
3260 LPRINT USING " minus=## rss=##.##### del=##.#####";MINUS,Q,DET
3270 'FOR I=0 TO 10:PRINT USING B$;U(I);NEXT:PRINT
3280 'FOR I=0 TO 10:PRINT USING B$;V(I);NEXT:PRINT
3290 RETURN
3300 '
4000 'subroutine print
4010 S(I,D)=AA(ID)+U(I,D):FOR I=10-1 TO 0 STEP -1:S(I)=S(I+1)+AA(I)+U(I):NEXT I
4020 X=1#S(O):LPRINT USING "det=##.#####";DET;
4030 LPRINT USING "residual ss=##.##### total recrt=##.#####";Q,S(O)
4040 LPRINT "equal parameters ";K=0:FOR I=0 TO 10-I
4050 IF IA(I)=0 THEN LPRINT USING "s(##)=";I;K=1 ELSE 4070
4060 IF IA(I+1)=1 THEN LPRINT USING "s(##) ";I+1;
4070 NEXT I:IF K=0 THEN LPRINT "none" ELSE LPRINT

4080 FOR I=1 TO 10 STEP 10:LPRINT "s(i) ":I=I+9:IF J=10 THEN J=10
4090 FOR K=1 TO J:LPRINT USING "##.##### ";K,XS(K):NEXT K:LPRINT:NEXT I
4100 FOR I=0 TO MXT STEP 10:LPRINT "n(ests) ":I=I+9:IF J=MXT THEN J=MXT
4110 FOR K=1 TO J:X=0:FOR L=0 TO 10:IF K=L THEN X=X+F1(K,L)+S(L)
4120 NEXT L:LPRINT USING B$;X:NEXT K:LPRINT:NEXT I
4130 OA=0/(MOB-NUO):K=0:FOR I=0 TO 10:IF IA(I)=1 THEN A(K)=AA(I):K=K+1
4140 NEXT I
4150 FOR I=0 TO NU:I=X:A(I) :* P=inv(F'F)

4160 P(I,I)=X*X*P(I,I):P(I,NUO)=X*P(I,NUO):P(NUO,I)=P(I,NUO)
4170 FOR J=I+1 TO NU:I=P(I,J)=X*P(I,J):P(I,J)=P(I,J):NEXT J,I
4180 FOR I=NUO-2 TO 0 STEP -1:I=I+1
4190 FOR J=0 TO NUO:P(I,J)=P(I,J)+P(I,I):NEXT J,I
4200 FOR J=NUO-2 TO 0 STEP -1:J=J+1
4210 FOR I=0 TO NUO:P(I,J)=P(I,J)+P(I,I):NEXT I,J
4220 'K=0:FOR J=0 TO NU:FOR I=0 TO MOB:FA(J,I)=F(I,K):NEXT I :* create FA
4230 ' K=K+1:IF IA(K)=1 THEN 4230
4240 ' FOR I=0 TO MOB:FA(J,I)=FA(J,I)+F(I,K):NEXT I:GOTO 4210
4250 ' NEXT J
4260 L=0:FOR I=0 TO NU STEP 10:I=10+9:IF I>NU THEN I=NU
4270 LPRINT " I":
4280 FOR I=10 TO 11:IF IA(I)=1 THEN LPRINT USING " <##> ";I;GOTO 4310
4290 LPRINT USING " <##> ";I;
4300 L=L+1:IF IA(L)=0 THEN 4300 ELSE LPRINT USING "##> ";L;
4310 L=L+1:NEXT I:LPRINT
4320 LPRINT "s i ";FOR I=10 TO 11
4330 LPRINT USING A$;P(I,NUO):NEXT I:LPRINT
4340 LPRINT "var. of s i":FOR I=10 TO 11
4350 LPRINT USING A$;P(I,I)+Q:NEXT I:LPRINT
4360 'FOR J=0 TO MOB:LPRINT USING "s/dn(##)";J+1:FOR I=10 TO 11
4370 ' X=0:FOR K=0 TO NU:I=X*P(I,I)+FA(K,J):NEXT K:LPRINT USING A$;X;
4380 ' NEXT I:LPRINT:NEXT J
4390 NEXT I
4400 RETURN
4410 '
5000 ' subroutine data input
5010 LPRINT:LPRINT "date ";DATE$: " line ";TIMES
5020 INPUT "data from file(O) or from keyboard(1) ":I:IF I=0 THEN 5110
5030 LINE INPUT "title":TTLS:INPUT "max duration of stage":MXD
5040 INPUT " # of observations ";MOB:MOB=MOB-1:DIM IT(MOB),XN(MOB)
5050 FOR I=0 TO MOB:LPRINT USING "date (##)";I+1:INPUT IT(I)
5060 INPUT " # of insects":XN(I):PRINT:NEXT I
5070 INPUT "how many recrt. data":IR:IR=IR-1:DIM FJ(IR),IRCD(IR)
5080 FOR I=0 TO IR:LPRINT USING "date (##)";I+1:INPUT IRCD(I)
5090 INPUT "recruit index":FJ(I):PRINT:NEXT I
5100 GOTO 5220
5110 INPUT "data file names":Y$:LPRINT "data file name=";Y$
5120 OPEN Y$ FOR INPUT AS #1:LINE INPUT #1,TTLS:PRINT TTLS
5130 INPUT #1,MXD,MOB:MOB=MOB-1:DIM IT(MOB),XN(MOB)

5140 PRINT "max duration of stage":MXD; " # of observations ";MOB
5150 FOR I=0 TO MOB:INPUT #1,IT(I),XN(I)
5160 PRINT USING "### date=#### n(ols)=#####.###";I+1,IT(I),XN(I):NEXT I
5170 INPUT #1,IR:PRINT " # of recrt. data":IR:IR=IR-1:DIM FJ(IR),IRCD(IR)
5180 FOR I=0 TO IR:INPUT #1,J,X:IRCD(I)=J:FJ(I)=X
5190 LPRINT USING "### date=#### recrt index=#####.#####";I,J,X:NEXT I
5200 CLOSE
5210 '
5220 I=MOB:10+1=J:NUB=1:IF IT(J)<IRCD(IR) THEN MXT=IRCD(IR) ELSE MXT=IT(J)
5230 DIM F1(MXT),F(J,I),S(I),L=0(I),U(I),G(J,I),E(I,I)
5240 DIM H(I),IA(I),P(I+1,1+1),AC(I+1),V(I),AA(I) :*,FA(I,J)
5250 X=0:XNN=X:FOR I=0 TO MOB:XNN=XN(I)*XN(I)+XNN:X=X+XN(I):NEXT I
5260 LPRINT "titles ";TTLS:LPRINT "sum of N ="X; " sum of N^2="XNN
5270 J=IRCD(O):F(I,J)=FJ(O) :* recrt linear interpoln
5280 FOR I=1 TO IR:K=J:J=IRCD(I):F(I,J)=FJ(I):IF J-K=2 THEN 5300
5290 X=(F(I,J)-F(I,K))/(J-K):FOR L=K+1 TO J-1:F(L)=F(I,L-1)+X:NEXT L
5300 NEXT I
5310 FT=0:FOR I=0 TO MXT:FT=FT+F1(I):NEXT I:X=1#FT :* totl recrt
5320 FOR I=0 TO MXT:F(I,I)=X*F(I,I):NEXT I
5330 LPRINT "total recrt. incl.= "FT
5340 K=0:L=0:IRCD(IR)=MXT+1:IT(MOB)=MXT+1
5350 FOR I=0 TO MXT STEP 10:I=10+9:IF I>MXT THEN I=MXT
5360 LPRINT "day ";FOR J=10 TO 11:LPRINT USING " (##) ";J;NEXT:PRINT
5370 LPRINT "recrt.":FOR J=10 TO 11
5380 IF J<IRCD(L) THEN LPRINT C$; ELSE LPRINT USING B$;FJ(L):L=L+1
5390 NEXT:PRINT
5400 LPRINT "freq ";FOR J=10 TO 11:LPRINT USING A$;FJ(J);NEXT:PRINT
5410 LPRINT "n(ols)";FOR J=10 TO 11
5420 IF J<1(K) THEN LPRINT C$; ELSE LPRINT USING B$;XN(K):K=K+1
5430 NEXT J:LPRINT:NEXT I0:LPRINT
5440 FOR I=0 TO MOB:K=IT(I):FOR J=0 TO 10 :* matrix F
5450 IF K=J THEN F(I,J)=F1(K-J) ELSE F(I,J)=0#
5460 NEXT J,I
5470 RETURN
5480 '
6000 'LPRINT "sweep";I; " de":DET
6010 'FOR J=0 TO NU:FOR I=0 TO J:LPRINT USING A$;P(K,J);NEXT:PRINT:NEXT
6020 RETURN
6030 ' end of program

```

植物防疫基礎講座

作物保護におけるマイコン利用 (8)

Prolog 利用による植物病原細菌の検索

農林水産省農業環境技術研究所 ^さ ^さ ^き ^あ ^{ひろ}
佐々木 昭 博

Prolog は 1970 年代前半からヨーロッパを中心に発達してきたプログラミング言語であり、その名称が“Programming in logic”に由来するように、論理学(一階述語論理)の体系を基礎としている。Fortran や Basic が問題を解く手順を記述することから「手続き型言語」と呼ばれるのに対して、Prolog は「宣言型言語」と呼ばれ、問題の定義に基づく解法を記述する形式をとる。宣言型言語は自然言語処理や定理の自動証明といった知識情報処理の研究と深いかかわりを持ち、最近では計算機上に蓄えた専門家の知識を活用して様々な判断を行わせるエキスパートシステムへの応用が注目を集めている。一方、これらの研究の発展に伴って Prolog 処理系の普及も急速に進み、現在マイクロコンピュータで使えるインタプリタもいくつか市販されている。ここでは知識処理への応用として植物病原細菌の検索に関する問題を取り上げながら、Prolog によるプログラムの紹介を行っていきたい。なお、プログラムはすべて PC-9801 上の Prolog-KABA を使用して作成したものである。

I Prolog による検索プログラムの特徴

病原細菌が持つ様々な細菌学的性質から細菌名を検索しようとするときに、まず思いつく一般的な方法は、細菌名とその細菌学的性質から成る表形式のデータベースを作成することであろう。しかし、細菌の分類は、属—種—pathovar のような階層構造をとり、上位レベルの属性が下位レベルに継承される仕組みになっているため、データを 1 枚の二元表に表そうとすると重複して記述する項目が多く、どうしても冗長な表現になってしまう。また、上位レベルの属性が例外を含んでいる場合や、ある細菌にとっては必須の検査項目が、他の細菌にとっては意味がない場合も考えられる。通常のデータベース管理システム (DBMS) は、こういった特殊ケースの扱いがきわめて不得手である。

Prolog は、その理論的基盤となっている述語論理を

The Use of Personal Computers in Plant Protection
(8) Retrieval Program for Plant Pathogenic Bacteria
Using Prolog. By Akihiro SASAKI

通じて、データベース理論における関係モデルとかかわりを持ち、優れたデータ操作性を有している。Prolog の特徴としては、言語自体に推論機能を備えていること、リスト(後述)の処理が容易であること、再帰的定義が可能であることなどが挙げられる。これらの機能によって、従来の DBMS では扱いきれないデータに対しても、二元表の形式にとらわれずに検索プログラムを組むことができる。

II Prolog の構文

まず、以下のプログラムを説明するのに必要な Prolog の用語について簡単に触れておくことにする。Prolog にはいくつかの表記法があるが、Prolog-KABA はエジンバラ大学で開発された DEC-10 Prolog に準拠している。

第 1 図に Prolog のプログラム例を示す。“/*”と“*/”に挟まれた文字列は注釈である。

Prolog のプログラム単位は節と呼ばれ、節の最後には“.”(ピリオド)をつける。節を構成する要素は項と呼ばれる。例えば、“性質”、“陰性”、“X”などはすべて項である。“属(X, 'Agrobacterium')”のように、いくつかの項を組み合わせて作ったものもまた項(複合項)として扱われる。“性質”や“属”のようなカッコの外にある文字列は述語と呼ばれる。

第 1 図の 1 番目と 2 番目の表現形式をそれぞれ事実、規則と呼ぶ。また、記号“:-”の左側を頭部、右側を本体と呼び、規則は「本体が正しければ頭部は正しい」という意味を持つ。事実とは頭部だけから成っていて、無条件に正しい節であると考えればよい。頭部は一つ以下の項から成るが、本体は複数の項を“,”(カンマ)で区切って並べてもよい。このときカンマは論理積 (and) を表し、カンマで区切られた項の並びは左から右へ順に

属('A. tumefaciens', 'Agrobacterium')。

/* A. tumefaciens は Agrobacterium 属である */
性質(X, 発酵性試験, 陰性) :- 属(X, 'Agrobacterium')。

/* Agrobacterium 属細菌は発酵性試験が陰性であるという性質をもつ */

第 1 図 Prolog のプログラム例

評価される。

英大文字で始まる文字列は変数として扱われる。“*Agrobacterium*”のように英大文字で始まる文字列を定数として扱いたい場合には、文字列の両端を“'”(シングルクォート)で囲まなければならない。整数(Prolog-KABAでは実数は使用できない)以外の定数(つまりある決まったものを指す文字列)は特にアトムと呼ばれる。

変数の有効範囲は同一の節内だけである。別の節に同じ名前の変数があっても同じ値(または文字列)が入るとは限らないが、同じ節中の同じ変数名には同一の値(文字列)が入る。

III Prolog による処理の流れ

第1図のプログラムを実行させるために、

?-属('A. tumefaciens', 'Agrobacterium').
と入力する。このように記号“?-”で始まる節を質問と呼ぶ。プログラムの実行は質問の入力によって開始される。この質問は「*A. tumefaciens* は *Agrobacterium* 属であるか?」という意味である。

質問が入力されると処理系はプログラムを探索しに行き、第1図のように質問と同じ事実があるときには“yes”と答える。もしそのような事実がプログラム中になければ“no”という表示がなされる。

続いて、次の質問

?-属('A. tumefaciens', X).

を入力する。変数を含む質問が入力されると、処理系は質問中の変数を適当な項で置き換えてプログラム中のいずれかの節の頭部と同じ形になるかどうかを調べる。

ここでは“X”を“*Agrobacterium*”に置き換えればプログラム中の事実とマッチするので、処理系は“X=*Agrobacterium*”と表示する。これは「*A. tumefaciens* は何属か?」の質問に対して、「*Agrobacterium* 属である」と答えたことになる。

今度は、

?-性質(Y, 発酵性試験, 陰性).

と入力してみる。「発酵性試験で陰性の性質を示す細菌は何か」の意味である。この質問は、変数“Y”が“X”と違っている以外はプログラムの2番目の節の頭部と同じ形である。このような場合、“X”と“Y”の値が決まっていなくても、処理系は両方の変数が共に同じものを指すと見なしてマッチングを成功させる。

質問が規則の頭部とマッチすると、その節の本体が新たな質問として置き換わり、再び同じ形の頭部が探索される。ここでは2番目の節の本体“属(X, 'Agrobac-

terium', X, 鞭毛, 周毛):-

属(X, 'Agrobacterium').

性質(X, 発酵性試験, 陰性):-

属(X, 'Agrobacterium').

性質(X, 鞭毛, 周毛):-

属(X, 'Erwinia'), X/= 'E. stewartii'.

性質(X, 発酵性試験, 陽性):-

属(X, 'Erwinia').

性質('E. stewartii', 鞭毛, なし).

属('A. tumefaciens', 'Agrobacterium').

属('A. rhizogenes', 'Agrobacterium').

属('E. carotovora', 'Erwinia').

属('E. amylovora', 'Erwinia').

属('E. stewartii', 'Erwinia').

?-性質(X, 発酵性試験, 陽性), 性質(X, 鞭毛, 周毛).

X=E. carotovora ;

X=E. amylovora ;

no

第2図 Prolog の推論機能を利用した検索プログラムとその実行例

terium')”が新しい質問となる。この質問は変数“X”を“*A. tumefaciens*”と置き換えることによって1番目の節とマッチするので“X”は“*A. tumefaciens*”となり、さらに先ほどの変数“Y”が“X”と同じものを指すと見なされていることから、“Y”も“*A. tumefaciens*”に置き換えられる。このような処理の流れを経て最終的に“Y=*A. tumefaciens*”が表示される。

第1図のプログラム中には *A. tumefaciens* の性質について何も記述されていないにもかかわらず、最後の質問に関しての解答を得ることができる。これは Prolog が、

Agrobacterium 属細菌は発酵性試験で陰性を示す。

A. tumefaciens は *Agrobacterium* 属細菌である。

ゆえに、*A. tumefaciens* は発酵性試験で陰性を示す。

という三段論法的推論を行っているからにほかならない。

IV 例外の扱いと複数個の解答

いま、植物病原細菌に関して、次のような知識があるとする。

① *Agrobacterium* 属細菌

発酵性試験で陰性を示す。

鞭毛は周毛である。

② *Erwinia* 属細菌

発酵性試験で陽性を示す。

一般に鞭毛は周毛であるが、*E. stewartii* には鞭毛がない。

第2図のプログラムは、これらの知識を Prolog で表

現したものである。1 番目から 4 番目までの節が属性の継承を表し、*Erwinia* 属の鞭毛の性質に関する例外は 3 番目と 5 番目の節で定義している。3 番目の節の記号“/==”は項の比較を行うもので、左辺と右辺が等しくないという条件を表す。6 番目以降の節は、それぞれの属に属する種名の登録である。

第 2 図の質問

?-性質 (X, 発酵性試験, 陽性), 性質 (X, 鞭毛, 周毛).

は、「発酵性試験が陽性で、かつ鞭毛が周毛である細菌は何か?」という意味を持ち、複数の属性から細菌名の検索を行うことに相当する。

具体的な処理の流れの説明は省略するが、この質問によってまず第一の答“X=E. carotovora”が返される。それに対して“;”(セミコロン)で応答していくと、処理系は次々に別の解を探索し、探索し尽くした段階で“no”と表示する。つまり、条件を満たす細菌名がすべて検索されたことになる。

セミコロンによる応答は、処理系に強制的にバックトラックを起こさせる働きをする。バックトラックとは、迷路パズルである道が行き詰まった場合に直前の分岐点まで戻って別の道を試みるように、一つ前の質問に対する別の解を探索することである。このバックトラックも Prolog の大きな特徴の一つである。

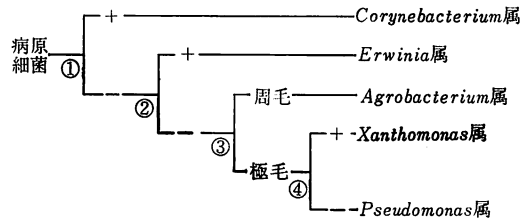
V 二 分 検 索

これまでは Prolog の宣言型言語としての性格を強調する方向で話を進めてきた。しかし、Prolog の節の一つのサブルーチンとしてとらえ、本体は頭部の解を求めるための部分問題の集まりであると解釈すれば、手続き型言語的な感覚でプログラミングを行うこともできる。こういった側面から、リスト処理と再帰呼び出しの特徴を生かした簡単な二分検索プログラムを紹介する。

植物病原細菌 5 属の簡易検索は、病原性があることを前提とすれば第 3 図のように行われる。この二分検索の Prolog によるプログラムとその実行例を第 4 図に示す。

図中の述語のうち、“nl”, “write”, “ttyget”, “atom”の四つはシステムが準備している組み込み述語で、それぞれ改行、出力、コンソールからの 1 文字入力、およびアトムであるかどうかの判定を行う、という機能を持つ。“(条件-> 処理 1 ; 処理 2)”の記述は Basic の if-then-else に相当し、条件が満足されたとき処理 1 を行い、そうでないときは処理 2 を行うことを示す。

プログラム中の “[” と “]” でくくられた並びがリストである。リストは複合項の一種で Fortran や Basic



第 3 図 植物病原細菌 5 属の簡易検索 (西山 (1978) より引用)

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

start:-

```
query ([グラム反応試験で陽性を示す, 'Corynebacterium',
[発酵性試験で陽性を示す, 'Erwinia',
[鞭毛の着生位置は周毛である, 'Agrobacterium',
[非水溶性黄色色素を産生する, 'Xanthomonas', 'Pseudomonas']]])
```

query([Q, L1, L2]):-

```
nl, nl, write(Q), write(' (y/n) '), ttyget(X),
(X = : = 121->next_step(L1); next_step(L2)).
```

next_step(L):-

```
(atom(L)->response(L); query(L)).
```

response(G):-

```
nl, nl, write('この細菌は '), write(G), write('属です').
```

?-start.

グラム反応試験で陽性を示す (y/n) | : n

発酵性試験で陽性を示す (y/n) | : y

この細菌は *Erwinia* 属です

第 4 図 Prolog による植物病原細菌 5 属の二分検索プログラムとその実行例

の配列に似ているが、実行中に長さを変えたり、リストの中にリストを入れたりすることができる。

プログラムの最初の節のリストは二分検索木の状態を表し、入れ子になった複数のリストのそれぞれが各分岐点での枝分かれに対応している。2 番目の節はカッコの中に引数として与えられたリストの処理の定義である。リストは三つの要素“Q”, “L1”, “L2”から成り、プログラムから問い(Q)を発したときに“y”(文字コード 121)の答であれば L1 を、そうでなければ L2 を引数として述語“next-step”に処理を渡す。3 番目の節では変数 L がアトムであるかどうかを判定し、アトムであれば“response”に、そうでなければ“query”に処理を渡す。最後の節は引数(G)を出力させるためのものである。プログラム中で述語“query”は“next-step”を

介して再帰的に自分自身を呼び出していることに注目していただきたい。

このプログラムは、質問

?-start.

の入力で実行が始まり、プログラムからの問いに対して“y”または“n”で答えることによって二分木をたどっていく。

第3図は応答が“y”の場合には必ず属名が表示される特殊な二分木を取り扱ったが、この四つの節からなるプログラムは、最初の節のリストの状態を変えるだけで任意の二分検索に対応させることができる。一般的な二分木にするためには“[Q, L1, L2]”の構造を持つリストの L1 と L2 の双方にリストを入れればよい。リストの長さはメモリ上の制限を超えないかぎり自由である。

お わ り に

Prolog の処理系には入出力、算術演算、制御などに関する多くの組み込み述語が用意されており、かなり自由度の高いプログラムが組める。ここで示したプログラ

ムに肉付けをして、より簡単な入力とわかりやすい出力の形式に改善することはそれほど難しくはない。むしろ、実用的な検索プログラムを考えるときには、知識の中身をどのように整えるかが大きな問題であろう。Prolog が手続き型言語に比べて宣言的な知識の表現に適しているとはいえ、実際の場面での知識の取り扱いを決して画一的にできるものではない。単純な事実や規則に関する記述のほかに、その知識をどのように使うか（これもまた知識であると言われている）の記述も必要である。そのためには、どのような入力からどのような解答が得られれば満足できるかという、利用者側からのシステム仕様に対する要求を分析し、病原細菌検索に関する知識の範囲とそれらのデータ構造をしっかりと把握しておく必要がある。Prolog による検索システムの価値は、このような病理学的立場からの検討があって初めて発揮されると思われる。

引 用 文 献

- 1) 西山幸司 (1978): 植物防疫 32(7): 283~288.

(29 ページより続く)

『殺菌剤』

ベノミル・メプロニル水和剤

ベノミル 15.0%, メプロニル 60.0%

ジャミロン水和剤 (61.8.7)

16453 (クミアイ化学工業), 16454 (理研グリーン)

なし: うどんこ病・黒星病・赤星病: 30 日 5 回, レタス: 菌核病・すす枯病: 30 日 3 回, 麦類: 雪腐小粒菌核病・紅色雪腐病: 根雪前 1 回, きく: 白さび病・褐斑病・黒斑病, 日本芝・ライグラス: さび病, ペントグラス: ブラウンパッチ・雪腐小粒菌核病・紅色雪腐病, ブルーグラス: 雪腐小粒菌核病・紅色雪腐病, きゅうり: 苗立枯病 (リゾクトニア菌): は種前種子粉衣, は種時~子葉展開時土壌灌注: 2 回

カスガマイシン・メタスルホカルブ粉剤

カスガマイシンとして 5.0%, メタスルホカルブ 5.0%
フタバロン粉剤 (61.8.7)

16457 (北興化学工業)

稲 (箱育苗): 苗立枯病 (リゾープス菌・フザリウム菌・
ビシウム菌・トリコデルマ菌)・幼苗腐敗症 (靱枯細菌病)
菌病)・褐条病: は種前 1 回

カスガマイシン・フサライド粉剤

カスガマイシンとして 0.30%, フサライド 1.5%

カスラブサイド粉剤 3DL (61.8.7)

16470 (北興化学工業)

稲: いもち病・靱枯細菌病: 21 日 5 回, 穂ばらみ期以降は 4 回

『殺虫殺菌剤』

マラソン・BPMC・EDDP 粉剤

マラソン 1.5%, BPMC 2.0%, EDDP 2.5%

ヒノマラバッサ粉剤 25 DL (61.8.7)

16455 (八洲化学工業), 16456 (日本特殊農薬製造)

稲: いもち病・穂枯れ (ごま葉枯病菌)・ツマグロヨコ
バイ・ウンカ類・カメムシ類: 21 日 4 回

PAP・PHC・フサライド・EDDP 粉剤

PAP 2.0%, PHC 1.0%, フサライド 1.5%, EDDP
2.0%

ヒノラブバブサンサイド粉剤 35 DL (61.8.7)

16461 (日本特殊農薬製造), 16462 (呉羽化学工業),

16463 (三笠化学工業), 16464 (大日本除虫菊)

稲: いもち病・穂枯れ (ごま葉枯病菌)・ツマグロヨコ
バイ・ウンカ類・ニカメイチュウ: 21 日 4 回

BPMC・CVMP・フサライド・EDDP 粉剤

BPMC 2.0%, CVMP 1.5%, フサライド 1.5%,
EDDP 2.0%

ヒノラブガードバッサ粉剤 35 DL (61.8.7)

16465 (北興化学工業), 16466 (日本特殊農薬製造),

16467 (呉羽化学工業)

稲: いもち病・穂枯病 (ごま葉枯病菌)・ニカメイチュウ・
ツマグロヨコバイ・ウンカ類: 21 日 4 回

『除草剤』

ベンディメタリン粉粒剤

ベンディメタリン 2.0%

ゴーゴーサン細粒剤 F (61.8.7)

16458 (日本サイアナミッド), 16459 (日本農薬),

16460 (クミアイ化学工業)

麦類: 畑地一年生雑草: 播種直後 1 回, 桑: 畑地一年生
雑草: 春期発芽前または夏切後

紹介

新登録農薬

『殺菌剤』

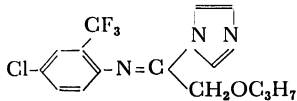
トリフルミゾール水和剤 (60.4.14 登録)

本剤は日本曹達(株)によって開発された殺菌剤である。本剤の作用機構は、糸状菌細胞膜の構成成分であるエルゴステロールの生合成を阻害し、結果として膜構造を破壊することによって病原菌の生育を阻止するものである。

商品名：トリフミン水和剤

成分・性状：製剤は有効成分 (E)-4-クロロ- α , α -トリフルオロ-N-(1-イミダゾール-1-イル-2-プロポキシエチリデン)-o-トルイジン 30.0% を含有する類白色水和性粉末 (45 μ m 以下) である。純品は白色結晶で融点 63.5°C, 溶解度 (g/100 ml, 20°C) はクロロホルム 222, アセトン 144, メタノール 49.6, 水 (pH 5.9) 12.5 (ppm), 熱に対しては 25°C で1年以上安定である。

(構造式)



適用作物、適用病害名及び使用方法：第1表参照。

使用上の注意：

① なしの品種「幸水」に使用する場合は、樹勢が弱いと高濃度で葉に軽度な黄斑を生ずる場合があるので所定範囲内の低濃度で使用する。

② なしに使用する場合は、MEP 剤、PMP 剤との混用により薬害を生ずるおそれがあるのでさける。

③ うり類の幼苗期には、高濃度で散布すると濃緑化症状が生ずることがあるので、幼苗期には、所定範囲内の低濃度で使用する。

④ 本剤の使用に当っては使用量、使用時期、使用方法を誤らないように注意し、とくに初めて使用する場合には病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：

(急性毒性) 普通物

① 誤飲、誤食などのないよう注意すること。万一誤って飲み込んだ場合には吐き出させ、安静にして直ちに医師の手当を受けさせること。本剤使用中に身体に異常を感じた場合には安静にして直ちに医師の手当を受ける。

② 粉末は眼に対して刺激性があるので眼に入らないように注意すること。万一眼に入った場合には直ちに水洗し医師の手当を受ける。

③ 本剤は皮膚に対して弱い刺激性があるので皮膚に

付着しないように注意すること。万一付着した場合には直ちに石けんでよく洗い落とす。

④ 散布の際はマスク、手袋、長ズボン・長袖の作業衣を着用すること。また、散布液を吸い込んだり、浴びたりしないように注意し、作業後は顔、手足などを石けんでよく洗い、うがいをするともに衣服を交換すること。

⑤ 作業時に着用していた衣服は他のものとは分けて洗濯すること。

⑥ かぶれやすい体質の人は取扱いに十分注意すること。

第1表 トリフルミゾール水和剤 (トリフミン水和剤)

作物名	適用病害名	希釈倍数 (倍)	使用時期	本剤及びフルミゾールを含む農薬の総使用回数	使用方法	
りんご	黒星病 うどんこ病	2,000～ 3,000	落花後 20日まで	2回以内	散 布	
	赤星病	2,000				
なし	黒星病 赤星病	2,000～ 3,000				
もも	灰星病	1,000	落花後 90日まで			
かき	うどんこ病	2,000～ 3,000	落花後 45日まで			
ぶどう			発芽後 30日まで			
いちご	うどんこ病	3,000～ 5,000	収穫 前日まで	5回以内		
いすめ	うどんこ病					
ピー						
きゅう						
なす						
トマト	葉かび病					
麦 類	斑葉病 裸黒穂病 腥黒穂病	種子重量 の0.5%	播 種 前	1 回	種子粉衣	
	うどんこ病	1,000～ 2,000	収穫14日 前まで	3回以内		
茶	炭そ病	1,500～ 2,000	摘採14日 前まで	3回以内	散 布	
	もち病	1,000～ 1,500				
たばこ	うどんこ病	5,000	—	—		
ばら	うどんこ病	3,000～ 5,000	—	—		

(魚毒性) B類。一時に広範囲に使用する場合に十分注意すること。

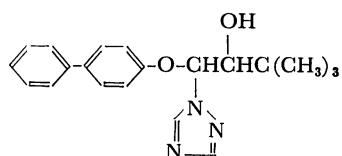
ビテルタノール水和剤 (61.4.14 登録)

本剤はバイエル社によって開発されたアゾール系殺菌剤である。本剤の作用機構はエルゴステロールの生成成阻害により糸状菌の細胞壁形成を阻害するものである。

商品名：バイコラル水和剤

成分・性状：製剤は all-rac-1-(ビフェニル-4-イルオキシ)-3,3-ジメチル-1-(1H-1,2,4-トリアゾール-1-イル)ブタン-2-オール 25.0% を含有する類白色水和性粉末 (63 μm 以下) である。純品は類白色結晶性粉末, 融点 110~120°C, 溶解度 (g/l, 20°C) は水 0.005, メタノール 50~100, アセトン 50~150, ヘキサン 1~10 である。

(構造式)



適用作物, 適用病害名及び使用方法: 第2表参照。

使用上の注意:

① きくしろさび病を対象として散布する場合には発

病後からの散布では効果が劣る場合もあるので発病前から使用すること。

② らっかせい, てんさいの褐斑病に使用する場合, 展着剤を加用すること。

③ ぶどうには葉害を生ずるおそれがあるので, かからないように注意して散布すること。

④ 本剤の使用に当っては, 使用量, 使用時期, 使用方法を誤らないように注意し, とくに初めて使用する場合には, 病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性:

(急性毒性) 普通物。

① 誤飲, 誤食などのないように注意すること。万一誤って飲み込んだ場合には吐き出させ, 安静にして直ちに医師の手当を受けさせること。本剤使用中に身体に異常を感じた場合には, 安静にして直ちに医師の手当を受けること。

② 本剤は眼に対して刺激性があるので眼に入らないように注意すること。万一眼に入った場合には直ちに水洗し, 医師の手当を受けること。

③ 散布の際は防護マスク, 不浸透性手袋, 不浸透性防除衣などを着用すること。また散布液を吸い込んだり, 浴びたりしないように注意し, 作業後は身体を洗浄し, 衣服を交換すること。

(魚毒性) B類。一時に広範囲に使用する場合に十分注意すること。

第2表 ビテルタノール水和剤(バイコラル水和剤)

作物名	適用病名	希釈倍数(倍)	使用時期	本剤及びビテルタノールを含む農薬の総使用回数	使用方法	
りんご	黒星病	2,500	落花後 20日まで	2回以内	散 布	
	赤星病	2,500 ～5,000				
なし	黒星病	2,500		落花後 90日まで		2回以内
	赤星病	～5,000				
もも	黒星病 灰星病	2,000	落花後 90日まで	2回以内		
おうとう	灰星病	2,000	落花後 20日まで	2回以内		
いちご	うどんこ 病	2,500 ～	収穫前日 まで	3回以内		
メロン		5,000		4回以内		
らっかせい てんさい	褐斑病	1,000	収穫14日 前まで	4回以内		
ばら	うどんこ 病	2,000	—	—		
きく	しろさび 病	1,000	—	—		

『除草剤』

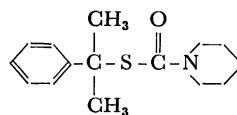
ジメピペレート粒剤 (61.4.14 登録)

本剤は三菱油化(株)によって開発された非ホルモン吸収移行型の除草剤である。化学構造からチオールカーバメート系に分類されるが, 同系の除草剤に比較してイネーヒエ間の選択性が高いという特徴を有する。その作用機構は, タンパク質合成成阻害によるものである。

商品名: ユカメイト粒剤

成分・性状: 製剤は有効成分 S-1-メチル-1-フェニルエチル-ピペリジン-1-カルボチオアート 7.0% を含有する淡かっ色細粒である。純品はワックス状固体で融点 38.8~39.3°C, 沸点 164~168°C/0.75 mmHg, 比重 1.08 (25°C 溶融時), 溶解度 (25°C) は, 水 0.02 g/l, エタノール 4.1 kg/l, アセトン 6.2 kg/l である。

(構造式)



適用作物, 適用雑草名及び使用方法: 第3表参照。

使用上の注意:

① 本剤はノビエ以外の雑草に対しては効果がないので, ノビエ優占圃場で使用すること。

② 本剤は湛水状態 (湛水深 3~5 cm) でまきむらのないように均一に散布し, 散布後少なくとも 3~4 日間はそのまま湛水状態を保ち, 田面を露出させたり, 水を切らしたりしないように注意し, また落水, かけ流しはしないこと。

第 3 表 ジメピベレート粒剤 (ユカメイト粒剤)

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10アール 当使用量	使用回数	使用方法	適用地帯
水 稲 湛 直	ノビエ	は種後 3～7日 (ノビエ1.5 葉期まで)	壤土～埴土 (減水深 1 cm/日 以下)	3～4 kg	1 回	湛水散布	関東東山以西

第 4 表 シメトリン・ジメピベレート・フェノチオール粒剤 (セスロン粒剤)

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10アール 当使用量	使用回数	使用方法	適用地帯
移 植 水 稲	水田一年生雑草 及びマツバイ、 ホタルイ、 ヒルムシロ、 ヘラオモダカ、 ウリカワ (北海道を 除く) セリ (関東以西の普 通期栽培地帯)	水稲移植後20 ～25日 (ノビエ 2.5 葉期まで 但し、北海道 はノビエ 2 葉 期まで) (移植前後の 初期除草剤に よる土壌処理 との体系で使 用)	砂壤土 ～埴土 (減水深 2 cm /日以下 但し、南四国、 九州の普通期 栽培地帯は減 水深 1 cm/日 以下)	3～4 kg	1 回	湛水散布 (茎葉兼土壌 処理)	全域の 普通期 及び早 期栽培 地帯

③ 本剤の使用に当っては使用量、使用時期、使用方法を誤らないよう注意し、特に初めて使用する場合には病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：

(急性毒性) 普通物。

① 誤食などのないように注意すること。万一誤って飲み込んだ場合には、吐き出させ、安静にして直ちに医師の手当を受けること。

② 散布の際はマスク、手袋、長ズボン・長袖の作業衣などを着用すること。また、粉末を吸い込んだり浴びたりしないように注意し、作業後は手足、顔などを石けんでよく洗い、うがいをすること。

(魚毒性) B 類。一時に広範囲に使用する場合には十分注意すること。

なお、この他混合剤としてシメトリン・ジメピベレート・フェノチオール粒剤 (セスロン粒剤) が登録された。

セスロン粒剤の適用作物、適用雑草名及び使用方法は第 4 表参照。

ピラゾキシフェン・プロモブチド粒剤 (61.4.14 登録)

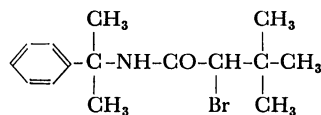
プロモブチドは住友化学工業(株)によって開発された除草剤である。プロモブチドは雑草の細胞分裂を阻害することにより雑草の生育を抑え、その結果、枯死させるものと考えられる。

商品名：ノックワン粒剤

成分・性状：製剤はピラゾキシフェン 7.0%，及び (RS)-2-ブromo-N-(α , α -ジメチルベンジル)-3,3-ジメチルブチルアミド 5.0% を含有する類白色細粒である。プロモブチド純品は白色ないし黄色結晶性粉末で、融点 180.1℃、蒸気圧 15.67 mmHg (200℃)、溶解度は水

3.54 mg/l (25℃)、n-ヘキサン 0.5 mg/l (26℃)、アセトン 39、エタノール 27、クロロホルム 73 である。熱、酸、アルカリに安定である。

(構造式)



適用作物、適用雑草名及び使用方法：第 5 表参照。

使用上の注意：

① 本剤の使用時期は移植後 3 日から移植後 8 日までであり、また多年生雑草に対しては、ホタルイ、ウリカワ、ヘラオモダカ、ミズガヤツリは 2 葉期まで、ヒルムシロは発生期が本剤の散布適期であるが早めに使用した方が効果的である。

② 苗の植付けが均一となるように代かきをていねいに行うこと。未熟有機物を施用した場合は特に代かきをていねいに行うこと。

③ 本剤散布にあたっては、水の出入りを止め、湛水のまま田面に均一に散布し、少なくとも 4～5 日間は通常の湛水状態 (水深 3～5 cm) を保ち、田面を露出させたりしないようにし、また落水やかけ流しはしないこと。

④ 下記のような条件では薬害を生ずるおそれがあるので使用をさけること。

- a 砂質土で漏水の大きな水田
- b 軟弱苗を移植した水田
- c 極端な浅植えをした水田
- d 極端な深水となった水田

⑤ 本剤の処理後著しい高温が続く場合には、特に砂

壤土では一時的な生育抑制やクロロシスを生ずることがあるが、その後の生育に対する影響は認められていない。

⑥ 北海道の泥炭質土壌の水田で使用する場合、ウリカワには効果が劣ることがあるので、泥炭質土壌のウリカワ多発田では使用しないこと。

⑦ 本剤の使用にあたっては、使用量、使用時期、使用方法などを誤らないように注意し、特に初めて使用する場合には病虫害防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：(急性毒性) 普通物。

① 普通物であるが、誤食などのないように注意すること。

② 散布の際は手袋などを着用して、粉末に直接触れないように注意し、作業後は顔、手足等を石けんでよく洗い、うがいをする。

(魚毒性) B類。一時に広範囲に使用する場合には十分注意すること。

なお、この他の混合剤としてピラゾレート・プロモブチド粒剤(サリオ粒剤)が同時に登録になっている。

サリオ粒剤の適用作物、適用雑草名及び使用方法：第6表。

第 5 表 ピラゾキシフェン・プロモブチド粒剤 (ノックワン粒剤)

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10 アール 当り使用量	使 用 回 数	使用方法	適用地帯
移植水稻	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 3～8 日 (ノビエ 1.5 葉期ま で 但し、東北、 北陸以北で は 1 葉期ま で)	壤土 ～埴土 (減 水 深 2 cm/日 以下)	3 kg	1 回	湛水散布	東海、北陸 以北の普通 期及び早期 栽培地帯
			砂壤土 ～埴土 (減 水 深 2 cm/日 以下 但し、砂壤 土は1.5cm /日以下)				近畿以西の 普通期及び 早期栽培地 帯

第 6 表 ピラゾレート・プロモブチド粒剤 (サリオ粒剤)

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10 アール 当り使用量	使 用 回 数	使用方法	適用地帯
移植水稻	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 3～8 日 (ノビエ 1.5 葉期 まで 但し、東北、 北陸以北で は 1 葉期ま で)	壤土～埴土 (減水深 2 cm/日 以下)	3 kg	1 回	湛水散布 (土壌処 理)	東北、北陸 以北
			砂壤土 ～埴土 (減水深 2 cm/日 以下)				関東以西の 普通期及び 早期栽培地 帯

植物防疫

昭和 61 年
10 月 号
(毎月 1 回 1 日発行)

—禁 転 載—

第 40 巻 昭和 61 年 9 月 25 日印刷
第 10 号 昭和 61 年 10 月 1 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

定価 500 円 送料 50 円 1 か年 6,100 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) 944-1561-6 番
振 替 東京 1-177867 番

日本曹達が 独自の技術で開発した新農薬!

増収を約束する

日曹の農薬

黒星病・赤星病・うどんこ病などの防除に
—強力殺菌剤—

トリブミン[®]

水和剤

果樹・いちごのダニ防除に
—強力殺ダニ剤—

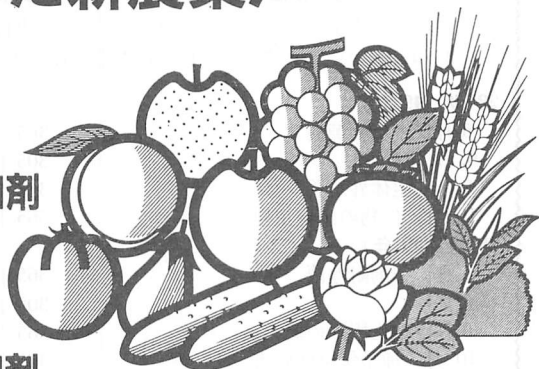
ニッソラン[®]

水和剤

茶・メロン・すいか・花のハダニ防除に
—強力殺虫・殺ダニ剤—

ニッソランV[®]

乳剤



畑作イネ科雑草の除草に
—生育期処理除草剤—

ナブ[®]

乳剤



日本曹達株式会社

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

きれいな空気で快適作業。

農薬散布作業時の粉じん・ミストをシャットアウト。



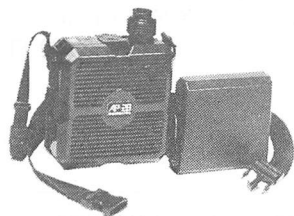
EBフード

電動ファン付粉じん用呼吸保護具

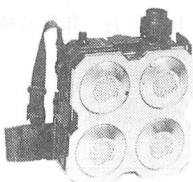
AP-28 シリーズ

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

詳細については「電動ファン付粉じん用呼吸保護具」カタログをご請求ください。



AP-28Aタイプ送気ユニット・バッテリー



AP-28Cタイプ送気ユニット



株式
会社

重松製作所

本社: 〒101-91 東京都千代田区外神田3-13-8

☎03(255)0261(代表) FAX03(255)1030

労働安全衛生保護具の製造・販売

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

雑誌「植物防疫」バックナンバーのお知らせ

月の後は特集号の題名、() 内は特集の題名、価格は各1部(送料とも)の値段

購読者各位よりたびたびバックナンバーのお問い合わせがありますので、現在在庫しております巻号をお知らせいたします。この機会にお取り揃え下さい。

28 巻 (49 年)

5 月：微生物源農薬	365 円
6, 7, 11 月	305 円
8 月：生体外培養	365 円
10 月：作物の耐病虫性	365 円

29 巻 (50 年)

5 月：薬剤耐性菌	365 円
6 月	305 円
8 月：緑化樹木の病害	365 円
10 月：種子伝染性病害	365 円

30 巻 (51 年)

3 月：線虫	365 円
5 月：土壌伝染性ウイルス	445 円
8 月：農薬の環境動態	445 円

31 巻 (52 年)

3 月：農薬の施用技術	445 円
4, 6, 7, 9, 11, 12 月	345 円
5 月：露地野菜の病害虫	445 円
8 月：昆虫のホルモン	445 円
10 月：果樹のウイルス病	445 円

32 巻 (53 年)

1, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	345 円
3 月：農薬の安全性	445 円
5 月：作物の細菌病抵抗性	445 円
8 月：害虫の要防除密度	445 円
10 月：マイコトキシン	445 円

33 巻 (54 年) [全号揃]

1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	445 円
3 月：畑作物の病害虫	495 円
5 月：ウンカ・ヨコバイ類	495 円
8 月：農薬の作用機構	495 円
10 月：糸状菌の胞子形成	495 円

34 巻 (55 年)

1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	445 円
3 月：ウイルス病の抗血清診断	495 円
5 月：昆虫の行動制御物質	495 円
10 月：天敵ウイルス	495 円

35 巻 (56 年) [全号揃]

1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	445 円
3 月：土壌伝染病	495 円
5 月：昆虫の大量増殖	495 円
8 月：捕食性天敵	495 円
10 月：疫病	495 円

36 巻 (57 年) [全号揃]

1, 2, 4, 6, 9, 11, 12 月	550 円
3 月：変色米	600 円
5 月：(遺伝子工学)	550 円
7 月：(侵入が警戒される害虫)	550 円
8 月：(侵入が警戒される病害)	550 円
10 月：物理的防除法	600 円

37 巻 (58 年) [全号揃]

1, 2, 4, 5, 9, 11, 12 月	550 円
3 月：作物のバーティシウム病	600 円
6 月：(リンゴ腐らん病)	550 円
7 月：(ミナミキイロアザミウマ)	550 円
8 月：(野菜類の根こぶ病)	550 円
10 月：発生予察の新技術	600 円

38 巻 (59 年)

1, 2, 7, 10, 12 月	550 円
3 月：線虫	600 円
5 月：ピシウム菌による病害	600 円
6 月：(導入天敵)	550 円
8 月：(弱毒ウイルス)	550 円
11 月：鳥害	600 円

39 巻 (60 年) [全号揃]

1, 2, 3, 6, 7, 12 月	550 円
4 月：(カメムシ)	550 円
5 月：植物検疫	600 円
8 月：(ウイロイド)	550 円
9 月：(イネもみ枯細菌病)	550 円
10 月：(害虫防除と生態学)	550 円
11 月：イネ蒺藜枯病	600 円

40 巻 (61 年) [全号揃]

1, 6, 7, 9, 10 月	550 円
2 月：(性フェロモンによる交信かく乱)	550 円
3 月：(農薬の付着性)	550 円
4 月：(ムギの病害)	550 円
5 月：昆虫の神経制御	600 円
8 月：(コナガ)	550 円
11 月：先端技術と病害防除	未刊 600 円
12 月：(野菜ハダニ類の発生予察法)	未刊 550 円
1~12 月 (年間前納)	6,000 円

在庫僅少のものもありますので、御希望の方は早めに郵便振替・小為替・現金など(切手でも結構です)で直接本会へお申し込み下さい。28 巻(49 年)以前のものについては出版部までお問い合わせ下さい。本誌の郵便料金は、第 36 巻(57 年)1 月号から1部 50 円になりました。それ以前のものについては、1 部 45 円です。雑誌には旧料金が印刷されているものもありますのでお含みおき下さい。

日本植物防疫協会発行図書

☆植物防疫講座 (全3巻)

「植物防疫講座」編集委員会 編

B 5 判 上製本 定価各 2,500 円 送料サービス

全3巻セット価格 7,000 円 (直販のみ)

病 害 編 (281ページ)

害 虫 編 (256ページ)

農薬・行政編 (259ページ)

☆植物防疫総目次 Vol. 1~36

B 5 判 63ページ 定価 1,200 円 送料 200 円

☆侵入を警戒する病害虫と早期発見の手引

農林水産省横浜植物防疫所 監修

A 5 判 126ページ 口絵カラー 8 ページ

定価 2,600 円 送料 250 円

☆作物保護の新分野

見里朝正 編

A 5 判 235ページ カバー付

定価 2,200 円 送料 250 円

☆農薬要覧 1985 年版 (年刊)

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修

B 6 判 619ページ 定価 3,900 円 送料 300 円

☆農薬ハンドブック 1985 年版 (前回1981年版)

農薬ハンドブック編集委員会 編

B 6 判 682ページ 定価 4,200 円 送料 300 円

☆昭和 61 年度 [10月中旬発行予定]

主要病害虫に適用のある登録農薬一覧表

(除草剤は主要作物) 61 年 9 月 30 日現在

農林水産省農薬検査所 監修

B 5 判 338ページ 定価 2,100 円 送料 300 円

☆農薬用語辞典 (改訂版)

日本農薬学会 監修

B 6 判 112ページ 上製本

定価 1,400 円 送料 200 円

☆イネミズゾウムシの防除

イネミズゾウムシの防除編集委員会 編

A 5 判 175ページ 口絵カラー 4 ページ

定価 2,800 円 送料 250 円

☆農林害虫名鑑

日本応用動物昆虫学会 監修

A 5 判 307ページ 定価 3,000 円 送料 300 円

☆茶樹の害虫

南川仁博・刑部 勝 共著

A 5 判 322ページ 口絵カラー 4 ページ

上製本箱入 定価 5,000 円 送料 550 円

☆野菜のアブラムシ

田中 正 著

A 5 判 220ページ 口絵カラー 4 ページ

定価 1,800 円 送料 250 円

☆日本有用植物病名目録

日本植物病理学会 編

第3巻 (果樹) B 6 判 190ページ

定価 2,300 円 送料 200 円

第4巻 (針葉樹, 竹笹) B 6 判 232ページ

定価 3,500 円 送料 250 円

第5巻 (広葉樹) B 6 判 504ページ

定価 3,900 円 送料 300 円

☆新版土壌病害の手引

新版土壌病害の手引編集委員会 編

B 5 判 349ページ 上製本

定価 6,000 円 送料 350 円

☆土壌病害に関する国内文献集 (II)

宇井格生 編

A 5 判 166ページ 定価 1,200 円 送料 250 円

☆防除機用語辞典

用語審議委員会 編

B 6 判 192ページ 上製本

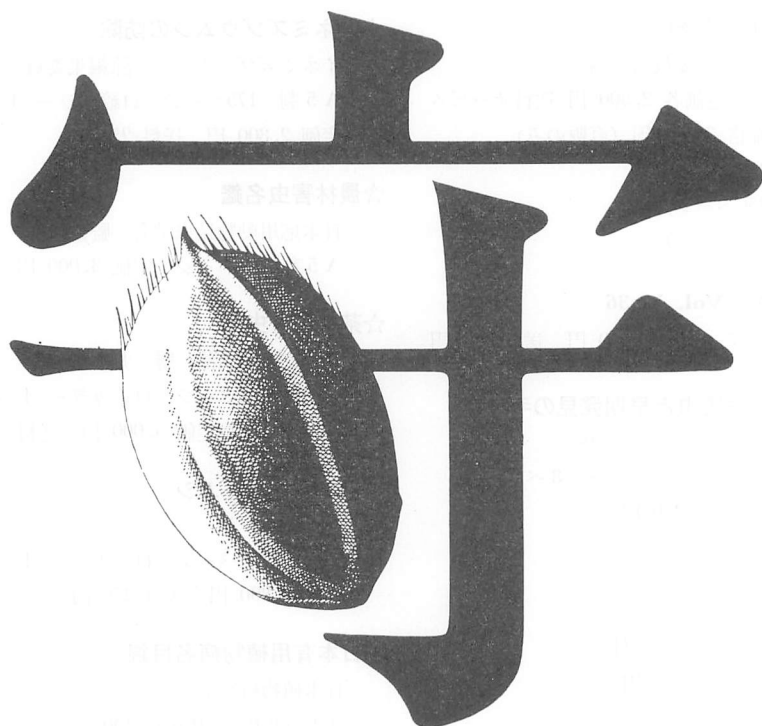
定価 2,000 円 送料 250 円

ご注文は前金【現金書留・郵便振替 (東京 1-177867)・小為替】で直接本会までお申し込み下さい。

〒170 東京都豊島区駒込 1-43-11 電話 03-944-1561~6 出版部まで



フジワンのシンボルマークです



穂いもち、フジワン、まず予防。

- 散布適期巾が広く、散布にゆとりがもてます。
- すぐれた効果が長期間(約6週間)持続します。
- 粉剤2～3回分に相当する効果を発揮します。
- 稲や他作物に薬害を起こす心配がありません。
- 人畜、魚介類に安全性が高く安心して使えます。

フジワン[®]粒剤

®は日本農薬の登録商標です。

《本田穂いもち防除》

使用薬量：10アール当り4 kg

使用時期：出穂10～30日前(20日前を中心に)

あなたの稲を守る《フジワン》グループ

フジワン粒剤・粉剤DL・乳剤・AV・水和剤 フジワントップ粒剤 フジワンブラエス粉剤DL・乳剤
 フジワンカヤフォス粒剤 フジワンダイアジノン粒剤 フジワンスミチオン粉剤DL・乳剤
 フジワンエルサンバッサ粉剤DL フジワンスミバッサ粉剤50DL フジワンツマズミ粉剤40DL
 フジワンND粉剤30DL フジワンツマサイド粉剤DL フジワンバッサ粉剤DL
 フジワンアブロードバッサ粉剤DL フジワンアブロードスミバッサ粉剤50DL
 フジワンモンカット粉剤DL フジワンモンカットスミ粉剤DL



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

農業技術 B5判 定価400円(〒45円) (1年計共4,800円)

昭和21年創刊 農業技術についての月刊総合雑誌

農業技術研究の課題と展望

第I巻 農業技術研究の原点を求めて 第II巻 21世紀の農業技術をめざして 川嶋良一著 A5判 各約300頁 定価各1700円 〒各250円(2冊で300円)

農水省農事試験場長、技術会議事務局長、農研センター所長等を歴任された著者が、これまで各誌に執筆された諸稿を体系的にまとめたもの。農業技術関係者の必読書

農林水産研究とコンピュータ

斎尾乾二郎他編著 A5判上製 定価3,800円 〒300円

農林水産研究の各分野におけるコンピュータ利用の現状と展望、およびコンピュータ利用技法についての解説

【新刊】野菜種類・品種名考

西 貞夫監修 22氏執筆 B6判 406頁 定価2,200円

第一部として野菜とは何か、野菜の種類、品種の分化等を、第二部として主要34野菜の起源と伝播、栽培の歩み、品種改良の経過、代表的品種の来歴・名の由来等を解説。

〒114 東京都北区西ヶ原
1-26-3

(財団法人) 農業技術協会

振替 東京 8-176531
Tel (03) 910-3787

最新作物生理実験法

北條良夫・石塚潤爾編 大学・試験研究機関
新進気鋭の研究者24氏執筆

A5判(上製) 416頁 定価3,500円 〒300円

作物の形態と機能を体系的に関連づけ、多くの研究領域で基本的な最新の生理実験技法を解説、農学系、生物系の学生・院生、農業関係研究者の常備実験書

実験以前のこと—農学研究序論

小野小三郎著 B6判 定価1,600円 〒250円

創造的研究とは何か、創造的研究の取り組み方と問題点等を述べた、農学・生物学についての唯一の研究方法論

作物品種名雑考

農業技術協会編 B6判 定価1,800円 〒250円

普通作物・工芸作物の品種名の由来、命名の裏話等を、育種専攻19氏が解説した品種改良の裏面史

果樹品種名雑考

農業技術協会編 B6判 定価1,800円 〒250円

わが国の主要果樹の品種名の由来、命名裏話、あわせて各樹種の起源、渡来と定着の状況を果樹育種専攻14氏が解説

連作障害を抑え健康な土壌をつくる!

花・タバコ・桑の土壌消毒剤

パスアミド

微粒剤

❖いやな刺激臭がなく、民家の近くでも安心して使えます。

❖作物の初期生育が旺盛になります。

●安全性が確認された使い易い殺虫剤

❖広範囲の土壌病害、センチュウに高い効果があります。

❖粒剤なので簡単に散布できます。

●各種ハダニにシャープな効きめのダニ剤

マリックス

乳剤
水和剤

●ボルドーの幅広い効果に安全性がプラスされた有機銅殺菌剤

バイデン

乳剤

●澄んだ水が太陽の光をまねく/
水田の中期除草剤

キノンドー

水和剤80
水和剤40

モゲブロン

粒剤



アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内2-4-1

Pesticides



フミカの柑橘殺ダニ剤

New
Acaricide



ハノコン散布により、ハダニが破滅していく様を、PANOCONの頭文字「P」をアレンジして象徴的に表わしたものの

柑橘の 秋ダニ防除に

散布：9月下旬～11月の間に1回



農協・経済連・全農

ハダニ防除に励む人・応援します

新登場

- 秋の低温時でも効果的
- 収穫3日前まで散布できる

パノゴン[®] PANOCON EC. 乳剤

パノゴン乳剤の特長

- 柑橘のハダニ防除にすぐれた効果
- 9月下旬～11月の低温時にもすぐれた効果
- ミカンハダニの卵、幼虫に特効
- ミカンハダニ産卵抑制効果
- 他剤抵抗性ハダニにも卓効
- 薬害少なく混用薬剤の幅広し
- 収穫3日前まで使用可

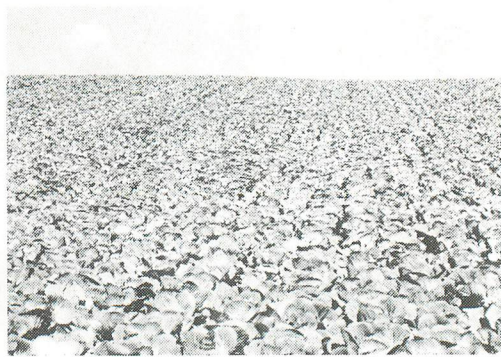
自然に学び 自然を守る



フミアイ化学工業株式会社

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

稲と畑作物に強力な「新殺菌剤」



■ イネ苗立枯病・ムシ苗防止・健苗育苗に

カヤベスト

粉剤10

■ アブラナ科野菜のネコブ病等、気になる土壌病害に

ハタグリ

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