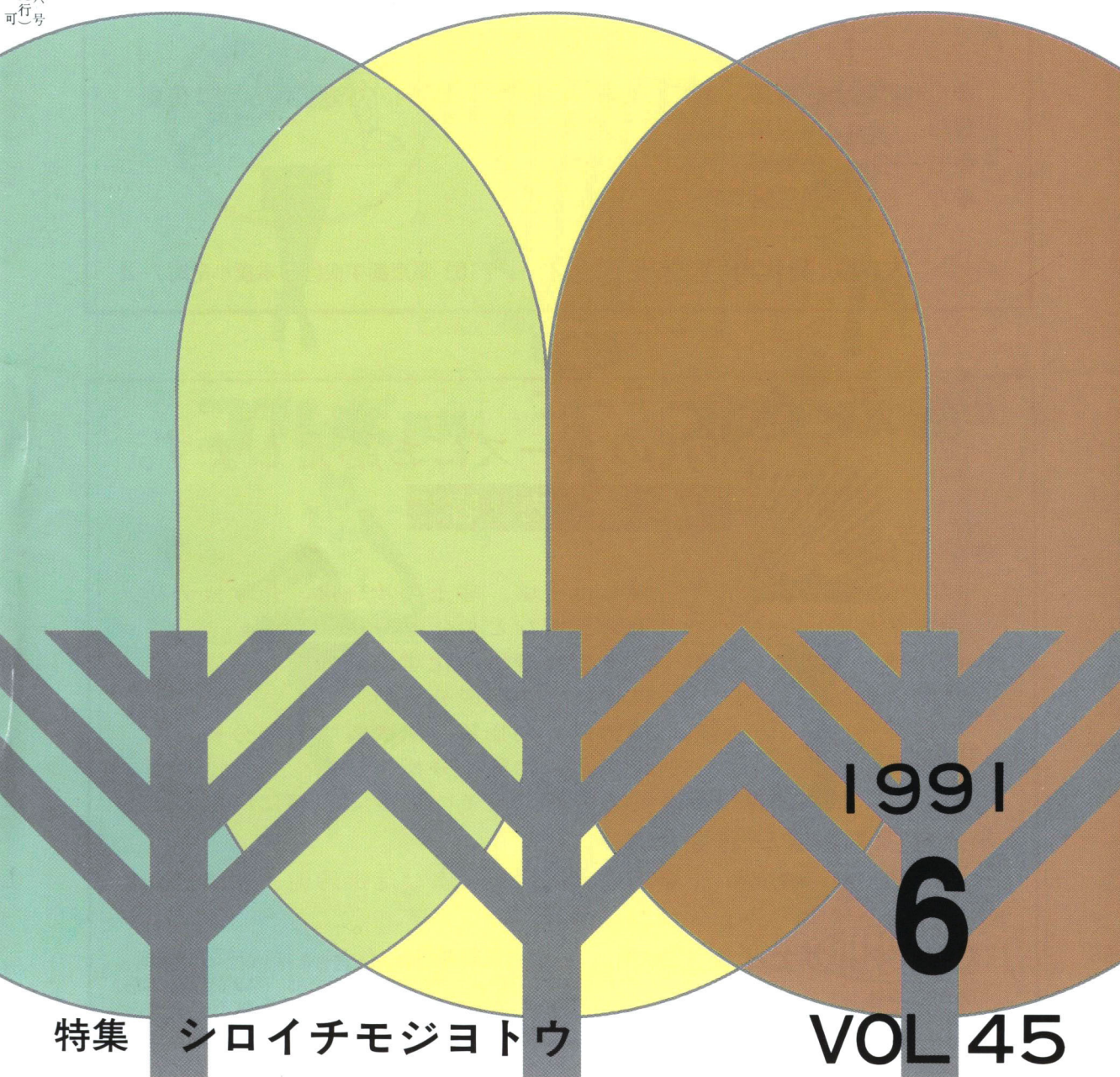


昭和
三十三
年四月
九日
印刷
第三
千九百
五十五
号
（第四
十五卷
第一号
）
（植物
日誌）
（第六
号）
（可認
發行）

植物防疫



特集 シロイチモジヨトウ

1991
6
VOL 45

広に適用病害と優れた経済性

パルノックス 水和剤

- 普通物で安全。
- 薬剤費が安く経済的。
- 耐性菌の心配なし。

- りんご……黒星病、斑点落葉病、赤星病、黒点病、すす点病、すす斑病
- なし……黒星病、黒斑病、赤星病
- もも……縮葉病、黒星病、灰星病
- かき……円星落葉病



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

正確・迅速をモットーに 時代のニーズにお応えします。

業 務 内 容

●依頼分析

植栽地、緑地-----植栽地土壌、客土の物理性、化学性分析

考古学分野-----遺跡土壌などの化学分析

農耕地・その他の土壌---土壌の物理性、化学性分析

植物体分析-----植物体の無機成分分析

肥料分析-----植物質、動物質、無機質肥料の分析

土壌汚染-----土壌汚染物質の分析

その他、水質、産業廃棄物の分析は、その都度ご相談に応じます。

●土壌調査および植生テスト

依頼分析のための土壌調査、採取、および活性汚泥、産業廃棄物に係わる植生テストなどもご相談に応じます。

パリノ・サーヴェイ株式会社

地質調査業者 質 80-982
計量証明事業 群馬県 環 第17号

本 社 〒103 東京都中央区日本橋室町2-1-1三井ビル
TEL 03(3241)4566 FAX 03(3241)4597
研究所 〒375 群馬県藤岡市岡之郷戸崎559-3
TEL 0274(42)8129 FAX 0274(42)7950

がんこな草に、今年も効きます。

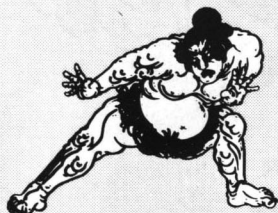


水田除草、新時代。

水田除草に新しい時代をひらいたDPX-84^{*}剤

※DPX-84の一般名はベンスルフロンメチル

プッシュ[®] 粒剤



ウルフ **エース**[®] 粒剤



ザーワ[®] 粒剤



ゴルボ[®] 粒剤



フジクラス[®] 粒剤



デュポン ジャパン

デュポン ジャパン リミテッド 農業事業部

〒105 東京都港区虎ノ門2-10-1 新日鉱ビルデュポンタワー TEL.(03)3224-8683



ホクコーの主要防除剤

あゆみまで
49周年

●いもち病防除剤

カスラフサイド® 粉剤DL
水 和 剤

ヒノラフサイド® 粉剤DL
水 和 剤

オリゼメート® 粒剤

●いもち病・籾枯細菌病・ウンカ類・
カメムシ類防除に/

カスラフトレボン® 混合粉剤DL

●紋枯病やっぱり決め手の

バリダシン® 粉剤DL
液 エ ア ー

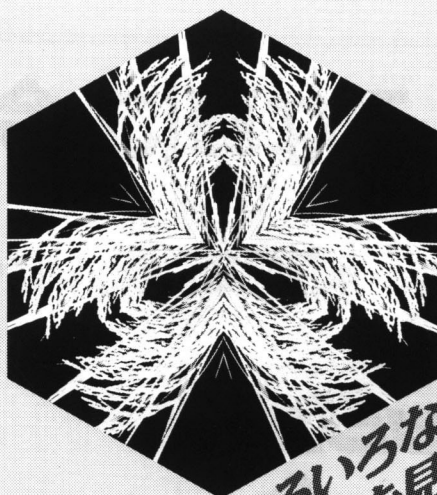
●水稻倒伏軽減剤

セリタード® 粒剤5

●イネミズソウムシ・イネドロオウムシ防除剤

シクロサル® 粒剤2

シクロサルナック® 粒剤



いろいろな視点で
収穫を見つめて。

●果樹・畑作・その他除草剤

ポラリス® 液剤

ハービエース® 水溶剤

農薬会社は、日本農業の発展を願い、
安全で効果の高い農薬を創りおとどけています。



農 協
経 済 連 全 農



北興化学工業株式会社
東京都中央区日本橋本石町4-4-20

発生予察用フェロモン製剤

SEルアー

▶ニカメイガ用

▶シバツトガ用

▶シロイチモジヨトウ用

▶スジキリヨトウ用

▶チャノホソガ用

▶アリモドキゾウムシ用

発生予察用誘引剤

新
発
売

コガネコーⅡA

▶マメコガネ用

コガネコーⅡC

▶コアオハナムグリ、
アシナガコガネ用

●発生予察用フェロモン製剤は、順次品目を追加していきます。



サンケイ化学株式会社

本 社 ☎890 鹿児島市都元町880番地 ☎(0992)54-1161
東京本社 ☎101 東京都千代田区神田司町2-1 ☎(03)3294-6981

萎黄病

岡本康博氏原図



① 採苗圃（夏期）での発病状況（萎ちょう症状から枯死へ進む）

② 本圃（春期）で萎黄症状を呈した株

③ 萎黄症状株のクラウンの褐変

萎ちょう病

吉野正義氏原図



▲収穫期の萎ちょう株



◀根冠部の導管褐変



▲分生子柄と分生子



◀形成初期の微小菌核

チンゲンサイの病害虫

(本文38ページ参照)

(牧野孝宏氏原図)



▲黒斑細菌病発病株

(手塚信夫氏原図)



▲軟腐病発病株



▲白さび病発病株

(池田二三高氏原図)



▲コナガ：葉肉内に食害中の幼虫



▲コナガ：葉肉内食害後の絵かき状の被害



▲ニセダイコンアブラムシ

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 45 卷 第 6 号
平成 3 年 6 月 号

目 次

特集：シロイチモジヨトウ

シロイチモジヨトウの生態と被害発生	河合 章	1
予察灯データにみるシロイチモジヨトウの発生経緯	宮下 武則・若村 定男・渡邊 朋也	5
シロイチモジヨトウの薬剤抵抗性	高井 幹夫	9
性フェロモンによるシロイチモジヨトウの防除	若村 定男・高井 幹夫	12
熱水注入による土壌消毒	国安 克人・西 和文・百田 洋二・竹下 定男	17
ハクサイうどんこ病の圃場での発生	野崎 匠・篠崎 毅	22
ウイルス病抵抗性トランスジェニック植物開発の現状	難波 成任	23
研究放談室(1)——研究の動機——	小野 小三郎	32
海外ニュース：タイ農業局における野菜ウイルス病害研究の動向	野田 千代一	34
植物防疫基礎講座		
イチゴの萎ちょう性病害／見分け方・発生生態・防除(1)		
萎黄病・萎ちょう病	岡本 康博・吉野 正義	35
地域特産物の病害虫(9)——チンゲンサイの病害虫——	牧野 孝宏・池田 二三高	38
新しく登録された農薬(3.4.1～4.30)		42
人事消息	8, 16	41
次号予告	44	
新刊紹介		

「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

●いもち病に理想の複合剤

ヒノラスサイド®

●いもち病の予防・治療効果が高い

® **ヒノザン**

●いもち・穂枯れ・カメムシなどに

® **ヒノバイジット**

●いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに

® **ヒノラスバイバッサ**

●紋枯病に効果の高い

® **モンセレン**

●いもち・穂枯れ・紋枯病などに

® **ヒノラスモンセレン**

●イネミズ・カメムシ・メイチュウに

バイジット

●イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに

バサジット®

●イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに

® **サンサイド**

●イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに

D.S. タイシストンサンサイド

® 粒剤

●さび病・うどんこ病に

® **バイレトン**

●果樹の黒星病・赤星病・灰星病・
野菜のうどんこ病に

® **バイコラル**

●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**

●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**

® は登録商標

●新しい時代のヒエ斉リ登場

® **ヒノクロア粒剤**

●初・中期一発処理除草剤

特選 **ザーク** 粒剤

●初・中期一発処理除草剤

特選 **アクト** 粒剤

●初・中期一発処理除草剤

特選 **シンサン** 粒剤

●中期除草剤

® **クロアSM粒剤**

●バレイシヨ・アス/バラの除草剤

センコル

Bayer 

日本バイエルアグロケム株式会社
東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎ 103

* バイエル農業をお届けして50年、
日本特殊農薬の社名が変りました。



ガス抜きのいらない
殺センチュウ粒剤
キスジノミハムシにも著効!



新発売

●農薬は正しく使いましょう。

ボルテージ[®]粒剤6

【使用方法】

- きゅうり、トマトのネコブセンチュウ防除には播種前または定植前に土壌に全面散布して土壌混和する。
 - だいこんのネグサレセンチュウ防除には播種前に土壌に全面散布して土壌混和する。
- キスジノミハムシの防除には播溝処理して土壌混和する。

武田薬品工業株式会社
アグロ事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

特集：シロイチモジヨトウ〔1〕

シロイチモジヨトウの生態と被害発生

農林水産省野菜・茶業試験場 かわ い あきら
河 合 章

はじめに

シロイチモジヨトウ (*Spodoptera exigua* (HUBNER)) は、東南アジア、中国、ヨーロッパ、アフリカ、北アメリカ等の亜熱帯から温帯にかけて広く分布しており、テンサイ、ワタ等多くの作物を加害する重要害虫である。英名の Beet Armyworm もこれに由来する。

わが国では、1960 年ごろに九州を中心にテンサイで一時間問題となった（糸賀ら、1960；吉村、1961）が、その後大きな問題となることはなかった。しかし、1980 年代に入って、鹿児島県桜島、高知県土佐市などのネギで被害が目立つようになり、その後、発生は急速に拡大した。1990 年 10 月の植物防疫課の調査では、発生地域は 27 府県に及び、発生面積も 5,030 ha に達している。本種は齢が進むにつれて薬剤の効果が急激に下がるが、多くの薬剤に対する感受性の低下もみられており（高井、1988 b）、現在では西日本全域においてきわめて重要な害虫であり、被害作物も野菜・花きを中心にきわめて広範囲に及んでいる。

ここでは、野菜・花きにおける本種の生態及び被害に関して、これまでに得られた知見を述べ、今後の問題点を整理したい。

I 発育と産卵

本種における温度と発育の関係を表-1 に示した。各ステージとも高温区では発育がきわめて早く、低温区ではきわめて遅い。産卵から羽化までは、30°C では 16 日であるのに対し、16°C では約 7 倍の 116 日を要する。発育零点は各ステージとも 14°C 前後であり、同属のハスモンヨトウ (*S. litura* F.) の 9~12°C（岡本・岡田、1968；MIYASHITA, 1971）に比べ高い。生存率は 30°C までは高温区ほど高い（堀切・牧野、1986）。16°C では蛹化異常や羽化異常が出現し（高井、1988 a）、15°C では蛹化率はきわめて低く、羽化はみられない（堀切・牧野、1986 a）など、発育零点よりやや高い温度での生存率はきわめて低い。

成虫は 20~30°C では羽化後 2 日前後で産卵を開始し、その後約 1 週間で約 1,000 卵を産み、羽化後、水のみ

表-1 飼育温度とシロイチモジヨトウの発育（高井、1988a）

飼育温度 (°C)	卵期間 (日)	幼虫期間 (日)	蛹期間 (日)	(卵~成虫)期間 (日)
16.0	14.2	67.7	33.6	115.5
20.5	5.4	23.3	13.6	42.3
25.5	3.0	13.3	7.1	23.4
30.0	2.0	9.3	5.1	16.4
発育零点(°C)	14.0	13.9	13.9	14.1
有効積算温度(日度)	32.5	150.0	81.2	254.4

接取でもかなりの産卵がみられる（高井、1988 a）。

II 発消長と越冬

本種はネギでは幼虫が葉内に食入するため見取り調査が困難であるが、他の作物でも低密度時の見取り調査には多大な労力を要する。一方、MITCHELL et al. (1983) によって本種の性フェロモン成分が明らかにされており、本種の発消長にフェロモントラップを使うことができる。

鹿児島県におけるフェロモントラップへの誘殺消長を図-1 に示した。冬期にも少数の誘殺が認められるが、誘殺が増加するのは 5 月以後であり、夏から秋にかけて最大のピークを形成する。有効積算温度から計算すると本種は年間 5 世代前後を経過すると考えられるが、誘殺消長もそれを支持している。他の地域での誘殺消長も、基本的パターンは、ほぼ同様である。

鹿児島県のネギ圃場での越冬経過を図-2 に示した。密度は 12 月から 1 月にかけて急激に低下し、その後はゆるやかに減少した。越冬前には若齢幼虫から終齢幼虫までみられたのが、徐々に若齢幼虫の割合が減少し、厳冬期には老齢幼虫のみとなった。本種の幼虫に休眠はない（FYE and CARRANZA, 1973）。また、降雪中で周辺が結水している環境下でも、本種がネギの葉を食害しているのが確認されており（今井・久保、1988）、耐寒性はかなり強いものと考えられる。これらのことから、本種は圃場内で発育を続けながら老齢幼虫ないし蛹で越冬しているものと考えられる。

III 被害作物

本種は 1960 年代には主にテンサイで、1980 年代前半

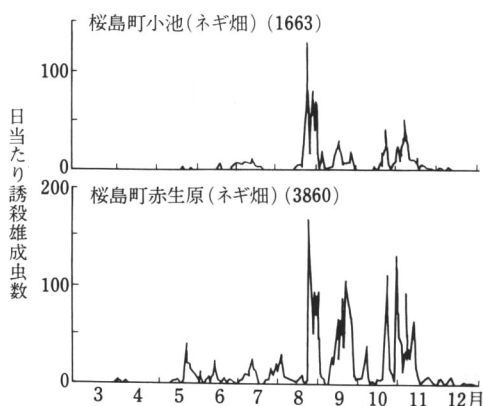


図-1 鹿児島県におけるシロイチモジヨトウのフェロモントラップでの誘殺消長 (1986) (堀切ら, 1987)
() 内は年間誘殺数

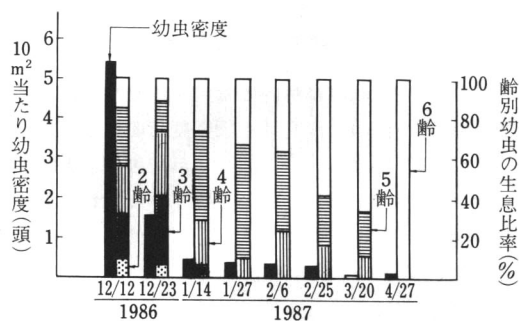


図-2 冬期におけるシロイチモジヨトウの密度と齢構成の変動 (堀切・牧野, 1987)

には主にネギで問題となったが、その後、被害地域の拡大とともに加害作物も増加した。1990年度までに国内で加害作物は26科64種であり、海外で確認されたものを含めると40科121種に及ぶ(九州農試害虫行動研)。これらのうち、わが国で特に被害の激しい作物は、ネギ、ホウレンソウ等の軟弱野菜類、エンドウと、カーネーション、シュッコンカスミソウ等の花き類である。外国では、テンサイ、ワタの重要な害虫であるとともに、カンキツ (ATKINS, 1960)、トマト (ZALOM et al., 1986)、キャベツ (CARTWRIGHT et al., 1987) 等でも問題となっており、今後注意を要する。

堀切 (1986) は16種の植物で、高井 (1988a) は5種の植物で本種の飼育を試みた。生育期間、蛹重は作物により異なったが、イネを除くすべての作物で成虫までの飼育が可能であった。このことも本種の寄主範囲の広さを示している。

草丈46cmの株に接種した場合

草丈61cmの株に接種した場合

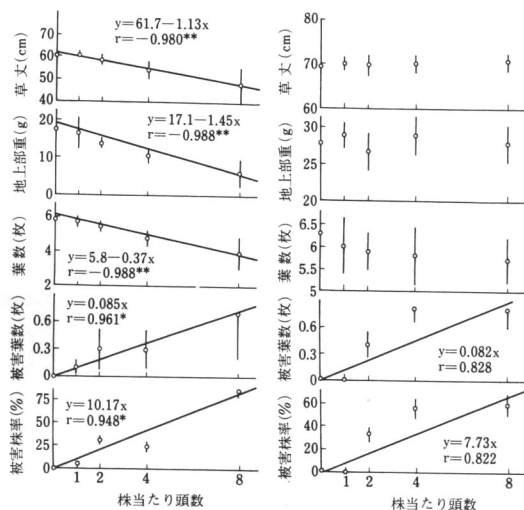


図-3 ネギにおけるシロイチモジヨトウの密度と被害との関係 (河合ら, 未発表)

ネギでは、ふ化後、幼虫が葉身内に食入し、内部の葉肉を外皮を残して食害するため、葉身は外皮が白い皮となつて残る。ホウレンソウでは、幼虫が葉をつづりあわせて内側から食害する。若齢期は芯部の未展開葉を食害するため芯止まりとなる。エンドウでは、芯部やさやを食害する。カーネーション、シュッコンカスミソウ等の花き類では、芯葉をつづりあわせて、生長点部分を内側から食害する。また、蕾の内部も食害する。このように、本種の加害部位は作物により異なるが、狭い場所に潜り込んだり、狭い場所がない場合は自分で作り出して、その内部から食害する場合が多い。

IV 被害解析

ネギにおける本種の密度と被害との関係が、ポット植えの株への中齢幼虫の接種で検討されている (河合ら・未発表)。接種時の株の大きさにかかわらず、被害葉数、被害株率は接種密度に比例して増加した。被害株率を10%以下とするための被害許容密度は株当たり中齢幼虫で約1頭であった。これに対し、草丈、地上部重、葉数は、接種時の株が小さいときは密度に比例して減少したが、接種時の株が大きいときは密度にかかわらず一定であった。草丈46cmの株で、地上部重の10%減少に対する被害許容密度は、株当たり中齢幼虫で1.2頭であった。

このことから、葉ネギ、小ネギのように緑色部を出荷する栽培ではきわめて低密度で被害が問題となるが、根深ネギのように白色部を出荷する栽培では、ある程度の

密度までは被害が許容できるものと考えられる。この試験は中齢幼虫を接種したものであるから、今後、圃場条件下で卵塊接種による検討が必要である。

アメリカでは、加工用トマト (ZALOM et al., 1986)、キャベツ (CARTWRIGHT et al., 1987) での本種の被害解析試験が行われている。

V 圃 場 内 分 布

卵は、十数卵から数十卵の卵塊として産下される。産卵場所は、キク、トマト、ガーベラ、ゼラニウムで調べられているが (SMITS et al., 1986)、どの作物でも、大部分の卵塊が地表面から 10 cm 以内にみられた。また、大部分は葉の裏面に産まれており、葉の表面には少なく、

茎、花、果実にはさらに少なかった(表-4)。また、キクでは大きな株より小さな株に産卵が多かった。同様な結果は、模擬植物とエンドウでも得られており (矢野, 1990)、模擬植物では下位葉に、エンドウでは地表面のマルチ及び下位葉に卵塊が多かった。これらのことから、本種は地表面に近い部分を好んで産卵し、人工物にも産卵するものと考えられる。

株間 10 cm で 5 本植えとしたネギ圃場内での幼虫の分布が、株単位、植え穴単位で検討されている (河合ら, 未発表)。 α (基本集合度示数) は、株単位でみても植え穴単位でみても、齢が進むにつれて低下し、老齢幼虫ではほぼ 0 となった。卵塊で産まれた卵が徐々に分散し、老齢幼虫では個体を単位として分布しているものと考え

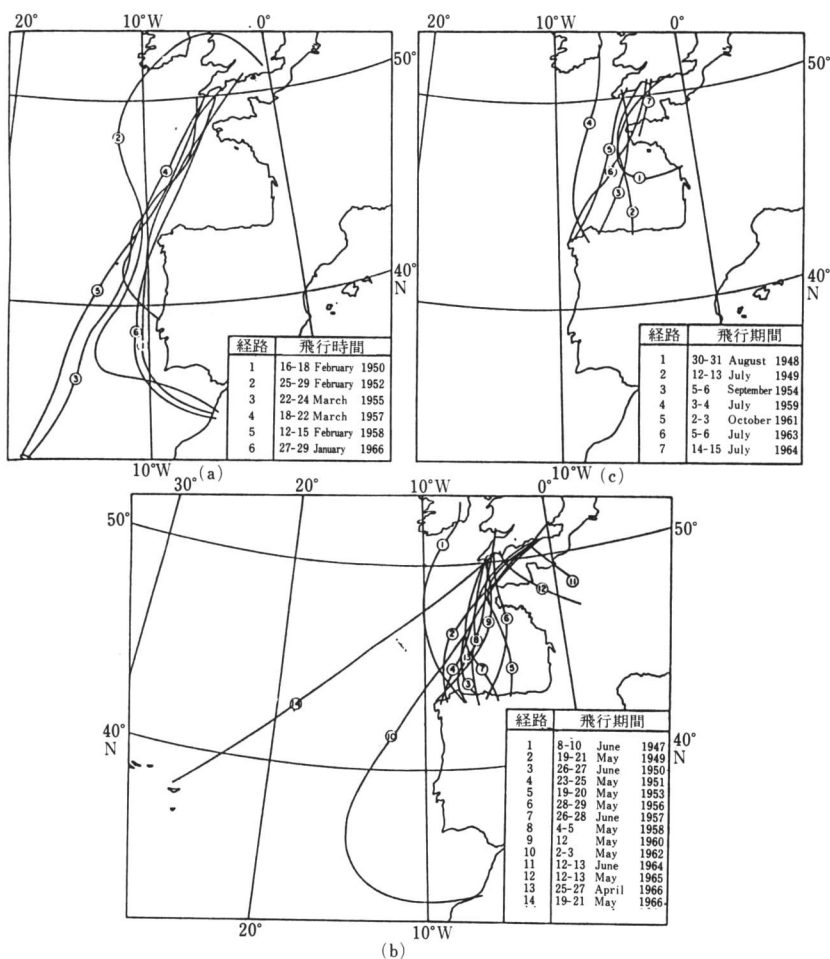


図-4 イギリスに飛来したシロイチモジヨトウから推定された移動経路 (FRENCH, 1969)

(a) 1~3 月, (b) 4~6 月, (c) 7~10 月

られる。株単位でみた 1 齢幼虫の α は 2.38 と卵塊サイズに比べきわめて小さく、ふ化幼虫が葉の内部に食入する場合に、葉が接している他の株にも食入しているものと考えられる。 β (密度集中度係数) も、株単位でみても植え穴単位でみても、齢が進むにつれて徐々に低下したが、終齢幼虫でも 1 より大きく、分布は集中的であった。

ネギにおいて、幼虫のうち、葉の内部にいる幼虫の割合は、1 齢から 3 齢幼虫では 90% 以上で、その割合は 2 齢幼虫で最も高く、その後は齢が進むにつれて低下した。この試験では土壤中を調査していないため、老齢幼虫については過大評価となっている可能性もあるが、老齢幼虫でも内部にいる割合は高かった。また、1 齢幼虫も大部分が株の中におり、ふ化直後から葉の内部に食入するものと考えられる。また、若齢幼虫時には株の大きさの影響は小さいが、中齢以後は株が小さい場合は外部にいる割合が高くなった (河合ら、未発表)。

セルリーでは若齢幼虫は地上部で葉を食害するが、老齢幼虫は地表に近い部分におり、そこを食害する (JONES and GRANETT, 1982)。老齢幼虫が、光に対し強い負の走行性をもつことが、この分布の違いをもたらす (GRISWOLD and TRUMBLE, 1985)。

VI 長 距 離 移 動

本種はヨーロッパでは長距離移動を行う昆虫として有名である。イギリスには本種は定着しておらず、通常年は海外から少数の個体が飛来するが、1962 年には大量の成虫が南部イングランドに飛来した。大量の飛来がみられた 5 月 6 日以前の気象条件の解析から、この成虫は北アフリカから飛来したものと推定された。そこで、過去の飛来記録を解析したところ、冬期には主に北アフリカから、夏期には主にスペインから飛来してきたものと考えられた (図-4)。同様な飛来は数年に一回の割合で認められている。また、オランダ、フィンランド、デンマークでも、長距離移動したと考えられる成虫の集団飛来がみられる。

また、南方定点観測船上での捕獲記録もあり (朝比奈・鶴岡, 1970), 奥・小林 (1978) は東アジアから北日本への長距離移動の可能性を示唆しているが、わが国での発生に関連した長距離移動の存否については不明な点が多い。

お わ り に

シロイチモジヨトウは従来からテンサイ、ワタの重要害虫であったが、野菜・花きでの発生が問題になったのは近年であるため、野菜・花きにおける生態に関する研究は十分ではなく、とりわけ、本種の個体群動態に関する研究はほとんどない。圃場内外における個体数変動及びそれに関与する要因の数量的評価を行う必要がある。また、本種は多くの野菜・花き類を加害し、作物により被害の様相が異なる。それぞれの作物における被害解析に基づき、被害許容密度を設定する必要がある。

本種の防除に関しては、性フェロモンによる交信かく乱法が有効なことが示されており、これを中心とした総合防除体系の確立が望まれる。その確立のためには、生態の解明が不可欠であり、今後の研究の進展が望まれる。

引 用 文 献

- 1) 朝比奈正二郎・鶴岡保明 (1970) : 昆虫 38 : 318~330.
- 2) ATKINS, Jr. E. L. (1960) : J. Econ. Entomol. 53 : 616~619.
- 3) CARTWRIGHT, B. et al. (1987) : ibid. 80 : 175~181.
- 4) FRENCH, R. A. (1969) : J. Anim. Ecol. 38 : 199~210.
- 5) FYE, R. E. and R. L. CARRANZA (1973) : J. Econ. Entomol. 66 : 657~659.
- 6) GRISWOLD, M. J. and J. T. TRUMBLE (1985) : Environ. Entomol. 14 : 650~653.
- 7) 堀切正俊 (1986) : 植物防疫 40 : 472~475.
- 8) ———・牧野 晋 (1986) : 九病虫研会報 32 : 148~149.
- 9) ——— (1987) : 農薬研究 34(1) : 31~47.
- 10) ———ら (1987) : 九病虫研会報 33 : 145~146.
- 11) 今井國貴・久保 清 (1988) : 今月の農業 33(6) : 40~45.
- 12) 糸賀繁人ら (1960) : 九病虫研会報 6 : 35~36.
- 13) JONES, D. and J. GRANETT (1982) : J. Econ. Entomol. 75 : 449~453.
- 14) MITCHELL, E. R. et al. (1983) : J. Chem. Ecol. 9 : 95~104.
- 15) MIYASHITA, K. (1971) : Appl. Ent. Zool. 6 : 109~115.
- 16) 岡本大二郎・岡田齊夫 (1968) : 中国農試研報 E2 : 111~141.
- 17) 奥 俊夫・小林 尚 (1978) : 東北農試研報 58 : 97~209.
- 18) SMITS, P. H. et al. (1986) : Environ. Entomol. 15 : 1189~1191.
- 19) 高井幹夫 (1988 a) : 高知農林研報 20 : 1~6.
- 20) ——— (1988 b) : 同上 20 : 7~10.
- 21) 吉村清一郎 (1961) : 九州農業研究 23 : 93~96.
- 22) 矢野貞彦 (1990) : 関西病虫研報 32 : 60.
- 23) ZALOM, F. G. et al. (1986) : J. Econ. Entomol. 79 : 822~826.

特集：シロイチモジヨトウ〔2〕

予察灯データにみるシロイチモジヨトウの発生経緯

香川県病害虫防除所

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所

農林水産省九州農業試験場

みや
宮
わか
若
わた
渡

した
下
むら
村
な
邊

たけ
武
さだ
定
とも
朋

のり
則
お
男
なり
也

シロイチモジヨトウはlesser armyworm, beet armyworm, pigweed armywormなどの俗称で知られ、熱帯から温帯にかけて多くの植物を加害する世界的な食葉性害虫である。国内では、1983年ごろから高知県や鹿児島県のネギ産地を中心に被害が目立つようになり（堀切，1986；高井，1989），その後西日本を中心に、関東、東海、北陸、山陰地方にも被害が拡大している。しかし、それ以前は、ほぼ全国にわたって分布するとされてはいたものの、被害の発生はきわめて少なかった（堀切，1986）。国内において、本種がマイナー害虫から重要害虫となった経過を明らかにすることは、今後の防除を考えるうえでも重要なことであろう。今回は、発生予察用に設置された予察灯における誘殺消長にみられる本種の発生の変遷について、四国での状況を中心に取りまとめた。本文に先立ち、貴重なデータとご助言をいただいた徳島県農業試験場の喜田直康氏、徳島地方病害虫防除所の野口義弘氏、鹿児島県農業試験場の末永 博氏、香川県農業試験場の青木敏氏、渡邊文夫氏、本種の分布に関する文献についてご教示いただいた横浜植物防疫所の真崎 誠氏並びに本稿をご校閲いただいた蚕糸・昆虫農業技術研究所の小山重郎博士に心から感謝の意を表する。

I 香川県の予察灯における誘殺消長

香川県では、野菜病害虫発生予察実験事業の実施に伴い設置された予察灯（光源：100 W 高圧水銀灯）における、1976年からの本種の誘殺データが残っている。この予察灯は香川県高松市の県農業試験場構内に設置されており、周辺の栽培作物はイネが中心であるが、1982年ごろからは水田転換ダイズも栽培されている。

図-1は半旬合計誘殺虫数の年次の推移を示している。経年的にみていくと、1976年から82年までは全く誘殺されないか、誘殺されても虫数や回数が少ない年が続いている。1977年は例外的に9月上旬の誘殺数が多いが、

誘殺は突発的で誘殺回数も少ない。1983年から85年までは誘殺数が多く、8月から10月にかけて連続して誘殺される年が続いている。また、1982年については4月から10月までのデータが欠落していたが、11月に誘殺がみられた点がそれまで9年と異なり1984年と似ている。1986年以降は減少に転じ、1986、87年は8月以降やや頻繁に誘殺されてはいるものの、誘殺数は少なくなり、1988年は誘殺数ゼロ、89年もごく少数の散発的な発生に終わった。しかし、1990年には再び誘殺数が増加に転じている。

一方、香川県農試圃場における本種の発見事例は1990年のダイズ上での1卵塊（青木，私信）にとどまっている。

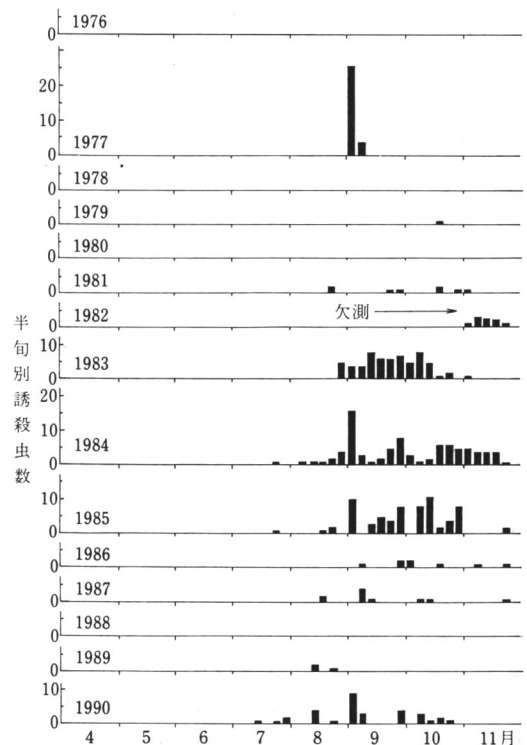


図-1 シロイチモジヨトウ半旬別誘殺数の年次の推移
（香川県高松市，100 W 高圧水銀灯）

Light-Trap Capture Profiles of the Beet Armyworm *Spodoptera exigua* (HÜBNER) in Kagawa and Tokushima Prefectures. By Takenori MIYASHITA, Sadao WAKAMURA and Tomonari WATANABE

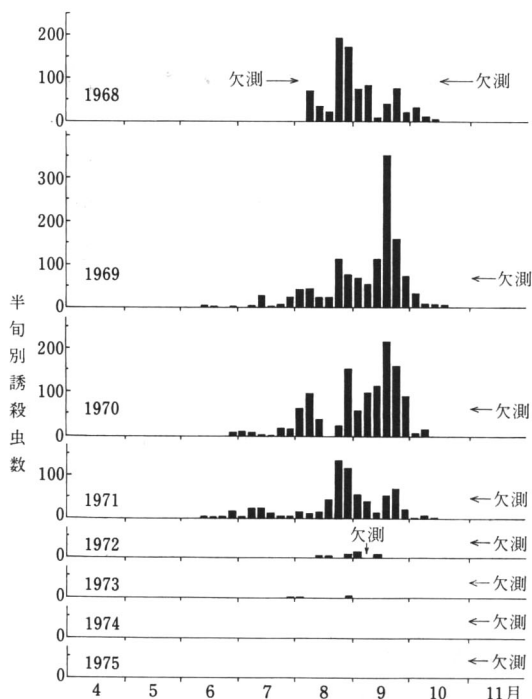


図-2 シロイチモジヨトウ半旬別誘殺数の年次的推移
(徳島県鳴門市, 60 w 白熱灯)

る。また、県内における幼虫の発生確認は1986年9月のダイズ(若村ら, 1987)が最初で、その後1988年3月には施設栽培トルコキキョウ(1農家)で、1990年には複数の地域のキク、カーネーションなどで確認された。1983年から85年にかけては誘殺数が多いにもかかわらず幼虫が発見されていないが、本種が害虫として認識されていなかったために、ハスモンヨトウなどによる被害と誤認していた可能性もある。

予察灯での誘殺消長と周辺での発消長との関係は現在のところ不明確ではあるが、国内での発生経過に目を向けると、誘殺消長に明らかな変化が起こった1982年ごろが、高知県や鹿児島県で本種の被害が問題となり始めた時期とほぼ一致している点が注目される。70年代末から80年代当初は、水田利用再編対策の一環として、本種の寄主であるダイズの栽培が急速に広がった時期にあたるが、ダイズの食葉性鱗翅目害虫の地位は現在も同属のハスモンヨトウが独占しており、このことがシロイチモジヨトウの害虫化に決定的な影響を与えたとは考えにくい。しかし、本種にとっては寄主植物の栽培面積が急激に増えたことになるので、個体群を安定的に維持するうえでプラスになった可能性はある。



図-3 1976~81年の誘殺日の前後に四国に接近した台風のコース

- ①1979年16号, ②1981年15号, ③1981年22号,
④1981年24号

II 徳島県の予察灯における誘殺消長と発生

徳島県では、野菜病虫害発生予察実験事業の実施に伴う1968年から75年までの誘殺データが存在する(図-3; 徳島農試, 1969; 徳島農試, 1970~1976)。設置場所は鳴門市のネギ産地内で、圃場での発生調査も平行して行われている。これによれば、本種は調査が開始された1968年には既に発生しており、1971年までは誘殺数も多かったが、それ以降減少し始め、1975年には全く誘殺されなくなっている。これに伴い、圃場での幼虫の発生も減少し、1975年には発見されていない。

野口(私信)によれば、1967年ごろから発生が多くなったが、このときには有機リン剤などに対する感受性が高く(表-1)、防除の実施により密度は低下した。1975年ごろからは幼虫被害がほとんどみられなくなっていたが、80年代になって再び発生が多くなり、今度は薬剤感受性がきわめて低いという。一方、高井(1988)は本種に対する各種薬剤の効果を検討し、3~5齢幼虫の感受性はきわめて低いと報告している。

表-1 シロイチモジヨトウ幼虫の防除試験結果(徳島県鳴門市, 1970年)

供試薬剤	有効成分 含有量(%)	希釈倍数	24時間後 死虫率(%)
サリチオン乳剤	25	1,000	93
E P N乳剤	45	1,000	90
メソミル水溶剤	45	1,000	88
無散布			1

昭和45年度徳島農試試験研究成績概要から抜粋
ネギ圃場での散布試験, 散布月日10月3日

この事例は, 80年代以前にも1回本種が定着しネギでの被害が多発していたものが一度は終息したこと, 薬剤感受性が1982年以降発生しているものとはまったく異なっていたことを示している。

III 長距離移動の可能性

本種は海外では長距離移動することが知られている。HURST (1969) は, 上層気流の流跡線解析から, 本種がイベリア半島またはモロッコ付近からイギリス南部へ飛来侵入し, 飛来量が多い場合にその年限りの定着をすると主張している。さらに, MIKKOLA and SALMENSUU (1965) は, 北緯 44° 以北のヨーロッパでは越冬が不可能で, 中央アジアからフィンランドやデンマークへ突発的に飛来するとしている。

わが国における本種の長距離移動に関する研究は見当たらないが, 朝比奈・鶴岡 (1970) は, 1968 年の南方定点観測船上で本種成虫を採集している。林 (1990) は, 発生地域から 35 km ほど離れた場所に設置されたフェロモントラップでも, 誘殺ピークが一致することから, 本種の移動の可能性を示している。また, 高井 (1987) は, ネギ産地で発生を始めて数年しか経過していない本種が広範囲の薬剤に高度の抵抗性を有することから, 抵抗性個体群の移入の可能性も否定できないとしている。

そこで, 国内において本種の発生が1982年ごろから急速に拡大した原因の一つとして, 薬剤抵抗性個体群の海外からの飛来の可能性について検討した。もう一度, 香川県の予察灯での誘殺消長をみると, 1983~85年はまとまった量が連続して誘殺されており(1982年も11月の誘殺から同様であった可能性が高い), 特に1984年と85年の誘殺消長は8月下旬~9月初旬, 9月下旬, 10月~11月の誘殺ピークを形成し, 7月下旬にも誘殺されている。有効積算温度からは, これ以前にもう1世代の経過が予想される。これは, 堀切 (1986), 河合 (1990) が推定した年間経過世代数5世代と一致していることから, 少なくとも1982~85年には香川県内で定着していた可能性

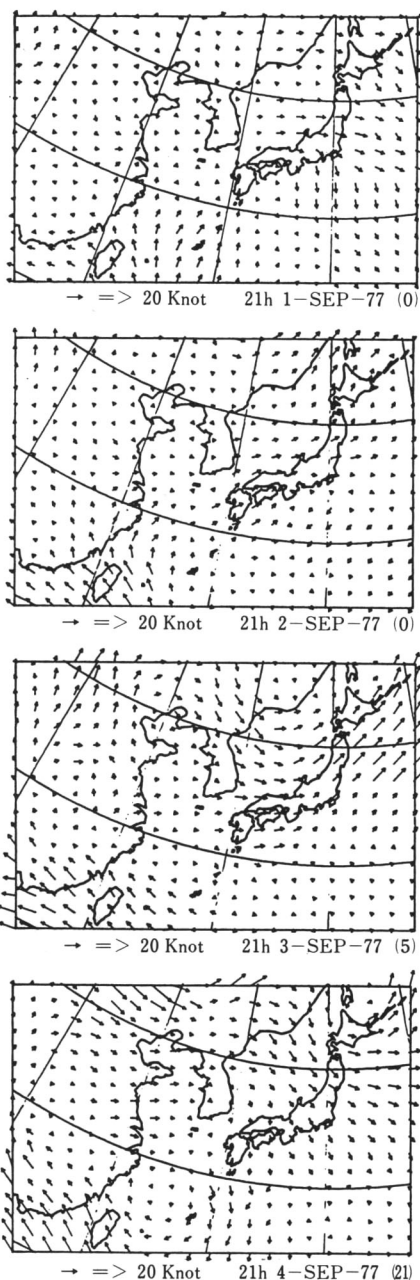


図-4 渡邊ら (1988) を利用した 1977 年 9 月 1 日から 4 日までの 21:00 時点の 700 mb 面の気流状態の推定結果 (() 内の数値は誘殺虫数)

が高い。しかし, 1981 年以前は, 誘殺数が少なく散発的である。このような誘殺消長は, 海外飛来がほぼ確実視されているイギリスでの少・中発生年の誘殺消長と類似している (FRENCH, 1969)。

そこで, 誘殺日前後の気象条件を調査してみた。する

と、1981 年以前の誘殺日 10 日のうち 8 日については、誘殺日の前後に低気圧(台風)または前線が四国付近を通過していることがわかった(ただし、台風については最接近日と誘殺日の間に 2 日間程度のズレがある場合を含む)。また、誘殺日前後に四国に接近した台風は、すべてフィリピン北東沖を通過した後四国沖を北西に進むコースをたどっていた(図-3)。一方、連続的な誘殺がみられるようになった 1983 年以降は、誘殺と特異的な気象条件との間に一定の関係を検出するのは困難であった(1989 年まで検討)ことから、この期間の誘殺は低気圧や前線の通過によって引き起こされる気象条件の影響を受けたとは考えられなかった。しかし、それ以前、特に 1977 年の誘殺は、9 月 3 日(5 頭)、4 日(21 頭)、6 日(4 頭)に限られており誘殺数も多いことから、周辺で発生した虫がこの時期にだけ誘殺されたとは考えにくい。この時期には山陰沖の寒冷前線が 3 日に南下して四国を通過しており、これに伴う気流に乗って 3 日から 4 日にかけて遠距離から飛来してきた可能性が考えられる。そこで、「高層天気図を利用したウンカ類の飛来予測のためのコンピュータ・プログラム」(渡邊ら、1988)を用いて、シロイチモジヨトウが誘殺された日の 700 mb 及び 850 mb 面の気流の状態を推定したが、ウンカ類の大量飛来をもたらすような中国方面からの強い気流の存在は示されなかった。しかし、朝鮮半島方面から西日本に流れ込む気流の存在が示された(図-4)。同様の解析を 1981 年以前の誘殺日のすべてについて行った結果、8 日のうち 5 日について同様な気流の存在(強さはより強いものが多かった)が示された。

本種のアジアにおける分布域は西南アジア、東南アジア、インドとされている(Distribution map)ものの、江口(1926)は、本種は朝鮮における最も重要なテンサイ害虫であるとしているので、朝鮮半島が飛来源として想定されなくはない。

薬剤抵抗性個体群の飛来により急速な害虫化が起こったという考えは、現在のところまったくの仮説にすぎないが、上記のように誘殺日前後の気象条件に特徴的な部分が多いので、さらに解析作業を進める計画である。

お わ り に

以上、予察灯の誘殺消長にみられるシロイチモジヨトウの発生の変化と害虫化の状況との関係について取り上げ、長距離移動の可能性についても検討を加えた。本種が害虫として認識されていなかった当時のことでもあり、十分な検討ができなかった。今後の研究に期待したい。香川県農業試験場では、野菜病害虫発生予察実験事業を担当した故 小坂和彦氏が、対象害虫以外の種についても精力的な調査を継続されていたことにより今回の検討が可能となった。氏の功績に敬意を表するとともに、ヨーロッパにみられるような昆虫の発生に関する基礎的かつ継続的な調査の積み重ねが、本種のような害虫の発生の変動要因を明らかにするうえでいかに重要であるかを強く認識させられた。

引 用 文 献

- 1) 朝比奈正二郎・鶴岡保明(1970): 昆虫 38: 318~330.
- 2) 江口 貢(1926): 朝鮮動業模範農場彙報 3: 257~263.
- 3) FRENCH, R. A. (1969): J. Anim. Ecol. 38: 199~210.
- 4) 林 英明(1990): 今月の農業 34(11): 26~35.
- 5) 堀切正俊(1986): 植物防疫 40: 472~475.
- 6) HURST, G. W. (1969): Quart. J. Roy. Meteorol. Sci. 95: 435~439.
- 7) 河合 章(1990): 平成 2 年度野菜病害虫防除研究会現地検討会講要 pp. 16~24.
- 8) MIKKOLA, K. and P. SALMENSUU (1965): Ann. Zool. Fenn. 2: 124~139.
- 9) 高井幹夫(1987): 農業研究 31(1): 23~30.
- 10) ———(1988): 高知農林研報 20: 7~10.
- 11) ———(1989): 植物防疫 43: 315~318.
- 12) 徳島農試(1969): 昭和 43 年度虫害に関する試験成績書
- 13) ———(1970~1976): 徳島県野菜病害虫発生予察実験事業成績書(昭和 44~50 年度).
- 14) 若村定男ら(1987): 四国植防 22: 95~97.
- 15) 渡邊朋也ら(1988): 応動昆 32: 82~85.

人 事 消 息

(4 月 16 日付)

池田俊彌氏(森林総研森林生物部森林動物科昆虫生理研究室長)は熱研センター調査情報部研究技術情報官に(4 月 19 日付)

松本聡子氏(生物研企画連絡室連絡科)は生物研遺伝資源第一部微生物探索評価チーム併任に

石川隆之氏(生物研企画連絡室連絡科)は生物研機能開

発部化学耐性研究室併任に

大泰司 誠氏(野茶試茶栽培部付派遣職員)は 4 月 11 日付で野茶試茶栽培部虫害研究室主研・派遣復帰となり 5 月 1 日付で四国農試生産環境部虫害研究室主研に

九州農試は 4 月 16 日付で熊本県西合志地区が本場となった。

特集：シロイチモジヨトウ〔3〕

シロイチモジヨトウの薬剤抵抗性

高知県農業技術センター ^{たか}高 ^い井 ^{みき}幹 ^お夫

はじめに

1980年以前のわが国におけるシロイチモジヨトウの発生はきわめて局地的かつ散発的であり、被害が問題になることはほとんどなかった。そのため、最近までわが国での本種に関する研究はほとんど行われていない。しかし、1980年代前半以降、西日本のネギ、キヌサヤエンドウ栽培地帯などを中心に恒常的に発生がみられ始め、しかも防除が非常に困難なことから、にわかにその存在が目されるようになった。

ここ数年、本種の既発生県において各種殺虫剤による防除試験が実施されてきたが、今のところ卓効を示すものはきわめて少ない。このように薬剤の効果が低い原因として、本種幼虫の生態的特性（例えば、ネギではふ化後短時間内に葉内に食入するため薬剤に接触しにくいなど）とともに薬剤に対して感受性の低いことが指摘されている（高井，1988）。

本種の薬剤抵抗性について論ずるにはきわめて資料が乏しいが、これまでに得られている成果、あるいは外国での報告例をもとにその概要を紹介したい。

なお、本種の薬剤に対する感受性低下については、本誌43巻6号（1989）で既に一部紹介済みである。データの重複を避けるため、前回紹介したデータについてはできるだけ削除したが、一部説明上必要なデータは加筆して記載した。本誌43巻6号と合わせて読んでいただければ幸いである。

本文に入るに先立ち、防除、殺虫試験データの使用をお許し下さった徳島県農業試験場病虫科の酒井 勇夫 科長並びに元高知県南国病虫害防除所所長の松崎 征美氏に厚くお礼を申し上げる。

I 圃場試験結果からみた薬剤感受性の変化

本種は1980年以前にも突発的に発生していたが、薬剤による防除試験例はきわめて少ない。少々乱暴ではあるが、1980年以前と最近の防除試験結果を比較することで、ある程度薬剤に対する感受性の変化を類推できるのではないと思われる。

1980年以前の防除試験データとして1970年に徳島県で行われたものがある（表-1）。幼虫の齢構成など詳細は不明であるが、地表面に落下した死亡虫を確認していることから、3齢以上の中・老齢幼虫がかなりいたと推察される。そのような条件下でも各薬剤の殺虫率は相当高い値を示しており、当時は本種の薬剤に対する感受性はかなり高かったと考えられる。これに対し、1987年高知県で行われた2・3齢幼虫を対象にした防除試験ではいずれの薬剤とも効果は非常に低い（表-2）。両県で行われた防除試験で共通した薬剤はメソミルだけであるが、作物が同じネギであるにもかかわらず、1987年の防除効果は1970年に比べて著しく低い。

また、アメリカにおけるワタでの防除試験例であるが、WENE and SHEETS（1961）はDEP、DURANT（1979）はフェンバレート、アセフェート、メソミルなどの効果が高かったことを報告しており、これらの薬剤に対する本種の感受性はもともと高かったと考えられる。しかし、本誌43巻6号で紹介したように、DEPの効果は1齢幼虫に対しても全く認められないし、メソミル、フェンバレートを含む薬剤についても3齢幼虫に対する効果は著しく低く、これらの薬剤で実用的な防除効果を上げることはほとんどできない状況にある。

以上のように、現在本種の薬剤感受性は圃場における防除効果からみても相当低いことは明らかである。

表-1 各種薬剤の幼虫に対する防除効果（徳島農試，1970；昭和46年度四国地域ブロック会議資料）

供試薬剤	稀釈濃度	葉上		地表		合計		死虫率（％）
		生存虫数	死亡虫数	生存虫数	死亡虫数	生存虫数	死亡虫数	
MBCP 乳剤	1,000	22	34	3	182	25	216	89.6
サリチオン乳剤	1,000	5	18	2	79	7	97	93.3
EPN 乳剤	1,000	10	19	21	273	31	292	90.4
イオキシチオン乳剤	1,000	17	16	0	157	17	173	91.1
CYAP 乳剤	1,000	62	15	6	88	68	103	60.2
メソミル水和剤	1,000	22	32	3	136	25	168	87.0
無散布	—	45	1	27	0	72	1	1.4

虫数は2ブロック（1ブロック0.25m²）の合計値。

死虫率は処理1日後調査

作物：ネギ

表-2 2, 3 齢幼虫に対する各種薬剤の効果 (1987)

供試薬剤	稀釈濃度	散布前			散布 3 日後				散布 10 日後			
		2 齢	3 齢	計	2 齢	3 齢	4 齢	計	3 齢	4 齢	5 齢	計
メソミル水和剤	1,000	147.0	25.5	172.5	26.5	76.5	2.0	105.0 (61.6)	30.0	29.5	2.5	62.0 (72.7)
ベルメトリン乳剤	2,000	108.0	26.5	134.5	13.5	74.0	11.0	98.5 (74.1)	4.0	18.5	14.5	37.0 (55.9)
シベルメトリン乳剤	1,000	105.0	19.5	124.5	14.5	58.0	4.0	76.5 (62.2)	7.0	10.0	8.0	25.0 (40.6)
シハロトリン水和剤	2,000	109.5	10.0	119.5	16.0	100.0	1.0	117.0 (99.1)	13.5	29.5	13.5	56.5 (95.4)
フルシトリネート乳剤	1,000	56.5	6.0	62.5	6.0	38.0	1.5	45.5 (73.7)	2.0	10.5	12.0	24.5 (79.3)
無処理	—	122.5	7.0	129.5	17.5	107.5	3.0	128.0 (100)	15.5	33.0	15.5	64.0 (100)

幼虫数は 10 株当たり, () 内は補正密度指数。

作物: ネギ

II 虫体・食餌浸漬法による薬剤感受性の検出

1 齢幼虫の薬剤感受性は比較的高く (本誌 43 巻 6 号参照), 現在でもふ化幼虫を対象に防除を行えば, 多くの薬剤で高い効果が得られる。しかし, 2・3 齢期以降になると様相は大きく異なる。1980 年代前半以降, 既発生県で実施されてきた虫体あるいは食餌浸漬法による殺虫試験結果を検討すると, 薬剤の効力が急速に低下している様子がうかがわれる。

高知県で本種の発生が問題になり始めた翌年に当たる 1984 年に行った室内試験の結果を表-3 に示した。本試験ではメソミルの効果が若干低いものの, 他の薬剤の殺虫率はいずれも高い値を示している。同じく 1984 年, 鹿児島県で行われた殺虫試験でもサリチオン, ペルメトリンの効果が高かったことを認めている (昭和 61 年度野菜病害虫防除研究会現地検討会資料)。さらに, 1988 年兵庫県で行われた検定においても各種ピレスロイド剤, サリチオンに対する感受性は比較的高かったことが報告されている (今井・久保, 1988)。しかしながら, いずれの県でも数年後にはこれら薬剤の効力低下が顕在化している。その一例として, 高知県の場合, 1984 年当時には DEP, プロチオホス, メソミルの殺虫効果は 4 齢幼虫に対しても相当高かった (表-3) が, 2 年後の 1986 年にはこれらの薬剤の効果は 1・3 齢幼虫に対してさえも著しく低い状況になっている (本誌 43 巻 6 号参照)。

1989 年千葉県で行われた検定試験でもシベルメトリン, ペルメトリン, メソミルなどの 3 齢幼虫に対する効力の低いことが示されている (平成 2 年度野菜病害虫防除研究会現地検討会資料)。

表-3 各種薬剤の 4 齢幼虫に対する殺虫効果^{a)} (松崎, 1984 未発表)

供試薬剤	稀釈濃度	供試虫数	生存虫数	死亡 ^{b)} 虫数	死虫 ^{c)} 率	備考
EPN 乳剤	1,000	20	0	20	100	摂食せず
DEP 乳剤	1,000	20	0	20	100	摂食多
プロチオホス乳剤	1,000	20	2	18	90	摂食多
ベンゾエビン乳剤	1,000	20	0	20	100	摂食やや少
メソミル水和剤	1,000	20	4	16	80	摂食多
無散布	1,000	20	14	6	30	摂食多

^{a)}: 虫体, 食餌 (ネギ) 同時浸漬処理

^{b)}: 苦もん虫は死亡虫数に含む

^{c)}: 死虫率は 24 時間後の数値

これらの結果からも, 幼虫の生態的特性だけでなく, 薬剤感受性の低いこと (特に 2 齢幼虫以降) が本種防除を困難にしている大きな原因であることは明らかである。

III 局所施用法による薬剤感受性検定

本法は再現性が高く, 処理量が正確であるため, 薬剤感受性の検定法としては最も精度が高いと考えられ, 異なる検定データとの比較検討が可能である。わが国では感受性系統を得ることが困難であるため, 薬剤感受性がどの程度低下しているかを明らかにすることはできない。そこで, 外国で行われた局所施用法でのデータと比較することで感受性低下の実態を推定せざるを得ない。

COBB and BASS (1975) はカリフォルニアとフロリダの 2 系統の薬剤感受性を 5 齢幼虫を用いて調べている。その結果, カリフォルニア系統に対する EPN と NAC の LD₅₀ 値はそれぞれ 8 $\mu\text{g/g}$, 193 $\mu\text{g/g}$, フロリダ系統に対

する LD_{50} 値はそれぞれ $133 \mu\text{g/g}$, $1,300 \mu\text{g/g}$ であったことを報告している。検定幼虫が5齢であったにもかかわらず、カリフォルニア系統に対する EPN の LD_{50} 値は $8 \mu\text{g/g}$ であり、元来本種の EPN に対する感受性はかなり高いと考えられる。これに対し、1987 年高知県で行った検定では表-4 に示すように5齢幼虫に対する EPN の LD_{50} 値は $103.3 \mu\text{g/g}$, NAC の LD_{50} 値は $917.6 \mu\text{g/g}$ 以上であった。COBB and BASS の行った検定では感受性系統を供試していないためカリフォルニア系統が感受性系統なのかどうか定かではないが、カリフォルニア系統に対する LD_{50} 値と比較しても高知個体群の EPN, NAC に対する感受性はかなり低く、フロリダ系統と同様感受性が低下した個体であると推定される。

なお、高知県内においても産地の違う個体群間で感受性に差が認められている。これは各地域での薬剤使用状況からみて薬剤の使用頻度の差によるものと思われる。(本誌 43 巻 6 号参照)。

ヨトウ類に対して卓効を示すメソミルの効果が虫体浸漬試験で著しく低かったため、局所施用法でメソミルに対する感受性実態を調べた。その結果、表-4 に示すように3齢幼虫に対する LD_{50} 値は $414.1 \mu\text{g/g}$ と高く、虫体浸漬試験の結果を裏づける数値であった。MEINKE and WARE (1978) は、抵抗性判定の基準となる USDA 系統の3齢幼虫に対するメソミルの LD_{50} 値が $20.88 \mu\text{g/g}$ であることを報告している。USDA 系統と比較すると高知個体群のメソミルに対する感受性は約 20 倍低下していることになる。なお、今井・久保 (1988) は兵庫県における2齢幼虫に対するメソミルの LD_{50} 値が $201 \sim 500 \mu\text{g/g}$ の範囲に入ること報告しており、本種のメソミルに対する感受性は広い範囲にわたって低下しているものと推定される。

お わ り に

シロイチモジヨトウの発生は1980年以前はきわめて散発的であったが、1980年代前半からは恒常的になっており、しかも西日本を中心に徐々に拡大する傾向にある。1980年以前の発生が散発的に終わった真相は不明であるが、当時は発生が局地的であったうえに1970年の徳島県の防除試験にもみられるように、薬剤に対する感受性が高く、他害虫に使われる薬剤で同時に駆除され、その被害が表面化しなかった可能性が考えられる。本種の発生が問題化した1980年代初めにおける薬剤感受性も、当時の殺虫試験結果からみて著しく低かったとは思えない。それにもかかわらず、数年後には広範囲の薬剤で殺

表-4 3, 5 齢幼虫の薬剤に対する感受性 (1987)

薬剤名	原体成分	LD_{50} ($\mu\text{g/g}$)	
		3 齢幼虫	5 齢幼虫
ベルメトリン	91.1(%)	3.2	25.4
EPN	92.5	49.0	103.3
サリチオン	95.8	132.5	—
DDVP	99.4	591.1	—
MEP	96.8	429.7	—
メソミル	99.7	414.1	—
DEP	98.8	—	917.6<
NAC	99.9	—	917.6<
モノクロトホス	75.0	—	917.6<

局所施用法

虫効果が低下しており、このような傾向はいずれの発生県においても同じである。本種の年間世代数が5~6世代である(堀切・牧野, 1986, ; 林, 1990) ことを考えると、感受性低下の速度があまりにも早すぎるように思われる。わが国では感受性系統が確認されておらず、またこれまで薬剤感受性に関する研究も十分行われていないので、明確なことはいえないが、発生当初から数年のうちに各種薬剤の効力が急速に低下している状況から、本種は元来薬剤感受性が低下しやすい種であるのかも知れない。また、本種は長距離移動をする代表的な種であることから、薬剤感受性の低い個体群が国外から侵入してきた可能性もある。しかし、発生当初とその数年後の薬剤感受性が大きく異なることや比較的狭い地域内においても薬剤感受性が異なることを考えると、国外から感受性の低い個体群が侵入してきたとしても、当初の個体群の薬剤感受性にはかなり幅があったのではないかと考えられる。このような個体群に対して薬剤が頻繁に使用されたことで、一気に感受性低下が進行したといえなくもない。

いずれにしても、本種は広範囲の薬剤に対して感受性が低く、防除のきわめて困難な害虫である。現在、本種に対して比較的效果の高い薬剤がいくつか明らかにされているが、これまでの薬剤の効力低下の推移からして、薬剤中心の防除には問題が多いように思われる。幸い、すでにフェロモン剤を利用した防除技術が実用化されており(WAKAMURA, et al., 1989, 1990; 高井・若村, 1990), 天敵ウイルス(シロイチモジヨトウ核多角体病ウイルス, SeNPV)を利用した防除についても実用化に向けての研究が進められている。薬剤抵抗性発達防止の意味からも、今後、これらの防除技術を柱にし、薬剤の使用をできるだけ少なくした防除体系の確立が望まれる。

特集：シロイチモジヨトウ〔4〕

性フェロモンによるシロイチモジヨトウの防除

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所

高知県農業技術センター

わか
若
たか
高むら
村
い
井さだ
定
みき
幹お
男
お
夫

はじめに

シロイチモジヨトウは、他の稿でもみられるように、1980年代に発生と被害が急速に顕在化した害虫で、著しく強い殺虫剤抵抗性を示し、また獲得しつつあるとみられる。本種に対する性フェロモンによる交信かく乱法については、本誌でも高井（1989）によってその一端が紹介されている。本文では、この方法の有効性と問題点を示しつつ、有効に利用するために必要な条件について考察し、これからの課題についても考えたい。

I 性フェロモン成分

シロイチモジヨトウの性フェロモンは、最初アメリカの BRADY and GANYARD (1972) によって1成分 (Z,E)-9,12-tetradecadienyl acetate (Z9E12-14:Ac) が同定されたが、MITCHELL and DOOLITTLE (1976) によってこの成分単独では雄に対する誘引活性がないことが明らかにされた。TUMLINSON et al. (1981) は処女雌の分泌物から11種類の化合物を同定し、(Z)-9-tetradecan-1-ol (Z9-14:OH) も誘引に不可欠な成分であることを明らかにし、MITCHELL et al. (1983) によって、Z9E12-14:Ac 0.1 mg と Z9-14:OH 0.01 mg の混合物を含ませたゴムキャップが誘引源として有効であることを明らかにした。基本的に同じ誘引源が日本 (WAKAMURA, 1987) 及び台湾 (CHENG et al., 1985) においても有効であることが確認され、本種の発生消長調査に利用されている。これとは別に、Z9E12-14:Ac と (Z,E)-9,12-tetra-decadien-1-ol (Z9E12-14:OH) の1:10混合物が有効という報告 (ROGERS and UNDERHILL, 1981) もある。

シロイチモジヨトウの交信かく乱用合成性フェロモン剤は、1990年7月一般名ビートアーミルア剤 (商品名ヨトウコン S) として農薬登録され、同時に市販が開始された。この剤は、Z9E12-14:Ac と Z9-14:OH の7:3混合物 80 mg を安定剤とともにポリエチレン製のチューブに封入したもので、合成フェロモンはプラスチック層

を浸透して表面から空気中に、通常の条件で約2か月にわたって持続的に揮散する仕組みになっている。また、発生予察用の合成フェロモン誘引源は、同一組成の混合物 0.5~1.0 mg をゴムキャップに含ませたものである。

II 露地における交信効果

1 現地実験

われわれは、合成性フェロモンを利用した交信かく乱法による防除の可能性を明らかにするため、1987年高知県土佐市において現地実験を実施した (WAKAMURA et al., 1989)。現地では1982年ごろからシロイチモジヨトウが露地ネギに発生し、しかも殺虫剤抵抗性が徐々に高まり、防除が困難になっていた (高井, 1988 b)。最初は、まず交信かく乱法による密度抑制が可能かどうかを明らかにするため、可能な限り処理面積を広く取り、可能な限り多量のフェロモン剤を使った処理を試みることにした。

ネギ圃場計約24 haを含む地区全体 (155 ha: 図-1) を処理の対象とし、上記フェロモン剤をネギ畑には ha 当たり 990 本、その他の場所はすべて ha 当たり 320 本処

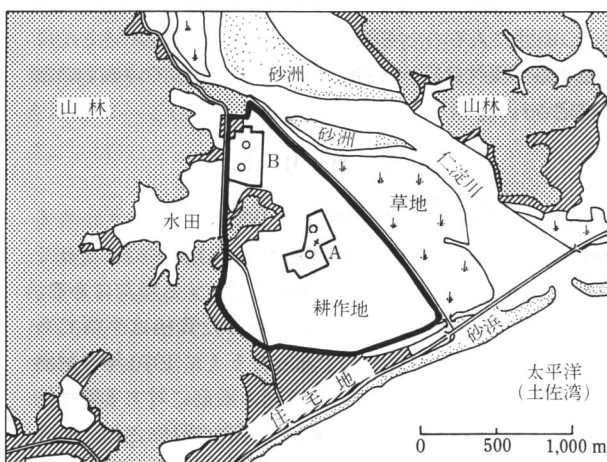


図-1 合成フェロモン剤処理による交信かく乱のための実験区(A, B: 幼虫密度調査区, ○: フェロモントラップ, ×: ライトトラップ) (高知県土佐市新居; 1987年; WAKAMURA et al., 1989より)

Control of the Beet Armyworm, *Spodoptera exigua*, by Using Synthetic Sex Pheromone. By Sadao WAKAMURA and Mikio TAKAI

理した。これらのフェロモン剤は、長さ 60 cm のプラスチック棒の先端に 3 本ずつ束ねて取り付け、フェロモン剤が草冠部とほぼ同じ高さになるように圃場に立てた。前年の発生消長調査では、9 月上旬に成虫発生のピークが認められ、その約 2 週間前に大きな被害が認められたので (高井, 1988 a), その 2 世代前の成虫発生期以後をカバーできるようにフェロモン剤は 7 月 16~17 日に設置した。なお、処理区の周囲は山林や河川敷、太平洋で、他の農業地帯とは隣接していなかった。

フェロモン剤の設置直後から、性フェロモントラップによる捕獲雄数はほぼゼロになり、この誘引阻害効果は合成フェロモン剤回収時の 9 月 17~18 日まで続いた。ライトトラップには連続的に成虫が捕獲されたので、交信かく乱効果は 2 か月間にわたって持続していたと判断された。幼虫の発生に対する処理の効果をみるため、フェロモン処理開始の 3 週間前から回収の 6 週間後まで、毎週 1 回定期的にネギ圃場における幼虫密度を調査した。処理区から直線距離で約 9 km 離れた無処理区では、7 月中旬までほとんど発生が認められなかったが、8 月中旬と 9 月 10 日ごろの 2 回顕著な若齢幼虫の発生ピークと (図-2)、それに先立つ卵塊密度のピークが認められた。また、若齢幼虫のピークの直後には老齢幼虫のピークが認められ、一部の圃場では壊滅的な被害となった。一方、フェロモン剤処理前の処理区の幼虫密度は無処理区の場合より高かったが、無処理区でみられたような大発生には至らず、全般的に処理前とほぼ同レベルにとどまった。寄生株率は最大約 15% に達したが、被害は出荷調整時に除去される古い葉にほぼ限定されていたので、実際の被

害率はこの数値より低く抑えられたという。このようにして、合成性フェロモン剤処理によって、シロイチモジヨトウの発生密度を抑制されることがわかった。

翌 1988 年には、ネギ圃場が多い 50 ha だけを全面処理して、効果のする確認実験を行った (全面処理区以外はネギ圃場だけを処理)。無処理区では前年に匹敵する発生が認められたのに対し、処理区では幼虫の発生がごくわずかに認められただけで、事実上シロイチモジヨトウの被害はないといえる状態になった (WAKAMURA et al., 1990)。翌 1989 年にはネギ圃場だけの処理 (地区内のネギ圃場約 24 ha すべて処理) とした。前年と同様毎週延べ 6,000 株について幼虫の密度調査を行ったが、ついに 1 頭の幼虫も発見できなかった。1990 年にはシロイチモジヨトウに対する処理を中止したところ、一部の圃場に幼虫の発生が認められた。そこでネギ圃場全部を 8 月中旬に処理したところ、その次世代の発生を抑制することができた (高井ら, 未発表)。このように、順次面積を縮小しても防除効果が得られたことは、処理区が周囲の農業地帯と隔離されていること、フェロモン処理に適した地形であること、低密度時から処理を開始するようになったこと、現地農家の協力によって全部の圃場を処理できたことなどの好条件によると考えている。

2 交尾遅延効果

ところが 1987 年に行った最初の現地実験において、ライトトラップに捕獲された雌の交尾率は初期で約 50%, 後期には約 80% に達した (WAKAMURA et al., 1989)。このような高い交尾率にもかかわらず、幼虫密度の抑制効果が認められたことは奇異に思われた。そこで、未交尾雌と既交尾雌を同時にビニルハウス内に放飼して、ライトトラップの捕獲効率を検討してみた (露地への雌放飼は、実際上不可能である)。その結果、未交尾雌の捕獲率 (累積 37%) は既交尾雌の場合 (同 55%) に比べ顕著に低いこと、合成性フェロモンを処理すると未交尾雌の捕獲率がさらに顕著に低下すること (既交尾は 52%, 未交尾は 13%) が明らかになった (若村・高井, 1990)。同様な違いが野外でも生じていたと仮定すると、真の交尾雌率は初期約 20%, 後期は約 50% と推定された (若村・高井, 1990)。

しかし、幼虫密度の低下は、この交尾雌率から予想されるものよりも、さらに大きいように思われる。そこで、雌の交尾遅延が増殖率に及ぼす影響について調べた (若村, 1990)。1~10 日齢の未交尾雌に 2 日齢の雄をあてがい産卵数とふ化数を調べたところ、ふ化数は 1~3 日齢の雌 1 頭当たり平均 870~980 (最大は 2 日齢) であったが、4 日齢ではその約 50%, 6 日齢では約 25%, 8 日齢では約

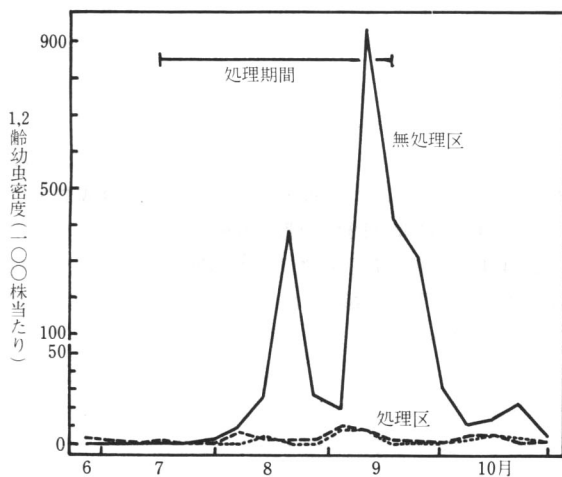


図-2 ネギ圃場における若齢幼虫密度の変化
(WAKAMURA et al., 1989)

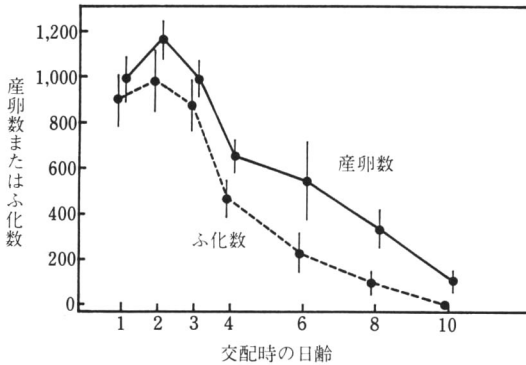


図-3 雌成虫の交尾の遅れと増殖能力との関係 (若村, 1990)

10%に低下した(図-3)。このことから現地圃場における密度抑制効果には、交尾率の低下だけでなく、雌の交尾が遅延したことによる増殖率低下の寄与もあったと考えられる。

3 露地におけるフェロモン剤の利用

露地における防除効果については、四国農試と徳島農試や鹿児島農試、和歌山農試兵庫防除所などによって、われわれが行ったものより小面積を対象とした現地実験が行われている。その結果、おおむね 10 ha 以上のまとまった面積を、ha 当たり 1,000 本程度のフェロモン剤で低密度時から全面処理すれば、幼虫密度の抑制効果を期待できるとされている(いずれも未発表)。ただし、処理面積、処理量、作物の種類、圃場周囲の条件(地形と風、発生源の有無など)と防除効果の関係には未解明の部分が多いので、今後とも入念な防除効果の評価や実験を繰り返す必要があろう。

III 施設栽培における交信かく乱

1 現地実験

1987年高知県土佐山田町のビニルハウス栽培の実生ネギを対象に、合成性フェロモン剤による現地防除実験を試みた(高井・若村, 1990)。実験区は次のとおりである。①無処理区(面積 13.2 a)、②10 a 当たりフェロモン剤 100 本区(66 本/6.6 a)、③同 500 本区(330 本/6.6 a)、④同 500 本+ライトトラップ設置区(併用区: 579 本/11.6 a)。ただし、ビニルフィルムは天井部だけで、側面には成虫の侵入防止のため 4 mm 目の網が張られていた。

その結果、無処理区では、処理開始(7月22日)後約 40 日間に幼虫密度が急激に増加したが、同じ期間に 100 本区ではほぼ横ばい状態、500 本と併用区ではほとんど

表-1 合成性フェロモンで処理したビニルハウスにおけるシロイチモジヨトウ幼虫密度の推移^{a)}(1987年, 高知県香美郡土佐山田町; 高井・若村, 1990)

調査月日	幼虫密度 ^{b)} (頭/20m ²)			
	100本区	500本区	併用区	無処理区
70/30	450(1.00)	63(1.00)	74(1.00)	36(1.00)
8/12	333(0.74)	68(1.08)	21(0.28)	167(4.64)
8/19	333(0.74)	23(0.35)	1(0.01)	325(9.10)
9.02 ^{c)}	—	0(0.00)	0(0.00)	—

^{a)} 処理開始: 7月22日, 終了: 9月2日。

^{b)} カッコ内の数値は 7月30日の密度をそれぞれ 1 とした場合の相対密度を示す。

^{c)} 100本区と無処理区ではネギがすべて収穫されていた。

発生が認められない状態まで減少した(表-1)。併用区のライトトラップで捕獲された雌の交尾率は 0~7%で、きわめて低かった(推定交尾雌率は 2%以下)。この結果から、施設栽培においても合成性フェロモン剤による密度抑制が可能なが示唆された。しかし、併用区では成虫の捕殺が密度抑制に寄与した可能性が考えられるたこと、また 500 本区ではネギの収穫に伴って栽培面積が減少して密度調査の精度が低下したことからこの両区で認められた密度抑制効果が合成フェロモン単独の効果であるという明確な判定ができなかった。

2 ライトトラップとの併用効果

施設栽培における交信かく乱効果とライトトラップによる成虫捕殺の影響を評価するため、1988年9月高知県吾川郡伊野町にあった高知県農林技術研究所(本年4月に高知県農林技術センターに統合)構内の 2 a のビニルハウス(側面は 4 mm 目の網)を用いて、成虫の放飼実験を行った(高井・若村, 1990)。このハウスの中央にライトトラップ(光源: BLB 30 W)を設置し、1日齢の成虫 50~234 頭(性比は、ほぼ 1:1)を放飼しつつ、以下に述べる処理を 2 夜連続して行った後、第 3 夜にライトトラップを用いて成虫を回収した。すなわち、①無処理、②ライトトラップによる捕獲(LT 処理)、③合成フェロモン剤 500 本処理(PH 処理、10 a 当たり 2,500 本に相当)、④LT 処理+PH 処理(併用処理)、⑤PH 処理(2 回目)で、この順に実験を行った。LT 処理との併用処理の場合、3 夜連続してライトトラップで捕獲したことになる。回収した雌成虫は、解剖して精包の有無を調べ交尾率を求めた。ただし前述したように、未交尾雌の捕獲率が著しく低いので、若村・高井(1990)の補正式を用いて真の交尾雌率を捕獲雌の交尾率から推定した(以下、推定交尾雌率という)。

その結果(図-4)、無処理の場合は、1日目の推定交尾

雌率がゼロであったが、2日目以後はほぼ100%に達した*。PH処理とLT処理の場合、1日目の推定交尾雌率は数%以下であったが、2日目には18~47%に達し3日目はさらに増加した。併用処理の場合2日目でも交尾雌率はゼロで、3日目に初めて既交尾雌が回収されたが、推定交尾雌率はきわめて低かった。ライトトラップによる雄の捕獲率は、放飼当夜に約50%以上、第2夜までの累積捕獲率は70~80%に達した。一方、雌の捕獲率は、1夜目約10%、3夜目までの累積で約40%であった。このような結果から、ライトトラップの効果は主に雄除去による雌の交尾率の抑制で、次いで既交尾雌と未交尾雌の捕獲によるものと考えられた。したがって、併用処理では、合成フェロモンによる交信かく乱効果とライトトラップによる雄除去効果の両方による交尾抑制、既交尾雌の捕獲、さらに網による成虫の飛び込み防止の三つの効果が総合されて顕著な防除効果が現れたものと結論した。

しかし、合成フェロモン剤単独の処理では、交尾雌率を抑えきることはできなかった(図-4)。しかし、ハウスの天井部や周囲の網、作物中など想定されるあらゆる場所につなぎ雌を配置してみても、交尾は全く認められなかった。ところが、成虫放飼実験では、フェロモン処理量を、2aのハウスに1,000本近くまで増やした場合でも、かなりの雌が交尾した(高井、未発表)。この原因については、ハウス内のような閉鎖環境では雌雄がなんらかの原因によって雌雄集中するような場所ができ、そこ

ではフェロモンによらない交信によって交尾できるのではないかと想像している。これらの結果は、合成フェロモンのハウス内処理だけによっては、交尾を抑えきることが困難なことを示唆している。

3 施設栽培における合成フェロモンの利用

シロイチモジヨトウは施設栽培の花き類、野菜類にも重大な被害をもたらしているのに、合成性フェロモン剤に大きな期待が寄せられている。ネギの場合には上述のように、フェロモン、ライトトラップ、防虫網の三者の組み合わせによって顕著な防除効果が得られることが裏付けられたので、高知県東部のハウスネギ地帯を中心に普及に移されつつある。しかし、作物や栽培形態が異なるとライトトラップに誘引された他の害虫による被害発生や作物に対する光の悪影響などが予想されるので、注意が必要である。

施設栽培の場合には、被害許容水準が異常に低いために、現地圃場を用いた防除実験と防除効果の判定が非常に難しい。また、一口にハウスといっても地域や作物、栽培形態によってその実態は多種多様である。合成性フェロモン単独によるシロイチモジヨトウ防除については、この3年間に高知農林技研(現、高知農業技術センター)、鹿児島農試、和歌山農試、千葉防除所などを中心に精力的な検討がなされてきた。ほとんどが未発表データなのでここで引用することはできないが、経験的にはおおそ次のことがいえそうである。①できるだけ早く、発生密度が低い時期から処理を始めることが大切。②性フェロモン剤の単位面積当たり施用量は露地の場合の数倍~数十倍が必要。③周囲、特に風上側には重点的にフェロモン剤を配置することが必要。④ハウス内処理だけで内部の雌の交尾率をゼロにするのは困難。⑤ハウス地帯全体を、露地の場合のように、10 ha程度まとめた処理が必要なのかもしれない。

IV 合成性フェロモンによる防除の特徴と問題点

以上述べたように、合成性フェロモン剤処理によって劇的な密度抑制効果が得られることがわかった。しかし、適用条件を誤ると防除効果が全く得られない場合もある。現場で使用する場合、農業試験場や病害虫防除所などの専門機関による指示や指導が当面必要であろう。以下、シロイチモジヨトウの性フェロモンによる防除法の特徴と問題点を示して結びに代える。

性フェロモン剤一般についていえることであるが、最も決定的な不成功要因は処理時期の遅れである。性フェロモン剤は被害を起す幼虫の少なくとも一つ前の世代の成虫出現前に処理を済ませ、2か月間の有効期間が成虫

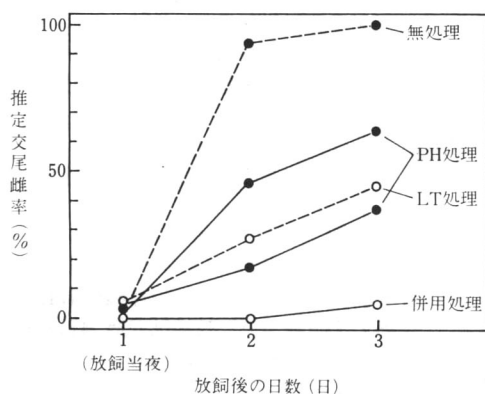


図-4 ピニルハウスに放飼した雌の推定交尾率
(フェロモン剤だけの処理 (PT 処理) は2回反復後、LTはライトトラップ。高井・若村, 1990)

*[シロイチモジヨトウの交尾は夜半から夜明けの間に起こるので(若村, 1989), 交尾直後の雌がライトトラップに捕獲されるチャンスは少ない。したがって、推定交尾雌率は前夜までの出来事の反映であるとみなすことができる。]

の発生期全体をカバーすることが肝要である。

露地の場合には日本の平均的経営面積をはるかに超える数 ha 以上というまとまった面積を処理する必要があるし、施設栽培の場合にもハウス地帯全体を広く処理しないと十分な防除効果を期待できないかもしれない。その理由は、狭い面積ではフェロモン蒸気の流れが不均一になって一部の雌が交尾するためとか、周囲で交尾した雌が飛び込んで産卵するためと考えられている。いずれにせよ、数 ha 以上という広い面積をまとめて処理することは、防除対象圃場以外の場所を含めて処理対象とすることを意味している。このような広い面積を対象とした処理は農家単位では無理であろう。したがって、農業協同組合や営農組合などを中心とした地域の相互協力が不可欠といえる。数 ha まとまって処理すべきであったのに、一部の農家の数 a が処理できなかったために、その圃場と周辺にシロイチモジヨトウが集中して発生した事例もある。

風は交信かく乱効果と関係が深いとされている。風が強いと空気中のフェロモンが吹き飛ばされてしまうのであろう。夜間の風が弱く、空気がよどみやすい場所、つまり周囲に風をさえぎるもの、例えば丘や堤防、防風林などがある場所は合成フェロモン剤の効果が現れやすい

傾向があるという。風速は空中のフェロモン濃度と密接な関係があり、交信かく乱効果はフェロモン濃度に依存して起こる。フェロモンの空中濃度と成虫の行動や交尾率との関係解明は、フェロモン剤の有効利用技術を確立するためにも重要な課題といえる。

引 用 文 献

- 1) BRADY, U. E. and M. C. GANYARD, Jr. (1972): Ann. Entomol. Soc. Am. 65: 898~899.
- 2) CHENG, E. Y. et al. (1985): J. Agric. Res. China 34: 315~322.
- 3) MITCHELL, E. R. and R. E. DOOLITTLE (1976): J. Econ. Entomol. 69: 324~326.
- 4) ——— et al. (1983): J. Chem. Ecol. 9: 95~104.
- 5) ROGERS, C. E. and E. W. UNDERHILL (1981): South-western Entomol. 6: 211~214.
- 6) 高井幹夫 (1988 a): 高知農林研報 No. 20: 1~6.
- 7) ——— (1988 b): 同上 No. 20: 7~10.
- 8) ——— (1989): 植物防疫 43: 315~318.
- 9) ———・若村定男 (1990): 応動昆 34: 115~120.
- 10) TUMLINSON, J. H. et al. (1981): J. Environ. Sci. Health A16: 189~200.
- 11) WAKAMURA, S. (1987): Appl. Entomol. Zool. 22: 348~351.
- 12) 若村定男 (1989): 応動昆 33: 31~33.
- 13) ——— (1990): 同上 34: 43~48.
- 14) ———・高井幹夫 (1990): 同上 34: 161~163.
- 15) WAKAMURA, S. et al. (1989): Appl. Entomol. Zool. 24: 387~397.
- 16) ——— et al. (1990): ibid. 25: 320~323.

人 事 消 息

佐々木亨氏 (宮城県農業センター所長兼宮城県農政部長) は 4 月 1 日付で宮城県農政部長専任に
井澤弘一氏は 3 月 31 日付で山形県立園芸試験場長を退任し 4 月 1 日付で山形県村山農業改良普及所長に
新妻芳弘氏は 3 月 31 日付で茨城県農業試験場長を退任し 4 月 1 日付で茨城県農業大学校長に
鷲見悦雄氏は神奈川県農業総合研究所長を退任
原田 昭氏は 3 月 31 日付で山梨県果樹試験場長を退任
後藤正則氏は 3 月 31 日付で岐阜県農業総合研究センター所長を退職
藤井新太郎氏は 3 月 31 日付で岡山県農業試験場・岡山県バイオテクノロジー研究所長を退任
高橋敬二氏は 3 月 31 日付で愛媛県果樹試験場長を退職
江原忠彰氏は 3 月 31 日付で佐賀県果樹試験場長を退職
興良 清氏は 3 月 31 日付で東京都立立川短期大学長を退職、全国公立短期大学協会長を退任。

(4 月 1 日付)

伊藤隆康氏は宮城県農業センター所長に
東海林 覚氏は山形県立園芸試験場長に
稲生 稔氏は茨城県農業試験場長に
中村 一氏は山梨県果樹試験場長に
塚原敏郎氏は岐阜県農業総合研究センター所長に

木本英昭氏は岡山県農業試験場長及び岡山県バイオテクノロジー研究所長に

向井 武氏は愛媛県果樹試験場長に
吉岡幸治郎氏は愛媛県農業大学校長に
篠原 潔氏は愛媛県農業試験場長に
北川行俊氏は佐賀県果樹試験場長に
岸 國平氏は東京都立立川短期大学校長に

帝人化成株式会社は、4 月 15 日付で人事部・TQC 推進室・化学品営業部・技術部・企画開発部を下記に移転した。

住 所: 〒105 港区虎ノ門 1-3 (磯村ビル 6 階)
電 話: 03-3506- 人事部 4708・4799, TQC 推進室 4757, 化学品営業部・東京営業課 4712・4713, 特殊化学品課 4787, 技術開発課 4714, 技術部 4758, 企画開発部 4722・4723
FAX: 03-5251-7179

財団法人 日本葉たばこ技術開発協会は 4 月 15 日付で下記住所へ移転した。

住 所: 〒105 港区虎ノ門 3-3-3 (虎ノ門南ビル二階)
電 話: 03-5473-0818
FAX: 03-5473-0817

熱水注入による土壤消毒

農林水産省農業研究センター

くによす
国安
ももた
百田かつと
克人
ようじ
洋二にし
・西
たけした
・竹下かずふみ
和文
さだお
定男

はじめに

高密度の土壤病原菌及び線虫によって汚染された圃場における防除は、直接的に病原を減少させる化学的、物理的土壤消毒法が一般的に利用され、蒸気消毒とクロロピクリンに代表される土壌くん蒸剤が主体となっている。しかし、これらの方法は土壌の有用微生物も無差別に殺菌するため必ずしも万能とはいえず、ある種の病害ではかえって発病が助長される場合があるといわれている。その対策として蒸気に空気を混合して温度を低下させ、拮抗微生物の殺菌を抑える空気混合蒸気消毒法が開発されている (BAKER and OLSEN, 1960)。しかしこの方法は蒸気消毒と同様に大規模装置と蒸気の浸透を十分にするために地中配管をする必要があり、これにはパイプの埋め込みと消毒後の取り出しに多大の労力を要するため、まだ日本では一般的に普及していない。蒸気に対して温度の制御が容易であり、さらに上層移動を主体とする蒸気との最大の相違点である土壌表面から下層に移行する熱水の利用が考えられた。小規模な装置で土表面から熱水を注入浸透させることにより蒸気消毒に比し省労力的に、しかも緩効的に土壤消毒を行うことを目的として、農業研究センター・病害虫防除部・土壌病害、畑病害、線虫害研究室の共同により、可搬性ボイラーに耐熱性の散水ホースを連結して畝表面より熱水を注入する装置を作成し、施設のみでなく小規模露地圃場における土壌病害虫防除の可能性について試験を開始した。ボイラーは当初 45,000 kcal/h の家庭用小型熱水ボイラーを車輪のついた架台に乗せて移動性をもたせたものを使用した。その後出力 160,000 kcal/h の蒸気土壤消毒機を熱水兼用に改造し、それを用いて個々の研究室で各種の病害虫に対する実用化試験を実施している。かなりの試験結果が蓄積されているが実用化にはまだ多くの問題点が残されている。現在までの試験で効果のあることが判明した病害虫について概要を記述した。

I 本土壤消毒法の概要

1 装置の概要

ボイラーの能力、移動方式、燃料の種類は使用状況によって適宜変更できるが、最初試験用として使用したのは 45,000 kcal/h の家庭用熱水ボイラーを改造したものである。現在では出力 160,000 kcal/h の蒸気土壤消毒機を熱水兼用に改造したものを使用しているが、両者は規模のみの差で基本的な差はない。装置は図-1 に示すように可搬式ボイラーと熱水注入装置の組み合わせからなっている。可搬式熱水ボイラーは市販の熱水ボイラーをゴム車輪の付いた架台に固定し、これに水流ポンプ、水量計、燃料タンクなどを付設した。熱水注入装置は市販の灌水用ホースの中から耐熱性が高く、水平に散水するものを選抜し必要に応じて散水孔の大きさ、位置に変更を加えた。現在用いているものは口径 3.4 cm、長さ

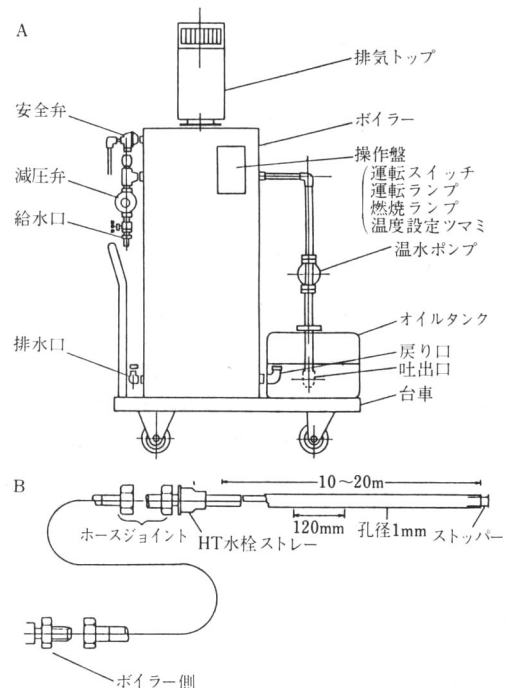


図-1 熱水ボイラーの移動架台設置様式 (A) および熱水注入装置 (B) (国安ら, 1990)

※ 現 農林水産省北陸農業試験場

*** 現 農林水産省北海道農業試験場

Soil Sterilization by Hot Water Injection. By Katuto K UNIYASU, Kazufumi NISHI Youji MOMOTA and Sadao TAKESHITA

10~20 m, これに口径1 mmの孔を図示したとおり12 cm間隔に開け水平に熱水を流出するようにした。この熱水注入装置は次のような特長を持っている。

① 使用する灌水用ホースは100 m単位で販売されているのでボイラーの能力により限界があるが使用場所に合わせて長さを決めることができる。

② 各種の広さの畝幅に対応できるようにボイラーの2か所の熱水吐出口に接続し、畝表面に平行に配し、畝幅に応じて散湯ホースの設置間隔を調整する。また、例えばサツマイモ栽培のように狭い畝の場合には熱水注入ホースを1本にすることも可能である。

③ 畝の表面に配するので熱水注入装置の設定に重労働を要さず、巻き取り装置からの引き延ばしによる設定、さらに巻き取りにより収納できるので能率的である。

④ 畝の表面に熱水注入装置を配し、その上を合成樹脂製フィルムで被覆し両端を畝の裾面に埋設することにより熱水注入範囲を畝に集中させる。熱水注入ホースを被覆したフィルムの下から抜き取るによりマルチ栽培に移行することも可能である。

⑤ 病害虫のみでなく除草効果も期待される。

2 土壌消毒法

畝の表面に熱水注入ホース2本を平行に置き合成樹脂製透明フィルムで被覆する。70~80°Cの熱水を土壌表面より注入し20 cm下層の土壌が55°Cに達した時点まで継続し、以降は余熱を保持するため少なくとも一夜はそのまゝの状態にして置く。さらに保温シートを被覆するとより効果的である。所定の条件に達する時間、熱水量はボイラー容量、熱水温度、外気温、水温、土壌温度、土壌水分、日照等によって影響される。土層深部まで分布する病原に対しては40 cm以上に深耕し25~30 cm下層が55°C以上になるまで注入する必要がある。

II 防 除 効 果

1 ホウレンソウ萎ちょう病防除試験

試験圃場はフスマ土壌培地により培養した病原菌を接種し、連作により多発圃場状態とし、畝は0.75×20 mとした。熱水注入区は前述した方法により地表面より約20 cm深度の土層が55°Cに達した時点まで熱水を注入した。45,000 kcal/hの家庭用ボイラーを用いると熱水温度70°C、幅0.75 m、長さ20 mの作条の場合には、約1.0~1.5時間、熱水注入量は約70 l/m²、消費灯油量は0.5~1.0 l/m²であった。クロロピクリン剤処理区は常法により30 cm平方1穴、3 ml (30 l/10 a) 注入後、ビニル被覆を行い10日間保持したのちガス抜きした。ホウレンソウの播種は2条播とし熱水注入5日後の7月9日に

実施した。収量調査は9月21日、3.5 m条間のホウレンソウを抜取り重量を測定した。発病調査は地際部の根を切断し、導管部の褐変を調査した。平板希釈法により処理土壌の糸状菌、細菌数を調べた。弁天1号(無コーティング種子)を播種した試験では無処理区はほぼ100%近い発病株率を示したが、熱水注入区は28%、クロロピクリン剤処理区は37%を示し効果が認められた。ソロモン(殺菌剤コーティング種子)を播種した試験では熱水注入区は18%、クロロピクリン剤処理区は17%を示し、両区は、ほぼ同等の防除効果を示した。収量は無処理区では、ほとんど皆無に近い状態であった(図-2)。熱水注入区のホウレンソウに生育障害らしいものは認められなかった。クロロピクリン剤処理区の土壌からの糸状菌の分離率はきわめて低かったが、熱水注入区では無処理区の1/10を示した。細菌数では処理区間に大差はなかった。

2 ダイズ黒根腐病防除試験

畝は1.2×10 mとし、熱水処理区は20 cm深度の土層が55°Cに達するまで熱水を注入した。注入量は1 m²当たり約100 lであった。処理2日後の7月24日に播種し、10月18日に収量及び発病調査を実施した。その結果、熱水注入区では無発病またはごく軽微の発病個体が多く、ダイズ黒根腐病の発病抑制に有効であり収量も増加した(図-3)。根粒は熱水注入区でもよく着生しており、有用微生物を保護しつつ病原菌の抑制を図るという、熱水処理法の利点が明確に示される結果となった。

3 ネコブセンチュウ防除試験

サツマイモネコブセンチュウ生息圃場において、5月上旬に熱水注入を行い、注入前と注入1週間後の土壌中の線虫密度を比較した。1区10 m²(1 m×10 m)、2反復とした。熱水注入量は70°C、2時間(113 l/m²)とし、

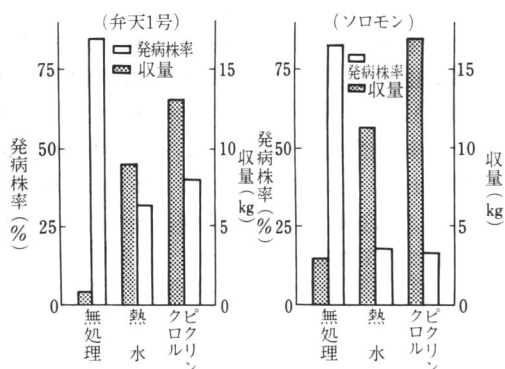


図-2 ホウレンソウ萎ちょう病に対する熱水消毒の防除効果

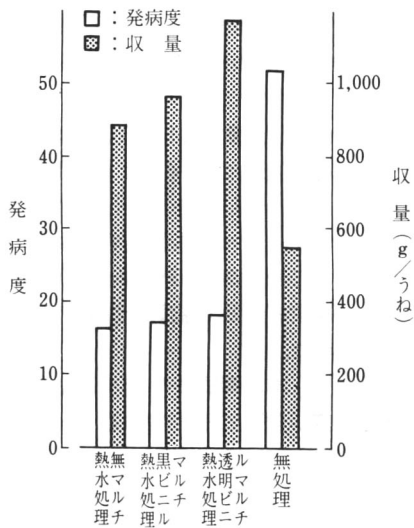


図-3 熱水処理によるダイズ黒根腐病菌の防除効果発病度

発病度 0 : 発病株がなく全株健全, 100 : 全株枯死。

ダイズ黒根腐病菌の場合, 発病度が 20 くらいまでは収量にほとんど影響がない。

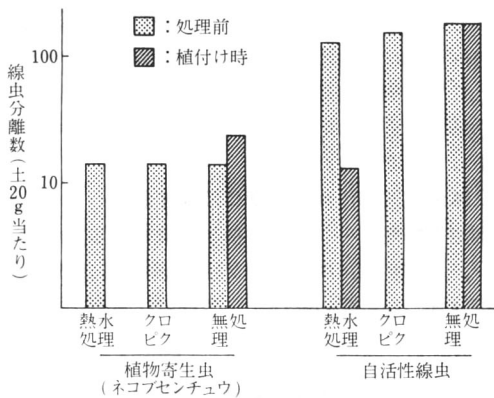


図-4 線虫に対する熱水処理の効果

対照としてクロロピクリン剤処理 (30 l/10 a) と無処理区を設けた。その結果, 熱水注入区からはネコブセンチュウは全く検出されず, クロロピクリン剤と同程度の防除効果が認められた。なお, 有機物の分解等に関与し, 有用と考えられる自活性線虫は, クロロピクリン剤処理区では全く検出されなくなったが, 熱水注入区では約 1 割の自活性線虫が残存していた (図-4)。

表-1 トマト根腐萎ちょう病罹病根中の病原菌に対する熱水の殺菌効果

浸漬時間	処理温度 (°C)						
	50	55	60	65	70	75	80
1 min	100	100	100	100	100	100	50
3	100	100	100	100	100	100	25
5	100	100	100	100	100	0	7
10	100	100	100	100	100	0	3
15	100	100	100	100	100	0	0
20	100	100	100	100	100	0	0
25	100	100	100	100	100	0	0
30	100	86	84	35	33	0	0
1 hr	99	75	18	3	0	0	0
1.5	—	22	2	0	0	0	0
2	100	36	0	0	0	0	0
2.5	—	11	0	0	0	0	0
3	95	2	0	0	0	0	0
4	94	0	0	0	0	0	0
5	86	0	0	0	0	0	0
6	93	0	0	0	0	0	0
7	100	0	0	0	0	0	0
8	93	0	0	0	0	0	0

表中の数字はフザリウム菌の分離率 (%)

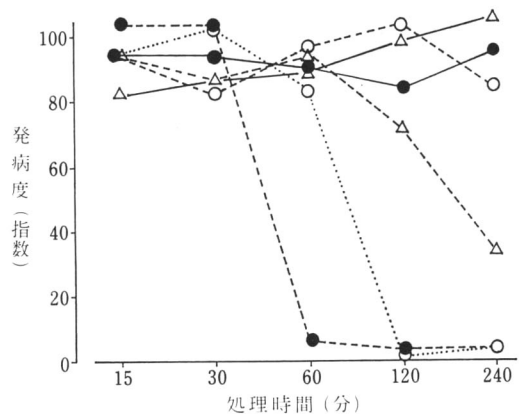


図-5 土壌の熱水処理とダイズ黒根腐病の発生

(●—●: 処理温度 35°C, ○---○ 処理温度 40°C, △—△: 処理温度 44°C, △---△ 処理温度 48°C, ○---○: 処理温度 52°C, ●---●: 処理温度 55°C, 発病度は無処理を 100 とした指数で示す)

III 効果が現れる条件と効果が期待できる病害虫の種類

1 熱水の温度, 処理時間と殺菌効果

径 2~3 mm のトマト萎ちょう病及び根腐萎ちょう病罹病根を約 1 cm の長さに切断し, 50 片をガーゼに包み供試した。これらを表-1 に示す温度に設定した恒温水

槽に所定時間浸漬し、フザリウム菌選択分離培地(駒田培地)に置床し25°C、7日間培養し殺菌状態を調査した。50°Cでは8時間の浸漬でも罹病根切片から高率にフザリウム菌が生育し殺菌効果はほとんど認められなかった。55°Cでは3～4時間、60及び65°Cでは1.5時間、70、75、80°Cではそれぞれ60、25、15分間の浸漬処理でフザリウム菌の生育はほとんど認められなくなった。トマト萎ちょう病及び根腐萎ちょう病罹病根に対する殺菌効果にはほとんど差がなかった(国安ら、1986)。したがって、55°C以上の土壌温度を3～4時間以上持続させることで消毒効果が期待できた。ハウレンソウ萎ちょう病菌の耐熱性については試験していないがトマト萎ちょう病菌と大差ないものと推定される。

ダイズ黒根腐病菌を多量に含む土壌を35、40、44、48、52、55°Cの各温度に設定した恒温水槽に所定時間浸漬した試験では、48°C以上の温度が発病抑制に有効であった(図-5)。このことから、ダイズ黒根腐病の場合は、ハウレンソウ萎ちょう病やトマト根腐萎ちょう病に比べ、より低温でも消毒効果が期待できる。また、55°C以下の処理温度では根粒の着生にはほとんど影響がなかった。

フザリウム菌以外の非寄生菌のトリコデルマ菌、アスピルギルス菌、ペニシリウム菌その他未同定糸状菌は培地上でかなり生育しフザリウム菌に比し耐熱性が高い傾向が認められた。

植物寄生線虫の場合、熱に対する感受性は植物病原菌より高く、45°C以上で容易に殺虫することができる。古くから太陽熱が線虫防除に利用されてきた理由である。また、ネグサレセンチュウやネコブセンチュウが苗木の根内に寄生しているときでも、50°Cの温湯に浸漬すると30分以内に防除が可能である。したがって、熱水注入による土壌中の線虫防除に当たっては、地表下30 cmまでの地温を50°C、1時間も維持できれば十分な効果が期待

できる。

2 土壌温度の上昇と持続

熱水注入による各土層の温度の上昇及び持続時間を図-6に示した。

5、10、20 cmの各土層では55°C以上の温度が3時間以上持続し、特に20 cmの下層では5時間以上持続した。土壌に注入され冷却した熱水は土壌孔隙に滞留し土表面から連続して注入される熱水に押し下げられる形となった。したがって表面から下層に向かって高温帯が進行するので、深耕することで温度の上昇する土層が深くなる傾向がみられた。

以上の結果から、本消毒法による防除効果は熱水の注入により土壌温度が殺菌に有効な温度(フザリウム菌による病害では55°C)以上に上昇し、それが3時間以上持続することにより現れる。またこの方法は緩効的殺菌効果を示し、土壌有用微生物の生存は比較的高率であり、生物的防除効果も期待される。

土表面に浅く分布する病害虫に対しては効果が現れやすいと推定されるが、土壌深層まで分布している病害虫に対しては深耕して熱水を深く浸透させることにより効果が期待される。病原細菌は病原糸状菌より熱による殺菌が困難であり、病原ウイルスはさらに困難と思われる。しかし熱水の殺生効果は特効的ではなく、今後さらに個々の病害虫について防除効果の出る条件を明らかにすることで広い病害虫に対して効果が期待される。さらに除草効果は植え付け前処理のみでなく、立毛中の畦間処理によっても期待される。

3 熱水処理の作物の生育に及ぼす影響

熱水注入処理1～5日後播種または移植した場合、ダイコン、ハクサイ、ハウレンソウ、トマト、ダイズは生育障害はほとんど認められず、多湿による悪影響はみられなかった。

IV 実施の要領, 注意点

実用的な防除効果を上げるためには注入時間の短縮と熱水注入量を減少させる必要がある。そのために、80°C以上の熱水が常時得られ、時間当たりの吐出熱水量の多いより高能力を有するボイラーが望まれる。また土壌ができる限り乾燥状態のときに実施する。土壌含水量が35%あると仮比重を1とすると、1 m²、20 cmの土壌中に約70 l水分が含まれている計算となった。また熱水注入装置は散湯孔が目詰まりせず、畝全層にできる限り均一に注入できるようにする必要がある。残熱効果がきわめて重要であるので、少なくとも一夜は被覆したシートは除去せず、夜、低温となる場合にはさらに保温シート

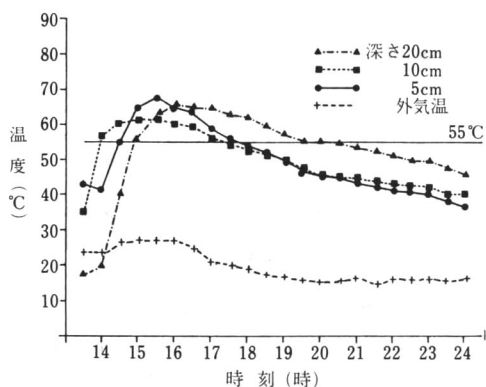


図-6 土壌温度の上昇と持続

を被覆し残熱の保持に努めるとより有効となる。粘土質土壤ではできるだけ深耕し水の浸透を図り湿害を防止する。消毒した土壤はできる限りかく乱せず、畝立て後に処理し、被覆したシートはそのままマルチに利用するとより効果的である。

お わ り に

熱水土壤消毒法の概要について述べたが、この方法が実用的土壤消毒法として認知されるには、乗り越えねばならない多くの障壁がある。当面次の場面での利用が期待される。

1 石油代換エネルギーの利用

周辺は太陽熱、ごみ焼却余熱、間伐材、廃材等未利用の熱源に満ちている。特に廃熱利用施設園芸地帯への普及が期待される。その他未利用熱源の土壤消毒への利用については、一例として通産省工業技術院公害資源研究所では下水汚泥より重油を抽出する研究が行われ、実用化の域に達し(横山ら, 1989) その利用の可能性もある。

2 温室暖房用燃料の有効利用

施設栽培においては暖房用に多量の化石燃料が使用されている。特にトマト根腐萎ちょう病防除の目的から夜間温度を高めるため、より多くの燃料を消費している例

があるが、この燃料の一部を直接土壤消毒に利用するほうがより有効と思われ、この観点から熱水土壤消毒法利用の余地がある。

3 有機農業との結託

有機農業の最大の障害は除草といわれているが、本方法を除草の補助手段として利用し、併せ土壤病害虫を防除することにより、より高品質、高価格の農産物を生産できる。特に大都市近郊の軟弱野菜の生産に期待が持たれる。

4 芝草病害虫防除

比較的表層土壤に分布する病害虫が多いので、芝張り付け前における本消毒方法の有効場面が想定される。

引 用 文 献

- 1) BAKER, K. F. and C. M. OLSEN (1960) : Aerated steam for soil treatment. *Phytopathology* 50: 82.
- 2) 国安克人・竹内昭士郎 (1986) : 熱水注入による土壤消毒のトマト根腐萎ちょう病に対する防除効果 野菜試験報 A14: 141-146
- 3) ———ら (1990) : "農業技術体系" 追録第 1 号 畑 216 の 2~7, 農山漁村文化協会, 東京
- 4) 西 和文ら (1990) : 熱水土壤消毒によるダイズ黒根腐病の防除. 菌菌研究所報告 28: 293~305.
- 5) 横山伸也 (1989) : 下水汚泥をオイルに変換する技術について クリーンジャパン 74: 72~77

本 会 発 行 図 書

『農薬の散布と付着』

日本農薬学会 農薬製剤・施用法研究会 編 B5判 本文 170 ページ

定価 3,400 円 (本体 3,301 円) 送料 260 円

施用された農薬製剤の挙動について、施用法、防除機、散布法・剤型、植物表面と付着の関係・葉面からの取り込み、今後の散布技術の展望を詳述した農薬関係の技術書。

お申し込みは前金(現金書留・郵便振替・小為替など)で直接本会までお申し込み下さい。

本 会 発 行 図 書

『応用植物病理学用語集』

濱屋悦次(前農林水産省農業環境技術研究所微生物管理科長)編著 B6判 506 ページ

定価 4,800 円 (本体 4,660 円) 送料 310 円

植物病理学研究に必要な用語について、植物病理学はもちろん、農薬、防除、生化学、分子生物学などについても取り上げ(約 6,800 語)、紛らわしい用語には簡単な説明を付けそれぞれを英和、和英に分けてアルファベット順に掲載し、また、付録には植物のウイルス、細菌、線虫の分類表を付した用語集です。植物病理学の専門家はもちろん広く植物防疫の関係者にとってご活用いただきたい用語集です。

お申し込みは前金(現金書留・郵便振替・小為替など)で直接本会までお申し込み下さい。

ハクサイうどんこ病の圃場での発生

山口県病害虫防除所
愛媛県病害虫防除所

の
野
しの
篠

ぎ
崎
ぎ
崎

たくみ
匠
つよし
毅*

ハクサイうどんこ病は、日本では、1966年に農薬検査所の温室での発生が確認され、*Erysiphe polygoni* DE CANDOLLE と同定されたが(桜井・中村, 1967), 圃場(露地)での発生は確認されていなかった。1989年11月に山口県で、12月に愛媛県で、圃場での発生を確認したので、その状況を報告する。

1 発生状況

1989年11月28日に山口県宇部市の露地ハクサイにうどんこ病の発生を認めた。発病品種は、新理想(9月5日移植)と大福(9月20日移植)で、発生面積は、2.0 haであった。初確認時の発病株率は低かったが結球後生育が進むに従って増加した(表-1)。また、愛媛県重信町でも、同年12月7日に発生を認め、発生面積は0.3 haであった。

2 病徴

発病初期は下位葉の裏面に菌糸の生育が認められたのみであったが、生育が進むに従って徐々に葉の両面に分生胞子を形成した。分生胞子の形成量は、他作物のうどんこ病に比べ少なく、寄生細胞の褐変等、病斑の形成は認められなかった。また、発病部位は下位葉に限られ、



図-1 ハクサイうどんこ病の圃場での発生状況

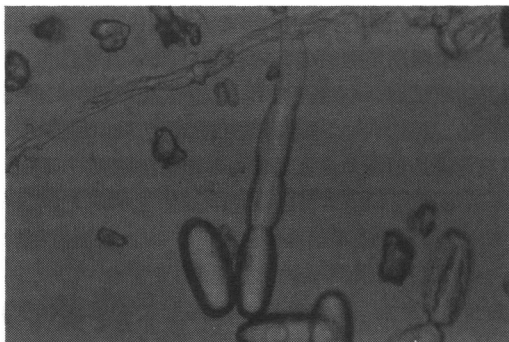


図-2 ハクサイうどんこ病菌の分生胞子と分生子梗

表-1 ハクサイうどんこ病の発生推移(1989年 山口県宇部市)

圃場番号	品 種	11月14日		11月28日		12月11日	
		発病株数 (%)	発病度	発病株数 (%)	発病度	発病株数 (%)	発病度
圃場 No.1	新理想	0.0	0.0	16.0	4.0	70.0	17.5
圃場 No.2	大 福	0.0	0.0	6.0	1.5	20.0	5.0

発病度は次式により算出した

$$\text{発病度} = \frac{4A + 3B + 2C + D}{4 \times \text{調査株数}} \times 100$$

A: 菌叢が外葉のすべてにみられる

B: " 3分の2以上にみられる

C: " 3分の1から3分の2程度にみられる

D: " 3分の1以下にみられる

収穫されるまで結球した上位葉に伸展することはなかった(図-1)。

3 病原菌の観察

分生胞子はほとんど単生し、無色、円筒形で、大きさは、 $31.3 \sim 57.5 \times 12.5 \sim 20.0 \mu\text{m}$ (平均 $43.2 \times 15.6 \mu\text{m}$)であった。分生子梗は、2~3個の隔膜を有し、大きさは、 $52.5 \sim 142.5 \times 7.5 \sim 15.0 \mu\text{m}$ (平均 $82.6 \times 12.3 \mu\text{m}$)であった(図-2)。また、子嚢殻の形成は確認できなかった。

引 用 文 献

- 1) 桜井 寿・中村広明(1967):日植病報 33(22):88.

* 現 山口県萩柑きつ試験場

A Powdery Mildew has been Observed on Chinese Cabbage in the field. By Takumi NOZAKI and Tuyosi SINOZAKI

ウイルス病抵抗性トランスジェニック植物開発の現状

東京大学農学部植物病理学研究室 難 波 成 任

はじめに

植物ウイルス病を防除するための有効な方策性を得るために、これまでに多くの試みがなされてきた。なかでも交配による抵抗性作物の育種は古くから行われたが、その作出には長い年月を必要とした。また、弱毒ウイルス (FULTON, 1986) や抗ウイルス剤も一部実用化されたが、その例はまだ数少ない。一方、最近のバイオテクノロジーの発展は新しい戦略による植物の育種を可能にした。今日の植物遺伝子工学の発展は、1960年代に始まる植物組織培養技術、すなわち細胞工学的手法の発展と、1970年代後半に確立された組換え DNA 技術を用いた植物形質転換法によるところが大きい。植物は全能性 (MURASHIGE, 1974) を有するところから、たった一つの細胞に外来遺伝子を導入し元の植物体に再生することによって、植物体に新たな表現型を導入することができる。組換え DNA 技術による形質転換操作は、通常①ベクター構築、②導入外来遺伝子の選択とベクターへの組み込み、③植物細胞への導入と再分化、の過程から成る。ベクターには、自律増殖タイプ (植物ウイルス RNA ベクター (FRENCH et al., 1986)、ジェミニウイルス改変シャトルベクター (UGAKI et al., 1991) など) と、植物ゲノム組み込みタイプ (Ti プラスミドベクター) とがある。一方、植物用ベクターを用いずに外来遺伝子を直接ゲノムに組み込む直接遺伝子導入法が開発された (GASSER et al., 1989)。これには、当初、プロトプラストを対象に数種の化学試薬が用いられたが (SAUL et al., 1987; 日比, 1976)、その後、マイクロインジェクション法 (CROSSWAY et al., 1986) やエレクトロポレーション法が開発された (LANGRIDGE et al., 1987; HIBI et al., 1986)。また、最近、金やタングステンの粒子に吸着させた DNA を、火薬銃や圧搾空気により、細胞壁を持ったままの細胞に打ち込む方法 (パーティクルガン) が開発された (SANFORD et al., 1987)。

植物への感染と発病に際して、ウイルスはそのゲノムにコードされるタンパク質を発現することにより、様々な病徴を引き起こす。最近、植物ウイルスゲノムの特定部位を植物体に導入・発現させ、ウイルス病抵抗性を付与する実験があいついで成功している。これまで最も数多くの良好な成果が、コートタンパク質 (CP) 遺伝子を

発現させたトランスジェニック植物で得られており、既に 11 種の植物ウイルスグループについて、CP 遺伝子の導入による抵抗性の発現が報告されている (図-1)。この抵抗性を定義するものとして、coat protein-mediated resistance (または protection) という用語が主に用いられている。

本稿では、ウイルス病抵抗性トランスジェニック植物開発のための戦略とその現状について、いくつかの具体例を示しながら紹介したい。

I 開発の戦略

ウイルス病抵抗性植物の開発には、クリアしなければならない問題が大きく分けて二つある。一つは遺伝子解析及びその操作技術上の問題であり、もう一つは組織培養上の問題である。導入する遺伝子の選択に当たっては、

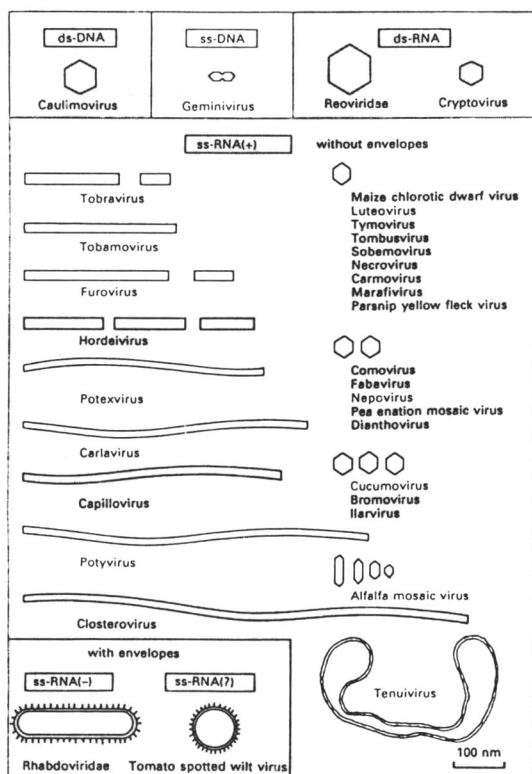


図-1 植物ウイルスの形態と外被タンパク質遺伝子の植物への導入により抵抗性が発現されたウイルスグループ (白抜き) (WILSON, 1989 の図を改変)

そのウイルスゲノム構造とウイルス病の病理学についてある程度の解明が進んでいることが前提であるが、近年、数多くの植物ウイルスでゲノム解析が進み、その機能も明らかになりつつある。導入する遺伝子が決まれば、Ti プラスミドベクターの T-DNA 領域が植物のゲノム内に移行する現象を利用して、その部分に目的の遺伝子を組み込んだ後、*Agrobacterium tumefaciens* の媒介によって植物体を形質転換する。Ti プラスミドベクターを用いた形質転換には、中間ベクター法とバイナリーベクター法があるが、現在では、後者が主流となっている。植物に導入する遺伝子の分子設計も重要で、マーカー遺伝子 (カナマイシン耐性遺伝子 (NPTII など) や、目的の遺伝子を植物で効率的に発現させるためのプロモーター配列、エンハンサー配列及びターミネーター領域などを利用する (表-1)。

ウイルス遺伝子を用いた抵抗性付与へのアプローチには、主として次の三つの方法がある。① CP 遺伝子の発現 (POWELL ABEL et al., 1986), ② アンチセンス RNA の発現 (CUOZZO et al., 1988), ③ サテライト RNA の発現 (GERLACH et al., 1990; HARRISON et al., 1987)。これ以外の新規なアプローチとしては、① リボザイムの発現 (HASEROFF et al., 1988), ② 抗体の発現 (HIATT et al., 1989), ③ ヒトインターフェロン遺伝子の発現 (DEZOETEN et al., 1989; EDELBAUM et al., 1990) などが考えられる。

1 CP 遺伝子の発現

植物にウイルス病抵抗性を遺伝子工学的に導入するアプローチの一つが、60 年前に MCKINNEY (1929) によって発見された干渉現象 (cross-protection) を模倣することである。彼は、植物が tobacco mosaic virus (TMV) の弱毒系統に感染するとその強毒系統による重複感染が

表-1 CP-mediated resistance の例

キメラ CP 遺伝子	トランスジェニック植物	ウイルス抵抗性*	文 献
P35S/AIMV/NOS	タバコ	AIMV PVX, CMV, <u>TMV U1</u>	VAN DUN et al. (1987) ANDERSON et al. (1989)
P19S/AIMV/CaMV35S	トマト	AIMV	TUMER et al. (1987)
P35S/CMV/rbcS-E9	タバコ	AIMV, <u>AIMV-RNA</u> , <u>TMV</u>	LOESCH-FRIES et al. (1987)
P35S/CMV/CaMV35S	トマト	CMV	CUOZZO et al. (1988)
	タバコ	CMV-C	QUEMADA et al. (accepted)
	タバコ, <i>N. benthamiana</i>	CMV	NAMBA et al. (submitted)
	キュウリ, メロン	CMV	GONSALVES et al. (unpublished)
P35S/CMV/NOS	サフィニア	CMV	大平ら (in preparation)
P35S/TSV/NOS	タバコ	TSV	VAN DUN et al. (1988)
P35S/PVX/rbcS-E9	タバコ	PVX, PVX-RNA	HEMENWAY et al. (1988)
P35S/PVX/NOS	ジャガイモ	PVX	HOEKEMA et al. (1989)
eP35S/PVS/NOS	<i>N. debneyi</i>	PVS, PVS-RNA	BEACHY et al. (1990)
eP35S/PVY//PVX/rbcS-E9	ジャガイモ	PVY, PVX	LAWSON et al. (1990)
P35S/SMV/NOS	タバコ	TEV, PVY	STARK et al. (1989)
P35S/WMVII/CaMV35S	タバコ, <i>N. benthamiana</i>	WMVII, TEV, PVY, PeMV, PeaMV, BYMV, CYVV	NAMBA et al. (submitted)
P35S/PRSV/CaMV35S	タバコ, <i>N. benthamiana</i>	WMVII, TEV, PVY, PeMV, PeaMV, BYMV, CYVV	NAMBA et al. (submitted)
P35S/ZYMV/CaMV35S	タバコ, <i>N. benthamiana</i>	WMVII, TEV, PVY, PeMV, PeaMV, BYMV, CYVV	NAMBA et al. (submitted)
P35S/TRV/NOS	タバコ	TRV-TCM, PEBV, <u>TRV-PLB</u>	VAN DUN et al. (1988)
P35S/TMV/NOS	タバコ	TMV TMV U1, PVX, CMV, PVY, AIMV, <u>TMV-Cc</u> , <u>Cc-</u> , <u>U1-RNA</u>	POWELL ABEL et al. (1986) ANDERSON et al. (1989)
	タバコ	ToMV	NELSON et al. (1987)
	タバコ	ORSV, PMMV, TMGMV	NEJIDAT et al. (1990)
	トマト	TMV, ToMV	NELSON et al. (1988)
PrbcS/TMV/NOS	タバコ	TMV	GREGG CLARK et al. (1990)
eP35S/ToMV/rbcS-E9	トマト	ToMV	BEACHY et al. (1990)

*: 下線は抵抗性が認められなかったウイルス

P35S, P19S: カリフラワーモザイクウイルス 35S プロモーター, P19S プロモーター, NOS: ノバリン合成酵素遺伝子ターミネーター, rbcS-E9: ルビスコ小サブユニット遺伝子ターミネーター, eP35S: 改変 P35S

TSV: tobacco streak virus, ORSV: odontoglossum ringspot virus, PMMV: pepper mild mottle virus, TMGMV: tobacco mild green mosaic virus, PVS: potato virus S, 他のウイルス名略称は本文参照

— 25 —

これまでの報告 (CUOZZO et al., 1988; HEMENWAY et al., 1988; POWELL-ABEL et al., 1989; REZAIAN et al., 1988) では、ウイルスゲノムの発現を 100%抑制することはできていない。

一方、センス RNA の一部を利用した別の防除戦略が turnip yellow mosaic virus (TYMV) の *in vivo* での複製を阻害するべく試みられている (MORCH et al., 1987)。

3 サテライト RNA の発現

ウイルスサテライト RNA を合成するように構築した遺伝子を植物に導入することにより、ウイルス感染に対する耐病性が誘導され、ウイルスの増殖や病徴発現が抑制される (GERLACH et al., 1990; HARRISON et al., 1987)。サテライト RNA は宿主植物で複製するのにヘルパーウイルスを必要とする小分子 RNA で、CMV や tobacco ringspot virus (TobRSV) などでの存在が知られている (FRANCKI, 1985)。ただし、サテライト RNA は一般には病徴を軽減するが、植物によっては逆に激化させることもある。

4 その他のアプローチ

(1) リボザイムの発現

RNA 分子のあるものは生体内で特異的に RNA 切断反応を触媒する酵素として働くことが明らかにされ (CECH, 1987)、リボザイム (ribozymes) と名付けられた (ZAUG et al., 1986)。これらの RNA は“ハンマーヘッド (hammerhead)”と呼ばれる共通した構造をとり、TobRSV (GERLACH et al., 1988) や barley yellow dwarf virus (MILLER et al., 1989) のサテライト RNA 及び sobemovirus のサテライト RNA (ウイルソイド) (FORSTER et al., 1987) でみだされている。またアボカドサンプロッチウイロイドやイモリのサテライト DNA の転写産物でもみだされている。GERLACH et al. (1988) は TobRSV サテライト RNA (STobRV) のリボザイム機能をウイルス RNA 切断及び不活化に利用することを提唱した。彼ら (1990) はまた TMV RNA を切断するようにデザインされたリボザイムを合成するトランスジェニックタバコが、TMV に抵抗性を示すことを認めた。これと異なる構造をもつ STobRV のマイナス鎖もリボザイムとして知られている (HAMPEL et al., 1989)。構造的に異なる一連のリボザイム群が抗ウイルス素材として間もなく利用できるようになることが期待される。

(2) 抗体の発現

ウイルスに対する抗体の遺伝子を植物に導入することによって、ウイルス抵抗性を付与するという戦略も当然考えられるが、ここでは抗イディオタイプ抗体の利用の可能性についてふれることにしたい。抗体分子の抗原結合部位 (パラトープ: paratope) は抗体のイディオタイ

プ領域に局在する。一方、このイディオタイプ領域に対する抗体は抗イディオタイプ抗体 (anti-id) と呼ばれる。パラトープを認識し抗原のエピトープの認識を阻害する anti-id は抗原のエピトープに似た構造を持ち、両者は抗体分子の同一部位 (レセプター) に結合できる。活性のある抗体をトランスジェニック植物に発現させる例が最近報告されていることから (HIATT et al., 1989)、将来 CP エピトープにあたる anti-id を植物に発現させ抵抗性を導入することができるかもしれない。これは CP-mediated resistance と同様な現象である。

(3) ヒトインターフェロン遺伝子の発現

植物におけるヒトインターフェロン (INF) の活性について、最近いくつか報告されている (LOESCH-FRIES et al., 1985)。しかし、一本鎖プラスセンス RNA を持つ植物ウイルスの感染に対する阻害効果については議論の余地がある。最近 α -INF 遺伝子を発現するカブが作出されたが、TYMV の複製を阻害しなかった (DEZOETEN et al., 1989)。一方、ヒト β -INF に対するモノクローナル抗体を用いたアフィニティークロマトグラフィーにより、インターフェロンを含む既知のどのタンパク質にもアミノ酸配列の相同性のない二つの植物タンパク質が精製され、それらが TMV の複製を強く阻害することが示されている (EDELBAUM et al., 1990)。

II 開発の現状

この数年の間に内外において数多くのウイルス病抵抗性形質転換植物の成功例が報告された。表-2 にその主なものをまとめた。以下にその概略を紹介する。

1 CP-mediated resistance の発現

これまで報告されている CP-mediated resistance では、いくつかの側面が明らかにされている。

(1) 感染頻度と感染部位の減少

TMV-CP や alfalfa mosaic virus (AIMV) -CP, potato virusX (PVX) -CP を発現するタバコでは、ウイルス接種により局部死斑の減少することが報告された (NELSON et al., 1987; LOESCH-FRIES et al., 1987; HEMENWAY et al., 1988)。このことは、CP 遺伝子の発現により感染部位の数が減少することを示している。

(2) 全身感染の阻害

仮に接種葉に感染が起こっても、全身感染の起こる可能性は CP(+) 植物では CP(-) 植物よりも少ない (NAMBA et al., submitted (a))。

(3) 病徴程度の軽減

一般に抵抗性を示す場合、その症状は軽い。しかし、CMV のように一度発病すると病徴程度にコントロールと差の認められない場合もある (NAMBA et al., submitted (a)) (図-3)。

(4) ウイルス濃度の低下

TMV や CMV, PVX, potato virus Y (PVY) の CP を発現する植物では、接種葉でも上葉でもウイルスの集積量は低下する (NELSON et al., 1987; CUOZZO et al., 1988; HEMENWAY et al., 1988; LAWSON et al., 1990)。しかし場合によっては、無病徴の CP(+)植物から生物検定でウイルスがコントロールと同等に多量に検出される場合もある (NAMBA et al., submitted (b))。

以下に、これら抵抗性に関与していると考えられる要因についていくつか考察してみる。

(1) ウイルス接種濃度

TMV ではウイルスの接種濃度が高くなるほど抵抗性は低下する (STARK and BEACHY, 1989; POWELL-ABEL et al., 1986)。しかし CMV の CP 遺伝子を発現するタバコの抵抗性のレベルは、接種源の濃度と無関係であった (CUOZZO et al., 1988; NAMBA et al., submitted (a))。このほか、AIMV (TUMER et al., 1987) や、PVX (HEMENWAY et al., 1988; LAWSON et al., 1990) 及び PVY (LAWSON et al., 1990; STARK et al., 1989), tobacco etch virus (TEV) (STARK et al., 1989; LING et al., submitted; NAMBA et al., submitted (b)) などの CP(+)植物でも同様な耐性を示した。これらの報告は他のこれまでの CP 発現植物や干渉現象に関する報告の結果とは一致しない。

(2) 異種ウイルスに対する抵抗性

potyvirus である watermelon mosaic virus II (WMV II), papaya ringspot virus (PRSV), zucchiniy

ellow mosaic virus (ZYMV) の CP 遺伝子をそれぞれ発現するタバコ及び *Nicotiana benthamiana* が作出された (NAMBA et al., submitted (b), LING et al., submitted)。 *N. benthamiana* は世代交代が速く、多くの異なる potyvirus が感染することに着目し、培養・再分化の条件等が検討された結果、今回初めて利用された植物である。これら導入した CP とはアミノ酸配列ホモロジーの様々な異なる CP を持つ 7 種の potyvirus (WMVII, bean yellow mosaic virus (BYMV), clover yellow vein virus (CCVV), PVY, pepper mottle virus (PeMV), pea mosaic virus (PeaMV, TEV) に対する抵抗性が調べられた (表-2, 図-4)。その結果、potyvirus-CP を発現する植物は異種の potyvirus に対して広く抵抗性を示すことが明らかになった。最近、soybean mosaic virus (SMV)-CP を発現するタバコで、TEV (SMV との CP ホモロジー 58%) と PVY (同 61%) に対する抵抗性が報告された (STARK et al., 1989)。また tobacco rattle virus (TRV)-TCM-CP の遺伝子を発現するタバコで pea early browning virus (PEBV) に対する抵抗性が認められ (VAN DUN et al., 1988), CP-mediated resistance はいわゆる干渉現象とは異なり、異種ウイルスに対しても広く抵抗性を示すことが明らかになった。

(3) CP の発現量と抵抗性

TMV の場合 CP の発現量が多いほど抵抗性は増加

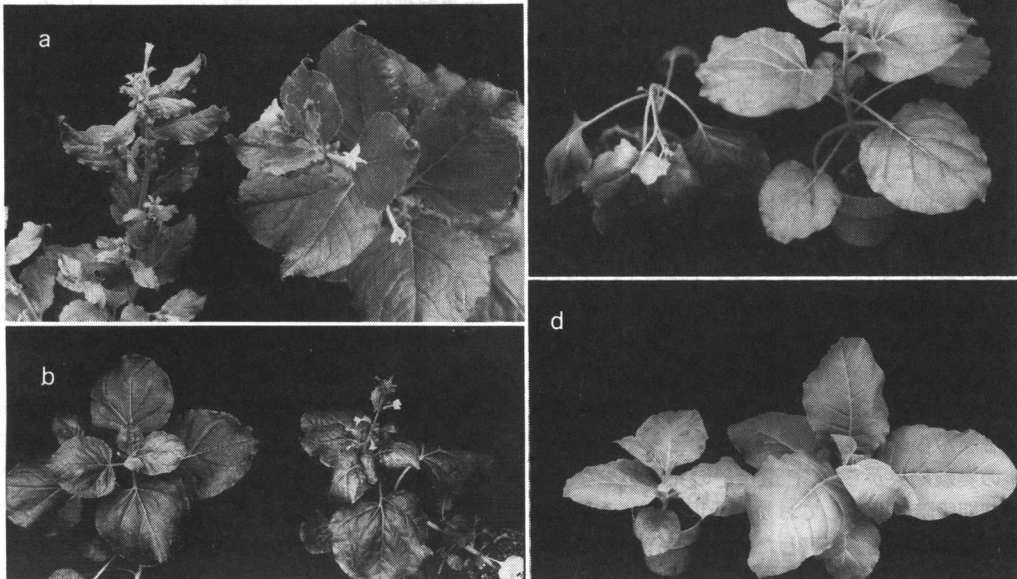


図-3 ウイルス CP を発現する植物 (a~c: WMVII-CP を発現する *Nicotiana benthamiana*; d: CMV-WL-CP を発現するタバコ) のウイルス病抵抗性 (a: TEV を接種 (接種 2 か月後; 左: 対照); b: PVY を接種 (右: 対照); c: WMVII を接種 (右: 対照); d: CMV-C を接種 (右: 対照))

し、高濃度のウイルス接種により抵抗性は低下した。しかしこれらの形質転換植物はCPの産生量によってスクリーニングされている (POWELL-ABEL et al., 1986)。しかし、ウイルス感染に対する抵抗性のレベルによりスクリーニングしたところ、CPの産生量とウイルス病抵抗性との間には相関関係のない別のタイプの抵抗性の存在が示唆された。すなわち、CPの産生量がELISA検出レベルになくとも高いレベルの抵抗性を示す例がCMV, WMV II, ZYMV, PRSVのCP遺伝子を導入したいずれの植物の場合にも認められた (NAMBA et al., submitted (a, b))。

(4) CP遺伝子の構造と抵抗性

TMV-CPを発現する植物では tobamovirus の接種に対して、TMVとCPのシークエンスホモロジーの高いほど高レベルの抵抗性が認められた (BEACHY, 1990)。一方、potyvirus-CPを発現するトランスジェニック植物はそれとシークエンスホモロジーの低いCPを持つ異種のpotyvirusに対しても広く抵抗性を示した (図-4)。これらのウイルスは互いに血清関係はなく、そのCPのアミノ酸配列は全体としては相同性が低いものの、粒子構築に関与するCP-コア領域のアミノ酸配列は、potyvirusグループ全体を通じて高度に保存されており (SHUKLA and WARD, 1989 a, b) (NAMBA et al., submitted (b))、このことがpotyvirus-CPが異種potyvirusに対して広い範囲で抵抗性を示す一つの鍵を握っていると考えられる。

2 抵抗性のメカニズム

CP-mediated resistanceの例にはそれぞれ相違点があるが、共通しているのはCP遺伝子が抵抗性発現の鍵を握っていることである。そのメカニズムはまだ明らかではないが、抵抗性はウイルス感染・増殖のそれぞれのステージで発現していると考えられる。

(1) 感染初期における抵抗性

ウイルスが宿主に侵入後、感染は翻訳開始のためのウイルス核酸の露出に始まる。多くのウイルスで、それに先立って、粒子の膨潤が始まると考えられる (WILSON, 1985)。続いて、ウイルスの脱外被とリボゾームのウイルスRNAへの結合及び同時に翻訳が始まり、増殖のプロセスが開始される。CP遺伝子はこの過程で抵抗性発現にかかわるなんらかの役割を果たすものと考えられる。いくつかの実験結果から、CP遺伝子の発現が少なくとも感染の初期段階に関与しており、発現されるCPはウイルスカプシドの解離を阻害したり、その後のウイルスの複製を阻害するらしいことがわかってきた (REGISTER et al., 1988; OSBOURN et al., 1987; VAN DUN et al., 1988)。

(2) 感染後期における抵抗性

一方、CPの発現が認められなくとも抵抗性が認めら

れることは、脱外被後に働くもう一つのメカニズムがあることを示している。低レベルではあるが、TMV-RNAによる感染に対して一定の抵抗性がCP発現植物 (NELSON et al., 1989) 及びプロトプラスト (REGISTER et al., 1988) で認められることも、これを裏付けている。またCMV-CP発現植物では、CMV接種後、接種葉には局部病斑を生じ感染が認められたが、その後4週間以上、上葉での増殖も病徴も認められなかった。これは接種した組織でのウイルスの細胞間移行や、組織間の移行などが阻害されるためと考えられる。

3 圃場試験

わが国ではようやく開始された段階であるが、アメリカでは既にウイルス抵抗性植物の圃場試験がいくつか行われている。1987年にウィスコンシン大学とモンサントの研究者によって開始されたTMV-CP遺伝子を発現するトマトの圃場試験は、既に数年来行われている (NELSON et al., 1988)。1988年にはAgrigenetics Advanced Science Companyの研究者たちの手により、ウィスコンシンで、AIMV-CP遺伝子を発現するタバコの圃場試験が行われた (BEACHY et al., 1990)。このほか、tomato mosaic virus (ToMV) -CP遺伝子を発現するトマト (BEACHY, 1990)、PVX-及びPVY-CPを発現するジャガイモ (BEACHY et al., 1990) なども既に圃場試験が行われている。それぞれUSDA-動植物検疫局 (APHIS) の認可を受けている。これらの実験で明らかになったことは、圃場の植物と人工気象器や温室の植物との間にはCPの産生量や抵抗性において差がないこと、CP遺伝子の発現やウイルス接種が収量に影響しないこと、CPの集積量と低抵抗性との間には相関関係が認められないこと、などである。またCMV-CP遺伝子を発現するキュウリ及びメロンの圃場試験も1988年より毎年行われている (GONSALVES ら, 未発表)。これまでのところアブラムシによる自然感染、人工接種のいずれにおいてもCP発現植物には強い抵抗性が認められている。

4 CP以外の遺伝子を導入した植物における抵抗性の発現

(1) アンチセンスRNAの植物での発現

CMV-CPのアンチセンスRNAを発現する植物はCMV感染に対して低濃度の接種でのみ抵抗性を示し、CPのアンチセンスRNAはウイルス感染阻害に関してCP遺伝子よりもきわめて効果の低いことが示唆された (CUOZZO et al., 1988)。またTMV及びPVXでも結果は同じであった (POWELL-ABEL et al., 1989; HEMENWAY et al., 1988)。これはアンチセンスRNAの発現が不十分であったためと思われる。

このほか、CMVのレプリカーゼやmovementタンパク質 (3Aタンパク質) と推定されるゲノム領域及び3'

表-2 これまでに報告されている主なウイルス病抵抗性トランスジェニック植物

植 物	導入遺伝子源	チャレンジウイルス	文 献				
CPを発現する植物				トマト	GCMV	PeaMV, WMVII	
タバコ*	TMV	TMV	POWELL-ABELL et al. (1986)		AIMV	BYMV, CYVV	
		TMV	NELSON et al. (1988)	ジャガイモ	TMV	TBRV	BRAULT et al. (1990)
		ToMV			ToMV	AIMV	TUMER et al. (1987)
		ToMV	NEJIDAT et al. (1990)		CMV	ToMV	NELSON et al. (1988)
		ORSV		サフィニア	CMV	CMV	BEACHY et al. (1990)
		PMMV		キュウリ	CMV	CMV	CUOZZO et al. (1988)
		TMGMV			PVX	PVX	HOEKEMA et al. (1989)
		TMV U1	OSBOURN et al. (1989)	メロン	PVX and PVY	PVX and PVY	LAWSON et al. (1990)
		ToMV	NELSON et al. (1987)	イネ	PLRV	PLRV	TUMER et al. (1990)
		TMV U1	ANDERSON et al. (1989)		CMV	CMV	大平ら (submitted)
		TMV U1 RNA**			CMV	CMV	GONSALVES et al. (未発表)
		TMV-Cc (カウビー系統)**			RSV	RSV**	早川ら (1990), 大槻ら (1990)
		TMV-Cc RNA**		アンチセンス RNA を発現する植物			
		PVX		タバコ	TMV-antisense	TMV	POWELLA-ABELL et al. (1989)
		CMV			PVX-antisense	PVX	HEMENWAY et al. (1988)
		PVY			CMV-antisense (レプリカーゼ (3A タンパク) (3'複製開始部))	CMV	REZAIAN et al. (1988)
		AIMV			CMV-D-antisense (CP)	CMV*	
		TMV U1	GREGG CLARK et al. (1990)		CMV-M-antisense (3A タンパク)	CMV*	
		TMV	OSBOURN et al. (1990)		CMV-D-antisense (CP)	CMV-C	CUOZZO et al. (1988)
		AIMV-YSMV	VAN DUN et al. (1987)		CMV-M-antisense (3A タンパク)	CMV	NAKAYAMA et al. (1990)
		AIMV-425	LOESCH-FRIES et al. (1987)	サテライト RNA を発現する植物			
		AIMV-McKINNEY		タバコ	CMV-satellite	CMV-K	HARRISON et al. (1987)
		AIMV-RNA**				TAV (tomato aspermy v.)	
		TMV**				CMV	TIEN et al. (1990)
		TMV U1**	ANDERSON et al. (1989)			TobRSV	GERLACH et al. (1987)
		PVX		ベッパパー	TobRSV-satellite	CMV	TIEN et al. (1990)
		CMV			CMV-satellite	(satellite free)	
		AIMV	TUMER et al. (1990)	リボザイムを発現する植物			
		TSV	VAN DUN et al. (1988)	タバコ	TMV-リボザイム	TMV	GERLACH et al. (1990)
		PVX	HEMENWAY et al. (1988)	インターフェロンを発現する植物			
		PVX RNA		タバコ	α -INF (human α -interferon)	TuYMV**	DEZOETEN et al. (1989)
		PVS (ME 系統)	BEACHY et al. (1990)		β -INF	TMV	RIFKIN et al. (1990)
		PVS RNA (ME 系統)		その他の遺伝子を発現する植物			
		TRV-TCM	VAN DUN et al. (1988)	タバコ	TMV-54K	TMV U1	GOLEMBOSKI et al. (1990)
		PEBV			TMV-全長 cDNA	TMV	YAMAYA et al. (1988)
		TRV-PLB**			AIMV-P1, P2 (putative replicase subunits)	AIMV	BOL et al. (1990)
		CMV-D	CUOZZO et al. (1988)		TRV (非構造蛋白)	TRV*	ANGENENT et al. (1990)
		CMV-Y	NAKAYAMA et al. (1990)				
		CMV-C	QUEMADA et al. (accepted)				
		CMV	NAMBA et al. (submitted)				
		SMV	STARK et al. (1989)				
		PRSV	LING et al. (submitted)				
		PRSV, ZYMV, WMVII	NAMBA et al. (submitted)				

*: *Nicotiana benthamiana* 及び *N. occidentalis* も含む

**: 抵抗性は認められなかった

PLRV: potato leaf roll virus, RSV: rice stripe virus, 他のウイルス名略称は本文及び表-1 参照

末端の複製開始部位について、それぞれのアンチセンス RNA を発現するタバコが作出された (REZAIAN et al., 1988)。このうちレプリカーゼのアンチセンス RNA を低レベルで発現するタバコだけが CMV に対して抵抗性を示した。一方、中山ら (1990) は CMV-3A タンパク質のアンチセンス RNA または CP を発現するタバコは CMV 及び CMV-RNA の感染に対して抵抗性であったと報告している。

(2) ウイルスサテライト RNA の植物での発現

CMV サテライト RNA をタバコに発現させることによって、CMV に対する抵抗性が発現された (BAULCOMBE et al., 1986; RHODES et al., 1988; JACQUEMOND et al., 1988)。少量のサテライト RNA が発現されれば、この RNA は CMV の接種によってさらに増幅され、その結果、CMV の複製が減少し、病徴の発現が抑制される。CMV に近縁の tomato aspermy virus を接種してもサテライト RNA は増殖し、病徴が抑制されるが、ウイルス

の増殖量は減少しない。この結果は、病徴の抑制が必ずしもウイルス増殖の減少に依存しないことを示しており、potyvirus-CP を発現する植物にウイルスを接種したときにも同様な現象が認められていることから、ケースは違うが興味深い現象である (NAMBA et al., submitted (b))。以上のように、そのメカニズムは明らかではないが、ウイルスサテライト RNA を用いた抵抗性の付与は有効な戦略であることが示されている。同様に、GERLACH et al. (1987) は、STobRV のマルチコピー cDNA をタバコに導入し、TobRSV の感染に対する抵抗性を示した。このようにこの方法はきわめて効果的であったが、その応用範囲はサテライト RNA を持つ二〜三の植物ウイルスに限られる。また CMV サテライト RNA で示されたように、ほんの数塩基の変化で病徴を軽減する系統から激化する系統に変わってしまう例がある (BAULCOMBE et al., 1989; DEVIC et al., 1989; KURATH et al., 1989; TEPFER et al., 1989)。これらのことはこの手法の限界を示すものと考えられる (GADANI et al., 1990)。

(3) CP 遺伝子以外の領域の発現

TMV の弱毒トマト系 (TMV-L₁₁A) (OSHIMA, 1981) のゲノムの全長 cDNA コピーが導入されたタバコ (YAMAYA et al., 1988) は、親株の強毒 TMV-L 及びその RNA に対して強い抵抗性を示した。また最近、TMV 非構造タンパク質 (54 K) 遺伝子をタバコに導入したところ、強い抵抗性が認められた (GOLEMBOSKI et al., 1990)。この 54 K 遺伝子は、RNA 依存 RNA ポリメラーゼに共通の配列を持つ。一方、TRV の非構造タンパク質を発現する植物は、TRV の感染に対して抵抗性ではなかった。

III 展望と問題点

これまで、植物ウイルス病は主として従来の抵抗性育種や予防的な各種の方法により防除されてきた。そして今、遺伝子工学を利用したユニークな防除法の可能性がでてきた。現在のところ、CP-mediated resistance が最も広く研究され、多くの異なる植物ウイルスグループのウイルスによって起こる病害に対して効果的な防除法であることが示されている。これらの実例はいずれも 1986 年から 1990 年にかけて報告されたもので、このような短期間の間に、きわめて数多くのウイルス病抵抗性トランスジェニック植物が作出されたことを物語っている。既にアメリカの各種研究機関ではこれらのトランスジェニック植物が実用化の段階に入っており、数年後には種子の販売も予測されている。この技術の最大の利点は、交配では不可能な、目的とする遺伝子のみを一・二世代にして導入できることであり、しかも種を超えて導入できるところにある。このような方法による抵抗性発現の分子基盤をより明らかにするためにも、また抵抗性植物

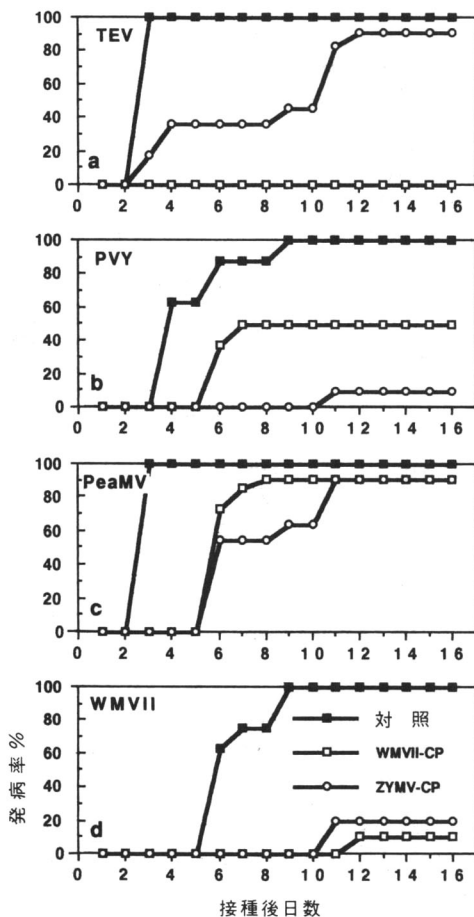


図-4 WMVII 及び ZYMV の外被タンパク質遺伝子を発現する *N. benthamiana* のウイルス病抵抗性

が農業の現場において利用されるようになるためにも、さらなる研究の展開が必要であろう。

引用文献

- 1) ANDERSON, E. J. et al. (1989) : *Phytopathology* 12 : 1284~1290.
- 2) ANGENENT, G. C. et al. (1990) : *Virology* 175 : 191~198.
- 3) BAULCOMBE, D. C. et al. (1986) : *ibid.* 175 : 446~449.
- 4) ——— et al. (1989) : *J. Cell Biochem.* 13D : 244.
- 5) BEACHY, R. N. et al. (1990) : *Annu. Rev. Phytopathol.* 28 : 451~474.
- 6) ——— (1990) : *Viral genes and plant pathogenesis* (eds. PIRONE, T. P. and SHAS, J. G.), Springer-Verlag, N. Y. pp. 13~22.
- 7) BOL, J. F. et al. (1990) : Abstracts of VIIIth international congress of virology, 1990, Berlin, GDR : 457.
- 8) BRAULT, V. et al. (1990) : *ibid.* GDR : 122.
- 9) CEC, T. R. (1987) : *Science* 236 : 1532~1539.
- 10) CROSSWAY, A. et al. (1986) : *Mol. Gen. Genet.* 202 : 179~185.
- 11) CUOZZO, M. et al. (1988) : *Bio/Technology* 6 : 549~557.
- 12) DEVIC, M. J. et al. (1989) : *J. Gen. Virol.* 70 : 2765~2774.
- 13) DEZOETEN, G. A. et al. (1989) : *Virology* 172 : 213~222.
- 14) EDELBAUM, O. et al. (1990) : *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 87 : 588~592.
- 15) FORSTER, A. C. and R. H. SYMONS (1987) : *Cell* 48 : 211~220.
- 16) FRENCH, R. et al. (1986) : *Science* 231 : 1294~1297.
- 17) FULTON, R. W. (1986) : *Annu. Rev. Phytopathol.* 24 : 67~81.
- 18) GADANI, F. et al. (1990) : *Arch. Virol.* 115 : 1~21.
- 19) GASSER, C. S. and R. T. FRALEY, (1989) : *Science* 244 : 1293~1299.
- 20) GERLACH, W. L. et al. (1987) : *Nature* 328 : 802~805.
- 21) ——— et al. (1988) : *J. Cell Biochem.* 12C : 239.
- 22) ——— et al. (1990) : (eds. PIRONE and SHAW) *Viral genes and plant pathogenesis*. Springer-Verlag, New York : 177~186.
- 23) GOLEMBOSKI, D. et al. (1990) : Abstracts of VIIIth international congress of virology, 1990, Berlin, GDR : 123.
- 24) GREGG CLARK et al. (1990) : *Virology* 179 : 640~647.
- 25) HAMILTON, R. I. (1980) : *Plant disease : an advanced treatise*, vol 5. (HORSFALL, J. H. and E. B. COWLING), Academic Press, New York, pp. 279~303.
- 26) HAMPFEL, A. and R. TRITZ, (1989) : *Biochemistry* 28 : 4929~4933.
- 27) HARRISON, B. D. et al. (1987) : *Nature* 328 : 799~802.
- 28) HASELOFF, J. and W. L. GERLACH (1988) : *ibid.* 334 : 585~591.
- 29) 早川孝彦ら (1990) : 第13回日本分子生物学会年会講演要旨集 : 296.
- 30) HEMENWAY, C. et al. (1988) : *EMBO J.* 7 : 1273~1280.
- 31) HIATT, A. et al. (1989) : *Nature* 342 : 76~78.
- 32) 日比忠明 (1976) : *化学と生物* 14 : 363~377.
- 33) HIBI, T. et al. (1986) : *J. gen. Virol.* 67 : 2037~2042.
- 34) HOEKEMA, A. et al. (1989) : *Bio/Technology* 7 : 273~278.
- 35) JACQUEMOND, M. et al. (1988) : *Mol. Plant Microb. Interact.* 1 : 311~316.
- 36) KURATH, G. and P. PALUKAITIS (1989) : *Mol. Plant Microb. Interact.* 2 : 91~96.
- 37) LANGRIDGE, W. H. R. (1987) : *Methods Enzymol.* 153 : 336~350.
- 38) LAWSON, C. et al. (1990) : *Bio/Technology* 8 : 127~134.
- 39) LOESCH-FRIES, L. S. et al. (1985) : *Virology* 143 : 626~629.
- 40) ——— et al. (1987) : *EMBO J.* 6 : 1845~1851.
- 41) LUTCKE, H. A. et al. (1987) : *EMBO J.* 6 : 43~48.
- 42) MCKINNEY, H. H. (1929) : *J. Agricult. Res.* 39 : 557~578.
- 43) MILLER, W. A. et al. (1989) : *J. Cell Biochem.* 13D : 339.
- 44) MORCH, M. D. and A. L. HAENNI (1987) : *The molecular biology of the positive strand RNA viruses* (eds. Rowlands, D. J. et al.). Academic Press, London, pp. 153~175.
- 45) MURASHIGE, T. (1974) : *Ann. Rev. Plant Physiol.* 25 : 135~166.
- 46) NAKAYAMA et al. (1990) : Abstracts of VIIIth international congress of virology, 1990, Berlin, GDR : 457.
- 47) NEJIDAT, A. and R. N. BEACHY (1990) : *Mol. Plant Microb. Interact.* 3 : 247~251.
- 48) NELSON, R. S. et al. (1987) : *Virology* 158 : 126~132.
- 49) ——— et al. (1988) : *Bio/Technology* 6 : 403~409.
- 50) 大槻義昭ら (1990) : 第13回日本分子生物学会年会講演要旨集 : 296.
- 51) OSBOURN, J. K. et al. (1989) : *Mol. Plant Microb. Interact.* 2 : 340~345.
- 52) ——— et al. (1989) : *Virology* 172 : 370~373.
- 53) ——— et al. (1990) : *ibid.* 179 : 921~925.
- 54) OSHIMA, N. (1981) : *Jpn. Agricult. Res. Q.* 14 : 222~228.
- 55) POWEL ABEL, P. et al. (1986) : *Science* 232 : 738~743.
- 56) ——— et al. (1989) : *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 86 : 6949~6952.
- 57) REGISTER, J. C. and R. N. BEACHY (1988) : *Virology* 166 : 524~532.
- 58) REZAIAAN, M. A. (1988) : *Plant Mol. Biol.* 11 : 463~472.
- 59) RHODES, C. A. et al. (1988) : *Science* 240 : 204~207.
- 60) RIFKIN, M. et al. (1990) : Abstracts of VIIIth international congress of virology, 1990, Berlin, GDR : 457.
- 61) SANFORD, J. C. et al. (1987) : *Particulate Sci. Technol.* 5 : 27~37.
- 62) SAUL, M. W. et al. (1987) : *Plant Physiol. Biochem.* 25 : 361~364.
- 63) SHUKLA, D. D. and C. W. WARD (1989) : *Adv. Virus Res.* 36 : 273~314.
- 64) SLIGHTOM, J. L. (1991) : *Gene* (in press).
- 65) STARK, D. M. and R. N. BEACHY (1989) : *Bio/Technology* 7 : 1257~1262.
- 66) TEPPER, et al. (1989) : *J. Cell Biochem.* 13D : 344.
- 67) TIEN, P. et al. (1990) : Abstracts of VIIIth international congress of virology, 1990, Berlin, GDR : 454.
- 68) TOULME, J.-J. and C. HELENE (1988) : *Gene* 72 : 51~58.
- 69) TUMER, N. E. et al. (1987) : *EMBOL J.* 6 : 1181~1188.
- 70) ——— et al. (1990) : Abstracts of VIIIth international congress of virology, 1990, Berlin, GDR : 122.
- 71) ——— et al. (1990) : *ibid.* : 456.
- 72) UGAKI, M. et al. (1991) : *Nucleic Acid Res.* 19 : 371~377.
- 73) VAN DUN, C. M. P. et al. (1987) : *Virology* 159 : 299~305.
- 74) ——— et al. (1988) : *ibid.* 164 : 383~389.
- 75) WILSON, T. M. A. (1985) : *J. Gen. Virol.* 66 : 1201~1207.
- 76) ——— (1989) : *BioEssays* 10 : 179~186.
- 77) YAMAYA, J. et al. (1988) : *Mol. Gen. Genet.* 215 : 173~175.
- 78) ZAUG, A. J. and T. R. Cech (1986) : *Science* 231 : 470~475.

研究放談室 (1)

研 究 の 動 機

研究に長年月を要した、その成果を、膨大な研究論文に見たとき、あるいは実に創意に富んだ実験の話聞いたときなど、これは凄いものだと思える。こんな時、私はよく、どうしてこんな研究をする気になったのだろうと興味が深まる。つまり、この研究の動機は何だったのだろうと考えてみたくなる。人間が行動を起こす、特に長期にわたる行動には、それをやらせるだけの動機があったに違いないと思うのが当然であろう。動機すなわち行動のきっかけ、ひきがね、刺激が強烈であれば、それだけ懸命に行動することになるはずである。

世界人類のため、福祉のため、果樹農家のため、などという大きな目標に向かって研究をする、あるいは行動するというのも事実であろう。だがもっと身近な、自分だけに当てはまるような、もしかしたら恥ずかしくて人様には言えないような、それだけに強烈な動機だってあるかもしれない。大きな仕事を完成したあとには、人類のため、民族のためにやっとな大きな声で言えるであろうが、仕事の初期の動機はもっと自分に密接したところにあるのが普通のように思える。

動機という問題について、心理学の本などを斜め読みしてみると、ネズミやウサギなどを使った動機論が意外に多いのに驚く。いわゆる動物心理学的なものである。もう一つの傾向は、子供や病的人間を材料にした研究である。これは扱いやすいことや、人間の性質の一部が拡大して現れる点で有利なのかもしれない。しかし研究というような、かなり高度な心理現象を、動物心理学や子供や病人からの成果では律し切れない部分が多いに違いない。少し生臭い現実の世界から、この辺のことを考えてみたい。

① 命ぜられてやる

所属する機関の上司なり先生から、これをやれ、と研究課題をもらって研究する場合である。実際にはこの型は非常に多い。研究に初めてたずさわる人達の大部分はこれである。これも研究課題の細部にわたって指示を受けてやるうちは、研究というよりは、研究見習いまたは研究補助者である。なにかにかかっているうちに、自分の中から興味が出、ものが多少見えてきて、自発的にやるようになる。このへんから、本当の研究動機というものが出てくるように思われる。

② 報酬

つまり金をやるから研究せよ、というやり方である。

このような型の動機も確かにある。月給分は働かなくちゃ相すまぬ、というのもこれかも知れないが、ほんとに創造的な研究が、こんな形で生まれてくるとは考えにくい。研究という仕事は失敗が多いというか成功率の低い仕事である。一山いくらか、物を運搬して、手数料をもらうように、単純な取引はしにくい。

② 責任感・義務感

官公庁あるいは企業の研究場所にいれば、何か良い研究をせねばならないという責任のようなものを感じる。このような所属機関に対する責任、義務のほかには、日本の農業、農家に対する責任のようなものも感ずる。いもち病の大発生やイネミズゾウムシの被害などに接すると、なんとかしてやりたいと感ずる。また、うっかり防除用に勧めた農薬が果樹に薬害を出した、再びこんなことのないようにと研究に精を出す、というのも、この類に当たる。

④ 競争心・名誉心

ひとには言えないが、オレはあいつにだけは負けたくないとか、オレを失恋させたあの娘を見返してやりたい、とかという、少々陰にこもる動機もある。競争相手、ライバルのいることは良いことである。ライバルよりも、少しでも研究の進んだときは、どうだ、ざまあみろという優越感は何とも言えない。企業の研究などは、常にライバル企業との競争の上に立っているといっているほどである。同じようなことは名誉心としても表れる。君のやった研究は、わが社の売上げを倍増したぞ、などと社長にでもほめられれば、満足この上ないし、自然と鼻も高くなり、女性社員達にも注目されること間違いなしである。これがもっと公的になり、賞をもらったり、学位になったりすれば、いやが上にも有頂天になれる。その日も近いかも知れないと思われる時期には、人間誰しも目の色が変わってくる。変なゴマカシをやらない限り、名誉心のために努力をする、つまりそれを研究動機にすることは、はたから見ても決して悪いものではない。

⑤ 自己実現

研究は独創的、個性的なものである。そのため大きな研究業績には、あの人らしい、という風格があり味がある。あの人でなければ発見できなかったのではないかと、と思われる仕事も多い。このことから、研究者には、自分らしい、他の人には出来ないような仕事をしてみたいという念願がある。自己の能力の限界まで出して、創造

的な研究をやろうというところに動機がある場合、自己実現を旨とした研究といえる。人間の能力には自分も信じ、他人も認めてくれる個性もあるが、まだ現れない、いわゆる潜在能力というものがある。これは何らかの思いがけない状態（異常事態）に会ったとき、あるいは特に訓練した場合などに現れるのであるが、この潜在能力をも想定して、自己実現を考える必要がある。そんなことは自分には出来ないなどと消極的になることはない。あまりに小さな専門に閉じ込めすぎないようにして、視界を広げておくことも大切である。

⑥ 好奇心

人が何と言おうと、研究が面白くてたまらない、という人がある。純粋な研究に一生を捧げた人などには、この型の人が多い。とにかく面白い、それが何の役に立つのか、金もうけになるのか、大体その研究には方向があるのか、どこまでいけば完成なのか、などと言われても、そんなことはもともと考えていない、ただやっていることが面白いのだという態度である。こういうタイプの人は私の知人の中にも、何人かいるように思われる。ただ頭の下がる思いがするが、本人は頭など下げられたら、テレだけのことだろう。植物分類学の大家牧野富太郎、粘菌学者であり、民俗学者であった南方熊楠などは、この極にあった人達で、多少奇人扱いをされたが、好奇心ほど純粋に研究の動機、原動力になるものはない。好きになるということは生来のこともあるが、長い勉学の後に形成されることも少なくない。

⑦ 流行（パラダイム）

研究に流行があるか、などという人もいるが、これは言葉を変えればパラダイム、などと言われるもので、かなり大きな力をもって動いていると言わねばならない。新しい研究方法が、誰かによって考えられ、ある程度の人達が、これは良い方法だと承認して集まってくると、これは一つのパラダイムを形成したことになる。バイオテクノロジー、電子顕微鏡、発生予察シミュレーションなど、いずれもパラダイムを形成しているが、これらは一つの流行と言ってさしつかえない。パラダイムに乗った仕事は、大体一般に承認されるし、新しきがあるので、みんな集まってくる。すなわち、研究動機になることが多い。パラダイムは新しい思想、新しい方法、新しい機械を用いるもので、たしかに魅力に富んでいるから、誰しも乗ってみたいくなる。結果もまた新しいものが発見されることが多い。しかし、同じような方法で、多少異なる材料で行う実験には、独創性というものが感じられなくなる。流行、ブームの去ったあとには、幾つの特記すべき研究成果が残される反面、あまり目立たない、平

凡な研究として、多数の業績が埋もれることも、致し方のないことであろう。

⑧ 自信

上に述べた、いくつかの動機とは多少方向違いであるが、研究に突入する場合には、オレなら出来るぞ、という自信が大きな役割を持っているように思われる。自信の中には、自分の頭脳、経験、手先の器用さを持ってすれば、この研究は十分可能であると考えられる場合もあるし、その他の要素としても、頼りになる指導者や先輩がいるとか、協力してくれる有能な部下がいるという場合もあるだろう。また研究に十分なだけの設備、機械、予算もあるから、心配はないという自信もあろう。やれるかな、やれないかななどと、フラフラしては、仕事は出来ない。十分にやれるという自信こそ、研究動機には最強の裏打ちとなるものである。

⑨ 動機の持続

何らかの動機で始めた研究も、日経ち、季節が移ると、しだいに刺激がなくなり、こんな仕事をして、しょうがないなあ、などと考えるようになりがちである。いわゆる三日坊主になっては、少し始めた仕事も無駄になる。大体研究というものには、大きな研究になればなるほど、準備が必要であって、大きな準備をしたあとに、研究を取り止めるようになっては、無駄も甚だしいことになる。とはいうものの、いったん仕事を始めてから、多少の心の動揺がないとも言えないから、動機の持続ということを考えておかねばならない。一つは、動機になった刺激を不断にくり返すことである。問題の現場や実物に接することも大切であるし、標本や写真を目の前ににおいて、刺激を再燃させることもいいだろう。もう一つは、大目標の前に中間の小さな目標を置くことである。大論文を書く前に、必ず年に3回は、小さなものでも発表しておくというように、自分に義務づけておく。数年後にはかなりの大冊の論文になるはずである。さらに、動機を不動のものにするためには、動機を習慣の中に織り込んでしまうことである。習慣というのは無批判、無反省になり得るので、努力なしにできるようになる。

動機にとって恐ろしいのは新しく現れる動機である。世の中には、次から次に新しい研究問題を考え、これを計画化し、実験にとり入れようとする人がある。多くは頭脳明晰で研究欲の盛んな人のようであるが、この動機の競合は実に危険である。たいていの場合、前の動機は後の動機に駆逐される運命になることが多い。老練な研究者ならともかく、若い研究者などは、動機の競合、研究課題の重複には注意せねばならない。

（小野 小三郎）

海外ニュース

タイ農業局における野菜ウイルス病害研究の動向

バンコク市内は車の洪水である。依然人口の 6 割以上が農業に従事しているとはいえ、国内総生産は製造業が農業を抜き、タイは着々と工業化への道を歩んでいる。ところがこの経済構造変化の過渡期ともいえる現在、農業生産物の薬剤汚染が指摘され始めた。経済発展に伴い集約的な農法を採用する企業や大農家が増え、病害虫防除の農薬を無計画に使用するために、みかけはいいが薬漬けの作物が市場に氾濫しているというわけである。実際農薬で真っ白になった野菜や果樹をときどき目にし、正しい知識に基づく病害防除体系の必要性を痛感している。

筆者は 1990 年 9 月からバンコクにあるタイ農業局の植物ウイルス研究室で、野菜に発生するウイルス病についての研究を行っている。当研究室は 1977 年より 1982 年まで熱帯農業研究センターと共同で「熱帯アジアの稲及び豆類のウイルス病に関する研究」プロジェクトを実施した関係で、電子顕微鏡や超遠心機などの高価な実験機械が備わり、タイで最も充実した植物ウイルス病研究機関の一つとなっている。スタッフは海外での研究経験者がほとんどで、機械類も常時稼働している状況である。しかし国全体としては研究者と研究施設は不足しており、外国に対する人的及び物的の研究援助の要請は依然根強い。現在、ウイルス病研究室には熱帯農業研究センターから柑橘ウイルス病の専門家と筆者とが長期滞在しているほか、オーストラリアも研究費と施設とを提供し、野菜、果樹、畑作物に発生するウイルス病の診断・同定及び防除についての共同研究が進行中である。ここでは筆者の分担である野菜のウイルス病について、概略を述べてみたい。

1 タイの野菜に発生しているウイルス病の種類

特定作物に重点を置く研究方針と研究者不足とによって、今までに発表されているウイルス病の種類は多くない(表-1)。現在最重要野菜として扱われているのはトウガラシであるが、これは食事に欠かせない作物という理由だけではなく、タイ国全土でウイルス病が大発生し甚大な被害を与えていることによる。病原ウイルスの分離、純化、抗血清の作製が継続されているが、有効な防除手段をとるところまでは至っていない。トマトは換金作物として最も注目されている野菜であり、またウリ科作物は小規模ながらほとんどの農家に植えられている身近な作物であるが、両者とも今までほとんど研究がなさ

表-1 タイにおいて発表された野菜のウイルス病

野菜名	ウイルス名
トウガラシ	CMtV, PMtV, PYVD, TMV
トマト	CMV, TYLCV
ナス	EYMV
ウリ	WMV2
ハクサイ	TuMV

CMV: cucumber mosaic virus, PMtV: pepper mottle virus, PYVD: pepper yellow vein disease, TMV: tobacco mosaic virus, TYLCV: tomato yellow leaf curl virus, EYMV: eggplant yellow mosaic virus, WMV2: watermelon mosaic virus 2, TuMV: turnip mosaic virus

表-2 ELISA で新たに検出されたウイルス

野菜名	ウイルス名
トマト	TSWV
カボチャ	WMV1, ZYMV
キュウリ	WMV1, CGMMV, ZYMV, SqMV
ニガウリ	WMV1, SqMV

TSWV: tomato spotted wilt virus, WMV1: watermelon mosaic virus 1, ZYMV: zucchini yellow mosaic virus, CGMMV: cucumber green mottle mosaic virus, SqMV: squash mosaic virus

れていない。筆者らはモザイクや奇形症状を示すトマト、キュウリ、ニガウリ、カボチャの葉をタイ全国から採集し、間接 ELISA 法を用いて検査をしたところ、表-2 に示すようなウイルスが新たに検出され、少なくとも他の東南アジアの国々でみられるウイルス病はタイでも発生していることが示唆された。

2 今後の課題

農業局としては、主要野菜の病原ウイルスをできるだけ多く分離・同定し、診断の最大の武器である抗血清を作製するという従来の方針を維持するとともに、防除法の確立並びにその普及をめざさなければならない。防除法確立のためには、媒介生物の生態や雑草など伝染原植物の役割を含めた、ウイルス病の発生生態の研究、弱毒ウイルスや抵抗性品種作物の導入及び適正で有効な農薬の使用法の研究が必要である。ほとんどのウイルス病がアブラムシ、コナジラミ、アザミウマ、ハムシなどの昆虫によって媒介され、またウイルス病以外にも多くの病害が発生するために、農家がやみくもに殺虫剤や殺菌剤を施す気持ちも理解できる。しかし大気汚染は年々激しくなり、人々の健康への影響が危惧されている今、農作物の安全な病害防除体系の早期の確立が強く望まれる。

(農林水産省熱帯農業研究センター 野口千代一)

植物防疫基礎講座

イチゴの萎ちょう性病／見分け方・発生生態・防除(1)

前岡山農業試験場	おか 岡 よし 吉	もと 本 の 野	やす 康 まさ 正	ひろ 博 よし 義
前埼玉農林部				

I イチゴ萎黄病

本病は、1959年オーストラリア連邦クイーンズランド州で初めて報告され、病原は *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* WINKS et WILLIAMS とされた(Winksら、1965)。わが国では、1970年、宮城県以南の地域で発生が確認されている(岡本ら1970)。

1 病徴

春、秋季で日中の気温が27～28℃前後では、イチゴの新葉の小葉が小さく、舟型になってねじれ、葉色はやや黄色みを帯びる。3小葉のうち1～2枚の小葉が小型化して奇形葉になることが多い。この奇形葉は株内の一方に偏って発生することが多い。罹病株の草丈は低く、葉は生気、光沢を失って紅紫色を帯び、葉縁から萎ちょうし、ついには株全体が枯死する。

最高気温が30℃を超えるような夏季には、新葉に萎黄症状が出現しない間に、心葉から青枯れ症状で萎ちょうが始まり、間もなく枯死する。

このような株では冠部や、葉柄の導管部が褐色～黒褐色に変色する。冠部の導管部を横断して鏡検すると、導管内にフザリウム菌糸がみえ、ときには小型分生子が観察される。根は黒褐色に変色し組織の崩壊が進む。萎黄症状株の黒褐変した根を縦断して鏡検すると、フザリウム菌糸が縦に長く伸長しているのがみえる。

萎黄病で認められる葉の奇形、萎黄症状が萎ちょう病、根腐病、青枯病、炭そ病では認められない。根腐病では白色の根の中心柱が橙赤色～赤褐色に変色するが萎黄病にはない。青枯病では冠部の維管束部から白濁汁液を出す。萎黄病は出さない。炭そ病と疫病では冠部が外側から褐変し、維管束部を中心とした褐変はしないが、萎黄病でははじめ冠部の褐変は導管部に限られる。以上の点から区別できる(岡本、1984)。

2 病原菌

病原菌は *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* WINKS et WILLIAMS である。不完全菌の一種で、菌糸のほか大

型分生子、小型分生子、厚膜胞子を形成する。大型分生子の観察には TOUSSOUN らの方法(TOUSSOUN ら、1968)に準じてカーネーション葉をプロピレンオキサイドのガス消毒を行い、素寒天上にのせ培地に菌を移植し、散光下で10～14日培養すると、多く形成されて都合がよい。小型分生子の着生状態の観察には椿の方法(椿、1974)に準じ、28℃で7～10日間培養するとよい。

1%ショ糖加用PDA培地に形成された大型分生子は無色で新月形。隔膜数1～5個で多くは隔膜数3である。大きさは13.7～56.9×2.5～7.1μm、平均35.1×4.5μm。小型分生子は無色、無隔膜の短い分生子柄上に擬頭状に形成され、無色で長楕円形～卵形。大きさは5.3～13.1×2.1～5.9μm、平均8.5×3.6μm。厚膜胞子は無色、円形～楕円形で菌糸の先端とか中間、大型分生子の中間に形成される。大きさは6.1～12.1×5.3～10.9μm、平均8.7×7.6μm。小型分生子柄が *F. moniliforme* や *F. solani* に比べて短く、菌糸から側方にできる monophialide 上に擬頭状に形成される。まれに polyphialide 上に形成される場合がある。しかし、長い分生子柄上に擬頭状に、また、分生子柄上に連鎖して形成されることはない(松尾、1980；岡本、1984)。菌糸の生育温度は10～35℃、最適温度は28℃付近、最適pHは7.0付近である。

3 菌の分化型

F. oxysporum 菌は形態、生理的性質などはほとんど同じであるが、トマト、ダイコン、スイカ、イチゴ等により、それぞれ病原性を異にする分化型がある。本病原菌はイチゴのみを侵し、キュウリ、スイカ、トマト、ナス、ダイコン等は侵さない。キュウリ、スイカ、トマト、ナス、ダイコン等を侵す *F. oxysporum* 菌にイチゴは侵されない(岡本、1984)。

4 生理的な面からの見分け方

本菌は根、冠部の導管部からPDA培地で分離できるが、フザリウム選択培地(駒田、1976)を用いると、より容易に分離することができる。また、この培地を用いると土壤中から分離することもできる。

フザリウム選択培地は下記のとおりで、基本培地として K_2HPO_4 1.0 g, KCL 0.5 g, $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ 0.5 g,

Diagnosis of the Strawberry Wilting Diseases(1) *Fusarium* wilt and *Verticillium* wilt. By Yasuhiro OKAMOTO and Masayoshi YOSHINO

Fe-EDTA 10 mg, L-アスパラギン 2 g, D-ガラクトース 20 g, 寒天 15 g, 水 1 l とし, 分離直前の分注培地 (45~50°C に冷えたとき) に下記の抗菌性物質を添加する。PCNB (75%水和剤) 1 g, コール酸ナトリウム 0.5 g, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ 1 g, 硫酸ストレプトマイシン 0.3 g。これらを添加した後, 10%リン酸液で pH 3.8 に規制する。詳細については「作物のフザリウム病」(参考文献 3) を参考にされたい。本培地上で *F. oxysporum* 菌は表面からみるとピンク, 裏面からみると赤色のコロニーが形成される。

5 発生生態

本病は気温 18~32°C で発生し, 最適発病温度は 30~32°C 前後である。礫質壤土, 砂土でよく発病し, 土壌水分の多いほうが発病も多い。土壌 pH についてははっきりしないが, 多発した圃場の土壌 pH は 5.3~7.3 の

表-1 株が枯死するイチゴ病害の診断

病 害	発生時期	地上部の症状	地下部の症状	発生条件
菌 核 病	1~3 月 (出蕾期 ~収穫期)	葉柄・果梗基部・蕾・ 果実の腐敗 白色綿毛状菌糸の密 生のち黒色炭糞状菌 核の形成	異常なし	ハウス・ トンネル 低温・多 湿
芽 枯 病	1~3 月 (出蕾期 ~開花期)	蕾・新芽の褐変枯死, 托葉・葉柄基部の褐 変・被害部にクモの 巣状菌糸僅かにてん 絡	異常なし	ハウス・ ト ン ネ ル ・多湿
根 腐 病	11~5 月 (定植後)	萎縮・生育不良 降雨後の急性萎ちよう	褐変腐敗 中心柱の 赤褐変	露地・ト ンネル 低湿地・ 水田裏 作, 多雨
炭 そ 病	7~9 月 (育苗期)	走茎・葉柄の黒色陥 没病斑 親株・苗の萎ちよう 枯死	根冠部外 側の褐変	採苗床・ 仮植床 高温・多 雨 台風
萎ちよう病	3~5 月 (収穫期)	萎ちよう枯死 導管褐変	褐変腐敗	ハウス・ トンネル やや低温 期
萎 黄 病	7~10 月 (育苗期) 2~6 月 (収穫期)	心葉の黄化・捲縮・ 奇形・萎ちよう枯死 導管褐変	褐変腐敗	各作型 採苗床・ 仮植床 本圃 高温時
青 枯 病	7~8 月 (育苗期)	萎ちよう枯死 導管褐変・切断面か ら白濁汁液浸出	褐変腐敗	採苗床・ 仮植床 高温時

範囲であった。施設内では年中発生し, 高温期ほど多発する。岡山市付近の露地では, 3 月始めごろから発生し, 7~8 月の高温期になると激しく発生する。9 月ごろからやや衰退しはじめ 11 月末ごろまで発生が続き, 12 月~翌年 2 月末ごろまでは終息する。

親株から発生するランナー上の子株は, 親株からランナーを経由して発病する場合と, 採苗圃場の汚染土壌から感染し発病する場合とがある (岡本, 1980)。

6 防除法

①子苗による伝搬, 親株から子株への伝染等防止のために, 病原菌による感染のないものを利用する必要がある。それにはウイルスフリー苗はフザリウムフリーとなっており, ウイルスフリー苗を使用するのがよい。②採苗圃, 育苗圃, 本圃は原則的には無発病地に設ける。病原菌による汚染が心配される場合には, 土壌消毒を実施しなければならない。使用する薬剤としては, クロルピクリン剤, クロルピクリン・D-D 油剤を用いる土壌消毒がよい。病勢のやや緩慢となる時期を迎えての土壌消毒には, 上記のほかに, メチルイソチオシアネート・D-D 油剤, クロルピクリン・臭化メチルくん蒸剤を用いる土壌消毒がよい。③やむをえず発生圃場の子苗を使用する場合には, 無病徴苗をベノミル水和剤 500 倍液かチオファネートメチル水和剤 300~500 倍液に 1~3 時間浸漬し移植する。④育苗が病勢の緩慢な時期にあたる場合には, ベノミル水和剤 1,000 倍液かチオファネートメチル水和剤 300~500 倍液を 3 l/m² 全面かん注する。⑤促成栽培等では夏季高温時, ハウスを密閉して太陽熱を利用した土壌消毒 (小玉, 1978) をする。 (岡本康博)

参 考 文 献

- 1) 駒田 旦 (1976): 東海近畿農試研報 No.29: 132~269.
- 2) 小玉孝司 (1978): 農園 54: 193~196.
- 3) 松尾卓見ら編 (1980): 作物のフザリウム病, 全農教, 東京, p 502.
- 4) 岡本康博ら (1970): 植物防疫 24: 231~235.
- 5) ——— (1984): 岡山農試臨時報告 No.73: 1~92.
- 6) TOUSSOUN, T. A. and P. E. NELSON: *Fusarium* p. 51. Pennsylvania sta. Univ. London
- 7) 椿 啓介 (1974): 微生物の生態 6, 東大出版会, 東大応微研シンポ第 2 集 93~105.
- 8) WINKS, B. L. and Y. N. WILLIAMS: Queensland J. Agr. Ani. Sci. 22: 475~479.

II 萎ちよう病

本病は, アメリカで初めて記録された (THOMAS, 1931) 病害で, わが国では 1963 年埼玉県で初発見が報じられ (吉野, 1966), その後近畿以北のイチゴ産地に発生が確認されている。その被害は概して前記の萎黄病に比べて著しくはないが, 病原菌は多犯性で土中永存すること,

イチゴが栄養繁殖性野菜で栽培期間は常に土壌と密接不離の状態にあり、かつ産地や施設が固定化していること、により特に施設栽培では重要な土壌病害となっている。本病は欧米・ニュージーランドなどの温帯地域に広く発生しているが、WILHELM (1955) はアメリカからカナダの太平洋沿岸イチゴ産地の最重要病害と指摘している。

1 発病様相及び病徴

萎ちょう病は採苗床ではほとんど発病は認められず、平たん地の仮植(育苗)床では9～10月、これより気温の低い高冷地育苗では8～9月に発生する。施設栽培では苗を定植し、その後加温を始めると発生し始めるが、一般に被害が目立つのは、ハウス促成及びトンネル半促成作型の開花期から収穫期である。いずれも高温期や低温期の露地では発生せず、野外や施設内の気温が15～25℃の条件のときに発生する。イチゴ品種間の発病差異は若干あるものの、わが国の栽培品種には抵抗性を保持するものはない。診断に際しては、連輪作と親株を含めた育苗法、土壌消毒の実態など、栽培条件に関して問診することが不可欠である。

病原菌(*Verticillium dahliae*)は不完全菌の一種で、微小菌核が土中に残存し、これから発芽した菌糸が根から侵入して導管を経由して増殖し感染発症するが、一部には罹病親株から走茎(ランナー)を経由して子苗に苗伝染するものもある。しかし、土壌伝染と苗伝染の識別は至難である。いずれにしても罹病株は、葉の萎ちょう、下垂、生育抑制、導管変色などの外観的症状を発現し、その結果、着果房数や果実肥大の不良、株の枯死を招いて低収要因となる。

症状は初め外葉の葉柄に紫褐色の長い条斑を生じ、小葉が黄褐色に変わり萎ちょうする。のち外葉全体が生氣と光沢を失い灰緑色ないし淡褐色となって下垂し、さらに進行すると青枯れ状に萎ちょうして下葉から枯れ上がり、株が枯死する。被害株の根冠・葉柄・果柄を切断すると、導管の一部または全体が赤褐色ないし黒褐色に変わっているのが観察できる。発病初期の根には異常はないが、進行した株では黒褐色に腐敗する。軽症株は生き残るが、健全株に比べて草冠低く、小葉は小型、果房数・果実肥大ともに著しく劣る。被害圃場は一見して生育不ぞろいの感を呈する。表-1にはイチゴの株が萎ちょう・枯死する既知類似病害の診断上の目安を一括表示した。

2 病原菌の分離とその形態

軽症株の根冠の外皮を除いて維管束を中心に3～4 mm 角に切り、次亜塩素酸ナトリウム液(10%のもの40倍液)に1～2分浸漬してPDA培地またはツアベック培地に移して20℃前後で約10日間培養する。分離

試料には葉柄や果柄を使用しても検出できるが、根は雑菌が多発して検出困難である。また、分離選択培地(田村ら, 1985)もあるが、調製が煩わしいから、前記両培地や素寒天培地を使用して、培養温度を15～20℃とすれば、ほぼ確実に分離できる。

培地上には初め淡灰白色の菌叢が発育し、のちに菌叢は中心部が黒色、周辺部が白色、平滑ないし少しく隆起する。生育適温は20～25℃、30℃以上でもある程度発育する。白色及び黒色の菌叢を別々にかき取り低倍率で検鏡すると、前者にはシャジクモ様に輪状分岐する分生子柄及び楕円形、小型の分生子が、後者には暗色、塊状の微小菌核がそれぞれ観察できる。

分生子柄は菌糸から直立して生じ、無色、有隔膜、長さ60～250 μm、主柄からは1～6本、きり形のフィアライドを1～数段輪生し、フィアライドの先端に分生子を球塊状に形成する。分生子は無色、楕円形、多くは単胞でまれに2胞、長径3～8 μmである。微小菌核は球形の細胞から成り、暗褐色ないし黒色、大きさは30～100 μm。本菌と酷似する *V. albo-atrum* の特徴は、30℃以上では菌叢は発育しない、分生子柄の基部数細胞が暗褐色に着色する。微小菌核(休眠体)は形成せず、休眠体は褐色、肥厚した休眠菌糸のみなどである。

3 病原性の確認

病原菌は、わが国では現在まで30余の植物に寄生が確認されているが、各植物から分離した菌株は異種植物に同一の病原性を示さず、菌株間に宿主特異性のある事実が明らかにされてきた。HORIUCHI et al. (1990) は、数種作物に対する病原性の相違、形態的差異などから、本菌をナス系、トマト系、トウガラシ系、アブラナ系の4群に類別し、イチゴからの分離菌は供試3菌株のうちナス系1、トウガラシ系2と報じている。この知見によれば、イチゴから分離した菌の病原性の確認には、分離したイチゴを供試して接種試験を行うのは煩雑かつ時間を要するから、ナス(千両2号)及びピーマン(エース)の苗根部に菌体浮遊液を浸漬接種を行うのがよい。接種菌を斜面または平板PDA培地で約15日間培養したのち、殺菌水を加注して分生子浮遊液を調製し、無菌培土で育成した供試植物の根部を浮遊液に数時間浸漬してポリ鉢などに移植する。接種後は15～25℃の温室に保ち、約40～60日管理し、発病状況や導管褐変を観察する。接種植物数はそれぞれ5～10株、比較対照として無接種植物を各数株供試する。なお、発病した植物2～3個体の導管変色部から病原菌の再分離を行い、コッホの法則を満たすことが診断手法の要件となる。(吉野正義)

植物防疫基礎講座

地域特産物の病害虫 (9)

チンゲンサイの病害虫

いけだ ふみたか まきの たかひろ
静岡県農業試験場 池田二三高・牧野 孝宏

はじめに

I 病 害

チンゲンサイは別称青軸パクチョイとも呼ばれ、白軸パクチョイとあわせ、日本ではパクチョイ類と称されている。日本での分類によれば *Brassica campestris chinensis* group のタイサイ (体菜) に区別されるものが多いが、中国での記載をみると *B. chinensis* var. *communis* とされているものもある。

昭和40年代に一連の中国野菜が相次いで紹介される中で、静岡県磐田郡豊田町では、簡易な施設で主婦や高齢者でも周年栽培が可能であり、転作作物としても有望な新しい野菜としてチンゲンサイの栽培が検討され、昭和54(1979)年には産地化が図られるようになり生産が軌道にのった。こうした動きは、同時に県下各地や全国的にも波及し、近年生産量が急速に増加し、現在ではマイナー作物の範疇からはずれ主要野菜になってきている。

チンゲンサイは商品化するに当たり、従来の体菜より厳しい出荷基準を設け、病害虫の被害の認められない株の生産を第一条件とした。当初はその品質が確保できたが、近年になり他のアブラナ科野菜と同様に、多くの病害虫の被害が問題となってきている。

主体となるハウス栽培 (無加温) では、周年栽培がなされ栽培の中断される時期がないこともあり、前作の病害虫が次作にそのまま引き継がれるなど、多発生の原因となることが多い。また、一部では春から夏にかけて露地栽培、雨よけ栽培、寒冷紗などの被覆資材による被覆栽培等いろいろな栽培型があるが、いずれにおいても何らかの病害虫の発生があり問題は多い。特に、登録薬剤が少なく、薬剤による防除は十分に効果が上がらないのが現状となっている。

ここでは、チンゲンサイの主要病害虫の被害実態と防除法の一端を述べる。

1 モザイク病

(1) 病原体

Turnip mosaic virus, Cucumber mosaic virus

(2) 発生状況

ハウス内での栽培が多いため、アブラムシの飛来が少なく、モザイク病の発生は散見される程度で、被害も局部的である。病徴は、他のアブラナ科野菜と類似し、主に新葉に濃淡のあるモザイクを生ずる。その症状は、明りょうである場合と不明りょうである場合がある。またひどく感染した場合には、新葉が奇形となったり、葉脈に沿って黄色のモザイクを生ずることもある。

病原ウイルスは、主に TuMV であるが、CMV の場合もある。また両ウイルスが重複感染している場合もある。いずれの場合もアブラムシにより伝搬されるので、アブラムシの多い年及び、時期 (春、秋) に発生が多い傾向がみられる。

(3) 防除対策

最近コナガの物理的防除対策として、細かい網目の寒冷紗や数種の不織布等の被覆資材の導入が進んでおり、本法は、コナガと同時にアブラムシの飛来防止に有効に働いていると考えられる。また生産現場では、必要に応じ殺虫剤の散布、周辺の雑草の除去など比較的良好な管理が行われているため、本病の発生はほとんど問題にならない。

2 黒斑細菌病

(1) 病原体

Pseudomonas syringae pv. *maculicola*

(2) 発生状況

本病は、アブラナ科野菜全般に発生する病害であるが、チンゲンサイでは、特に発生が多く問題となる病害である。露地、ハウスともに発生し、ハウス栽培、雨よけ栽培では2~4月及び10~12月の厳寒期を除く低温期に発生が多い。露地では低温期の多雨によって著しく発病が助長され、ひどく発生すれば、ほとんど商品価値がなくなることもある。また多発生圃場では、出荷調製時に感染し、健全と思い出荷した株も軟腐病と同様に市場で

発病することもある。

現在、黒斑細菌病を起こす病原菌は、ダイコンの葉に大病斑を形成し、根部腐敗を起こす系統、葉に小病斑を形成する系統及びカブ、ハクサイから分離される3系統があり、これらは細菌学的性質、病原性においてそれぞれ区別可能で、チンゲンサイに発生する系統は、カブ、ハクサイに寄生する系統と考えられている（滝川私信）。

（3）防除対策

本病原細菌の主要な伝染様式は、土壌伝染、種子伝染と考えられるので、土壌消毒、種子消毒が有効と考えられる。しかし現在のところ登録農薬がなく、対策に苦慮しているのが現状である。また二次伝染防止対策として、生育初期から、銅水和剤（塩基性塩化銅、塩基性硫酸銅）600倍の予防散布が実施されている。生育中後期の散布は、生育遅延、薬剤の付着等の問題があり、2回程度の散布にとどめている。また薬剤の効果も十分でない。

これらの問題点の解決として、主要な伝染源となる汚染土壌、汚染種子に対する有効な防除法が確立されることが重要と考えられる。

3 軟腐病

（1）病原体

Erwinia carotovora subsp. *carotovora*

（2）発生状況

本病は、ハクサイなどでは晩秋から初冬にかけて発生が多いが、チンゲンサイは周年栽培されるため、高温多湿となる6～9月にかけて発生が多い。夏作では最も問題となる病害である。発病は、他のアブラナ科野菜と同様で、葉柄の基部から始まり急速に淡褐色水浸状の病斑が上方まで拡大し、悪臭を放つ。連作によって発病はひどくなり、前回発生場所は、次の作も発生することが多い。耕種的にみると、灌水の過多、ハウス内の温度管理の不徹底、窒素肥料の効きすぎなどが発病を助長する。

また本病は、病状の進展が急速であるため、市場病害としても重要である。発病圃場から収穫した健全株が収穫時の傷から感染し、市場で発病することも多い。

（3）防除対策

本病は、土壌伝染が主体となるので臭化メチル、クロルピクリンなどの土壌消毒剤は、有効と考えられる。また、耕種的な防除対策が推奨されている。すなわち灌水に注意し、ベッドを多湿にしない。換気を十分に行い、空中湿度の上昇を防ぐ。株元に傷を作らないために、キスジノミハムシやナメクジなどの駆除を徹底する。マルチをして灌水による泥のはね上りを防ぐ。窒素肥料が効きすぎないように適正な肥培管理を行うなどである。また銅水和剤を、生育初期より予防的に数回散布すると有

効である。以上が本病に対する主要な防除対策であるが、夏の高温期には十分な防除効果が上がっていない。

4 苗立枯

（1）発生状況

幼苗期には、主として *Rizoctonia*、及び *Pythium* 属菌による苗立枯が認められる。菌糸、菌核の形で被害残渣とともに土壌中に残存し、第一次伝染源になると考えられる。発病床では、次作においても発病しやすい。耕種的にみると、灌水の過多、重粘な土壌、酸性土壌では発病が助長される。また軟弱徒長苗に発生が多い。

（1）防除対策

耕種的防除対策として次のような対策が推奨され、実施されている。灌水に注意し、育苗床を過湿にしない。育苗床は、毎作新しいところに設置する。過密にならないように播種し、早めに間引きし強健な苗を育てる。

種子粉衣等有効な防除薬剤の登録が望まれる。

5 白さび病

（1）病原体

Albugo macrospora

（2）発生状況

本病は、チンゲンサイ導入時から数年前まで多発して問題となった病害であるが、最近では、発生が比較的少なく小康状態となっている。ダイコンなどと同様の発生様相を示し、11～12月及び、2～4月ごろまでの発生が問題となる。葉の裏側に白色の小斑点を生じ、後に破れて分生胞子を飛散し二次伝染する。連作すると発病がひどくなるので、被害植物上に形成された卵胞子等は、主要な第一次伝染源になっているものと考えられる。

（3）防除対策

発生すると、ほとんど商品価値がなくなるので徹底的な防除対策が実施されている。

耕種的防除対策としては、被害茎葉は、一片も残さずハウスの外に出し、焼却または地中に埋める。発病圃場では、次作のために天地返しを行うように耕起し、病原菌を地下深く埋め込む。換気に注意し、ハウス内の湿度を低下させる等である。また、薬剤による防除対策としては、生育初期から予防的に銅水和剤の散布が実施されている。

6 根こぶ病

（1）病原体

Plasmodiophora brassicae

（2）発生状況

本病は、連作によって病原菌密度が上昇し、局部的に多発することがある。しかし産地全体が発生して問題となることはほとんどなく、他のアブラナ科に野菜に比べ

て本病に関する被害は少ない。病徴は、他のアブラナ科野菜と同様で、発病株は地上部の生育が著しく悪くなり、萎縮または、萎ちよう等の症状がみられる。本種に発生する根こぶ病菌の系統については検討されていない。

(3) 防除対策

一度発生すると、耕種的な対策だけでは防除は困難であるので、一時的にアブラナ科以外の作物を導入し、同時にクロロピクリン剤などでの土壌消毒を行っている。また、石灰窒素等の施用も行われ、土壌酸度をアルカリ側にもっていく努力もされている。このような対策によって本病は散発的な発生にとどまっている。また、本病に対する耐病性育種の試みもみられる。

7 その他の病害

その他の病害として、春秋期には、べと病、黒腐病、黒斑病等の発生がみられる。しかし被害としてはそれほど大きくなく、主要病害である、黒斑細菌病、白さび病、根こぶ病等の防除対策によって同時防除される。

チンゲンサイは、最近中国野菜の需要増大に伴って生産量も増加している。しかし病害に関する記述はほとんどないのが現状である。病原菌等の正確な同定、分化型等の検討と平行して有効薬剤の登録、抵抗性品種の育種が今後の課題と考えられる。

II 害 虫

1 コナガ

チンゲンサイでは、最も被害の大きい害虫である。コナガは特に春と秋の発生が多いが周年発生し、一方、チンゲンサイはほぼ周年栽培が行われているので、薬剤に対する抵抗性は常に発達しやすい条件下にある。BT 剤の効果は高く安定している。

本種は葉裏に産卵し、1 齢幼虫はチンゲンサイでは葉肉内に潜入して食害する個体が多い。2 齢幼虫以降は他のアブラナ科野菜と同様に、葉裏から葉表の表皮を残して食害する。1 齢幼虫が葉肉を食害中は、外観上被害はほとんど現れず、幼虫が脱出後にその食害箇所が 1~2 cm のいわゆる絵かき状の被害となって現れることがあり、ときには、ナモグリバエの初期被害と誤認されることがある。チンゲンサイでは、この軽微な被害でも商品性は著しく低下することや、幼苗期には心部への加害が多くなるので個体数は少なくとも被害は著しく、コナガの発生量はごく低密度の管理が要求される。

2 ハスモンヨトウ

チンゲンサイでは主に 9 月以降の被害が問題となるが、ハウス栽培のため 12 月まで発生が継続することがあ

る。葉裏に卵塊として産卵されるので、1 齢幼虫による被害は 1 株に集中して現れる。被害は早期に発見しやすいので、拔根等の処置により多発生時以外は大きな被害にはならない。しかし、ハウスのビニルやパイプに産卵されることがあり、ここから分散した個体は少数ではあるが、多数の株に被害を与えることがあり、成虫が少発生であっても被害は必ずしも低いとは限らない。

3 キスジノミハムシ

近年発生が増加傾向にある害虫である。チンゲンサイでは 5 月から 11 月の栽培期間中発生し、特に、6 月から 9 月の高温期には多発生することがある。成虫による発芽直後の子葉の加害は壊滅的被害となるので、多発生期には圃場への直播栽培はできない。また、幼苗移植栽培でも、移植直後から成虫の葉への直接加害とその後の幼虫による根部への加害により、被害は継続的に発生するので、チンゲンサイでは低密度でも重要な害虫となっている。

4 アブラムシ

主にモモアカアブラムシが発生するが、ニセダイコンアブラムシ、ダイコンアブラムシの発生もある。ウイルス病対策上からももちろん重要種であるが、幼苗期では多発生により生育の遅延や異常の直接被害が生ずるほか、収穫時の寄生は商品性を著しく低下させる原因となる。

生産現場では、発生初期の除虫菊剤の散布が効果が高い。また、圃場周辺の寄主作物の薬剤防除や除草などの環境対策に重点をおいた指導を行っている。

5 その他の害虫

春と秋にはモンシロチョウ、カブラハバチ、秋にはハイマダラノメイガ、タマナギンウワバ、ヨトウガなど他のアブラナ科野菜で共通する害虫が問題となる。これらの害虫の多い地域では、登録薬剤がないため薬剤による防除に代わり、寒冷紗を使用するなど物理的手段を用いた防除を行って予防するように指導を行っている。

6 防除対策

チンゲンサイの出荷に際しては、大きさ(重量)、形状、抽台の有無のほかに、病害症状、害虫による被害、害虫の存在(アブラムシなど)などにより数階級に選別される。このうち病虫害については、わずかに被害が認められても商品性が消失するので、生育期全般にわたり病虫害の発生はきわめて低い密度が要求される。

一方、チンゲンサイの薬剤は登録が少ないので、他のアブラナ科野菜より薬剤による防除は困難な点が多い。そこで品質の安定化と圃場外からの侵入を極力防止するため、ハウス栽培、雨よけ栽培、寒冷紗などによる被覆

表-1 コナガを主体とした防除試験,各区における収穫時の虫株率,重量,品質(播種:5月16日,収穫:6月22日)

試験区	コナガの食害株率(%)	その他害虫の食害株率(%)	1株当たり重量(g)	徒長度	商品化率(%)
パオパオ90	20.0	4.0	150.6±8.1	22.2	74
パスライト	24.0	4.0	128.5±7.1	48.5	60
寒冷紗	4.0	2.0	142.1±2.1	10.3	92
薬剤散布	36.0	8.0	101.5±0.5	2.3	38
無処理	100.0	18.0	52.1±3.1	0	0

その他害虫は,キスジノミハムシ,モンシロチョウ,カブラハバチなど

栽培が行われている。

コナガを始めとする主要害虫に対して寒冷紗などの被覆資材による防除効果を検討したところ,キスジノミハムシを除けばいずれの主要害虫に対しても高い防除効果を示した。特に,寒冷紗(白300#)は安定した効果を示したが,不織布は一部に穴開きがみられ,栽培中も破損してコナガやアブラムシの侵入があったほか,徒長を促進させたり,むれからくる軟腐病の発生を助長させるなどの短所もある(表-1)。しかし,気温の低い時期にはむしろ保温効果が大きく増収が期待できるなど,利点もある。

ハウス栽培,雨よけ栽培では側窓や出入りに寒冷紗を張ることにより,主要害虫の被害はほぼ防止できるので,静岡県ではその普及を推進している。

また,ハウス栽培における性フェロモンによる防除としては試験例は少ないが,暖候期の試験では効果が安定

表-2 キスジノミハムシを主体とした防除試験,各区の被害株率(幼苗定植:6月20日,収穫7月22日)

区	キスジノミハムシ被害株率(%)	コナガ被害株率(%)	その他の害虫被害株率(%)	健全株率(%)
1区	2.0	0	0	98.0
2区	10.2	0	0	89.8
3区	15.0	0	0	85.0

1区:定植直後に寒冷紗被覆+薬剤処理(アグロスリン乳剤1,000倍を定植後から1週間ごとに1回計3回散布),2区:定植直後に寒冷紗被覆+薬剤処理(アグロスリン乳剤1,000倍を定植後から1週間ごとに1回計2回散布),3区:定植直後に寒冷紗被覆のみ。

しない。しかし,冬期間の試験例では高い防除効果が出ているので,今後さらに使用時期等を含めて検討を加えれば実用性はあるものと考えられる。

キスジノミハムシは,いずれの被覆資材でも多発生時には成虫が侵入して被害が生じている。この場合,アグロスリン乳剤1,000倍(チンゲンサイには現在登録なし)を幼苗定植後(寒冷紗を被覆した後)から1週間ごとに1回計3回の薬剤散布を行った試験では,高い防除効果が得られている(表-2)。

参考文献

- 1) 大谷徳生・鈴木義彦(1987):静岡農試研報 32:37~43.
- 2) 北島 博・梶原敏宏(1963):原色作物病害図説,養賢堂,東京.
- 3) 静岡県植物防疫協会編(1988):静岡県農作物病害虫図鑑,静岡県植物防疫協会,pp.86~87.
- 4) 浙江農業大学主編(1979):そ菜栽培学各論・南方本,農業出版社,pp.55~69.
- 5) 滝川雄一(1991):アブラナ科黒斑細菌病細菌の系統(私信).

新刊紹介

「熱帯野菜作の病害」(熱帯農業要覧 No.14)

実費3,000円,送料サービス,A5判,118ページ

社団法人 国際農林業協力協会

1991年3月発行

作物の病気の的確な防除は,その診断の正確さで決まると言ってもよい。それだけに,初めての標本の診断には非常に緊張する。こんな時,病害診断図鑑が威力を発揮する。最近では病害の診断に関する種々の単行本が出版されて,大変便利になっている。しかし,利用する立場からすると贅沢なもので,ある目的別に編集されたものがさらに欲しい。特に,近年熱帯の開発途上国に,技術援助に出かける機会が増えてきており,熱帯の作物の病害についての専門書の刊行が強く要望されていた。

本書はまさにその要望に応えたものである。熱帯で栽

培される野菜のなかから,トマト,ナス,トウガラシ,ピーマン,ウリ類,キャベツ,カリフラマー,ハクサイ,ニンジン,オクラ,ネギ,ショウガ,ジャガイモ,サツマイモ,マメなど,熱帯で特に重要と思われるものを選んでい。また,病害の種類についても,発生の可能があるものを主体に取り上げ,9名の最先端の病害研究者が分担執筆している。本書の構成は見開きの右頁に病徴写真,その左頁に病徴,病原生態と防除についてのコンパクトな解説があり,非常にみやすい配置となっている。さらに,病徴写真に造詣の深い梶原敏宏 元熱研究所長の編集は,得意の病徴写真をふんだんに取り入れて,利用価値を高めている。随時盛り込まれた病原の顕微鏡写真も診断の助けになる。また,生態と防除についての解説には,具体的な農薬名が記載されており,現場での実践に大いに役立つであろう。

本書は携帯にも便利なハンディな病害診断図鑑で,広く熱帯方面に行かれる方の必携の書である。

(小川 奎)

新しく登録された農薬 (3.4.1~3.4.30)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名（登録年月日）、登録番号〔登録業者（会社）名〕、対象作物：対象病害虫：使用時期及び回数などの順。但し、除草剤については適用雑草：使用方法を記載（…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。）（登録番号 17798~17838 までの 41 件）

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

『殺虫剤』

シクロプロトリン乳剤

シクロプロトリン 10.0%

シクロサル乳剤 10 (3.4.1)

17798 (日本化薬)

だいず(成熟子実)：カメムシ類：14 日 4 回，みかん：ミカンハモグリガ・チャノキイロアザミウマ：21 日 5 回，茶(覆下栽培を除く)：チャノコカクモンハマキ・チャノミドリヒメヨコバイ・チャノキイロアザミウマ：7 日 2 回，たばこ：タバコガ・ヨトウムシ・アブラムシ類：3 回

フェンピロキシメート水和剤 [NNI-850]

フェンピロキシメート 5.0%

ダニトロンフロアブル (3.4.1)

17801 (日本農薬)

りんご：リンゴハダニ・ナミハダニ：14 日 1 回，かんきつ：ミカンハダニ：14 日 1 回，ぶどう・なし：ハダニ類：14 日 1 回，もも：ハダニ類：7 日 1 回，おうとう：ハダニ類：21 日 1 回，茶(覆下栽培を除く)：カンザワハダニ：14 日 1 回，すいか・メロン・いちご：ハダニ類：前日 1 回，カーネーション・きく：ハダニ類：発生初期：1 回

ビリダベン水和剤 [NC-129 水和剤]

ビリダベン 20.0%

サンマイト水和剤 (3.4.1)

17813 (日産化学工業)

かんきつ：ミカンハダニ・ミカンサビダニ：3 日 2 回，りんご：リンゴハダニ・ナミハダニ：21 日 2 回，なし：ハダニ類：14 日 2 回，もも：ハダニ類：3 日 2 回，おうとう：ハダニ類：21 日 2 回，ぶどう：ハダニ類：45 日 1 回

ビリダベン水和剤 [NC-129 フロアブル]

ビリダベン 20.0%

サンマイトフロアブル (3.4.1)

17814 (日産化学工業)

茶：カンザワハダニ・チャノミドリヒメヨコバイ：14 日 2 回，すいか：ハダニ類：3 日 2 回

フェンプロパトリン乳剤

フェンプロパトリン 10.0%

ロディー乳剤 (3.4.17)

17823 (アグロス)

茶：チャノミドリヒメヨコバイ・チャノコカクモンハマキ・チャノキイロアザミウマ・チャノホソガ：7 日 1

回，もも：アブラムシ類・シンクイムシ類：前日 5 回，かんきつ：ミカンハモグリガ・チャノキイロアザミウマ・カメムシ類・アブラムシ類・ケシキスイ類ミカンハダニ：7 日 4 回，ピーマン・いちご：アブラムシ類・ハダニ類：前日 3 回，すいか：アブラムシ類・ハダニ類：前日 5 回，なす：アブラムシ類・ハダニ類・オンシツコナジラミ：前日 5 回，トマト：オンシツコナジラミ：前日 3 回，きゅうり：アブラムシ類・オンシツコナジラミ：前日 5 回，メロン：アブラムシ類：前日 4 回

ペルメトリン乳剤

ペルメトリン 20.0%

アディオン乳剤 (3.4.17)

17824 (アグロス)

なし：アブラムシ類・ハマキムシ類・シンクイムシ類・カメムシ類：14 日 6 回，もも：シンクイムシ類・アブラムシ類・モモハモグリガ：7 日 6 回，かき：カキノヘタムシガ・チャノキイロアザミウマ・カメムシ類：7 日 5 回，キウイフルーツ：キイロマイコガ・カメムシ類：7 日 5 回，くり：クリタマバチ：羽化脱出期：5 回以内，くり：クリシギゾウムシ：14 日 5 回，かんきつ：ミカンハモグリガ・アブラムシ類・チャノキイロアザミウマ・カメムシ類：14 日 6 回，いちじく：スリップス類：前日 2 回，きゅうり：オンシツコナジラミ・アブラムシ類：前日 3 回，すいか・メロン・かぼちゃ・いちご：アブラムシ類：前日 5 回，トマト：オンシツコナジラミ・アブラムシ類：前日 3 回，なす：アブラムシ類・オンシツコナジラミ・テントウムシダマシ類：前日 3 回，ピーマン：アブラムシ類：前日 5 回，キャベツ：アオムシ・コナガ・アブラムシ類・ヨトウムシ・タマナギンウワバ：3 日 5 回，はくさい：アオムシ・コナガ・アブラムシ類・ヨトウムシ・ハイマダラノメイガ・アブラムシ類：30 日 4 回，ブロッコリー・カリフラワー：コナガ・アブラムシ類：3 日 5 回，レタス：アブラムシ類：7 日 5 回，たまねぎ：スリップス類：7 日 5 回，ハスカップ：ハマキムシ類・アブラムシ類：3 日 2 回，アスパラガス：ジュウシノシクピナガハムシ：前日 4 回，さやえんどう：ナモグリバエ：前日 3 回，しそ：ハスモンヨトウ・アブラムシ類：5 日 2 回，なばな：コナガ：14 日 3 回，ばれいしょ：アブラムシ類・テントウムシダマシ類：14 日 4 回，やまのいも：アブラムシ類：7 日 5 回，てんさい：ヨトウムシ：7 日 5 回，茶：チャノコカクモンハマキ・チャノミドリヒメ

ヨコバイ・チャノホソガ・チャノキイロアザミウマ：
14日1回

ジフルベンズロン・ダイアジノン水和剤

ジフルベンズロン 5.0%，ダイアジノン 25.0%

アップデート水和剤 (3.4.17)

17825 (アグロ・カネショウ)

りんご：モモシクイガ・ハマキムシ類・キンモンホソ
ガ・ヒメシロモンドクガ：30日3回

『殺菌剤』

カルベンダゾール・チウラム・トルクロホスメチル水和剤

カルベンダゾール 3.0%，チウラム 50.0%，トルクロホ
スメチル 20.0%

マトリック水和剤 (3.4.17)

17826 (北海三共)

芝 (ペントグラス)：雪腐小粒菌核病：根雪前：3回以内
水和硫黄剤

硫黄 52.0%

イオウフロアブル (3.4.17)

17827 (日本農薬)，17828 (日産化学工業)

麦類：うどんこ病，かんきつ：ミカンサビダニ，もも：
黒星病

硫黄・イミノクタジン酢酸塩水和剤

硫黄 40.0%，イミノクタジン酢酸塩 5.0%

ベフランサルファフロアブル (3.4.17)

17830 (八洲化学工業)

とどまつ：枝枯病：胞子飛散時 (6～7月)：2回以内

有機銅水和剤

有機銅 35.0%

キノンドーフロアブル (3.4.22)

17831 (アグロ・カネショウ)

なし：黒斑病・黒星病：3月9回

有機銅水和剤

有機銅 80.0%

ドウグリン水和剤 (3.4.22)

17832 (グリーンカネショウ)

芝 (ペントグラス)：紅色雪腐病・雪腐黒色小粒菌核病・
雪腐褐色小粒菌核病：根雪前：5回以内 (本剤は3回
以内)

『殺虫殺菌剤』

エトフェンプロックス・ピロキロン粒剤

エトフェンプロックス 1.0%，ピロキロン 5.0%

コラトップトレボン粒剤 (3.4.17)

17829 (クミアイ化学工業)

稲：いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：出穂5日
前まで：3回以内

『除草剤』

ジチオビル・プロモブチド粒剤 (SUM-72)

ジチオビル 0.40%，プロモブチド 4.0%

ライトーン粒剤 (3.4.1)

17802 (日本モンサント)，17803 (アグロス)

移植水稻：水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘ
ラオモダカ：移植後3～10日 (ノビエの1.5葉期ま
で)：1回：東北・北陸以北，移植水稻水田一年生雑草
及びマツバイ・ホタルイ・ミズガヤツリ：移植後3～8
日 (ノビエの1.5葉期まで)：1回：関東・東山・東海
の普通期及び早期栽培地帯，移植水稻：水田一年生雑
草及びマツバイ・ホタルイ・ミズガヤツリ：移植後
3～8日 (ノビエの1.5葉期まで)：1回：近畿以西の普
通期及び早期栽培地帯

ジチオビル・ピラゾスルフロンエチル粒剤 (NCM-72)

ジチオビル 0.40%，ピラゾスルフロンエチル 0.070%

カルコーン粒剤 (3.4.1)

17804 (日本モンサント)，17805 (日産化学工業)，17806 (ア
グロス)

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・ヒルムシロ・セリ：移植後
3～10日 (ノビエの1.5葉期まで)：1回：北海道，移
植水稻：水田一年生雑草及びマツヤイ・ホタルイ・ウ
リカワ・ミズガヤツリ・オモダカ・ヘラオモダカ・ヒ
ルムシロ・セリ：移植後3～10日 (ノビエの1.5葉期
まで)：1回：東北・北陸，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・ミズガヤツリ・
オモダカ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・セリ：移植後
3～8日 (ノビエの1.5葉期まで)：1回：関東以西の普
通期栽培地帯 (ただし九州を除く)，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・ミズガ
ヤツリ・オモダカ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ：移植
後3～8日 (ノビエの1.5葉期まで)：1回：九州の普
通期栽培地帯，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・ミズガヤツリ・ヘラオモダ
カ・ヒルムシロ・セリ：移植後3～8日 (ノビエの1.5
葉期まで)：1回：関東以西の早期栽培地帯

ジチオビル・ピラゾレート・プロモブチド粒剤 (SPM-344)

ジチオビル 0.40%，ピラゾレート 4.0%，プロモブチド
3.0%

ラゾ粒剤 (3.4.1)

17807 (日本モンサント)，17808 (三共)，17809 (九州三
共)，17810 (アグロス)

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・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ：移植後3～10日
(ノビエの1.5葉期まで)：1回：東北・北陸以南の普
通期及び早期栽培地帯

ジチオビル乳剤 (MON-151)

ジチオビル 32.0%

ディクトラン乳剤 (3.4.1)

17811 (日本モンサント)，17812 (大日本インキ化学工業)
日本芝：一年生雑草：雑草発生前：2回以内

DPA 粒剤

DPA 15.0%

ダラポン粒剤 (3.4.22)

17833 (保土谷化学工業)，17834 (日産化学工業)，17835 (石
原産業)

林地・開こん地：ススキ：出芽期～生育初期：3回以内，
林地・開こん地：ススキ：出育期：3回以内

DPA 水溶剤

DPA 85.0%

ダラボン水溶剤 (3.4.22)

17836(保土谷化学工業), 17837(日産化学工業), 17838(石原産業)

水稲刈取跡(単作地帯)：スズメノテッポウなど1年生イネ科雑草：水稲刈取後(スズメノテッポウ2～3葉期)：1回，水田畦畔：1年生及び多年生(チガヤ)イネ科雑草：雑草生育期：1回，桑：1年生及び多年生(宿根)イネ科雑草：雑草生育期：1回，造林地・開こん地：1年生及び多年生(宿根)イネ科雑草：雑草生育期：3回以内，造林地・開こん地：ススキ：ススキの萌芽期～生育期(3～7月)：3回以内，開こん地：ススキ：ススキの萌芽期～生育期(3～7月)：3回以内，公園・庭園・堤とう・駐車場・道路・運動場・宅地・のり面等：1年生及び多年生イネ科雑草：雑草生育期：3回以内，公園・庭園・堤とう・駐車場・道路・運動場・宅地・のり面等：ススキ：ススキの萌芽期～生育期(3～7月)：3回以内

『農薬肥料』

ウニコナゾール P 複合肥料

ウニコナゾール P 0.0050%

スミショート 28, コープショート 28, コープショート A 28 (3.4.10)

17820(住友化学工業), 17821(コープケミカル), 1822(日本耕土産業)

水稲：節間短縮による倒伏軽減：出穂 25～20 日前：1回：湛水散布

『植物成長調整剤』

メピコートクロリド液剤 [NB-27]

メピコートクロリド 44.0%

フラスター液剤 (3.4.1)

1799 (ピーエーエスエフ ジャパン), 17800 (日本曹達) ぶどう (巨峰)：着粒増加：新梢展開葉 7～8 枚時：1回

ウニコナゾール P 剤 [S-327 D]

ウニコナゾール P 0.040%

ロミカ粒剤 (3.4.1)

17815 (住友化学工業), 17816 (クミアイ化学工業),

17817 (日産化学工業), 17818 (アグロス)

水稲：節間短縮による倒伏軽減：出穂 20～10 日前：1回：湛水散布

『殺菌植調剤』

ピロキロン・ウニコナゾール P 粒剤 [KUM-881 粒剤]

ピロキロン 6.5%, ウニコナゾール P 0.040%

ピタサイド粒剤 (3.4.1)

17819 (クミアイ化学工業)

水稲：いもち病及び節間短縮による倒伏軽減：出穂 20～10 日前：1回：湛水散布

次 号 予 告

次 7 月号は下記原稿を掲載する予定です。

特集：植物病原体の分子進化

植物ウイルスの分子進化 日比 忠明

植物病原細菌の分子進化 米山 勝美

植物病原糸状菌の病原性遺伝子の分子遺伝学

久保 康之

植物一病原糸状菌間相互作用の分子機構

道家 紀志

岡山県におけるニカメイガの発生予察

一性フェロモントラップ利用の現状と問題点—

近藤 章・田中 福三郎

研究放談室(2)—研究材料—

小野 小三郎

植物防疫基礎講座

イチゴの萎ちょう性病害／見分け方・発生生態・

防除(2)—青枯病・炭そ病— 木曾 皓

地域特産物の病虫害(10)ニンニクの病虫害

山下 一夫

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 600 円 送料 51 円

植 物 防 疫

第 45 巻
第 6 号

平成 3 年 5 月 25 日印刷

平成 3 年 6 月 1 日発行

平成 3 年

6 月号

編 集 人 植物防疫編集委員会

発 行 人 岩 本 毅

印 刷 所 三 美 印 刷 (株)

東京都荒川区西日暮里 5-9-8

(毎月 1 回 1 日発行)

＝ 禁 転 載 ＝

定価 600 円 送料 51 円
(本体 583 円)

平成 3 年分
前金購読料 6,720 円
後払購読料 7,240 円
(共に千サービス、消費税込み)

— 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 日 本 植 物 防 疫 協 会
法 人

電 話・東京 (03) 3944-1561～6 番

振 替 東京 1 - 1 7 7 8 6 7 番

広範囲の作物の病虫害防除に 農作物を守る! 日曹の農業

新発売

●トマト・みかんの病虫害防除に
日曹 ゲッター®

●べと病・疫病・細菌病の防除に
日曹 アリエッティボルドー®

●ハダニ・アブラムシ防除に
日曹 プロカーブ®

●広範囲の病虫害防除に
日曹 フロンサイド®

●芝・たばこ・花の病虫害防除に
日曹 プレビクルN®

●ハダニ・スリップス防除に
日曹 ノンマイト®

●水稻用新種子消毒剤
トリフミン®乳剤

●落葉果樹の病虫害総合防除に
ルミライト®

好評発売中!

○果樹・野菜の病虫害防除に
トリフミン®

○べと病・疫病の専門薬/
日曹 アリエッティ

○病害防除の基幹薬剤
トップジンM®

○きゅうりのべと病防除に、
ぶどう・りんご・なしの病虫害防除に
日曹 アリエッティC

○桃・おうとう・すももの灰星病、
野菜・豆類の菌核病・灰色かび病の防除に
日曹 ロニラン

○広範囲の害虫防除に
一合成ピレスロイド剤—
日曹 スカウト®

○果樹・野菜のハダニ防除に

ニッソラン®

○畑作イネ科雑草の除草に

生育期処理
除草剤 **ナブ®**



農業は、適期・適量・安全使用



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 大阪市中央区北浜2-1-11
営業所 札幌・仙台・信越・新潟・東京・名古屋・福岡・四国・高岡

ゆたかな実り—明治の農業

稲・いもち病、白葉枯病、もみ枯細菌病、
きゅうり・斑点細菌病、
レタス・腐敗病、斑点細菌病、
キャベツ・黒腐病の防除に



オリゼメート粒剤

きゅうり、すいか、メロン、トマト、ピーマン、
キャベツ、レタス、たまねぎ、かんきつ、稲、茶、
てんさい、いんげんまめ、ばら、キウイフルーツ、
びわの病虫害防除に

カッパーシン水和剤



明治製菓株式会社
104 東京都中央区京橋2-4-16



チョットつけるだけ。 タツプリかける時代の終りです。

小沢昭一



ラウンドアップ®の特徴を活かした 新しい除草法です。(少量散布技術)

これまでの除草の散布は、雑草にタツプリと丹念にかける。
10アール(1反歩)当り100リットルあるいは200リットルの散布
水量が常識でした。

ところが、この常識をやぶり、10アール当り25リットルの水量で
雑草にポツポツとチョットつくだけで雑草全体をしっかりと枯
らす新しい除草法が出現しました。

これは、雑草の一部につくだけで雑草の体内のすみず
みにまで行き渡る特性と、同じ薬量なら濃度が高い
(少ない水で希釈する)ほど効果が増すという性
質を持つラウンドアップだからできる新しい
除草法です。

水量が少なければ、散布がらくな
でなく、水の運搬、薬剤の調合
の回数を少なくできます。

多量散布から少量散布
へ。時代は、資源節減、
省力化に向っています。
ぜひ、試して、効果と
労力の差を実感
してください。

●薬量が250mlと少なく経済的。

通常の散布方法で10アール当り500mlの薬量が必要な場面でも、
250mlで同じ効果を出すことができ経済的です。

●散布水量が25ℓ(今までの $\frac{1}{10}$ ～ $\frac{1}{4}$)と少なく省力的。

除草剤の散布は薬剤によって10アール当り100ℓあるいは200ℓの散
布水量が必要でしたが、専用ノズルを取り替えるだけでわずか25ℓ
で済み散布、準備、水の運搬、薬剤の調合が楽になり省力的です。

●ノズルは、ラウンドノズル25を必ず使用。

少量散布専用ノズルを必ずご使用ください。このノズルは、

●従来の散布歩行スピード、散布要領を変えることなく10アールに
25ℓの水量を散布できます。

●散布した所が白く見え重複やかけ残しがなく確実です。

●飛散が極めて少ないので大切な作物にも安心です。

ラウンドアップ®は、安全性が高いので 取扱いが容易です。

●大切な作物の根からは、吸収されません。

●土の活力を守ります。

●アミノ酸系の除草剤です。 (人畜毒性/普通物 魚毒性/A類)

しっかり枯らす。
長〜く抑える。



※米国モンサント社登録商標

●ラウンドアップを詳しく説明したパンフレットを
差しあげております。右記の住所までお申し込みください。

ラウンドアップ普及会
クミアイ化学工業㈱・三共㈱

事務局 日本モンサント株式会社 アグロサイエンス事業部
〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1 国際ビル Tel. (03) 3287-1251

“箱でたたこう！イネミズゾウムシ”

イネミズゾウムシをはじめ、イネドロオイムシ・イネヒメハモグリバエ・ウンカ、ヨコバイ類などの水稻初期害虫の同時防除が出来ます。

＜育苗箱専用＞

オンコル® 粒剤 5

うごきだせ!!
害虫ね



特長

- 1 浸透移行性：速やかに浸透移行し、植物全体を害虫から守ります。
- 2 残効性：残効期間が長いので、薬剤散布回数を減らすことが出来ます。
- 3 広い殺虫スペクトル：広範囲の害虫に効果を示し、一剤で同時防除が出来ます。



大塚化学株式会社

大阪市中央区大手通3-2-27
農薬部 / Tel.06(946)6241

CIBA-GEIGY 研究の伝統に生きる



水稻殺菌剤

- コラトップ® 粒剤5
- フジトップ® 粒剤

園芸殺菌剤

- リドミル® MZ 水和剤
- リドミル® 銅水和剤
- リドミル® 粒剤2
- リミドル® モンカット® 粉剤

水稻除草剤

- ソルネット® 粒剤
- バレージ® 粒剤
- クサホープ® D 粒剤
- ワンオール® 粒剤
- ゴルボ® 粒剤
- センテ® 粒剤
- イナズマ® 粒剤
- ライザー® 粒剤
- アピロサン® 粒剤
- ワイダー® 粒剤
- クサノック® 粒剤
- シメトリン混合剤

畑作除草剤

- デュアール® 乳剤
- ゲザノン® フロアブル
- コダール® 水和剤
- コダール® 細粒剤F
- シマジン® 水和剤・粒剤
- ゲザプリム® 水和剤・フロアブル
- ゲザバックス® 乳剤・粒剤
- ゲザガード® 粒剤・水和剤

殺虫剤

- エンセダン® 乳剤
- スブラサイド® 乳剤・水和剤
- エイカロール® 乳剤
- ダイアジノン® 乳剤・粒剤・水和剤

日本チバガイギー株式会社

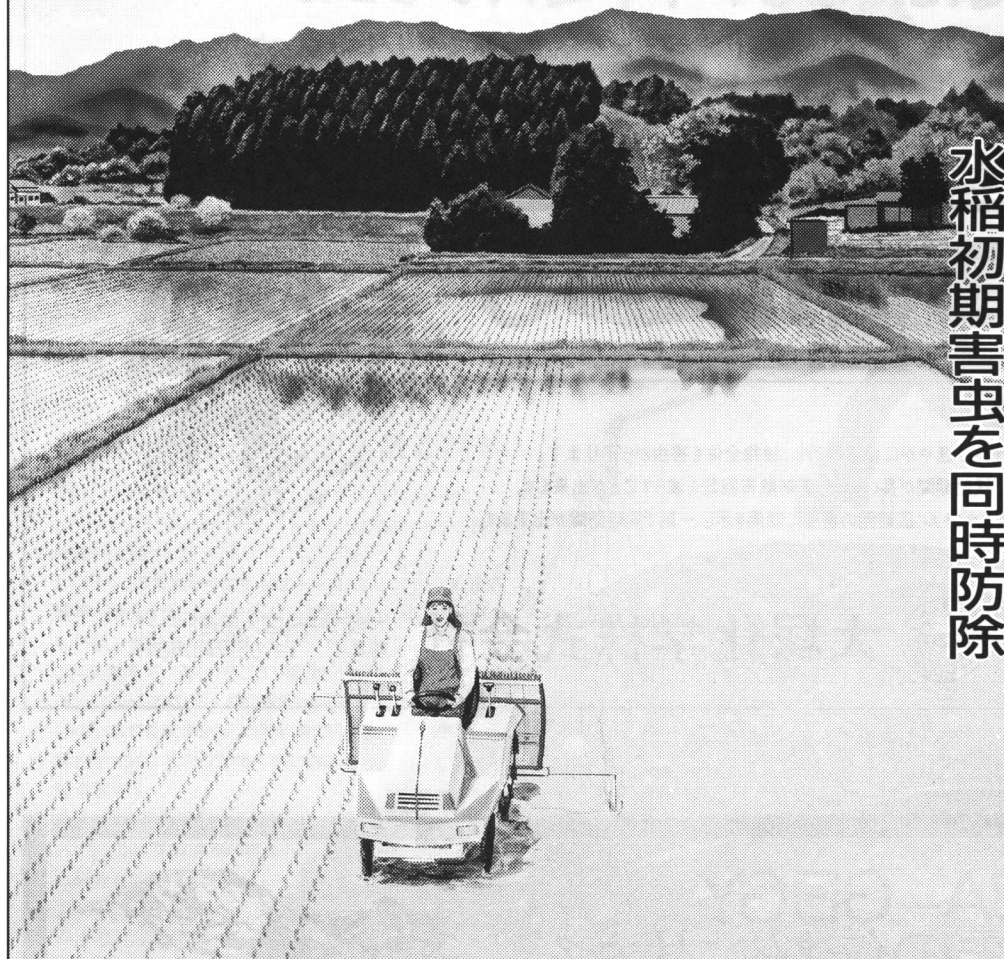
アグロテック本部 〒105 東京都港区浜松町2-4-1(世界貿易センタービル34F) ☎03-3435-5252

® = 登録商標

〈農薬は正しく使いましょう〉

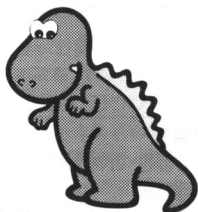
箱で余裕、イネミズ防除。

水稻初期害虫を同時防除



- ★高い浸透移行作用により、イネミズソウムシ成虫・幼虫を強力に防除します。
- ★残効が長いので薬剤の使用回数を減らすことができますので経済的です。
- ★初期害虫であるイネドロオウムシ、ヒメトビウンカなどを同時に防除できます。
- ★箱施用なので省力的です。薬害が出にくいので田植3日前から直前まで使用できます。

作物名	適用害虫名	10アール当り使用量	使用時期	本剤及びカルボスルファンを含む農薬の総使用回数	使用方法
水 稻 (育苗箱)	イネミズソウムシ	育苗箱 (30×60×30cm) (使用土壌 約5ℓ) 1箱当り 40～70g	移植前 3日～ 移植当日	1回	本剤の所定量を育苗箱の苗の上から均一に散布する
	ヒメトビウンカ ツマグロヨコバイ イネヒメハモグリバエ イネドロオウムシ イネソウムシ	育苗箱 (30×60×30cm) (使用土壌 約5ℓ) 1箱当り 50～70g			



ガゼット[®] 粒剤

新登場

カルボスルファン…3.0%

[®]は米国FMC社の登録商標です。



日産化学



原体供給元

FMCコーポレーション

★ 日産化学

奏でるのは、
実りの前奏曲。
プレリュード



- 優れた抗菌力で、馬鹿苗病、こま葉枯病、いもち病を同時に防除します。
- 低温時でも安定した消毒効果を示し、他剤の耐性菌にも高い効果があります。
- 乳剤なので薬剤の均一性が高く、攪拌の必要がありません。
- 種粒への吸着(浸透)に優れているので、消毒液は風乾せずに浸種できます。

新登場



実りのプレリュード・種子消毒剤

スポルタック[®] 乳剤

●フロクロラス 25% SPORITAK[®]

日産化学エーリングAGの商標登録

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1部(送料・消費税込)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。この機会に是非お取り揃え下さい。

37 巻 (58 年) [全号揃]

1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12 月	566 円
3 月: 作物のバーティシリウム病	618 円
6 月: (リンゴ腐らん病)	566 円
7 月: (ミナミキイロアザミウマ)	566 円
8 月: (野菜類の根こぶ病)	566 円
10 月: 発生予察の新技術	618 円

38 巻 (59 年)

1, 2, 6, 7, 8, 10, 12 月	566 円
3 月: 線虫	618 円
5 月: ビシウム菌による病害	618 円
6 月: (導入天敵)	566 円
8 月: (弱毒ウイルス)	566 円

39 巻 (60 年) [全号揃]

1, 2, 3, 6, 7, 12 月	566 円
4 月: (カメムシ)	566 円
5 月: 植物検疫	618 円
8 月: (ウイロイド)	566 円
9 月: (イネもみ枯細菌病)	566 円
10 月: (害虫防除と生態学)	566 円
11 月: イネ縞葉枯病	618 円

40 巻 (61 年) [全号揃]

1, 6, 7, 9, 10 月	566 円
2 月: (性フェロモンによる交信かく乱)	566 円
3 月: (農薬の付着性)	566 円
4 月: (ムギの病害)	566 円
5 月: 昆虫の神経制御	618 円
8 月: (コナガ)	566 円
11 月: 先端技術と病害防除	618 円
12 月: (野菜ハダニ類の発生予察法)	566 円

41 巻 (62 年) [全号揃]

1, 2, 6, 7, 8, 10 月	566 円
3 月: (永年作物の紋羽病)	566 円
4 月: (アブラムシ)	566 円
5 月: 微生物の分類と保存	618 円
9 月: (茎頂培養とウイルスフリー化)	566 円

11 月: 害虫の長距離移動	618 円
12 月: (暖地・亜熱帯のウイルス病)	566 円

42 巻 (63 年) [全号揃]

1, 2, 4, 7, 10, 12 月	566 円
3 月: (ネズミ)	566 円
5 月: 微生物による病害防除	618 円
6 月: (寄生昆虫の生物学)	566 円
8 月: (動物のモニタリング)	566 円
9 月: (害虫・線虫と病害)	566 円
11 月: 害虫管理	618 円

43 巻 (平成元年) [全号揃]

2, 3, 10, 12 月	648 円
1 月: (植物病理学最近の進歩 (ICPP シンポジウムより))	648 円
4 月: (熱帯の害虫獣)	648 円
5 月: 植物ウイルス研究の進歩	669 円
6 月: (イネいもち病の多発生)	648 円
7 月: (ハダニ類)	648 円
8 月: (熱帯作物の病害(1))	648 円
9 月: (熱帯作物の病害(2))	648 円
11 月: 新農薬の開発をめぐって	669 円

44 巻 (平成 2 年)

1, 2, 10 月	651 円
3 月: (アリモドキゾウムシとイモゾウムシ)	651 円
4 月: 花と緑の病害虫	671 円
5 月: (ムギの病害)	651 円
6 月: (果樹コナカイガラムシ類)	651 円
7 月: (病原菌の病原性の分化)	651 円
8 月: (施設野菜栽培における害虫管理)	651 円
9 月: (薬剤抵抗性)	651 円
12 月: (線虫学)	651 円

45 巻 (平成 3 年)

1~12 月 (前納)	6,720 円
(後納)	7,240 円

在庫僅少のものもありますので、ご希望の方はお早めに郵便振替・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。36 巻 (57 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。

上記の定価、送料につきましては、43 巻 3 月号以前発行のものについては、消費税導入以前の料金が印刷されておりますのでお含みおき下さい。

送料は 1 部につき 51 円です。2 部以上は実費となります。

Hoechst



速くて、
しっかり

ダブル
W効果の除草剤

- 速く効く、長く効くバスタ
- 人、作物、土、環境に優しいバスタ
- なんでも枯らすバスタ ●使いやすいバスタ

バスタ 液剤

®・ドイツ・ヘキスト社の登録商標



バスタ普及会 石原産業／日本農薬／日産化学

〈事務局〉ヘキストジャパン株式会社 〒107 東京都港区赤坂8-10-16 ☎03(3479)4382

資料請求券

農薬に関する唯一の統計資料集！ 登録のある全ての農薬名を掲載！

農 薬 要 覧

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修

—— 1990 年版 ——

B 6 判 692 ページ

定価 4,600 円 送料 310 円
(本体 4,466 円)

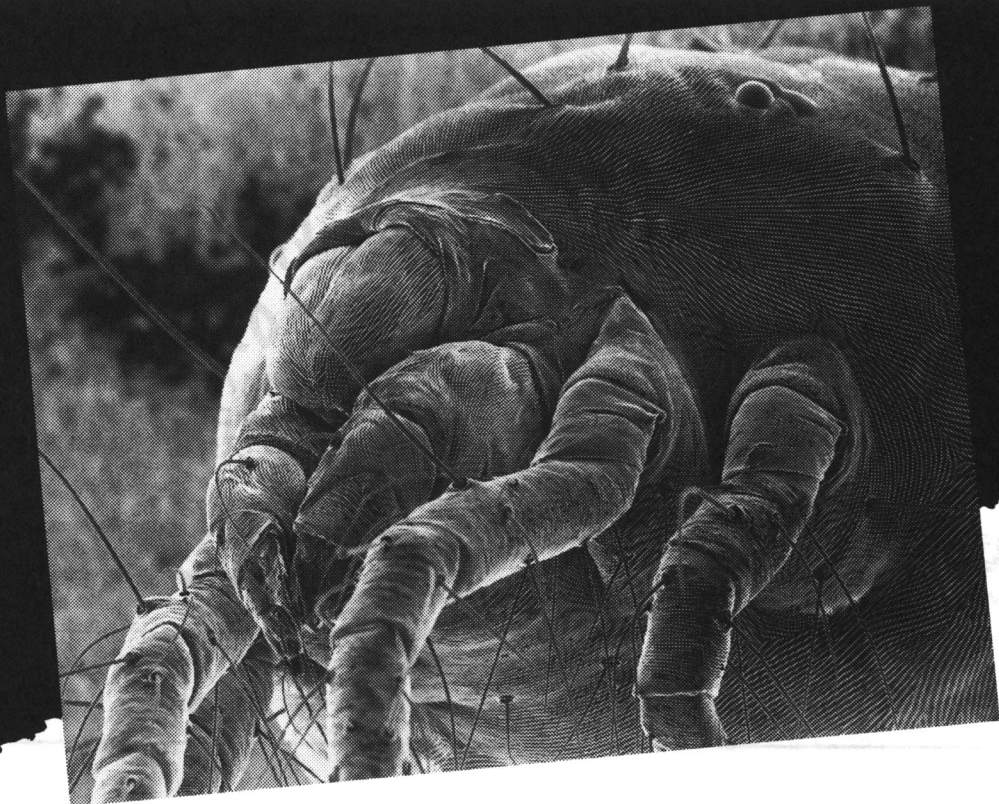
— 主 な 目 次 —

- I 農薬の生産、出荷
種類別生産出荷数量・金額 製剤形態別生産数量・金額
主要農薬原体生産数量 種類別会社別農薬生産・出荷数量など
- II 農薬の流通、消費
県別農薬出荷金額 農薬の農家購入価格の推移 など
- III 農薬の輸出、輸入
種類別輸出数量 種類別輸入数量 仕向地別輸出金額など
- IV 登録農薬
元年9月末現在の登録農薬一覧 農薬登録のしくみなど
- V 新農薬解説
- VI 関連資料
農作物作付（栽培）面積 空中散布実施状況など
- VII 付 録
農薬の毒性及び魚毒性一覧表 名簿 登録農薬索引など

- 1989年版—4,400円 送料310円
- 1988年版—4,429円 送料310円
- 1987年版—4,223円 送料310円
- 1986年版—4,223円 送料310円
- 1983年版—3,296円 送料260円
- 1982年版—3,708円 送料310円
- 1981年版—3,708円 送料310円
- 1977年版—2,472円 送料260円
- 1976年版—2,266円 送料260円
- 1975年版—2,060円 送料260円
- 1963～74, 1978～80, 84, 85年版— 品切絶版

※定価は税込価格です。

お申込みは前金（現金・小為替・振替）で本会へ



ダニ専科。

「アブロード」を生んだ日本農薬の技術が、いま、さらに画期的な新殺ダニ剤を完成させました。

(新発売) 新規殺ダニ剤



ダニトロン[®]

フロアブル

®:「ダニトロン」は日本農薬㈱の登録商標です。

チクソトロピー
性を有する
高品質処方



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

資料請求券
ダニトロン
植物防疫

ニコッ。ハハッ。ウフフツの明日へ。



除草剤
MO粒剤-9・ショウロンM粒剤・シンザン粒剤

殺虫剤
トレボン粒剤・トレボン粉剤DL・トレボン乳剤
トレボン水和剤・トレボンエア
オフナックM粉剤DL

殺虫・殺菌剤
ドクロロール

地球サイズで考えて
三井東圧化学
東京都千代田区霞が関3-2-5
TEL 03(3592)4616

“殺虫剤の概念を変えた 注目の脱皮阻害剤”

- 1ヵ月以上の長い効き目。他の殺虫剤に抵抗性の害虫にも効く。人畜・有益昆虫に安全。葉害の心配がない。始どの薬剤と混用出来る。(ボルドーにも混ぜられます。)

- ウキクサ・アオミドロ・表層ハクリの防除に最適の専用剤です。初期・中期・一発剤との混合散布は大好評!!

モゲトン[®] 粒 剤

- 各種ハダニの卵・幼虫・成虫に有効でボルドー液にも混用できるシャープな効きめのダニ剤。

バイデン 乳 剤

- 晩柑類のへた落ち防止剤。
速効的に効くりんご・梨の落果防止剤。

マデック 乳 剤

メロンのミナミキイロアザミウマにも
適用拡大

今、話題の

デミリブ[®] 水和剤

- 花・タバコ・桑の土壌消毒剤。刺激臭がなく安心して使えます。

バスアミド[®] 微粒剤

- ボルドー液の幅広い効果に安全性がプラスされた果樹・野菜の殺菌剤。

キノンドー[®] 水和剤
80・40

- ヨモギ・ギシギシ・スギナには特によく効きます。
粒剤タイプで果樹園、空地、駐車地、墓地等に最適です。

カソロン 粒 剤 6.7
4.5



アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内3-1-1 国際ビル4階

平成三年五月二十五日
平成三年六月一日
昭和二十四年九月九日
印刷
發行
第三種郵便物認可
植物防疫
（每月一回）
第四十五卷第六号



五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号



五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号



五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号



五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号



五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

- 五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号



五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

五月二十五日
刷行(每月一回)
印刷(第三種郵便物認可)
第四十五卷第六号

定価 六〇〇円(本体五八三円)(送料五一円)