

ISSN 0037-4091

植物防疫

昭和六十年三月二十五日
印刷
第三十九卷
（每月一回）
（第三号）

1985

3

VOL 39



整流機構

4WD

定評のSSシリーズに、4WD仕様がくわわりました。等速ファン、整流機構などSSシリーズのもつすぐれた散布能力をより一層ひきだし、また苛酷な防除作業をさらにラクに安全に行なえるタフなニュータイプです。

あのSSシリーズに、パワフル4駆、新登場。
共立スピードスプレーヤSSV-520F



株式
会社

共 立



共立エコー物産株式会社

〒181 東京都三鷹市下連雀7-5-1 ☎0422-49-5941(代表)

りんごの病害防除に！

＊適用拡大になりました。

＊赤星病／黒点病／＊黒星病
斑点落葉病／＊すす点病／＊すす斑病

パルナックス 水和剤



大内新興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4

育てる心、大切に。デュポン農薬



豊かな収穫に貢献するデュポン農薬

長い時をかけ、額に汗して育てあげる。

そんな苦勞を無駄にできません。

よりよい品質を…

よりたくさんの農作物を…

デュポンジャパンはみなさまの収穫を技術で支えます。

殺菌剤 —— ベンレート* / ベンレート*-T / ダコレート / スパダリン

殺虫剤 —— ランネート*45 / ホスクリン

除草剤 —— ロロックス* / レナパック / ハイバー*X / ソーバー*

デュポン ジャパン リミテッド 農薬事業部

〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル

●デュポン農薬のお問い合わせは……
Tel.(03)585-9101

デュポン ジャパン



確かな明日の
技術とともに...

サンケイ化学の誘引剤

ミバエ用誘引剤

適用害虫

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

侵入警戒用誘引剤

ユーゲルアD8	ミカンコミバエ・ウリミバエ
サンケイ コドリダコール	コドリダガ
メドフライコール	チチュウカイミバエ

ベイト剤

適用害虫

サンケイ
デナボン5%ベイト ネキリムシ・
ダンゴムシ・コオロギ

ナメクジ・カタツムリ用誘引剤

ナメトックス ナメクジ・カタツムリ類
アフリカマイマイ
スネール粉剤 ウスカワマイマイ・
ナメクジ類

ナメクジ・カタツムリ誘引剤兼ベイト剤

クリーンベイト ネキリムシ・ダンゴムシ・コオロギ・
ナメクジ・カタツムリ類

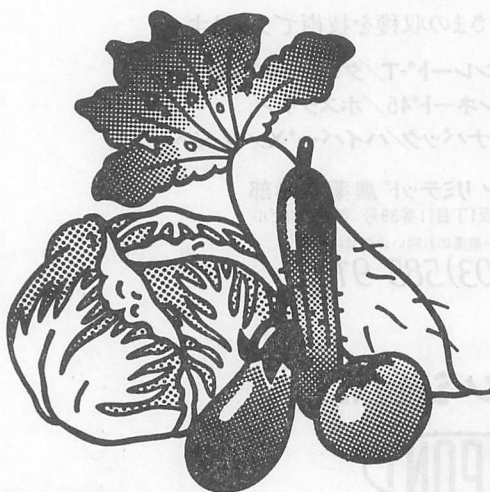


サンケイ化学株式会社

鹿児島・東京・大阪・福岡・宮崎

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

ホクコーの野菜農薬



●灰色かび・菌核病に卓効

スミックス®水和剤
FD くん煙顆粒

●うどんこ・さび病に卓効

®**バイレトン** 水和剤5

●細菌性病害に卓効

カスミンボルドー
水和剤・FD

●効きめの長い低毒性殺虫剤

オルトラン®水和剤
粒剤

●合成ピレスロイド含有新殺虫剤

ハグザップ®水和剤

●コナガ・アブラムシ類に新しいタイプの殺虫剤

オルトランナック
水和剤



取扱い
農協・経済連・全農



北興化学工業株式会社
〒103東京都中央区日本橋本石町4-2

お近くの農協でお求めください。

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 39 巻 第 3 号

昭和 60 年 3 月号

目 次

ムギアカタマバエの発生と防除	村上正雄・神田 徹	1
加工用トマトに発生したすじ腐れ様症状	藤澤 一郎	6
クリシギゾウムシの生態と立木防除	黒木 功令	11
ダイズ紫斑病菌の侵入機作	藤田 佳克	16
コナガの顆粒病	浅山 哲	21
異常気象とイネの病害	山口 富夫	25
農薬の公定検査法解説 (2)	農林水産省農薬検査所	32
植物防疫基礎講座 / 昆虫行動解析法 (3)		
歩行昆虫の化学定位とその測定法	佐久間正幸	39
新しく登録された農薬 (60.1.1~1.31)		45
中央だより	46, 48	協会だより 47, 48
学界だより	48	人事消息 24, 31, 48
次号予告		15



「確かさ」で選ぶ… バイエルの農薬

●さび病・うどんこ病に

® **バイレトン**

●灰色かび病に

® **ユーパレン**

●うどんこ病・オンシツコナジラミなどに

® **モレスタン**

●斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに

® **アントラコール**

●もち病・網もち病・炭そ病などに

バイエルホルドウ
[クスラビットホルテ]

●アスパラガス・馬鈴しょの雑草防除に

® **センコル**

●コナガ・ヨトウ・アオムシ・アブラムシ・ハマキムシ・スリップスに

® **トクチオン**

●各種アブラムシに

® **アリアルメート**

●アブラムシ・ネダニ・キスジノミハムシなどに

® **ダイシストン**



®は登録商標

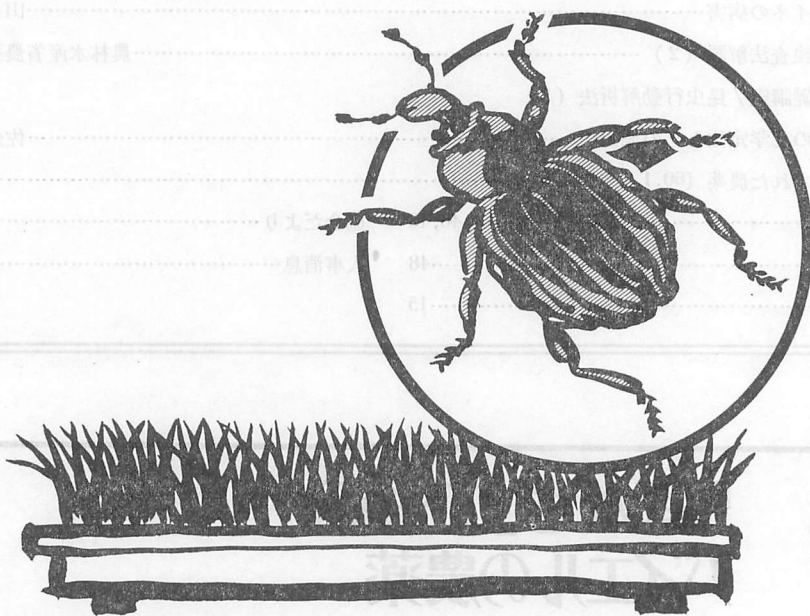
日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋本町 2-4 ☎ 103

農薬は正しく使いましょう！



イネミズゾウムシ の防除に——



箱処理
防除では

●イネミズゾウムシ・ドロオイムシなど
水田初期害虫の同時防除に最適な——

パダン[®]粒剤4

●イネミズゾウムシと、
いもち病の同時防除ができ経済的な——

パダン[®]ビーム[®]粒剤

本田
防除では

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

パダン[®]バツサ[®]粒剤

ムギアカタマバエの発生と防除

埼玉県農業試験場 村上 正雄・神田 徹

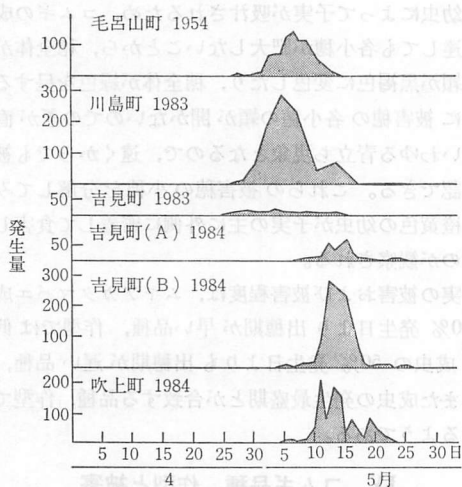
はじめに

ムギアカタマバエの発生・被害は、1935年栃木県下で初確認された。それ以来、北海道および東北地方を除く広範囲の地方で発生・被害が認められ、各地方の発生・被害は1951～52年ごろに激甚を極めた。その後1957年ごろまで発生が認められていたが、以後ムギ作の衰微とともに1980年まで発生・被害は認められなかった。しかし、1978年からの水田利用再編対策に伴う、ムギ類、特にコムギの作付面積の経年的な拡大や連作栽培は場の増加から、1981年以降再び発生・被害が埼玉県をはじめ、愛知、三重、栃木各県および京都府などで認められ、年々発生被害面積の拡大や被害が激甚化していることから、本虫の加害が問題となっている。

そこで、筆者らは、1982年以来本虫の多発生は場で発生被害実態ならびに防除対策について検討を行っているが、現在まで実施して得た結果の概要を記し参考にしたい。

I 形態

ムギアカタマバエは双翅目タマバエ科に属し、成虫の



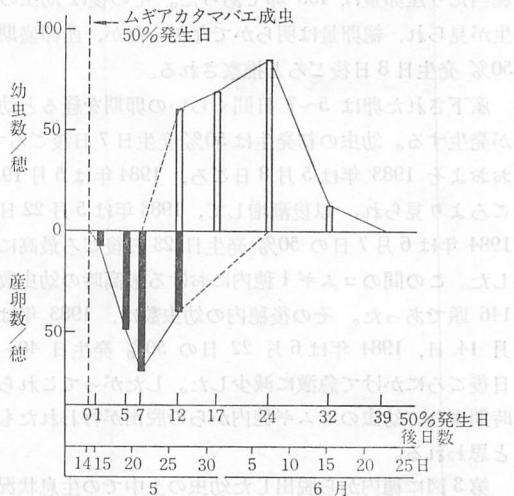
第1図 ムギアカタマバエ成虫の発生消長 (埼玉農試)

Occurrence and Chemical Control of the Orange Wheat Blossom Midge. By Masao MURAKAMI and Toru KANDA

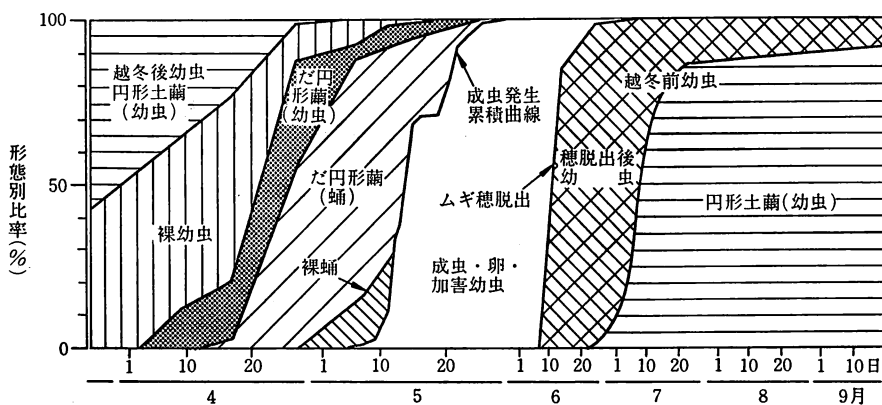
体長は雌で2.0～2.5mm、雄で1.0～1.5mm、体色は橙赤色を呈する。幼虫はふ化当初は白色透明であるが、成長した幼虫体の体長は2.0～2.5mmで、体色は橙黄色を帯びた小さな“うじ”である。

II 発生生態

第1図に成虫の発生消長について、1983年比企郡吉見町（以下吉見町）のコムギ条播ほ場と比企郡川島町（以下川島町）のオオムギ散播ほ場、1984年吉見町および北足立郡吹上町（以下吹上町）のコムギ条播ほ場に寒冷しゃ張りトラップを設置して調査した結果を示した。各調査地とも発生は年1回で、成虫の発生は、1983年の吉見町におけるコムギ条播ほ場では4月19日～5月13日、川島町のオオムギ散播ほ場では4月27日～5月16日の間に見られ、成虫の50%発生日は吉見町が4月30日、川島町が5月5日であった。また、1984年の吉見町における調査ほ場（A）では、5月8日～25日、ほ場（B）では、5月5日～25日、吹上町では5月5日～24日の間に見られ、50%発生日は吉見町では5月13日、吹上町では5月14日であった。これらの発生の遅速、発生型は発生年次の気象条件、特に冬季から春季の気温の高低、さらに発生ほ場の栽植様式やムギ作の良否によるほ場内の地中温度の高低などによって相違する



第2図 ムギアカタマバエの産卵量と幼虫密度 (埼玉農試, 1984)



第3図 ムギアカタマバエの生活史と消長 (埼玉農試, 1984)

ようであるが、両発生年次とも、ムギアカタマバエ成虫の 50% 発生日とコムギの出穂期とがほぼ同一時期であった。

羽化した成虫は、日中ムギの株元のほうに潜んで静止している。そして晴天の日には夕刻ごろより活動が活発となって、ムギの株間を盛んに飛しょうとするが、曇天の日には日中でも盛んに飛しょうする。雌は出穂したムギ穂に静止し、コムギでは産卵管を外穎と内穎のすき間に挿入して穎の内側に数卵固めて産卵するが、中には護穎や穂梗などに産卵するものも見られる。

産卵消長を、本成虫の 50% 発生日を起点に調べた結果 (第2図)、3日後の産卵量は穂当たり 8 卵と少なかったが、6日および8日後と経過するにつれて、産卵量はそれぞれ穂当たり 48 卵と 71 卵と増加し、最高時の穂当たり産卵量は 153 卵であった。その後は幼虫の発生が見られ、総卵量は明らかでなかったが、産卵盛期は 50% 発生日 8 日後ごろと推察される。

産下された卵は 5~7 日間くらいの卵期を経ると幼虫が発生する。幼虫の初発生は 50% 発生日 7 日後ごろで、おおそ 1983 年は 5 月 8 日ごろ、1984 年は 5 月 19 日ごろより見られ、以後漸増して、1983 年は 5 月 22 日、1984 年は 6 月 7 日の 50% 発生日 23 日後ごろ最高に達した。この間のコムギ 1 穂内における最高時の幼虫数は 146 頭であった。その後穂内の幼虫数は、1983 年は 6 月 14 日、1984 年は 6 月 22 日の 50% 発生日 40~45 日後ごろにかけて急激に減少した。したがってこれらの時期より、幼虫のコムギ穂内からの脱出が行われたものと思われる。

第3図に穂内から脱出した幼虫の土中での生息状況を示した。土中に潜入した幼虫はまもなく円形の土繭を作りこの中で生息しているが、中には土繭を作らないもの

も見られる。しかし、土中に潜入した幼虫の大部分は、翌春まで地表から地表下 12 cm 内外の深さの所で生息しているが、3 月ごろになると幼虫は円形の繭から脱出し、地表面近くに移動して、だ円形の土繭を再び作りこの中で蛹化する。蛹化の盛期は 4 月中旬ごろであって、年次によって相違するが生育速度の速い個体では 4 月下旬ごろより成虫が発生する。

III 被害様相

ムギ類の被害はコムギでもっとも多く、オオムギ、ハダカムギおよびビールムギでは少ない。コムギ穂の被害様相は、ムギアカタマバエ成虫が産卵した穂では、ふ化後の幼虫によって子実が吸汁されるため、コムギの成熟期に達しても各小穂が肥大しないことから、穂全体が細く、穎が黒褐色に変色したり、穂全体が緑色を呈する。さらに被害穂の各小穂の穎が開かないので、ぎが直立し、いわゆる青立ち現象となるので、遠くからでも被害が確認できる。これらの被害穂の小穂を分解してみると、橙黄色の幼虫が子実の主に外側に密着して食害しているのが観察される。

子実の被害および被害程度は、ムギアカタマバエ成虫の 50% 発生日より出穂期が早い品種、作型では低い、成虫の 50% 発生日よりも出穂期が遅い品種、作型、また成虫の発生最盛期とが合致する品種、作型では高まるようである。

IV コムギ品種、作型と被害

前年のムギアカタマバエ多発生ほ場に、埼玉 27 号、ヒヨクコムギ、アサカゼコムギ、サキガケコムギ、フクホコムギ、シロガネコムギ、ウシオコムギ、関東 95 号、関東 85 号、関東 98 号、農林 50 号、農林 61 号を、

1982年10月29日、11月5日および12日の3時期に、それぞれ播種し、品種、作型と被害との関連を調査した。ムギアカタマバエ成虫の50%発生日である4月30日を起点として、コムギ各品種の出穂期との関連から被害を見ると、10月29日播種の場合は、出穂期が50%発生日12日前の関東95号で被害子実率が6.5%と最も低く、次いで11日前のアサカゼコムギで7.8%、10日前のサキガケコムギで12.5%、9日前のシロガネコムギで12.9%、5日前のウシオコムギで15.5%、11日前のヒヨクコムギで16.5%、10日前のフクホコムギで17.7%と被害子実率が低かった。また、11月5日播種の場合は、出穂期が50%発生日5日前の関東95号の16.4%であって、各品種とも早播き性の効果が高かった。

前記以外の10月29日、11月5日播種の各品種、ならびに11月12日播種の各品種ではいずれも被害子実率が22%以上で、被害程度とともに高く、播種期の早晚による被害の軽減効果は認められなかった。しかし、

同一品種における作型別では、播種時期の早い作型で被害子実率や被害程度が全般的に低い傾向が認められた。したがってムギアカタマバエ成虫の50%発生日前に出穂期があつて、しかも出穂期から成虫の50%発生日までの期間が長い品種ほど被害および被害程度は軽減される。一方出穂期と成虫の50%発生日とが近接する品種および作型、あるいは開花期が近接するような作型では、被害および被害程度ともに高まる傾向にあった。

V 二条・六条オオムギ品種、作型と被害

前年のムギアカタマバエ多発生は場に、はるな二条、アズマゴールドデン、ニューゴールドデン、関取埼1号、カシムムギ、愛媛裸1号各品種を、1982年10月29日、11月5日および12日の3時期に、それぞれ播種し、品種、作型と被害との関連を調査した。

二条・六条オオムギ各品種、作型とも、被害子実率はきわめて低く、二条オオムギ各品種とも被害子実率は0.2~1.0%、また、六条オオムギの被害子実率はカシマ

第1表 ムギアカタマバエに対する薬剤の散布時期と防除効果 (埼玉農試, 1983)

薬 剤 名	散 布 量 (kg/10a)	散 布 時 期			被害子実率 (%)
		4月27日	4月30日	5月4日	
		50%発生日3日前	50%発生日	50%発生日4日後	
		出穂始め	穂ぞろい期	開花始め	
MEP 粉剤	4	○	—	—	9.3
		—	○	—	9.2
		—	—	○	9.1
		○	○	—	6.4
		—	○	○	7.5
		○	—	○	5.8
ダイアジノン微粒剤	6	○	—	—	9.3
		—	○	—	5.9
		○	○	—	8.7
ダイアジノン粒剤 5	6	○	—	—	8.8
PAP 微粒剤	6	○	—	—	7.7
イソキサチオン微粒剤	6	○	—	—	8.1
EPN 粉剤	4	—	○	—	10.8
		—	○	○	7.0
PAP 粉剤	4	—	○	—	9.8
MPP 粉剤	4	—	○	—	5.8
DEP 粉剤	4	—	○	—	11.6
石灰硫黄合剤	40倍、150 l	—	○	—	18.2
無 散 布	—	—	—	—	25.6

第 2 表 ムギアカタマバエに対する薬剤の散布時期と防除効果 (埼玉農試, 1984)

薬 剤 名	散 布 量 (kg/10a)	散 布 時 期			被害子実率 (%)
		5 月 11 日	5 月 14 日	5 月 17 日	
		50%発生日 3 日前	50%発生日	50%発生日 3 日後	
		出穂 始め	出穂 期	開花 始め	
MEP 粉剤	4	○	—	—	10.1
		—	○	—	10.6
		—	—	○	3.0
		○	—	○	3.3
		—	○	○	2.9
EPN 粉剤	4	○	—	—	11.4
		—	○	—	9.9
		—	—	○	7.2
ダイアジノン粒剤 5	4	○	—	—	10.6
無 散 布	—	—	—	—	21.9

ムギで 0.8~1.0%, 関取埼 1 号で 1.9~2.4%, 愛媛裸 1 号で 4.0~5.3% の範囲にあって, 被害としては問題にならないと考えられる。

VI 防 除 法

1 耕種的防除

前年発生が認められたほ場, あるいはその周辺ではコムギを連続して栽培すると, 本虫の被害が必ず発生すると思われるので, コムギの栽培を避けて, 二条あるいは六条オオムギを作付けして被害を回避する。さらに二条あるいは六条オオムギの輪作体系を組み込むことによって, 本虫の発生を抑圧することができるので, その後にコムギを作付けすることも一つの方法であろう。

2 薬剤による防除

ムギアカタマバエに対する適用農薬は EPN 粉剤のみであるが, さらに有効な薬剤の選出と効率的防除法を確立するため, ムギ類に登録のある農薬を主体に供試して, 1983 年および 1984 年の両年に実施して得た結果を記すと次のとおりである。

(1) 有効薬剤の選出と薬剤の防除効果

1983 年および 1984 年の両年, 前年のムギアカタマバエ多発生ほ場でコムギ農林 61 号を供用して実施した。1983 年は比企郡吉見町で実施し, コムギの播種は 1982 年 11 月 8 日である。供試薬剤, 散布時期, 回数, 散布量および防除効果は第 1 表に示した。薬剤効果の評価は, 収穫期に各区畝長 30 cm, 計 3 か所のコムギ穂を刈り取り, 任意に抽出した 1 区 50 穂 (1 薬剤 3 連制) をそれぞれ分解して, 総子実数, 健全子実数および被害子実数を計数して, 被害子実率を求め, 無散布との比較検

討を行った。

この結果防除効果は, 石灰硫黄合剤を除く供試薬剤はいずれも無散布と比較して被害子実率が低かった。なかでも MEP 粉剤のコムギの出穂始め (4 月 27 日, 本成虫 50% 発生日 3 日前) と穂ぞろい期 (4 月 30 日, 本成虫 50% 発生日) の 2 時期散布, 出穂始めと開花始め (5 月 4 日, 本成虫 50% 発生日 4 日後) の 2 時期散布, ダイアジノン微粒剤および MPP 粉剤の穂ぞろい期の 1 時期散布で, いずれも被害子実率が無散布に比べ 1/4 と低く効果がもっとも勝った。また, MEP 粉剤で散布時期と回数との関連を見ると, コムギの出穂始め, 穂ぞろい期および開花始めの各 1 時期散布の効果は認められるが, 2 時期散布に比べてやや劣った。

次に, 1984 年は北足立郡吹上町および比企郡吉見町で実施した。コムギの播種は 1983 年 11 月 12 日と 13 日である。吹上町における供試薬剤, 散布時期, 回数, 散布量および防除効果は第 2 表に示した。薬剤効果の評価は前年の試験と同様に行った。

吹上町 (第 2 表) の結果では, 供試薬剤いずれも無散布に比較して被害子実率が低かった。なかでも MEP 粉剤の開花始め (5 月 17 日, 本成虫 50% 発生日 3 日後) の 1 時期散布, 出穂始め (5 月 11 日, 本成虫 50% 発生日 3 日前) と開花始めの 2 時期散布, 出穂期 (5 月 14 日, 本成虫 50% 発生日) と開花始めの 2 時期散布で, いずれも被害子実率が無散布に比べ 1/7 と低く効果をもっとも勝った。次いで EPN 粉剤の開花始めの 1 時期散布で, 被害子実率が無散布に比べ 1/3 と低く勝った。これらに比べて各薬剤の出穂始め, 出穂期の 1 時期散布は, 被害子実率が無散布に比べ 1/2 程度であって被害

防除効果は劣った。

また、MEP、EPN 各粉剤で散布時期と効果との関連を見ると、いずれの薬剤とも開花始めの防除効果が勝った。

次に吉見町の結果では、供試薬剤はいずれも無散布に比較して被害子実率が低かった。なかでも PAP 粉剤の穂ぞろい期（5月17日、本成虫50%発生日4日後）の1時期散布で被害子実率が無散布に比べ1/5と低く効果がもっとも勝った。次いでダイアジノン粒剤の穂ぞろい期の1時期散布、出穂始め（5月11日、本成虫50%発生日2日前）と穂ぞろい期の2時期散布、出穂期（5月15日、本成虫50%発生日2日後）と穂ぞろい期の2時期散布、出穂期の1時期散布で、被害子実率が無散布に比べ1/3と低く効果が勝った。

これらに比べて、EPN、PAP 各粉剤の出穂期およびダイアジノン粒剤の出穂始めの1時期散布は、被害子実率が無散布に比べ1/2程度であって、被害防止効果は劣った。

また、ダイアジノン粒剤、PAP 粉剤で散布時期と効果との関連を見ると、いずれの薬剤とも穂ぞろい期の効果が勝った。

(2) 有効薬剤と防除時期

1983年および1984年の両年、ムギアカタマバエに対する有効薬剤について、本成虫の多発生は場で、コムギの生育期別あるいは生育期別の組み合わせによる防除で検索を行った結果、EPN、MEP、PAP、MPP 各粉剤、ダイアジノン粒剤、微粒剤、イソキサチオンおよびPAP

微粒剤が有効と考えられる。

また、これらの薬剤の散布時期を、前記試験結果を基に、コムギの生育相とムギアカタマバエ成虫の50%発生日との関連から考察すると、各粉剤、粒剤および微粒剤とも、ムギアカタマバエ成虫の50%発生日4日後ごろのコムギの穂ぞろい期から開花始めごろの散布で被害防止効果が高いことから、これらの時期が防除の適期と考えられる。

しかし、ムギアカタマバエ成虫の発生時期、発生量、発生型が発生は場ごとに相違するので、発生は場の発生実態やコムギの生育相との関連から、防除時期や回数を決めることが重要と考えられる。

おわりに

ムギアカタマバエの発生被害は、コムギの作付面積の拡大や連作栽培は場の増加から、今後発生被害地域が広範囲に及ぶと考えられるので、既発生地とその周辺、あるいは過去に発生があった地域では発生が懸念されるので、早期に土中で生息する幼虫を確認して、防除に資することが重要と思われる。

さらにムギアカタマバエの寄生植物の検索や成幼虫の生理、生態的特性を明らかにすると同時に、耕種の防除法を組み込んだ総合対策技術の確立が必要と思われる。

参考文献

- 1) 筒井喜代治 (1956): 農業改良技術資料 p. 83.
- 2) 村上正雄ら (1984): 第28回応動昆虫大会講要.
- 3) 神田 徹ら (1984): 同上.

本会発行図書

日本有用植物病名目録

日本植物病理学会 編

第3巻 (果樹編)

B 6判 198 ページ

定価 2,300 円 送料 200 円

採録樹種: 温帯果樹, 熱帯果樹など 43 種

第4巻 (針葉樹編)

B 6判 232 ページ

定価 3,500 円 送料 250 円

採録樹種: 林木, 緑化樹, 竹笹など 112 種

第5巻 (広葉樹編)

B 6判 512 ページ

定価 3,900 円 送料 300 円

採録樹種: 林木, 花木, 緑化樹など 387 種

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

(なお, 第1, 2巻は日本植物病理学会で発行しております)

加工用トマトに発生したすじ腐れ様症状

農林水産省野菜試験場 藤 澤 一 郎

はじめに

わが国における加工用トマトの生産量は、年間 20～30 万トンに達し、生食用トマトの 80 万トンに比べても、かなりの比率を占めている。原料トマトの産地は、以前は東海・甲信越地域が主体であったが、しだいに北上し、最近では北関東・東北南部地域が主産地となり、契約栽培で原料価格が定められることもあって、経営上安定した作物の一つになっている。ところが、昭和 54 年ごろから、茨城、栃木など北関東地域において、果実にこれまで見られなかった「すじ腐れ症」様異常果（以後異常果と呼ぶことにする）が集団的に発生し、ひどい所では収穫皆無になるなど、多大の被害を生じるようになった。被害は年々大きくなり、発生地域も拡大して、同時期に栽培されている生食用トマトにも被害が及んでいる。

発生した異常果の症状が寡日照、窒素過多、カリ欠乏、多湿などの条件下の施設トマトで発生しやすい「すじ腐れ症」と類似していたため、生理障害の面からの対策がなされてきた。しかし、その効果が見られず、原因の早期究明と発生防止の対策のため、昨年度、農林水産省野菜試験場が中心になり諸機関のご協力の下に調査を行った。ここではその結果の概要を報告したい。なお、今年度からは農林水産省の研究機関の協力の下に茨城、栃木、群馬、福島各県農試が引き続き各種の防除試験などを行っている。本稿の校閲を煩わせた当研究室長石井正義氏に深謝の意を表す。

I 発生概況

本症状は昭和 54 年ごろに発生した新しい病害であるが、発生状況調査は 55 年から茨城、栃木の両県で行われている。全国トマト工業会と農林水産省野菜振興課がまとめた 55 年から 58 年までの各地での発生状況を第 1 表に示した。茨城県での発生状況を発生面積で見ると、55 年は全作付面積の約 33% であったが、その後拡大して昨年は約 64% に達した。特に 57 年と 58 年には発生の激しい畑が増えているのが目だつ。また、栃木県での発生は 55 年以来 50～60% で急激な増加は見ら

第 1 表 加工用トマト「すじ腐れ症」様異常果の発生状況（農水省野菜振興課）

（単位：ha）

県名	年次 (昭和)	発生程度			未発生	総計
		少	中	甚		
茨城	55年	167.9	141.1	77	780	1,166
	56	273.9	155.2	54.8	429.1	913
	57	96.5	81.4	298.8	243.3	720
	58	90.6	74.2	125.7	166	456.5
栃木	55	55	61	34.7	120.3	271
	56	44.8	62.6	17.6	100	225
	57	26.6	43.4	19.1	103.9	193
	58	28.3	21.5	22.8	55.9	128.5
群馬	58	69	—	—	—	69
福島	58	58.6	11.7	15.9	282.3	368.5

少は 10% 以下の発生、中は 10～30% の発生、甚は 30% 以上の発生

れないが、発生の激しい畑が若干増えている。一方、群馬県と福島県での 58 年の発生は面積も少なく、被害も軽かったが、茨城県、栃木県のように本病は年々発生面積が広がり、同時に発生程度も激しくなっていることから、現在は発生が少なく軽症であっても今後の推移には十分注意を要する。また、異常果の発生は上記 4 県における加工用トマトの単位面積当たりの収量を著しく低下させている。すなわち、55 年までは全国平均（約 6.3 t/10 a）かそれよりも高い収量であったのが、茨城、栃木の両県は 56 年から、群馬県は 57 年から、福島県は 59 年から全国平均収量に比べ著しく低下するようになった。こうしたことは栽培農家の生産意欲を減退させ、発生地域では栽培農家戸数および作付面積が年々減っているのが現状である。

II 病徴および異常果より検出されるウイルスの種類

現地における防除技術の検討などのため、前年に異常果の発生が激しかった茨城県（江戸崎）、栃木県（大内）のは場と類似症状の果実が観察された群馬県（久呂保）のは場にトマトを連作し、定植時より定期的に発病調査をするとともにトマトの病葉および異常果を採集して病原ウイルスの検出を試みた。ウイルスの検出は、dip 法に

Summer Streak Rot of Processing Tomato Caused by Cucumber Mosaic Virus. By Ichiro Fujisawa

第2表 異常果初期発生時のトマトの症状と
CMV の検出

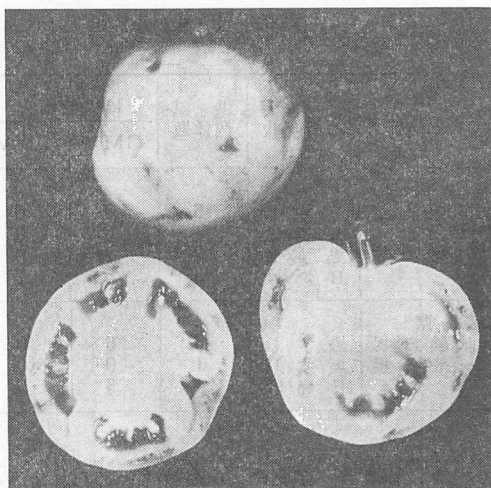
供試株	葉		果 実	
	症 状	CMV の検出	症 状	CMV の検出
1	健 全	+	外 観 健 全 (内部組織正常)	—
2	〃	+	〃 (果皮維管束小褐変)	+
3	〃	+ ^{a)}	〃	+ ^{a)}
4	〃	+	〃	+
5	〃	+	黒 す じ (維管束褐変)	+
6	〃	+	〃	+
7	黄 化・ モザイク	+	〃	+
8	〃	+	〃	+

a) ジャガイモYウイルスとの混合感染

よる電顕観察、数種の判別植物への汁液接種、寒天ゲル内拡散法による血清試験などの方法によった。

定植してから約 20 日後の 5 月下旬の調査では、トマトはいずれも外観正常な生育を呈し、供試したトマト葉からもウイルスは検出されなかった。6 月下旬の調査でも、茨城県と群馬県の調査ほ場のトマト葉および果実に異常は見られなかったが、採集したトマト葉の少数からはキュウリモザイクウイルス (CMV) が検出された。一方、栃木県のほ場では、すでに葉の黄化モザイク症状と異常果が観察され、採集した試料からは CMV が検出された (第2表)。これらのトマトでは、葉も果実も外観は健全であったが、果実を切断すると果皮維管束の一部に小さな褐変が生じており、褐変部位と葉からは常に CMV が検出された。したがって、トマトの株によっては、CMV 感染による症状の発現が、茎葉よりも果実で早く生じる場合があるものと思われる。

7 月下旬になると、茨城県と栃木県のほ場では症状の明りょうな異常果が多く観察され、いずれのほ場も 100 % に近い発病株率を示した。これらの異常果は、現れた症状から 2 種類に大別され、一つは果実の表面に異常がなく、果皮の一部維管束が褐変して、果柄部から果頂部へ黒いすじが観察される黒すじ症状果 (第1図) で、もう一つは果実の表面が凸凹のケロイド状となり、果皮の一部維管束に褐変が生じた日焼け症状果 (第2図) である。各症状果の発生状態はほ場により若干異なったが、一般には黒すじ症状果が多く発生しており、時には黒すじ症状果と日焼け症状果が同一病株あるいは同一花房に着果していることがあった。これらの異常果の発生を経時的に観察したところ、発病初期には黒すじ症状果が比較的高率に現れ、その後日焼け症状果が多く現れた



第1図(上) 発生ほ場の黒すじ症状果
果皮維管束の褐変



第2図(下) 発生ほ場の日焼け症状果

ことから、ウイルスが急速に増殖している感染初期には黒すじ症状果が現れやすく、感染後、株の活力が低下した時期には日焼け症状果が発生するものと思われる。異常果が現れたトマトの生育は悪く、茎葉では時にモザイクが現れたが、一般には葉身の黄化えそ、茎での部分的えそ条斑、頂部の枯死などの症状が現れた。茨城県と栃木県の調査ほ場に発生した黒すじ症状果と日焼け症状果からのウイルス検出結果を第3表に示したが、いずれの症状果からも高い割合で CMV が検出された。しかし、群馬県のほ場で観察された症状の軽い黒すじ症状果からのウイルス検出率はきわめて低く、この時期の異常果の発生にはウイルスが関係していないものと考えられる。8 月下旬になると、茨城県と栃木県の調査ほ場の病株は著しく萎縮し、果実の生長、肥大が止まって黒すじあるいは日焼けの各症状果が多数生じて正常な果実が見られないほどの激しい発生であった。しかし、群馬県の調査ほ場では、7 月の調査結果同様、異常果の発生は少な

第3表 7月下旬調査の異常果から検出されたウイルス

採 集 地 名	果 の 症 状	供 試 個 体 数	ウ イ ル ス 検 出 個 体 数	
			CMV	TMV
茨 城 県 試 験 ほ 場	黒 日	3	3	0
	す じ	1	0	0
	焼 け	2	2	0
	日 焼	5	5	2
栃 木 県 試 験 ほ 場	黒 日	6	6	0
	す じ	1	0	0
	焼 け	4	3	0
	日 焼			

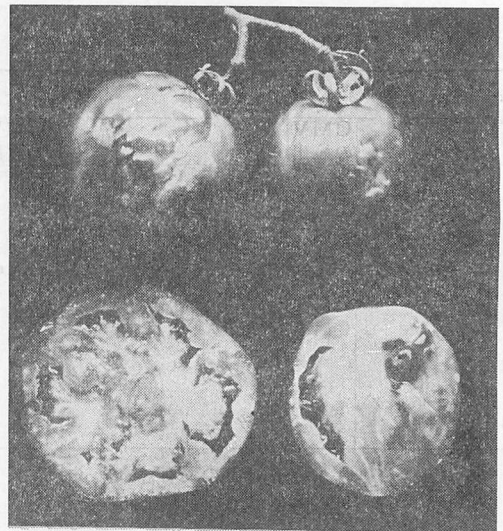
く、症状も軽微で、茎葉のえそ症状は認められなかった。この時期に採集した各地の異常果からは CMV とタバコモザイクウイルス (TMV) が検出され、CMV か TMV が単独感染した異常果あるいは両ウイルスが重複感染した異常果であった。

以上、本病発生の著しい茨城県と栃木県のは場調査を中心に述べたが、今年からはこれら3県のほか福島県における発病状況などの調査が進められている。なお、最近山形県と長野県でも本病と類似した異常果の発生が報告されており、トマト栽培地帯へのまん延が心配される。

III 異常果の原因

トマトに感染する主要な病原ウイルスとしては TMV, CMV, ジャガイモ X ウイルス (PVX) がよく知られており、TMV では茎葉や果実にえそ性の褐色斑点や条斑が生じたりするが、PVX では単独感染の場合は軽症であるが TMV との重複感染で茎葉や果実に激しいえそを作ることから条斑病と呼ばれている。今まで、CMV のトマトにおける病徴は新葉の葉脈黄化、淡黄緑色のモザイク、萎縮、奇形などで、特に葉の糸葉症状は特徴的であるとされていたが、茎葉や果実にえそを作るという報告はなかった。今回の調査では、CMV, TMV, ジャガイモ Y ウイルス (PVY) の3種類のウイルスが異常果から検出されたが、その中でも CMV はきわめて高い頻度で検出された。また、栃原⁹⁾は現地から採集したウイルスの系統を調査した結果、CMV は普通系統とラゲナリア系統の2種類であり、TMV はトマト系のみであったと報告している。

著者らは異常果の発生が CMV 感染に起因するか否かを調べるため、加工用トマト4品種‘カゴメ 77’、‘カゴメ 82’、‘K 803’、‘桔交 413’と生食用トマトの3



第3図(上) CMV を接種して発現した‘カゴメ 77’の異常果

果皮維管束の一部と果肉のえそ症状

第4図(下) CMV を接種して発現した‘福寿2号’の異常果

品種・系統‘福寿2号’、‘たのも’、‘TCm 1-3’を供試して異常果の再現試験を行った。異常果から分離された CMV を接種源として播種約20日後のトマトの苗にカーボランダム法で汁液接種し、径約30cmのポットに植え込み、ガラス室内で隔離栽培した。その結果、‘カゴメ 77’では接種して約10日後葉に軽微なモザイクが現れ、その後茎にえそ条斑が、葉にえそが生じ、さらに頂部が枯死して生育は著しく低下した。また、株によっては、モザイク症状だけのもの、ごくまれには感染していても症状が現れないものなどがあった。これら感染株の果実の症状はすべてが日焼け症状(第3図)で、黒すじ症状果は見られなかった。再現試験における日焼け症状果の発生は、茎葉にえそモザイクを現した株で多

第4表 各種処理と加工用トマト「すじ腐れ症」様異常果発生との関係（茨城農試）

試 験 区 別	7 月 1 日	7 月 20 日				8 月 3 日			
	異 常 果 発 生 株 率	え そ 葉		異 常 果		え そ 葉		異 常 果	
		軽 症 率	重 症 率	発 生 率	株当たり 発生果数	発 生 数	発 生 率	発 生 率	発 生 率
寒冷しゃ被覆 慣 行	0%	63%	0%	6%	1.0個	40	100%	43.5%	
ストライプマルチ+ムシコンテープ5本	0	65	30	60	9.2	43	100	54.2	
シルバーマルチ	0	85	15	70	7.7	33	100	28.8	
ストライプマルチ	—	95	0	25	5.2	63	100	41.3	
	0					57	100	40.0	

く、無病徴感染株では少ないことから、異常果の出現と茎葉のえそ症状の発生とは関係が深いものと思われる。また、‘K 803’感染株では日焼け症状果とともに少数ではあったが軽微な黒すじ症状果が、生食用トマトの3品種・系統でも日焼け症状果が多数現れた（第4図）。

前述のように、現地は場での調査結果では、黒すじと日焼けの各症状果のほとんどから CMV が検出され、また、この CMV を接種したトマトの数品種では、黒すじ症状果の発現例は少なかったが、日焼け症状果が多数再現された。黒すじ症状果の再現例が少なかったのは、接種トマトをポットで栽培したことあるいは発生現地の北関東地方に比べ、栽培時の温度が高く、また温度較差の少ないガラス室内で栽培するなど現地の栽培とはかなり異なる条件下で試験したことなどが考えられる。これらの結果から、茨城県と栃木県における異常果の発生は CMV 感染に起因するものと考えられる。また、群馬県の場合、8月下旬調査時の異常果からは CMV より TMV が多く検出され、この地域での異常果の発生には TMV もいくぶん関係しているものと考えられる。

IV 対 策

CMV は多犯性のウイルスで、農作物、樹木あるいは雑草などに感染し、またモモアカアブラムシ、ワタアブラムシなど多くのアブラムシにより非永続的に伝搬される。また、異常果から分離された CMV の伝搬試験で、本 CMV は手作業で容易に伝搬したとの報告がある。したがって、CMV はは場周辺の感染植物から、保毒した有翅アブラムシがトマト畑に飛来することにより一次発生し、その後はアブラムシ伝搬と農作業などによる機械的な伝搬により、は場内でまん延すると考えられている。そこで、CMV の発生防止にはマルチ資材などを利用して、保毒アブラムシの飛来を回避するとともに農作業の際の手、農器具などの消毒にも注意が必要である。58 年の茨城農試における本病防除試験によると、トマ

ト栽培期間のアブラムシの飛び込みをストライプマルチとムシコンテープ5本を張った処理区と慣行区と比較した結果、処理区への飛び込み数は慣行区の約 60% と少なく、これらの処理区では、トマトのえそ葉と異常果の発生が軽減した（第4表）。本病の防除について、ウイルスの発生予防の面から一般的な考えかたを述べたが、現地での実際の防除にあたっては、前述のような方法とともに、被害の少ない品種の選定、各栽培地でのアブラムシの発生の最盛期を避けるための栽培時期、土壌肥料の面からの栄養的・生理的方法による異常果の発生防止法など育種的あるいは栽培的な面からの総合的防除法についても検討し、より効果的な防除技術を確立する必要がある。加工用トマトでは、現在特に抵抗性の強い品種はないようであるが、生食用トマトの2品種‘佳玉’と‘竜玉’あるいは‘とまと 中間母体農3号’、‘同4号’、‘同5号’は、異常果から分離された CMV に対し強い抵抗性を示したと報告されており⁴⁾、今後は、これらの抵抗性形質を加工用トマトに導入して、抵抗性品種を育成することが要求されよう。

お わ り に

CMV によるトマトのえそ症状の発生は、1974 年フランスで初めて報告された⁷⁾。その後、えそ症状の発現と CMV の系統との関係が研究され、えそ症状の発現には CMV に含まれる5種類の核酸成分の中で、分子量のもっとも小さい5番目の成分が関係していることが明らかにされた⁸⁾。また、北海道に発生した生食用トマトのえそ症状は、CMV のトウガラシ系統により生じた⁹⁾、これも5番目の成分が関係していると報告された⁸⁾。加工用トマトの「すじ腐れ症」様異常果の発生は CMV によることを述べたが、検出された CMV の系統は、わが国でもっとも普遍的に分布している普通系とラゲナリア系で、新しい系統でないが、これらの系統に感染したトマトでのえそ症状の発生報告は今回が初めてである。したがって、異常果から分離された CMV は

従来普通に発生していた CMV とはトマトに対して異なる病原性を示す系統による可能性もあるが、ウイルス核酸の性状などについての詳細は今後の研究に待たなければならない。

引 用 文 献

- 1) 藤井利行ら (1984) : 日植病報 50 : 86.
- 2) 藤澤一郎ら (1984) : 同 上 50 : 443.

- 3) 後藤忠則ら (1984) : 同 上 50 : 92.
- 4) 飛騨健一 (1984) : 昭和 59 年度日植協育技研シンポジウム, pp. 89~97.
- 5) KAPER, J. M. et al. (1976) : Science 196 : 429~431.
- 6) 萩原佐太郎ら (1960) : 農業及園芸 35 : 631~636.
- 7) PUTZ, C. et al. (1974) : Ann. Phytopath. 6 : 139~154.
- 8) 吉田幸二ら (1984) : 日植病報 50 : 92~93.
- 9) 栃原比呂志 (1983) : 加工用トマト「すじ腐れ症」様異常果の発生原因の解明に関する緊急調査, 野菜試験場, pp. 13~15.

植 物 防 疫 講 座

病害編, 害虫編, 農薬・行政編 全 3 巻

B 5 判 各巻約 210 ページ 上製本 定価各 2,500 円 全 3 巻セット 7,000 円

植物防疫に関する専門的な知識を分かりやすく解説した指導書。講習会や研修会などのテキストとして最適な書。

各 巻 内 容 目 次

病 害 編

I 総 論

- 1 植物の病気
- 2 病原の種類と性質
- 3 病気の診断法
- 4 病気の発生生態
- 5 病気に対する作物の抵抗性
- 6 病気の防除

II 各 論

- 1 水稻主要病害とその防除
- 2 果樹主要病害とその防除
- 3 野菜主要病害とその防除
- 4 チャ主要病害とその防除
- 5 クワ主要病害とその防除
- 6 畑作物主要病害とその防除

害 虫 編

I 総 論

- 1 害虫とは何か
- 2 昆虫の形態と分類
- 3 害虫の生態
- 4 害虫の生理
- 5 害虫による作物の被害
- 6 害虫の発生予察
- 7 害虫の防除

II 各 論

- 1 水稻主要害虫とその防除
- 2 畑作物主要害虫とその防除
- 3 果樹主要害虫とその防除
- 4 野菜主要害虫とその防除
- 5 茶樹主要害虫とその防除
- 6 桑樹主要害虫とその防除
- 7 有害総虫とその防除
- 8 野そとその防除

農薬・行政編

農 薬 編

I 総 論

II 農薬の作用特性と利用

- 1 病害防除剤
- 2 害虫防除剤
- 3 雑草防除剤
- 4 その他の農薬

III 農薬の施用技術

- 1 農薬製剤と施用法
- 2 防除機

IV 農薬の安全使用

- 1 農薬の人畜に対する毒性
- 2 農薬の作物残留と安全使用
- 3 魚介類, 有用昆虫に対する影響
- 4 作物に対する薬害と対策

行 政 編

I 植物検疫

II 農薬行政

III 防除組織

クリシギゾウムシの生態と立木防除

山口県農業試験場 黒 木 功 令

はじめに

クリシギゾウムシ (*Curculio dentipes* ROELOFS) はクリの果実を食害するゾウムシ科の昆虫である。1899年松村によって記録され、その後高橋 (1930)¹⁾ は成虫および幼虫の形態・経過習性・分布や駆除予防法を詳述している。1924年松原はすでに「クリシギゾウムシくん蒸剤としての二硫化炭素及びクロールピクリンの比較」を試みている。福田 (1961)²⁾ や筒井 (1969)³⁾ は産卵防止のために有機塩素剤や有機リン剤の散布を紹介している。しかし散布適期や薬害・農薬安全使用の面で問題があり、以来現在に至るまで、果実を収穫直後にくん蒸処理する方法が主流をなしてきた。この方法は被害の進行を食い止めるものの、果実の中に幼虫の死体や虫糞が残り、食べる際や加工中に気味悪がられ、食品衛生のうえからも好ましくない。クリシギゾウムシの成虫は長い口吻で穂果のとげの間から外皮と外果皮を貫通して、果肉の表面にまで達する穴をうがち、ここから産卵管を挿入し産卵するため、卵やふ化した幼虫を防除することは困難である。したがって、これに先立ち、成虫のせん孔・産卵を阻止すれば、被害を軽減することが考えられる。そこで本県の特産品種「岸根」を対象に、穂果へ飛来する成虫の的確な産卵時期の予察と防除適期を解決するため、種々試行した結果、いくつかの知見を得たので紹介し、今後の防除の参考に供したい。なお、本報をまとめるに先立ち、この試験を1981年まで担当され、1982年筆者が受け継いで以来懇切に御指導をいただいた萩柑きつ試験場主任児玉 行氏に厚く御礼申し上げる。また御協力をいただいた錦農業改良普及所の関係各位、当場農場員河村正造氏に深く感謝する。

I 生 態

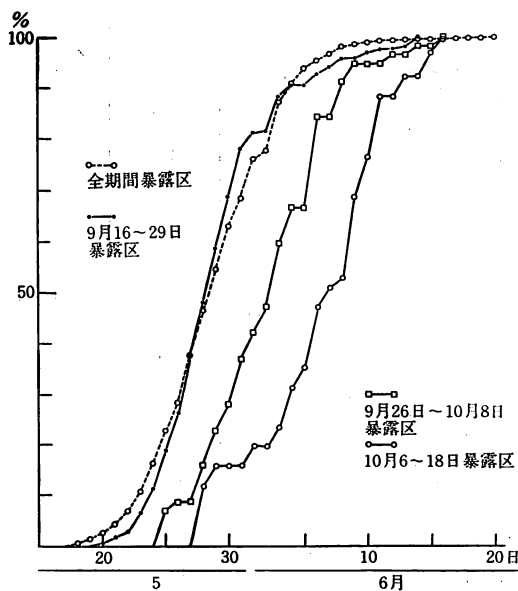
1 成虫の発生消長

児玉 (1981)⁴⁾ は現地標高 400 m のクリ園内の地上に一边 1 m の正四角すいの吊り蚊帳状寒冷シャトラップを、3か所設置して調査した結果、9月8日および18日に成虫が出現している。1983年クリ園を定期的に巡回調査した結果、8月7日から10月12日の間に穂果の上

や枝梢をはいかいしている成虫を採集した。成虫は日中活動しているが、夜間穂果などをライトで照らしながら観察すると、昼間同様に見かけられ、雌よりも雄がやや多く見受けられた。同年9月園内にライトトラップ、1984年8月にカラー水盤を設置し、成虫の発生消長を調査したが、成虫はいずれもまったく飛来しなかった。以上の結果から趨光性はきわめて弱いように考えられる。

2 産卵時期

クリシギゾウムシの産卵時期を明らかにするため、1980年から玖珂郡本郷村で標高 300 m に栽培されている、品種「岸根」、樹齢 10 年生 5 本を供試し、8月下旬に1枝当たり 5~6 個着穂した枝にゴース布袋を一斉にかぶせた。この中から5枝ずつ 10 日ごとに除袋しては穂果を暴露し、10 日後に再び袋をかぶせる方法で各時期ごとに順次処理した。10 月中旬一斉に収穫し、果実をそれぞれ暴露時期ごとに大型シャーレに入れ、平均気温 20~23°C の室内に置き、果実から脱出する幼虫数を毎日調査した。以上の暴露処理日に合わせ同園内の樹から 10 個ずつ穂果を採集し、翌日果実を取り出して煮沸



第1図 クリシギゾウムシ幼虫の穂果暴露時期別累積脱出推移 (1980~83 平均値)

Ecology and Stand Control of the Chestnut Curculio, *Curculio dentipes* ROELOFS. By Katsunori KUROKI

した後に、顕微鏡下で分解し、産卵痕や卵・幼虫数を調べた。1983年9月16日に採集した果実で卵を最初に発見し、その他の年には9月27～28日の採集果実から最初に発見された。このうち1982年9月27日採集の果実からは、1齢幼虫が初めて確認された。したがって標高300mの立地条件において栽培されている‘岸根’には、ほぼ9月第4半旬ごろから産卵し始めるものと考えられる。次に暴露法を4年間繰り返し実施した結果に基づいて、それぞれ処理時期の異なる果実から、毎日幼虫が脱出した推移を平均値で示すと第1図のとおりであった。全期間暴露した果実からの脱出推移と、9月16～26日前後の10日間暴露した果実からの脱出推移が時的に相似していることは、大方のクリシギゾウムシが、この時期に産卵したものと考えられる。続いて9月26日以降にそれぞれ10日間暴露した果実からも幼虫が脱出し、収穫間際まで産卵することがうかがえた。脱出した幼虫の絶対数は、全期間暴露した果実からもっとも多く、次いで9月16～26日前後の10日間暴露した果実、9月26日～10月6日前後の10日間暴露した果実、10月6日～10月中旬の収穫日までの期間暴露した果実の順となった。なお、これまでの調査によれば9月

16日以前に暴露した果実からは幼虫が脱出しなく、標高300mの立地条件に栽培されている‘岸根’にはこれよりも早い時期の産卵はきわめて少ないか、ほとんどしないようであった。また、幼虫の脱出動態から推測すると、産卵時期および産卵推移の年次変動は小さかった。1984年には、さらにきめ細かく産卵時期を把握するために、同じ園で産卵の暴露期間を5日間とし、9月7日一斉に袋掛け処理して、9段階の暴露時期を変えて実験した。なお、果実の成熟時期によって産卵始期が異なることが予想されたので、比較的熟期の早い品種‘筑波’を処理樹に組み入れ、9月12日まで暴露し、以後収穫まで袋掛けした区を設けた。10月12日全処理区の果実を一斉に収穫し、それぞれの処理区ごとに大型シャーレに入れ、平均気温22°C前後の飼育室内において、幼虫の脱出状況を調査した。その結果は諸区ごとにまとめて第1表に示した。被害果率や幼虫の脱出数から判断して、9月17日から22日の5日間にもっとも多く産卵した。その後は徐々に減少傾向を示したが、10月2日から8日の6日間に比較的多く産卵し、10月8日以降の産卵は少なかった。品種‘筑波’を除外して、各暴露時期ごとの50%脱出日の平均値は10月28日となり、

第1表 クリシギゾウムシの産卵暴露時期別被害等(産卵)調査成績(1984)

項 目 處理区名 暴露時期	調 査 毬果数	調 査 果実数	被 害 果実数	被害果率	初脱出 月 日	50% 脱出月日	脱出終息 月 日
9月7日～10月12日 袋掛け	25	52	0	0	—	—	—
9月12日まで 暴露 ^{a)}	30	60	17	28.33	10.12	10.22	11.9
9月12日～17日	30	63	5	7.93	10.16	10.19	10.31
9月17日～22日	26	52	29	55.76	10.19	10.25	11.12
9月22日～27日	26	49	14	28.57	10.23	10.30	11.9
9月27日～10月2日	17	46	10	21.73	10.25	10.27	11.1
10月2日～8日	14	32	13	40.62	10.29	11.1	11.9
10月8日～12日	11	20	4	20.0	11.2	11.4	11.9
全期間無袋 暴露	30	59	34	57.62	10.17	10.29	11.8

項 目 處理区名 暴露時期	再袋掛け日を0として 起算した場合			脱出幼虫 総数	1被害果実の幼虫脱出孔数				
	初脱出 日 数	50%脱 出日数	脱出終 息日数		範 囲		平 均	±sd	CV%
					Mi	Mx			
9月7日～10月12日 袋掛け	—	—	—	0	—	—	—	—	—
9月12日まで 暴露 ^{a)}	30	40	58	49	1	5	2.17	1.38	63.40
9月12日～17日	29	32	44	7	1	2	1.4	0.54	39.12
9月17日～22日	27	33	51	196	1	5	2.31	1.56	67.55
9月22日～27日	26	33	43	35	1	3	1.78	0.89	49.98
9月27日～10月2日	23	25	30	21	1	5	2.0	1.33	66.66
10月2日～8日	21	24	32	55	1	6	2.23	1.64	73.55
10月8日～12日	21	23	28	9	1	2	1.5	0.57	38.48
全期間無袋 露暴	—	—	—	236	1	9	3.67	2.68	72.95

a) 品種：筑波

第2表 クリシギゾウムシによる被害果率の標高別および年次別比較

標 高	昭和55年	56年	57年	58年	平 均	±sd	CV%
500m	76.0	64.0	53.0	52.0	61.25	11.23	18.3
400	76.0	52.0	50.0	76.0	63.50	14.45	22.8
300	49.0	16.0	37.0	51.0	38.25	16.07	42.0
200	22.0	10.0	31.0	12.0	18.75	9.70	51.8
100	2.0	12.0	4.0	8.0	6.50	4.43	68.2
全体	45.0	30.8	35.0	39.8	37.575	6.09	16.2

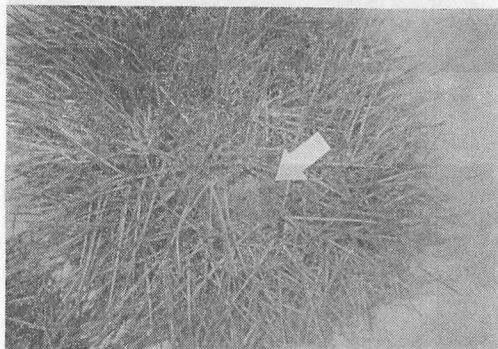
全期間暴露区の 50% 脱出日 10 月 29 日とほぼ一致した。また、前者の標準偏差は ± 5.6 で、5 日間隔の処理時期の差に近かった。以上の結果を総合すると、1984 年の環境条件下では、品種「岸根」への産卵盛期は 9 月 17 日から 22 日の 5 日間に集中したことが裏づけられた。一方品種「筑波」は熟期が「岸根」よりも早く、9 月 12 日以前に産卵を始め、その数もかなり多い。これは雌成虫が産卵に好適な穂果などの熟度を、感知するためではないかと考えられる。

3 クリ栽培地の標高と寄生密度

「岸根」の産地では近年被害が著しく、しかもクリ園の立地条件によって、被害の多少に差があるなどの問題点があげられた。そこで園の立地条件の一つに標高を取り上げ、100, 200, 300, 400, 500 m に分けて収穫盛期の同一日に、それぞれの園から果実を無作為に 100 個当て採集し、プラスチックケースに収容、昆虫飼育室内において、果実から幼虫の脱出数を調査するとともに、被害果実率を比較した。結果は第2表に示した。標高 200 m 以下のクリ園では被害果実率が相対的に低く、300 m 以上になると被害果実率が相対的に高かった。また、標高 200 m 以下では比較的年次変動が大きいのに対し、標高 300 m 以上では年次変動が小さく、したがって標高 300 m 以上の立地にあるクリ園の被害果率は常に高いことがうかがえる。

4 加害状況および幼虫の生活史

せん孔痕は穂果のとげの間にピンホール状の穴が開口しており(第2図)開裂するまでは発見しやすいが、熟期になると全体の色彩が赤褐色に同化して見つけにくくなる。しかし穂果をもぎ取って皮をはぎながら穂皮の内面を観察するとせん孔痕がいつそうはつきりする。これに対応して果皮(外果皮)にせん孔痕がついており、中には穂皮に一穴でありながら、果皮には複数のせん孔痕が見られることもあった。また穂果が開裂し始めると、露出した果皮を直接せん孔(第3図)して産卵する。一般に果実ひとつひとつのせん孔痕は座の部分に集中していた。穂皮は穂梗まわりがもっとも厚い反面、もっとも遅くまで生気を保っているためせん孔しやすいようである。果



第2図 穂果皮のせん孔痕

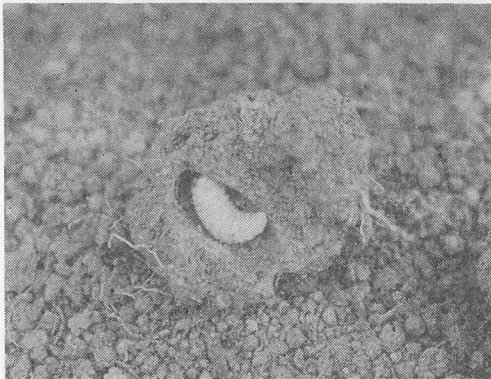


第3図 外果皮の産卵痕

皮には座以外の部分に相当数せん孔痕が見られ、選果時にある程度見分けられる。しかし座の痕跡は見分けが比較的困難である。いずれにしても大量に早く見分けるためには熟練を要する。せん孔痕のついている果皮をはぎ取り、内果皮を観察すると卵が見つかる。多くは1個ずつ種皮(渋皮)に埋め込まれた状態にある(第4図)。中には果肉に浅く埋め込まれたものを見かけた。卵は約10日経過して幼虫になり、最初は果肉の表面を浅く食べながら、不規則に進み、食べ跡に虫糞を充てんしている。果皮をはぎ種皮の表面を見ると、黒褐色に変色した条状の紋様が見られる。始めのほうは小さく幼虫の成長に伴って漸次大きくなり、先端部分に幼虫が潜入している。幼虫は気温 22~23°C の下で約 20 日すると4齢に成長し



第 4 図 種皮 (渋皮) に埋め込まれるように産みつけられた卵



第 5 図 土むろ内の幼虫

果皮を食い破って脱出する。脱出した幼虫は土が比較的軽く柔軟な場合は数分間で土中に潜入りし大方のものは深さ 10cm 前後に土むろを作り、体を軽く内曲して静止する(第 5 図)。実験飼育における観察では土むろ内で時折体を動かし、回転することもあった。また、一度潜入静止した幼虫は、土中の環境が不適になると再び土中を移動し、特に湿気が高すぎる場合は地表にはい出る。再度潜入する幼虫もいるが、死亡するものが多かった。これらの死体には白色の寄生菌が見かけられた。1984 年 5~7 月にクリ園の土中にちっ居している幼虫を調査した。方法は標高ごとに園内の樹冠下を任意に定め、1m² 深さ 20cm 程度掘り起こした。結果は第 3 表に示した。生息密度はかなり高く、前年秋の寄生状況に応じて標高の高い園に個体数が多かった。土中生活を過ごした幼虫は、土むろ内で蛹化・羽化し地表にはい出る。クリシギゾウムシは越冬明け初年目に蛹化・羽化する個体は少なく、2 年目に蛹化・羽化する個体が多い。児玉(1978)⁶⁾ は室内飼育により、初年目に 4%、2 年目に 27% 羽化し、2% は幼虫態のまま 3 年目に向けて越冬す

第 3 表 クリシギゾウムシ幼虫の標高別土中生息密度 (1984)

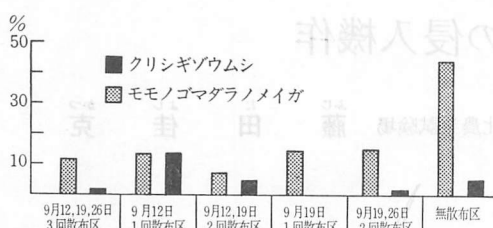
調 査 園 の 標 高	調 査 日 月	試掘番号と虫数				
		1	2	3	4	平 均
500m	6.29	0	2	8	2	3.0
400	5.22	2	1	1	2	1.5
300	7.4	2	1	1	0	1.0
200	7.4	0	1	0	1	0.5
100	—	—	—	—	—	—

るとしている。また、2 年目には 67% は死亡したことを報告している。筆者は飼育容器の壁越しに 2 年目の幼虫を観察しているが、形態や体色は当年産の幼虫と外見上、特に変異するところはなく、しかもときに体を動かしている。高橋 (1952~54) は果実から脱出後 5 年目に羽化する個体があることを報じており、本種の生命力と特異な習性は驚異的であるばかりか不明な点が多い。

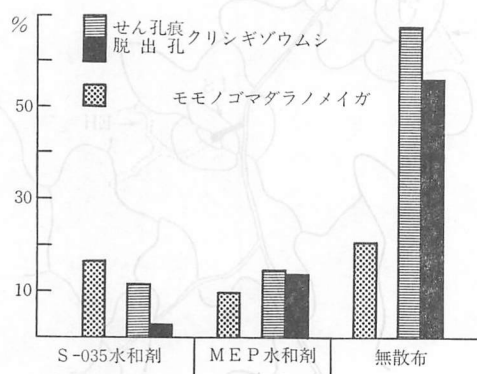
II 立 木 防 除

1 薬剤防除

1983 年、玖珂郡本郷村農家のクリ園で品種‘岸根’ 21 年生を 1 区 1 樹当て、2 連制 12 樹を供試した。薬剤散布日は、クリシギゾウムシの産卵消長から 9 月 19 日を中心日に設定、これより 7 日前の 12 日と、7 日後の 26 日を補助散布日とし、散布回数は 1 回から 3 回までの組み合わせを行った。供試薬剤は MEP 粉剤 3% を 10a 当たり 8 kg、背負式動力散粉機で強力に毬果や樹冠全体へ散布した。10 月 11 日に各供試樹から任意に毬果を 30 個当て採集、取り出した果実は翌日煮沸処理後、解体してクリシギゾウムシの卵および幼虫を調査した。それぞれの散布時期および回数の組み合わせによる、被害果率の軽減効果を第 6 図に示した。防除時期は産卵盛期の 9 月 19 日に散布した結果有効であった。散布回数は 1 回で十分と考えられる。しかし、散布の組み合わせによる防除効果は 9 月 19 日および 26 日の 2 回散布が、9 月 12 日および 19 日の 2 回散布に比べて高かった。3 回散布は 9 月 12 日の散布が過剰とみなされた。1984 年同地において、1 区 1 樹 3 連制により、水和剤を使用、散布時期を絞って 9 月 17 日および 22 日の 2 回散布により、防除効果を検討した。散布方法は 1,000 倍液を 10a 当たり 300 l、動力噴霧機で 30 kg/cm² に加圧、ガンノズルを使用し樹冠全体へ散布した。10 月 8 日各供試樹から任意に 30 毬果を採集、果実を取り出し外果皮にせん孔痕があるものは被害果と見なした。この果実を翌日プラスチック容器に入れ、昆虫飼育室に置き、毎日脱出する幼虫数を調査した。また、脱出



第6図 クリせん孔性害虫(クリシギゾウムシ)に対する薬剤散布時期と回数の被害果率軽減効果 (1983)



第7図 クリせん孔性害虫(クリシギゾウムシ)に対する薬剤散布の被害果率軽減効果(1984)

終息後各果実の脱出孔数を再確認し、脱出孔がある果実を真の被害果に見なした。両者を総合した被害果率の軽減効果を第7図に示した。品種「岸根」に対する立木中の薬剤散布は、成虫のせん孔防止と産卵活動の抑止効果が期待される。1984年9月現在、DEP剤、MEP剤2種2剤型の登録農薬がある。

2 耕種的防除

クリシギゾウムシの幼虫は果外に脱出し始める時期が、果実の成熟・落果期とほぼ一致するため、果実をク

リ園内に放置することは、次年度以降の発生源の蓄積につながる。クリの収穫期には、毎日落果するすべての果実を拾い集めて、そのつど園外へ持ち出し、ほ場衛生に努めたい。被害果は焼却処分することもよいが、土を入れた容器に収容すれば、脱出した幼虫は土中に潜入するので、時期を見計らって釣りブームに乗り餌用に売却する方法がある。いずれにしても、発生源を積極的に取り除くことが防除の基本になる。

おわりに

クリの特産品種「岸根」の、クリシギゾウムシを対象にした薬剤散布による立木防除の適期は、収穫最盛期から逆算して、約1か月前が目安になる。しかし、近年、農業従事者の高齢化と後継者不足や樹齢の老化などが影響して、クリ園の管理不行き届きや、廃園に等しいものが見かけられる。このような放任園は比較的標高の高い不便な地にあり、ほとんど収穫されることもなく、イノシシなどのエサになっている。これがクリシギゾウムシの増殖を助長している一因とも考えられるので、産地の環境保護に努め、樹形の改善を図りながら、農薬防除は最少限に、効率よく推進することが大切である。

引用文献

- 1) 高橋 奨 (1930): 果樹害虫各論 (下巻), 明文堂, 東京, pp. 1074~1077.
- 2) 福田仁郎 (1961): 最新防除果樹害虫編, 養賢堂, 東京, pp. 245~247.
- 3) 筒井喜代治 (1969): 原色生態作物害虫図譜, 養賢堂, 東京, pp. 412.
- 4) 児玉 行 (1982): 近畿中国地域春季試験研究打合せ会議資料, 中国農試, p. 251.
- 5) ——— (1982): 日本応用動物昆虫学会中国支部会報 (中国農試) 24: 13~17.
- 6) ——— (1979): 近畿中国地域春季試験研究打合せ会議資料, 中国農試, p. 194.
- 7) 江崎悌三・高橋雄一 (1952~54): 原色作物害虫図説, 養賢堂, 東京, 57図-2.

次号予告

次4月号は下記原稿を掲載する予定です。

特集: カメムシ

昭和60年度植物防疫事業の概要 岩本 毅
植物防疫研究課題の概要 梅川 学

特集: カメムシ

カメムシ類の栄養 野田 隆志
ホソハリカメムシの成虫休眠 沼田 英治
ホソハリカメムシの移動と産卵 夏原 由博
ホソハリカメムシの生活史と餌植物 伊藤 清光

チャバネアオカメムシ雄成虫の誘引性 守屋 成一
モモ枝折病の生態と防除 芹沢 拙夫
細菌病の種子伝染とその機構 植松 勉
農薬の公定検査法解説(2) 農林水産省農業検査所
植物防疫基礎講座/昆虫行動解析法(4)

フライトミルの作りかたと取り扱い

伊藤清光・守屋成一

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 500円 送料 50円

ダイズ紫斑病菌の侵入機作

農林水産省東北農業試験場 ふじ た よし かつ
藤 田 佳 克

紫斑病菌はダイズの根部、葉、莖、さや、子実などの全器官に発病を起こす。病徴は器官によって多少異なるが、基本的には褐変と紫色の混在したものである。特に紫色は本病の特徴であるが、子実でもっとも顕著に現れる。一方ダイズは発芽初期から収穫期までの全期間にわたって本菌に侵害されるが、生育や収量が阻害されることは少ない。このため被害としてもっとも問題になるのは子実の変色による商品価値の低下である。生育阻害や減収が少ない原因について著者らは発生生態的見地から研究を行ってきたが^{1,2)}、菌の侵入機作を解剖的に調べることによって、被害の機作とともに抵抗性機作をもあわせて解明できると考え、数年前から研究を行っている。2, 3 明らかになった点をここに紹介する。

I 侵入機作

1 侵入前行動

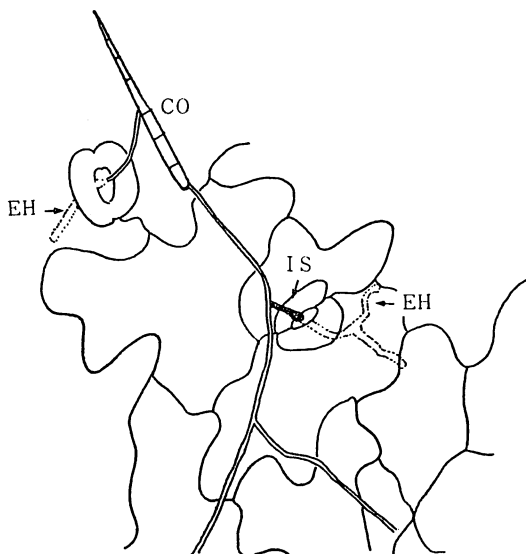
1) 発芽：胞子は水滴がないと発芽しない。水滴中では2時間後から発芽し始め、3時間後には90%以上が発芽する。胞子は多数の細胞からなっており、いずれの細胞でも発芽するため、1個の胞子から多数の発芽管が伸長するが、両端細胞からがもっとも多い。

2) 発芽管の伸長：発芽管は約6時間後には胞子の半分くらいの長さになり、分枝するようになる。水に懸濁した胞子は発芽前や発芽直後は30分程度の短い乾燥でもほとんどが死滅する。分枝するころになると乾燥しても生育を停止するだけで死滅せず、水滴を得ると再び伸長するようになる。この耐乾性は乾燥時間が長くても、数回繰り返されても維持される。このように発芽管は分枝が始まるころを境に、前と後では性質が異なるため、分枝直前までを発芽管とし、それ以後はほふく菌糸と呼ぶことにする。ほふく菌糸は葉やさやでは分枝しながら表皮上を伸長するが、伸長方向には一定の方向性がなく任意である。

2 侵入

(1) 侵入部位と侵入方法

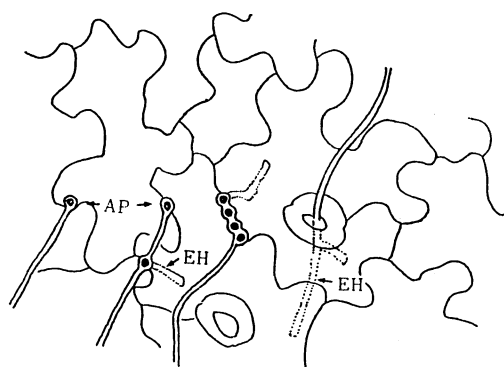
侵入は気孔、傷、角皮から行われるが、これらの部位では菌糸がそのまま侵入する場合と、侵入肥大菌糸、付着器、菌糸塊などを形成する場合がある。菌がいかなる



第1図 紫斑病菌胞子のダイズ葉への侵入
CO：胞子、IS：侵入肥大菌糸、
EH：侵入菌糸
左側は発芽管が直接侵入、右側は侵入肥大菌糸による侵入を示す。

方法で侵入するか、侵入部位別に述べる。

1) 気孔侵入：気孔は葉、莖、さやにあるが、これらの器官では気孔侵入が一般的である。侵入方法はいずれの器官でも同じだが、接種した菌の状態が胞子であるか菌糸であるかによって異なる。葉に胞子を接種した場合、侵入は裏面の気孔からのみ行われ、表では起こらない。侵入は第1図に示すように、侵入肥大菌糸を形成する場合としない場合がある。侵入肥大菌糸を形成しない場合には、ほふく菌糸は形態的に変化せずそのまま侵入する。この侵入は接種2日後から始まるが、ほふく菌糸の先端が偶然開孔した気孔に達したときにのみ起こるようで、侵入率は低い。侵入肥大菌糸を形成する場合には、形成は接種3日後ころから、侵入は4日後ころから始まる。侵入肥大菌糸は葉の裏面の気孔や孔辺細胞上を通るほふく菌糸から分枝し、気孔に向かって伸長する。直径はほふく菌糸(直径1.0~1.5 μ m)より太く、特に気孔に近づくにつれて太くなる(直径1.5~3.0 μ m)。気孔に近い所から伸長し気孔への向性を示すため、形成要因として気孔が考えられるが、毛茸に付着した胞子が発芽し、



第2図 紫斑病菌菌糸のダイズ葉への侵入

AP: 付着器, EH: 侵入菌糸

付着器の形成様式は左から、末端に1個、付着器から伸びた菌糸への形成、連鎖状形成を示す。

気孔や孔辺細胞に接しないでその上を通るほふく菌糸から伸長することもあるため、形態より生理的性質が重要なようである。

葉に菌糸を接種した場合、侵入は24時間以内に表・裏の両面で起こる。侵入は第2図に示す。菌糸はほふく菌糸より太く、直径 $2.5\sim 3.5\mu\text{m}$ であるが、気孔に達するとそのまま侵入する。

2) 傷侵入: 葉、莖、さやなどに傷があると、そこから侵入する。葉では表・裏の両面から侵入する。孢子または菌糸を接種した場合、それから伸長したほふく菌糸や菌糸は傷からそのまま侵入する。侵入は24時間以内に始まる。

3) 角皮侵入: 菌糸を接種したときだけに起こり、孢子では見られない。侵入は24時間以内に始まるが、葉と子実では侵入方法が異なる。葉では表・裏の両面から侵入する。侵入は第2図に示すように、表皮細胞縫合部に直径 $3.0\sim 6.0\mu\text{m}$ の丸型の付着器を形成し、ここからせん入糸が表皮を貫通して侵入する。付着器の形成様式は次の3種類に分かれる。①菌糸の先端に1個形成。②付着器から菌糸が伸長し、別の箇所にも形成。③1か所に2~4個を連鎖状に形成。

子実では種皮表面に褐色の菌糸塊を形成し、そこから1本または数本の褐色の菌糸が表皮を破って侵入する。菌糸塊の形は3~4個の細胞が絡まったようなものから、多数の菌糸が集合したものまでさまざま、大きさも $10\sim 80\mu\text{m}$ と変動が大きい。

このように侵入方法はダイズの器官や侵入部位によって異なる。この違いは気孔の有無や組織構造の差異によるもので、傷や開孔した気孔などでは侵入が容易で、ほ

ふく菌糸も形態的に変化しないが、自然開口部がない所では、これを貫通するために組織構造に応じて侵入肥大菌糸、付着器、菌糸塊を作るようである。

(2) 気孔侵入に影響する要因

孢子は傷や開孔した気孔での侵入を除くと、一般的には侵入肥大菌糸を形成して気孔から侵入するが、これには前述のように約4日と長い日数を要する。この原因を明らかにするために、葉柄から切り取った葉への接種、発芽汙液の噴霧、光の有無、接種時間、乾燥と湿潤の繰り返しなどの処理によって、侵入がいかに影響を受けるかを調べた。接種3日後までの侵入は、いずれの処理区もほふく菌糸がそのまま侵入したもので、侵入率は0~2.4%と低い。侵入肥大菌糸による侵入は、いずれの処理区も接種4日後から始まって5日後に急増した。5~7日後の侵入率には明らかな区間差はない。

次に孢子をPSA培地(ショ糖加用ジャガイモ寒天培地)または素寒天上で発芽、培養した後、葉に接種して侵入を調べた。PSA培地では培養日数が2日以上になると接種後24時間以内に侵入する。24時間後の侵入率は培養日数が2日で35.7%、4日で80%と長くなるほど高くなる。素寒天では培養日数が6日以内では侵入に4日以上を要するが、13日では接種2日後に25.7%が侵入する。

このようにPSA培地や素寒天で発芽、培養した孢子は接種後すぐに侵入するが、侵入能力獲得のための培養日数は素寒天のほうが長い。この差が何によるのか明らかにするため、孢子の発芽を比較した。発芽開始、発芽率には差がないが、PSA培地のほうが発芽管が太く、13時間以上培養すると菌糸長が長くなる。特に発芽管の太さはPSA培地では発芽直後から $2.5\sim 3.5\mu\text{m}$ で菌糸と同じであるのに対し、素寒天では葉やさや上のほふく菌糸と同じく $1.0\sim 1.5\mu\text{m}$ である。しかし素寒天でも13日後には $2.5\sim 3.5\mu\text{m}$ と太くなるため、気孔侵入には菌糸が太くなることが必要である。菌糸肥大は素寒天よりPSA培地のほうが早いことから栄養条件が関与しているようである。

(3) 侵入方法と侵入率

ダイズの器官によって侵入方法が異なり、それに伴って侵入率も変わる。葉に孢子を接種したときの侵入肥大菌糸形成率と気孔侵入率を経時的に調べた結果は第1表である。気孔侵入は2日後わずかに見られるが、3日後までは発芽管がそのまま侵入するもので侵入率は低い。本格的な侵入は侵入肥大菌糸の形成が増加する4日後から始まり、7日後ころまで続く。この間の侵入はほとんどが侵入肥大菌糸によるもので、侵入率は25~35%で

第 1 表 紫斑病菌胞子のダイズ葉での侵入肥大菌糸形成と気孔侵入

	接 種 後 日 数 (日)						
	1	2	3	4	5	6	7
侵入肥大菌糸形成率 (%) ^{a)}	0	0	0.7	58.5	57.9	65.8	45.0
気孔侵入率 (%) ^{a)}	0	1.7	0	4.0	24.6	28.8	35.0

a) 形成率, 侵入率は, 気孔または孔辺細胞上を通るほふく菌糸数に対する割合

第 2 表 紫斑病菌菌糸のダイズ葉での侵入

葉の表・裏	気孔侵入率 ^{a)} (%)	角皮侵入率 ^{a)} (%)
表	5.9	2.6
裏	50.0	15.9

a) 接種 24 時間後の侵入率

第 3 表 紫斑病菌胞子のダイズ葉, さやでの侵入肥大菌糸の形成と気孔侵入

器官		接 種 後 日 数 (日)				
		3	4	5	6	7
葉	侵入肥大菌糸形成率 (%)	0.7	50.0	41.5	42.3	56.2
	気孔侵入率 (%)	0.7	6.9 ^{a)}	16.7	26.7	32.2
さや	侵入肥大菌糸形成率 (%)	0	4.1	12.2 ^{a)}	19.2	19.0

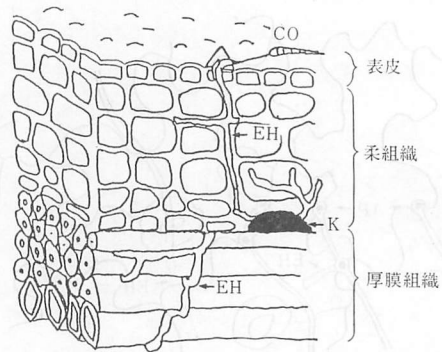
a) 侵入肥大菌糸による気孔侵入の開始

ある。

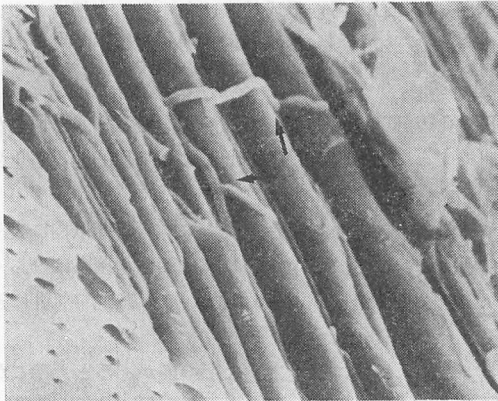
葉に菌糸を接種したときの 24 時間後の侵入率は第 2 表である。侵入率は侵入部位によって異なり, 表と裏では裏面のほうが気孔侵入率, 角皮侵入率ともに高く, 表の 6~8 倍である。侵入方法では気孔侵入率のほうが高く, 角皮侵入率の 2~3 倍である。

次に葉とさやで胞子を接種したときの侵入肥大菌糸形成率と気孔侵入率を調べた結果は第 3 表である。侵入肥大菌糸の形成は葉のほうが約 1 日早く, 形成率はさやの 2 倍以上である。さやも葉と同様侵入肥大菌糸による気孔侵入が主であるが, この侵入はさやでは葉より 1 日遅く 5 日後から始まる。さやでの気孔侵入率は, 侵入菌糸の染色が困難で正確な測定ができないが, さやの侵入肥大菌糸形成率が葉の気孔侵入率よりも低いため, 葉より著しく低いと思われる。

以上のように, 接種した菌の状態では, 胞子より菌糸のほうが侵入開始が早く, 侵入率も高いが, 葉, 茎, さ



第 3 図 紫斑病菌のダイズさやでの侵入, 伸展
CO: 胞子, EH: 侵入菌糸, K: 内生菌糸塊



第 4 図 さやの厚膜組織を伸展する紫斑病菌菌糸 (走査電子顕微鏡写真)

やでは菌糸による侵入は自然では起こりにくく, 胞子による侵入が普通である。しかし胞子から伸びたほふく菌糸は, 菌糸とはほぼ同じ太さの侵入肥大菌糸を形成して侵入するため, ある面では胞子も菌糸になってから侵入することになる。侵入肥大菌糸による気孔侵入は, 胞子のもっとも一般的な侵入方法であるが, 侵入開始が遅く, 侵入盛期が 3~4 日間続くため, 接種時だけでなく, その後の条件の影響を受けやすい。このことは本病の潜伏期間や発病程度が大きく変動する原因の一つと考える。器官別に見ると葉とさやではさやのほうが侵入開始が遅く, 侵入率も低い, 発病もこれと一致し, さやのほうが潜伏期間が長く, 発病程度も小さい。

3 組織内の菌糸伸展

葉と子実では侵入直後に, さやでは病斑拡大が始まるころから子実が発病するまでの菌糸伸展を調べた。葉に胞子を接種した場合, ほふく菌糸は侵入後直ちに太くなるが, 菌糸を接種した場合, 侵入後も太さは変わらない。いずれの場合も侵入後の菌糸の直径は 2.5~3.5 μm で,

細胞間げきを伸展し、細胞内へは侵入しない。伸展は葉の表と裏では異なる。葉の構造は表側の表皮の下には2層の柵状組織があり、その下は細胞間げきに富む海綿状組織、続いて裏面の表皮であるが、表から侵入した菌糸は柵状組織では分枝することが少なく、裏側に向かってまっすぐ伸展し、海綿状組織に達してから分枝しまん延する。裏から侵入した菌糸は直ちに分枝して海綿状組織内を伸展する。柵状組織へ伸展することは少ない。

さやでの伸展については第3図に示すとおりである。さやの組織は表皮の下が柔組織で、その内側に厚膜組織があるが、背や腹では厚膜組織がとぎれている。侵入菌糸は初期には柔組織の細胞間げきを伸展し、細胞内へは侵入しない。さやが黄化し始めるころには細胞内に侵入し、さやの内側へ伸展して子実を発病させる。さやの内側への菌糸伸展は厚膜組織がある部位と、背および腹の厚膜組織がない部位では異なる。厚膜組織がある部位での伸展は第3、4図に示す。厚膜組織表層に内生菌糸塊を形成し、ここから伸長した菌糸が厚膜組織内を伸展する。内生菌糸塊は長さ30~100 μ mの褐色だ円形で、表面には多数の菌糸が派生している。厚膜組織は横断面がだ円形の細長い棒状の細胞が4~5層重なっているが、菌糸は細胞と平行な方向へは直線的に、垂直方向へは細胞の間を縫うように伸展する。背および腹では厚膜組織と維管束の間の柔組織内を伸展する。このとき菌糸が形態的に変化することはない。さやの内側への菌糸伸展時期は厚膜組織がある部位、ない部位とも同じで、菌糸が到達すると子実には直ちに発病する。子実にはへそが胚珠によってさやとつながっており、菌糸はここを通過して侵入しやすいため、特にへそ部が発病しやすい。

子実には種皮と胚に分かれるが、菌糸が胚へ伸展することはまれである。種皮の構造は表層が柵状組織で、内側は柱状細胞層、その下に6~8層の海綿状組織がある。菌糸は柵状組織では細胞の間をまっすぐ内側に伸展し、分枝することは少ない。柱状細胞層に達すると細胞間げきでまん延する。海綿状組織での伸展は3~4層までで、さらに内側へ伸展することは少ない。

以上のように菌糸は葉の海綿状組織や子実の柱状細胞層など細胞間げきの多い所でよく伸展する。細胞間げきが狭い葉や子実の柵状組織への伸展には、組織の老化や菌糸塊の形成が必要である。特に細胞膜が厚く間げきがほとんどないさやの厚膜組織では内生菌糸塊を形成し、さらに組織が老化するまで伸展が阻止される。このように菌糸伸展は組織の構造、特に細胞間げきの有無多少と関係が深い。これは菌糸が主として細胞間げきを伸展し、細胞内への侵入は組織が著しく老化するまで起こら

ないためであろう。

4 発病

菌が侵入するとダイズのいずれの器官でも褐変反応と紫色が生じるが、病斑の色や発生経過は器官によって異なる。葉やさやでは孢子を接種すると侵入肥大菌糸による気孔侵入が始まる1~2日後から紫色の小斑点が発現する。葉に菌糸を接種すると1日後から灰紫色の浸潤状病斑が急速に拡大し、4日後ころから紫色が明りょうになる。子実では1日後から輪郭が不明りょうな淡い紫色が発生し、日数の経過とともに紫色が濃くなる。紫色が発生する部位は、葉や子実では海綿状組織や柵状組織の細胞内が主でさやでは菌が侵入した気孔を中心に紫色になることが多い。紫色がもっとも濃く特徴的なのは子実である。しかし緑色の子実に直接菌糸を接種すると発病は起こるが、病徴は葉やさやと同じで、紫色が明りょうになるのは成熟期近くになってからである。一方病斑は紫色を除くと褐変が見られるが、子実の発病はほ場では成熟期近くに始まる。この時期の子実の細胞は活力が低下しており、褐変しても程度が低い。このため成熟期の子実で紫色が目立つのは、紫色以外の色が少ないためのものである。

II 侵入機構から見た抵抗性

出葉直後の稚葉では接種しても潜伏期間が長く、発病は少ない。また品種間でも葉、さや、子実などの発病に差がある。これらの抵抗性を菌の感染過程の面から明らかにしようとした。

1 稚葉の抵抗性

稚葉と葉面積が最大に達した成葉では、孢子の発芽開始、発芽率には差がないが、発芽管長は稚葉のほうがやや短く、伸長が抑制される傾向にある。侵入肥大菌糸の

第4表 ダイズ葉のageと紫斑病菌孢子の侵入肥大菌糸形成率(%)

葉の age	接種後日数(日)						
	3	4	5	6	7	9	10
成葉	0.7	58.5	57.9	65.8	45.0	62.0	65.4
稚葉	0	0	1.2	13.3	0	10.0	21.0

第5表 ダイズ葉のageと紫斑病菌孢子の気孔侵入率(%)

葉の age	接種後日数(日)						
	3	4	5	6	7	9	10
成葉	0	4.0	24.6	28.8	35.0	46.5	44.1
稚葉	0	0	0	4.4	0	3.3	20.0

形成は第4表に示すとおりである。形成率は成葉では4日後に急増する。稚葉では5, 6日後にわずかに形成するが、連続的に高率に形成するのは9日後以降である。気孔侵入率を比較した結果は第5表である。成葉では4日後から侵入し始め、5日後以降約25~45%の高い侵入率を示す。稚葉での侵入は6日後わずかに認められるが、連続的に起こるのは9日後で、10日後には急増する。稚葉で侵入率が高くなる接種10日後ころには、葉面のほふく菌糸は萎ちょうし脱落するものが多く、侵入数は少なくなる。

このように稚葉の抵抗性は発芽管の伸長抑制、侵入肥大菌糸の形成と気孔侵入の阻止にあるが、前述のように侵入肥大菌糸がないと侵入しにくいいため、侵入肥大菌糸が形成されないことがもっとも重要な要因である。侵入肥大菌糸の形成を誘発すると考えられる気孔は稚葉では小さく、形態的に不完全で、開孔していないものが多い。形成が始まる9日後ころには大きくなり、形態的にも完成する。また侵入肥大菌糸の形成は気孔の生理的要因によると考えられる面もあるため、稚葉で侵入肥大菌糸ができないのは気孔が生理的に未熟なためとも考える。一方菌糸を接種すると稚葉でも侵入が起こるが、侵入率は成葉より低く、気孔侵入、角皮侵入ともに1/7以下で、侵入そのものも抑制される。

稚葉と同様の抵抗性は他の器官でも見られ、開花直後のさやも潜伏期間が長く、発病が少ない。このときの気孔も小さく形態が不完全であることから、気孔侵入が一般的な葉、茎、さやでは、いずれも組織が若い間は侵入が阻止されるようである。

2 品種の抵抗性

抵抗性が異なる品種ライデン(弱)と花嫁(強)を用い品種の抵抗性機作を調べると、葉では孢子の発芽から侵入肥大菌糸形成、気孔侵入までの過程では差はなかった。次に気孔侵入後、細胞間げきを伸長する侵入菌糸長を、接種5~7日後に比較した。結果は第6表である。侵入菌糸長は常に花嫁のほうが短く、ライデンの約半分

である。病斑拡大も花嫁のほうが小さく、日数がたつほどその差は大きくなった。葉での品種抵抗性は主として菌糸の伸展抑制であり、これは伸展開始初期から後期まで続くようである。

さやでは発芽から侵入肥大菌糸形成までの過程では差がない。気孔侵入率と組織内を伸展する菌糸長は、組織内菌糸の染色が困難で測定できないが、菌糸が厚膜組織を伸展する以前の病斑の大きさに品種間差がある。このため柔組織での菌糸伸展が抑制されているようである。

子実はほ場での発病に著しい品種間差があるが、直接菌糸を接種するとほとんど品種間差がない。菌糸を接種したときの侵入、柵状組織や柱状細胞層での菌糸伸展にも明らかな差がなく、子実自体には抵抗性がないようである。ほ場での子実の発病はさやから伸展した菌糸によって起こるため、子実の品種間差はさやの抵抗性による差と考える。

おわりに

葉、茎、さやの発病は自然では孢子の付着、発芽によって起こる。これらの器官での孢子の侵入は、組織が完全に生育したところから始まり、生育中の若いときには起こらない。侵入菌糸は細胞間げきの多い所で伸展し、細胞間げきが少ない所や細胞内へは組織が老化するまで伸展しない。子実は生育中の若いときでも菌糸に接すると、直ちに発病する。しかしさやの内側への菌糸伸展は黄熟期ころまで厚膜組織によって阻止されるため、子実は黄熟期直前まで菌糸に接することがなく、発病しない。このようにいずれの器官でも菌の侵入は生育中の若いときには起こらず、生育が完了したところから始まる。また侵入しても細胞内への伸展は組織が老化してからである。このことが生育阻害、収量低下が起こりにくい要因になっている。

ダイズの抵抗性は稚葉と品種に分かれる。侵入の面から見ると稚葉の抵抗性は発芽管の伸長から侵入までを抑制する。特に気孔の未熟さによる侵入肥大菌糸の形成阻止である。これに対し品種の抵抗性は葉、さやでは組織内での菌糸伸展を抑制する。子実にはほとんど抵抗性はなく、自然での子実の品種間差はさやの抵抗性によるものである。

引用文献

- 1) 藤田佳克・鈴木穂積(1981): 北日本病虫研報 32: 117~119.
- 2) 鈴木穂積・藤田佳克(1981): 同上 32: 122~124.

第6表 ダイズ品種の抵抗性と侵入菌糸長

品 種	抵抗性 程 度	接 種 後 日 数 (日)		
		5	6	7
花 嫁 ライデン	強 弱	11.3 μm	15.6 μm	31.0 μm
		21.6	35.1	68.7

葉に紫斑病菌孢子を接種

コナガの顆粒病

愛知県農業総合試験場 あさ浅 やま山 てつ哲

はじめに

コナガ(小菜蛾, *Plutella xylostella*)はアブラナ科野菜の害虫として古くから知られており、1883年にロンドンで出版された CURTIS 著「農業害虫」という成書にも、今と変わらぬ生活史が記載されている。わが国において、この虫が害虫として重要視されるようになったのは、キャベツ、ハクサイなどの主産地形成や周年栽培が一般化した 1960 年代以降のことである。コナガに対する適用農薬の種類は、野菜害虫の中ではもっとも多いのであるが、最近各地で薬剤感受性の低下が問題となっており、いわゆる難防除害虫の代表種となっているような現状である。コナガにおける薬剤抵抗性の発達は、海外においても重要問題となっており、これに関連してコナガに焦点を合わせたワークショップが本年 3 月、台湾の The Asian Vegetable Research and Development Center にて開催される。

このような状況の中で、コナガの防除に天敵類の利用が考えられているが、天敵ウイルス関係では ASAYAMA and OSAKI (1970) の発見したコナガ顆粒病ウイルス以外に有望な材料は見当たらない。アブラナ科害虫の天敵ウイルス研究では、北島 (1938) がモンシロチョウ *Pieris rapae crucivora* の顆粒病を脂肪病と称して記録したことからも明らかなように、歴史が古い。今日では、本文に述べる顆粒病ウイルス (Granulosis Virus: GV) と核多角体病ウイルス (Nuclear Polyhedrosis Virus: NPV) を合わせてバキュロウイルス科の昆虫ウイルス (鮎沢, 1984) に分類されている。

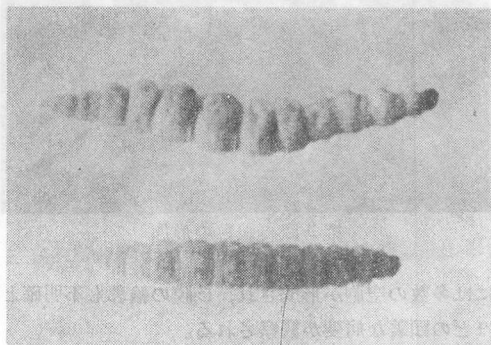
本文ではコナガ顆粒病の特徴とバキュロウイルスサブグループ B に属するコナガ GV の形態形成時における特徴を、同ウイルスサブグループ A に属する NPV と比較 (浅山, 1982) しながら解説する。

I 顆粒病の特徴と顆粒の形態

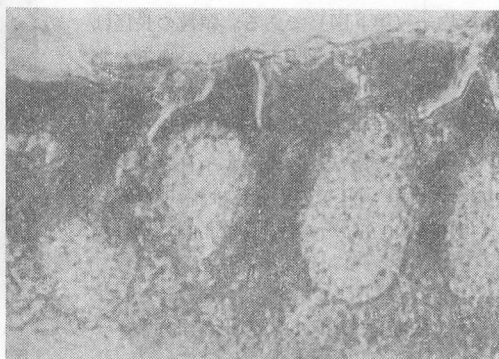
1 外部病徴

GV をコナガ終齢幼虫に添食すると、3 日目から病徴が見えてくる。発病初期では環節が膨らみ、体色は光沢のある薄緑色を呈している。発病中期になると体色が薄

A Granulosis of the Diamondback Moth, *Plutella xylostella*. By Tetsu ASAYAMA



第 1 図 上：罹病虫の外部病徴
下：正常幼虫 (対照)

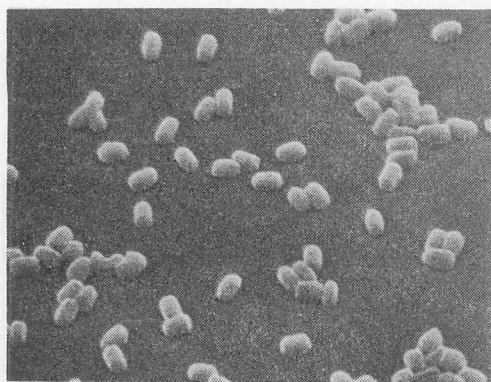


第 2 図 罹病虫の内部病徴

緑色から薄黄緑～薄黄色に変化するとともに、光沢は消失する。この時期の虫はぶくぶくと太ってバターのような色に変わっている (第 1 図) ので、かつては脂肪病と称されていた。発病末期になると、運動困難となり、皮膚が破れやすくなる。罹病虫は就眠あるいは蛹化せず、同一ステージのまま発育が長引く特徴を有するため、罹病虫の体重は、同一ステージの健康虫の体重の 1.5～2.0 倍まで増加する。また罹病虫の体液は膿汁のようになっており、鏡検すると白色光沢を有する無数の小体が観察される。

2 内部病徴

第 2 図に発病初期幼虫脂肪組織のパラフィン切片像を示す。核が異常に肥大しており、また細胞質には光沢を有する小体 (顆粒) 形成が見られる。病勢が進行した組織では、細胞全体が膨張しており、特に脂肪組織の細胞



第3図 顆粒の形態

質には多数の空胞が形成され、核膜の輪郭も不明確となるほどの顕著な病変が観察される。

3 顆粒の形態

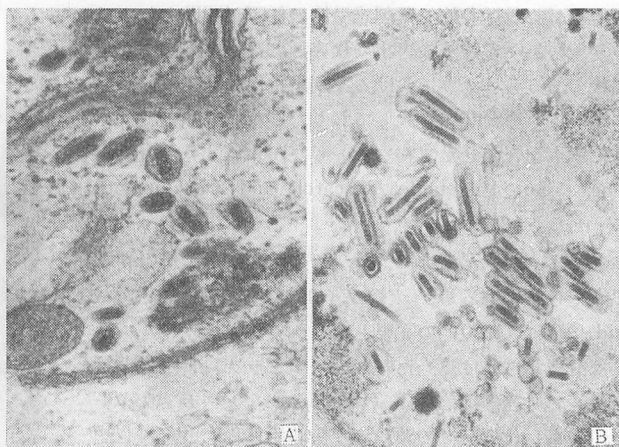
コナガ GV 顆粒の外部形態は両端が丸みを帯びた繭状を呈しており、形態、大きさともほぼ均一 (第3図) である。顆粒の長径は 411 ± 17 nm, 短径は 240 ± 13 nm である。また顆粒内部に包埋されているウイルス粒子 (virion) の大きさは幅 70~100 nm, 長さ 260~280 nm であり、ヌクレオキャプシッド (nucleocapsid : NC) の大きさは幅 40 nm, 長さ 210~240 nm である (第4図, 第5図A)。

II 顆粒病ウイルスの形態形成

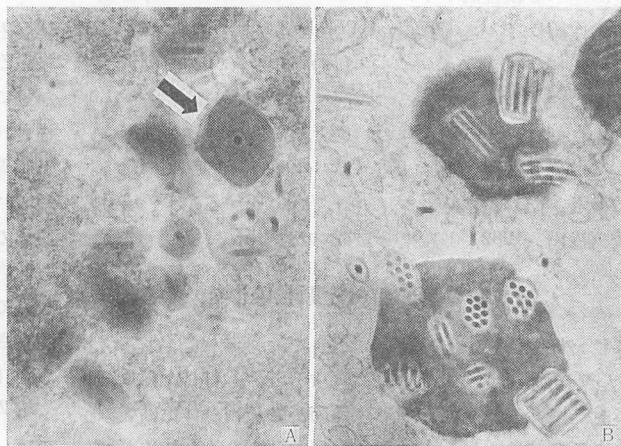
第3図に示したコナガ GV の成熟顆粒が、宿主細胞内に形成される過程を説明する。感染細胞ではミトコンドリアなどの細胞オルガネラがほとんど消失し、わずかに残った小胞体も著しく変形する。コナガ GV の NC は、変形小胞体膜に沿うようにして組み立てられ、ばらばらに突出するようにして現れてくる (第4図)。感染が進行すると、NC は規則的に配列して集塊を形成する。いったん集塊を形成した NC は、まもなく配列が緩んで細胞質中に分散遊離するが、このときに細胞質中に新たに形成されたエンベロープ (envelope) により封入 (occlusion) される。裸の NC がエンベロープに包まれてしまう現象 (envelopment) は、集塊から分散遊離した個々の NC についてのみ観察され、また envelopment は NC の一端から他端へ向か



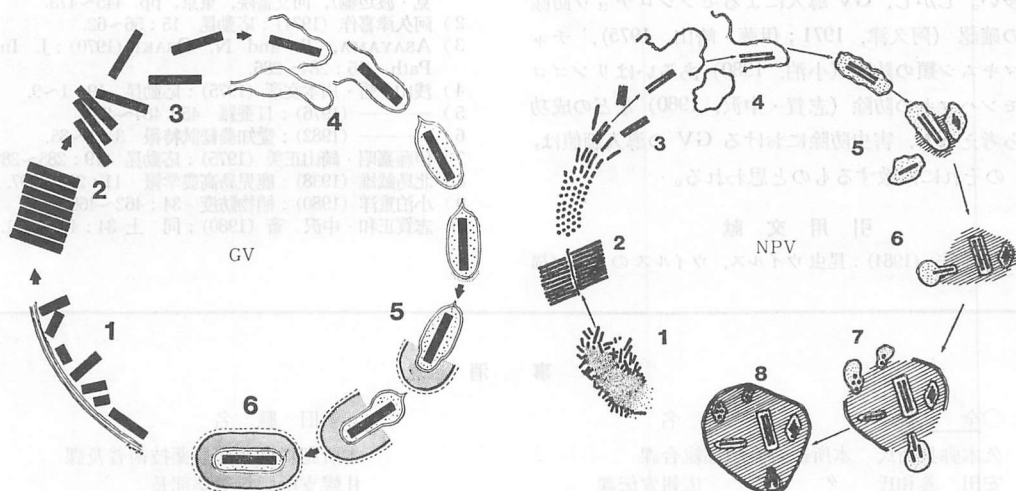
第4図 コナガ GV ヌクレオキャプシッドの出現部位



第5図 ウイルス粒子の形成 (A : GV, B : NPV)



第6図 封入体の内部構造 (A : GV, B : NPV)



第7図 GV と NPV の形態形成順序の比較模式図

1: NC の出現, 2: NC の配列, 3: NC の分散, 4: Envelopment,
5 以降: 封入体形成 (GV では顆粒, NPV では多角体)

って進行する。

第5図Aは、新生したエンベロープによる NC の封入が完了した状態を示しているが、この状態にあるウイルス粒子のエンベロープは、丸く見えたり、あるいは波形を呈している場合もあり、柔らかな構造物に見える。第5図Bは宿主細胞核内に形成されたサクサン *Antheraea pernyi* NPV のウイルス粒子を示している (浅山, 1976)。このように NC が1本だけ envelopment されている NPV 像を見ていると、GV のウイルス粒子像を見ている場合と何ら変わらない。しかし、GV の場合は、エンベロープに封入される NC 数は宿主昆虫の種類が異なっても1本が普通であるのに対して、NPV では一定していない。NPV では第5図Bに示したような NC 1本内蔵のウイルス粒子は少なく、第6図Bに示したような複数の NC を内蔵するウイルス粒子が圧倒的に多い。また NPV の種の相違により、エンベロープ内 NC 数の出現頻度分布が異なっているのが特徴となっている。

次にウイルス粒子の先端に顆粒タンパクが付着し、顆粒形成 (encapsulation) が始まる。顆粒形成はウイルス粒子の先端部から後端部へ向かって進行するが、この際、顆粒タンパクの中心部に包埋されるウイルス粒子は、顆粒形成途上で圧縮される。この正常な顆粒形成の模式図を、第7図左側の5~6に示したが、コナガGV顆粒には第3図に示した正常型のほか、さまざまな異常型顆粒の形成も認められる。1例として、第6図Aに正常型顆粒に挟まれて形成されている巨大顆粒の横断像(矢印)を

示すがウイルス粒子は顆粒の大小と関係なく顆粒中心部に包埋されている。第6図Bはモンシロドクガ *Euproctis similis* NPV における多角体形成途上の像を示している (浅山・川本, 1975)。NPV の多角体形成は、GV の顆粒形成に該当するが、GV と比較してかなり複雑である。すなわち近接する数個のウイルス粒子間に多角体タンパクの堆積が始まると、それが多角体のしんのようになって多角体が形成される。多角体は周辺のウイルス粒子を組み込むようにして発達するが、組み込まれるウイルス粒子に方向性は認められない (第6図B)。ウイルスの成熟時点は、GV では epicapsular layer による顆粒の包囲完了時であり、NPV では多角体膜による多角体の包囲完了時である。

GV と NPV では、NC の出現部位や封入体 (顆粒、多角体) の形態には明らかな相違があるものの、両ウイルスの形態形成順序には共通点が認められる。第7図はその共通点を項目別に整理して模式図にて比較したものである。GV の形態形成は NPV のそれが簡略化 (退化) されたものと考えるか、あるいは NPV の形態形成は GV のそれを密化 (進化) したものと考えるのか、興味ある点である。

おわりに

昆虫の顆粒病と核多角体病の比較では、ウイルスの形態形成順序以外にも、罹病虫の外部病徴あるいは病気の流行現象など、相互に似ている点が多い。現在、ウイルスによる害虫防除の分野では、NPV 利用の実績ははる

かに多い。しかし、GV 導入によるモンシロチョウ防除効果の確認 (阿久津, 1971; 伊藤・崎山, 1975), チャのハマキムシ類の防除 (小泊, 1980) あるいはリンゴコカクモンハマキの防除 (志賀・中沢, 1980) などの成功例から考えると、害虫防除における GV の導入価値は、NPV のそれに匹敵するものと思われる。

引 用 文 献

- 1) 鮎沢啓夫 (1984): 昆虫ウイルス, ウイルスの研究 (福

- 見・渡辺編), 同文書院, 東京, pp. 445~473.
 2) 阿久津喜作 (1971): 応動昆 15: 56~62.
 3) ASAYAMA, T. and N. OSAKI (1970): J. Invert. Path. 15: 284~286.
 4) 浅山 哲・川本文彦 (1975): 応動昆 19: 1~9.
 5) ——— (1976): 日蚕雑 45: 484~490.
 6) ——— (1982): 愛知農総試特報 3: 1~85.
 7) 伊藤嘉昭・崎山正美 (1975): 応動昆 19: 285~289.
 8) 北島鉦雄 (1938): 鹿児島高農学報 11: 225~297.
 9) 小泊重洋 (1980): 植物防疫 34: 462~466.
 10) 志賀正和・中沢 斎 (1980): 同 上 34: 467~471.

人 事 消 息

○全 農

新 職 名

旧 職 名

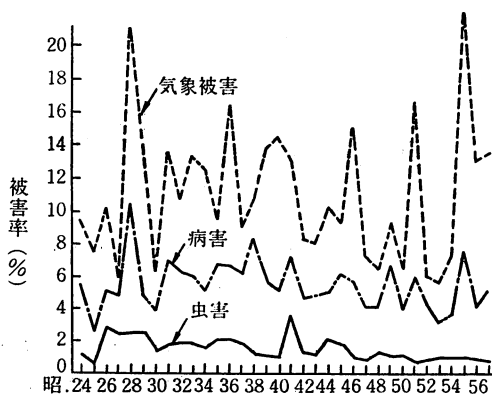
久木弥兵衛氏	本所総合企画部総合課	本所肥料農薬部農薬技術普及課
安田 義和氏	〃 〃 広報宣伝課	札幌支所肥料農薬部長
浜 宏幸氏	〃 肥料農薬部次長	本所肥料農薬部総合課長
山井 久宜氏	〃 〃 総合課長	大阪支所肥料農薬部長
関口 覚氏	〃 〃 総合課	〃 総務部総務課長
阿部 利朗氏	〃 〃 〃	名古屋支所肥料農薬部農薬課
松尾 英章氏	〃 〃 無機肥料課長	本所肥料農薬部無機肥料課
安福 征矢氏	〃 〃 無機肥料課	東京支所肥料農薬部有機・原料課長
松井 洋一氏	〃 〃 有機肥料課	本所人事課, (株)組合貿易出向
山本 徹氏	〃 〃 肥料原料課	福岡支所肥料農薬部肥料課長
有村 正史氏	〃 〃 〃	東京支所肥料農薬部肥料課
村尾 龍彦氏	〃 〃 農薬課	福岡支所肥料農薬部農薬課長
永江 祐治氏	〃 〃 農薬原体課	農業技術センター肥料農薬部
迫田 弘道氏	〃 〃 肥料技術普及課長	東京支所肥料農薬部長
渡辺 三男氏	札幌支所次長	本所肥料農薬部無機肥料課長
佐藤 侑夫氏	〃 肥料農薬部部长	〃 〃 肥料原料課
山内 元二氏	〃 〃 農薬課	東京支所肥料農薬部農薬課
奥村 泰一氏	東京支所肥料農薬部部长	本所肥料農薬部有機肥料課長
井手 基雄氏	〃 〃 部付	〃 〃 農薬課
大橋 正紀氏	〃 〃 〃	東京支所肥料農薬部肥料課
生江 洋一氏	〃 〃 〃	大阪支所肥料農薬部
山田 拓氏	〃 〃 肥料課	本所人事部人事課
置田 三男氏	〃 〃 〃	東京支所肥料農薬部
鈴木 邦宏氏	〃 〃 有機・原料課長	〃 〃 有機・原料課
石川 勝信氏	〃 〃 有機・原料課	大阪支所肥料農薬部有機・原料課
一色 雅矩氏	〃 〃 農薬課	札幌支所肥料農薬部農薬課
中野 正隆氏	名古屋支所肥料農薬部部付	東京支所肥料農薬部
永沢 隆氏	〃 〃 肥料課	福岡支所肥料農薬部
戸谷 勝吉氏	大阪支所肥料農薬部部长	〃 〃
米沢 茂人氏	〃 〃 部付	農業技術センター肥料研究部
会田 重道氏	〃 〃 〃	本所肥料農薬部農薬原体課
浦山 勝秋氏	〃 〃 有機・原料課	名古屋支所肥料農薬部肥料課
津留 征治氏	福岡支所肥料農薬部部付	東京支所肥料農薬部肥料課長
宝田 良正氏	〃 〃 〃	福岡支所肥料農薬部肥料課
石川 武徳氏	〃 〃 肥料課長	本所肥料農薬部無機肥料課
丸田 芳嗣氏	〃 〃 農薬課長	〃 〃 総合課
岡本 信行氏	農業技術センター肥料研究部部长	〃 〃 肥料技術普及課長
田村 吉貞氏	(株)コープケミカル 参与	〃 〃 次長
小川 勝氏	(株)組合貿易出向	〃 〃 総合課

異常気象とイネの病害

農林水産省東北農業試験場 山 口 富 夫

昭和 50 年代に入ってから異常気象が頻発し、イネの作況も昭和 55 年以来 4 年続きの不作となったが、幸い昭和 59 年は一転して 5 月下旬以降は高温と日照に恵まれ、このプラスの異常気象のおかげで作況は好転し、全国平均 108, 10 a 当たり収量 515 kg で、史上最高の単収を記録している。昭和 59 年の大豊作の原因はすべてが気象要因によるものではなく、農家の努力と国および県、公共団体などの技術指導に負うところも大きいことは言をまたないが、なんと言っても稲作にとって気象の影響が大きいことは明らかである。イネの病害についても種子伝染だけによって発生するばか苗病や土壌伝染性ウイルス病であるイネえそモザイク病以外の病気の発生は気象の影響を強く受けている。第 1 図には気象被害と病害虫被害の年次間の変動を示した。

病害虫被害率の年次間変動に比べ、気象被害率の変動が激しいが、概観すれば、気象被害の大きい年は病害の被害も大きいことがわかる。虫害の年による変動は明確ではないが、病害とは逆に気象被害の大きい年に軽くなる傾向がうかがわれる。わが国の気象被害は冷害がもっとも大きく、第 1 図の気象被害の大きな山、昭和 28, 31, 36, 41, 46, 51, 55 年はいずれも冷害年である。冷害年には後述するように、病害の中で特に被害の大きいいもち病が多発しやすいために、病害の被害率が高まり、気象被害率の変動とほぼ一致することになる。これ



第 1 図 イネの気象被害と病虫害の年次経過
(作物統計昭和 57 年度版)

に対し、低温年には一般に昆虫の発生、活動は鈍くなり、虫害は低く抑えられるという結果になる。このように気象と病気の発生は密接に関連していることは明らかである。それぞれの主要病害については、その発生生態と気象との関係が究明され、研究報告や総説が発表されているので、ここでは異常気象と主要病害の発生との関係を疫学的に概説するにとどめたい。また異常気象ということばの定義も厳密には“30 年以上に 1 回現れる気象”ということであるが、ここでは病気を多発させた気象を異常気象として取り上げた。

I 戦後の異常気象と多発病害

本誌特集号 (1964) では異常気象といもち病、白葉枯病などが論じられ、昭和 38 年のいもち病多発年については全国的な解析が行われ、昭和 49 年は山口 (1974)、51 年は越水 (1976)、茂木 (1977)、55 年は鈴木ら (1980) のいもち病多発についての総説がある。それらを参考とし、さらに病害虫発生予察事業 20 周年記念誌 (1962)、植物防疫 この 20 年 (1971)、植物防疫 30 年のあゆみ (1980) などを参酌して、戦後の異常気象と多発病害の発生状況を第 1 表に示した。

戦後から現在に至る約 40 年間のうち異常気象があった、病気が多発した年は 10 年あり、病気の中ではいもち病がもっとも多く、7 年に及んでいる。いもち病の多発は冷害年に多いが、昭和 38 年や 49 年のように低温年とはいえない年にも多発している。この両年は曇天、雨天が異常に多い年である。逆に高温多照の年は紋枯病が多発している。昭和 45 年がその例である。しかし昭和 58 年のように低温といわれている年に発生が増加していることもある。これは後述するように、穂ばらみ期以降の一時的な高温とイネの短稈多げつの草型が多発を招いたものと解析されている。白葉枯病の発生は昭和 50 年以降漸減の傾向があつて異常気象との関係は明確でないが、50 年以前の多発年を見ると、昭和 46, 47 年などは台風の来襲が多かった年である。また被害は大きくないが、冷害年には東北、北海道で葉しょう褐変病が発生した。逆に昭和 53 年のような高温年にはもみ枯細菌病が多発し、また北海道、北陸、山陰では変色米が発生した。以上のように異常気象年には、その気象の状況に応じて特定の病気が多発することが明らかとなった

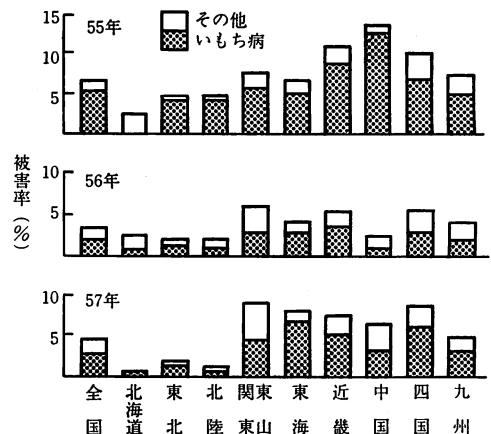
第1表 戦後の異常気象と多発病害

年 度	多発した病害と地域	異 常 気 象
昭28	いもち病—全国	8月下旬～9月上旬—異常低温、特に北海道、東北、関東 7月上旬～中旬—梅雨前線による豪雨
38	いもち病—全国	6月—高温多雨日照不足 7月—長期間の梅雨
41	いもち病—北海道	6月下旬～8月中旬—北海道、東北断続的低温 7月下旬～8月下旬—関東以西は高温多照
45	紋枯病—東北・北陸・東海・近畿	5～6月—全国の高温多照 8月下旬～9月下旬—東北高温多照 7月中旬～10月下旬—西日本高温多照
46	いもち病—東北 白葉枯病—中国・四国・九州	7月上旬～10月中旬—北海道長期低温 7月下旬～9月下旬—台風4個上陸 7月中旬～8月中旬—東北、北陸低温
49	いもち病—全国	6月下旬～7月下旬—全国低温、長雨
51	いもち病—全国 葉しょう褐変病—北海道・東北	6月下旬～7月中旬—全国低温、多雨 8月—東日本、北陸低温多雨
53	変色米—北海道・北陸・山陰 もみ枯細菌病—全国	7月中旬～9月上旬—全国高温多照
55	いもち病—全国 葉しょう褐変病—北海道・東北	7月上旬～8月下旬—全国長期低温多雨
58	紋枯病—全国	8月上旬～9月中旬—全国高温多照

が、それぞれの病気と異常気象との関係についてさらに詳述する。

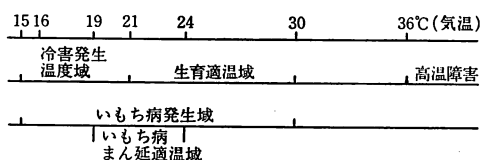
Ⅱ いもち病

いもち病が冷害年に多発しやすいことは、古くから多くの報告があるが、最近では越水(1976)が過去約70年間の東北地方における冷害年といもち病多発年との関連を総括している。それによると明治以降の大冷害年といわれる明治35、大正2、昭和6、51年などは、少なくとも東北地方では、いもち病多発年ではなかった。冷害といもち病の被害がともに大きかった年は、昭和9、16、28年であり、冷害を伴わずいもち病だけ大発生した年としては、明治44、昭和15、38年などをあげている。しかし最近24年間の全国的な冷害被害率といもち病被害率との関係を見るとおおよその傾向としては、冷害被害率といもち病被害率とは相関が高く、直線的関係が認められる。昭和51、55年の大冷害年は越水(1976)が指摘しているように東北のいもち病は多発とはいえないが、第2図に示すように関東、北陸以西の地域では平年に比し著しい多発である。昭和56年も東北、北海道を中心に本田初期と登熟期の異常低温にみまわれ、遅延型冷害の大きかった年であるが、いもち病の発生は平年



第2図 冷害年における各地域の病害被害率
(作物統計昭和57年度版)

以下であり、特に北日本の発生が少ない。昭和57年も7、9月が低温年であったが、北日本での発生は少なく、東海、近畿、四国などでの発生が多かった年である。昭和38、49年は低温年ではないが、6～7月の曇天多雨が発生を促進し、全国的な多発生となっている。このようにいもち病の発生は冷害との関連が深いのであるが、概



第3図 イネの冷害といもち病発生の温度域 (茂木, 1977)

して言えば、大冷害年は北日本のいもち病発生は少なく、関東から西南暖地での発生が多くなり、中～小程度の冷害年には北日本での発生が多くなるようである。その発生を支配する気象要因は主として気温と雨であると考えられる。

第3図には茂木(1977)が解説したイネの冷害といもち病発生の温度域を引用した。イネの初期生育の抑制や障害型冷害が発生する限界温度は15°Cと考えられ、16～21°Cが冷害発生温度域、21～30°Cがイネの生育適温域、36°C以上が高温障害発生域としている。これに対し、いもち病の発生は16～30°C、特にまん延に好適な温度域は19～24°Cとしている。冷害年には東北では7～8月に平均気温が19°C以下に下がることがしばしばあり、そのような年はいもち病発生は抑制される。これに対し暖地では冷害年には、夏もいもち病発生の好適温度となり、多発を招く。冷害程度の軽い年は、北日本は7～8月にいもち病発生の好適温度が続き、多発を招くが、暖地では平均気温25°C以上の日が多くなり、いもち病の発生は抑制される。昭和51、55年は前者の年であり、北日本のいもち病は平年並からやや少なく、関東以西で多発した。昭和46年は後者の年で、北日本ではいもち病が多発したが、暖地は平年並であった。このようにいもち病が多発するかどうかはまず気温の制約が大きい。越水(1976)は、東北においては6～7月の葉いもち発生期に低温が入りやすく、特に最低気温が発生量を左右する大きな制限因子であると指摘している。すなわちいもち病の多発した昭和9、16、28、46年など

の冷害年は、この時期の最低気温はほとんど平年並かやや高く、17°C以上であることが多い。これに対しいもち病の発生が少なかった明治35、大正2、昭和6、51年などはこの時期の最低気温は16°C以下になっている。いもち病菌の孢子形成、侵入の低温限界は15°C前後と考えられるので、最低気温16°C以下でもわずかながら感染が行われると思われるが、吉野(1979)の精細な実験、調査に示されるように24～21°Cでは孢子からの侵入時間も短く、侵入率も高いのに対し、18°C以下になると侵入時間が長くなり、侵入率の急激な低下をきたすようである。イネの感染する夜間から早朝にかけての葉のぬれ時間を考えると、感染発病には最低気温17～18°C以上が必要と推定され、事実各県で実施されている発生予察の調査でも最低気温17°C以上の日が続くと感染一初発を確認している。例えば宮城県における葉いもち発生面積の多い年は、6月下旬、7月上旬の最低気温が17°Cを越えている。これに対し葉いもち発生面積の少ない昭和55、57、58年などは6月下旬、7月上旬の両者か、いずれか一方の最低気温が17°C以下である。

以上は主として気温との関係について述べたが、昭和38、49年は気象的には冷害年とか異常年とはいわれていない年である。しかし第2表に示すように両年とも梅雨期間が長く、降雨日数が多い年である。特に昭和38年は5月ごろから気温が高く、しかも曇雨天が断続し、梅雨の入りが早く、終わりが遅かったために葉いもちの多発を招いたと推定される。昭和49年は山口(1974)が総括しているように5～6月の気象は平年よりやや良好で、葉いもちの発生も少なかったが、7月に入ると一変し、気温が低下し、雨が降り続いて、これが葉いもちの多発を招いたと推定される。いもち病菌が感染するためには、夜間葉上に落下した孢子が発芽し、付着器を形成し、イネに侵入しなければならない。それに要する時間は、前述したように気温によって異なるが、18～20°Cで12時間程度が必要である。晴天や曇天の日では葉上に形成された露は翌朝乾いてしまい、12時間以内に消

第2表 葉いもち発生量と梅雨期間

地 域	昭 38		昭 49		昭 51		昭 55		昭 56	
	期 間	平年差	期 間	平年差	期 間	平年差	期 間	平年差	期 間	平年差
南 東 北 北 陸 関 東・東 山 中 国 四 国 北 九 州	54日	+15日	46日	+7日	48日	+9日	44日	+3日	35日	-5日
	52	+15	41	+4	47	+10	43	+7	35	-6
	49	+13	45	+9	48	+12	43	+8	27	-12
	68	+28	41	+1	43	+3	49	+10	35	-6
	—	—	—	—	65	+28	47	+11	36	-5
	45	+2	40	-3	49	+6	47	+5	34	-8
全国葉いもち発生面積平年比	187		164		154		105		93	

失することが多い。そうなると水滴中のいもち菌は侵入を完了できなくなる。したがって晴天や曇天が続く気象条件では、いもち病は多発することはない。これに対し雨は侵入に必要な水滴を絶えず供給して、感染率を著しく高める。

東北で葉いもち発生が多い昭和 49, 54 年はいずれも 6 月下旬～7 月下旬の降雨日数が多く、20 日以上になっている。発生の少ない昭和 52, 53 年は降雨日数が少ない。降雨日数が多いのに発生が少ない昭和 55, 57, 58 年は気温が低すぎて発生が抑えられたと考えられる。穂いもちの感染時期は気温がかなり上がってきて、東北ではほとんどの年次が適温域に入るので、降雨日数の多少が大きく穂いもちの発生に影響する。穂いもち発生の多い昭和 49, 51 年は 8 月上旬～9 月上旬降雨日数が 20 日を越えている。昭和 54 年は降雨日数が少ないわりには穂いもちが多い。これは葉いもちが多発したための影響であろう。穂いもち発生の少ない昭和 50, 53, 56 年などは降雨日数が少ない。昭和 55 年は大冷害年で、低温のため葉いもち発生は著しく抑制されたが、8 月下旬ごろから気温が上がり、降雨も多くて穂いもちの感染、発病に好適な気象条件となったが、葉いもちの発生が少なかったために穂いもちの発生も平年以下にとどまったようである。

このように気象の異常年には、主として気温と雨がイもち菌のイネへの感染、増殖に大きな影響を及ぼすことを述べたが、異常気象はイネの抵抗力にも大きな影響を与えていることは言をまたない。一般的には高温多照はイネの抵抗力を高め、低温少照はイネの抵抗力を低下させる。吉野ら (1974) は遮光処理によって、分げつ期～減数分裂期の日照不足は葉いもち、穂いもちの多発を招くことを明らかにし、鈴木ら (1983) は低温下におけるイネの抵抗力の変化を精細に追究して、出葉中のイネが低温に遭遇すると、低温を受けた葉位の次々葉の抵抗力が低下することを明らかにした。また第 10 葉期～出穂期に低温に遭遇した場合は、穂の抵抗力の低下が著しいことも明らかにした。昭和 51, 55 年はこのような低温によるイネの抵抗力低下が著しい年であったと指摘されている。特に東北では、葉いもちの発生は低温すぎて少なかったが、8 月に入ってやや気温が上がったため、イネの抵抗力の低下によって止葉や次葉の病斑が伸長し、胞子をよく形成した。この胞子が出穂が緩慢で、抵抗力の落ちているみごや穂くびに侵入し、障害不稔の発生したヤマセ地帯で穂いもちによる白穂が激発した。障害不稔と併発したために青森県南部地方、宮城県三陸沿岸、福島県阿武隈山系では収穫皆無に近い水田が散見

されたといわれている。

以上述べたようにいもち病の発生は、気象条件—いもち病菌—イネの抵抗力、この三者の複雑な関係から決定づけられる。高温多照の方向への異常気象は発生を抑えるが、低温少照多雨の方向への異常気象は多発を促進する危険があり、警戒が必要である。

III 紋 枯 病

紋枯病の発生面積は昭和 33 年に全国で 100 万 ha を突破し、その後小さな増減を繰り返しながら発生面積を増し、昭和 43 年に 140 万 ha を越えて、最大の発生面積となった。その後は効果の高い有機ヒ素剤の普及やバリダマイシンの開発によってしだいに減少傾向をたどり、昭和 56 年には 100 万 ha を割ったが、昭和 57, 58 年と再び多発している。本病の発生はいもち病より面積的には大きい、年次間の変動ははるかに小さく、被害も軽い。被害率も 1% 以下 10 万 t 前後である。第 1 表に示したように昭和 45, 53 年のような高温年に被害が大きく、昭和 45 年が最大で 15.6 万 t に達した。本病は高温性の病気であるがいもち病ほど気象に対し鋭敏に反応しないので、異常気象に対してもそれほど大きな発生変動は示さない。この病気は発病株に形成される菌核によって刈り株や水田土壌中で越冬し、翌年この菌核が灌漑水面に浮上し、分げつ期の葉しょうに付着し、侵入、感染する。分げつ期から穂ばらみ期にかけては茎から茎へ、株から株への水平的なまん延が菌糸によって行われ、出穂後は下位葉しょうから上位葉しょうへの垂直的な伝染が行われる。菌核による感染、その後の伝染は 22～23℃ 以上で行われ、高温で株間や茎間の湿度が高いほど促進される。この病気の発生量の年次変動がいもち病に比較して小さいのは、伝染源である菌核が水田に落下して、そのまま翌年の伝染源になること、初発か

第 3 表 宮城県における紋枯病の発生面積比と出穂後 40 日間の積算気温 (宮城県農業センタ-、1983)

年 度	発生面積比	出穂後40日間の積算気温
昭50	82	975°C
51	94	812
52	85	890
53	174	962
54	100	953
55	81	832
56	77	808
57	191	878
58	185	891

積算気温は平均気温仙台測候所。

発生面積比は 54 年を 100 としたときの指数。

ら出穂後の上位進展に至る伝染は菌系によって徐々に行われ、いもち菌の胞子のように爆発的伝播は行わないためであろう。しかし菌系による水平、垂直進展は高温多湿ほど良好であるから、気象の異常年次には当然その影響を受ける。第3表には最近9年間の宮城県における紋枯病の発生面積比と病斑が上位葉しょうへ進展する出穂後の40日間の平均気温の積算値を示した。

積算気温が高いほど多発傾向があるが、昭和50年は気温が高いのに多発していない。この年の8月上旬～9月上旬の降雨日数はわずかに5日であり、多発した昭和53年の12日、昭和57年の22日、昭和58年の20日に比著しく少ない。昭和50年は低湿度のため多発が抑制されたと考えられる。本病原菌の菌糸は茎から茎へ、下位葉しょうから上位へ進展するためには100%近い高湿度が必要である。通常は日没から翌朝にかけて株間の湿度は100%近くなるが、曇雨天の多い年や茎数の多い年は株間の高い湿度が長時間保持されやすい。また茎数が多く、稈長が短ければ、物理的にも菌糸の伝染は容易になる。昭和57、58年は第3表に示すように気温は決して高くなかったが、紋枯病は多発した。両年の草型を見ると、分けつ期の低温によって短草多げつの草型になっており、これが紋枯病の発生を促進したと見られている。また両年とも出穂前は低温が続き、炭水化物の蓄積が十分でなく、後期ちょう落型の体質を持っていたことも病勢の急進展に拍車をかけたという説もある。紋枯病の多発する異常気象としては、出穂前後から25℃以上の高温の連続と適度な降雨、多げつを促す分けつ期の高温または低温が必要であろう。

IV 白葉枯病

白葉枯病は昭和30年代から40年代の前半は30万ha以上の発生を示し、昭和40年には50万haを越える発生面積を示し、いもち病、紋枯病に次ぐ大きな被害を与えていたが昭和50年以降は漸減し、最近の発生面積は10万haを割っている。本病の発生を左右するのは、気温とか降雨というより台風の来襲する回数と時期である。台風に伴う強風と豪雨により、イネが冠水したり、傷を受け、それが多発の原因になる。田上(1964)の実験によると、病原細菌を含む水で稲苗を浅水に管理した場合と13時間冠水して放置した場合では、本田移植後の発病が著しく異なり、発病度に大きな差がある。また台風による稲葉の傷口は病原細菌の侵入門戸となりやすく、強風や豪雨は灌漑水中の病原細菌を広く飛散させる。第4表は台風の来襲回数、時期と水稻の被害面積および白葉枯病の発生面積を示した。回数が多い年、出

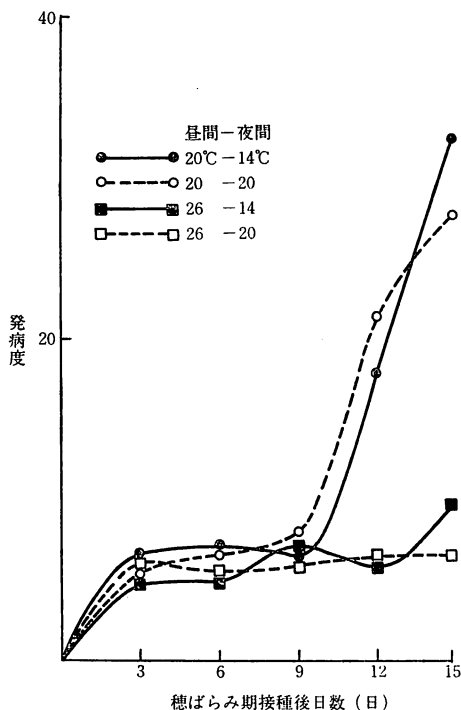
第4表 台風の来襲とイネの被害面積および白葉枯病発生面積

年 度	台 風 の 来 襲 月 日	水 害 稲 面 積	白 葉 枯 病 発 生 面 積
昭46	8 月 5 日 29 日 9 月 7 日 11 日 26 日	850,000ha	379,600ha
47	7 月 15 日 20 日 23 日 8 月 7 日 9 月 16 日	454,000	369,700
48	7 月 17～18日 25 日 8 月 15～16日	被害ほとんどなし	113,900
49	8 月 26 日 9 月 1 日 9 月 8 日	304,000	186,800
50	8 月 17 日 8 月 23 日	273,000	192,900
51	9 月 12 日	411,500	153,900

穂期にあたる9月上旬以降の台風が特に発生を助長していることがわかる。前述したように昭和50年以降発病が漸減傾向にあるが、これは台風の本土上陸が近年減少していること、河川の改修、灌排水施設の整備などが進み、豪雨による水田の浸冠水が著しく減少したこと、箱育苗の普及によって苗代時期の感染がなくなったことなどが原因と見られ、今のところ多発の兆候は見られないが、台風の多発年には警戒が必要であろう。

V その他の病害

葉しょう褐変病は昭和30年代に北海道で発生が認められ、8月低温の年に問題になっていたが、病原細菌は谷井ら(1976)により同定された。初め発生は北海道に限られていたが、昭和51年には東北地方にも発生し、類似症を含めると全県35,000haに及んだ。昭和55年の大冷害年にもかなりの発生を見たが、東北ではこの両年以外には発生せず、典型的な低温性病害であるといえる。宮島ら(1975)の実験によれば、第4図に示すように昼間気温の低いときに発生し、夜温の影響は小さい。昼間気温が20℃くらいで、出穂がぐずつくようなときに発病が激しくなる。気温が上昇し、穂が早く出穂できるときは、葉しょうだけの褐変にとどまり穂の発病は軽くなる。したがって低温の時期も出穂前5日間の気温が穂の発病との相関が高く、出穂後や出穂から10日以上



第4図 葉しょう褐変病に対する気温の影響 (宮島ら, 1975)

前の気温は発病との相関が低い。穂ばらみ期に低温が来ると、穂が葉しょう内にとどまる期間が長くなり、その間に葉しょう内で本細菌の増殖が盛んになり、それが穂に感染するためと考えられる。本病は穂ばらみ期になってから初めて葉しょうに病徴を現し、穂ばらみ期の低温のみが穂の被害に影響するきわめて特異的な病気である。

昭和53年に全国的に発生した変色米もきわめて特異的な発生であった。詳細については山口(1982)が本誌に概説し、それぞれ病原菌の異なる変色米についても専門家が詳述しているので、それを参考にしていきたい。昭和53年の夏は全国的に梅雨明けが早く、その後8月下旬まで高温、多照が続き、イネの作柄も良好、病害虫の発生も少ない年であったが、北海道や日本海側の地方を中心に原因不明の変色米が問題となり、等級の下

落や返品騒ぎまで起こしたようである。北海道に発生した変色米は、コムギ畑の隣接水田、特に風下に位置する水田に発生が多く、しかも隣接コムギの下葉に褐色斑点が発生していた。この調査結果により、コムギに発生した病斑が伝染源ではないかと推定し、北海道立農業試験場で研究を続けた結果、コムギ斑点病菌 *Bipolaris sorokiniana* P.K. & B. が茶米の原因になることが明らかにされ、イネの葉身、葉しょうに褐色斑点を生じることから、新病害イネ斑点病と命名されている。この病原菌は高温性の菌で、昭和53年は北海道が異常高温だったため突発したのかも知れないが、その後はほとんど発生していない。

北陸、山陰を中心に発生した変色米の多くは、昔報告のあった褐変米に類似していたが、調査の結果 *Helminthosporium* や *Cladosporium* よりも *Curvularia*, *Alternaria* が多く、新しい変色米であることが明らかとなった。米の表面が褐変するだけでなく、さらに濃褐色の斑点が発生し、とう精しても褐色斑が残るため流通の段階で大きな問題となった。昭和53年の発生は北陸3県が激しく、富山県で全水田の約30%、石川県で85%、福井県で75%に達し、混入率も0.1%を越えるような場合もかなりあったようである。現在関与する病原菌もほぼ確定したが、富山では濃茶米、黒色米、石川では暗色米と呼んでおり、病名がまだ決定していない。本病の生態にはまだ不明なところもあるが、種子、稲わら、畦畔雑草で越冬し、特に雑草が伝染源として重要である。したがって雑草の繁茂する畦畔沿いの稲株に発生が多い。第5表には富山県で調査した濃茶米、淡茶米の発生粒率の年次経過を示した。各年次の気象は次のとおりである。

昭和53年：出穂期前後の過高温、真夏日52日間、8月2～3日フェーン

昭和54年：8～9月低温、曇雨天日多い

昭和55年：8月低温少照

昭和56年：8月5日強風、8月12日フェーン

昭和57年：8月2日台風10号に伴うフェーン

昭和58年：7月下旬～8月上旬多雨少照、8月下旬～9月上旬高温

第5表 富山県における濃茶米・淡茶米の発生年次経過 (梅原, 1984)

項 目	濃 茶 米 ・ 淡 茶 米 混 入 率						
	昭 53 年	54 年	55 年	56 年	57 年	58 年	59 年
調 査 点 数	507	498	305	187	186	81	158
濃 淡 米 (%)	0.133	0.016	0.006	0.048	0.034	0.010	0.025
淡 茶 米 (%)	1.987	0.233	0.174	0.269	1.354	0.090	0.327

昭和 59 年：7 月 27 日以降 29 日間 30°C 以上の高温、

8 月 21～22 日台風 10 号に伴うフェーン

昭和 53 年は特に高温が続き、フェーンもあり混入率は淡茶米を含めると 1% を越え、激発している。しかしその後は多発年はない。発生率と気象との関係は明確で、高温、フェーンの年は警戒が必要であろう。

おわりに

病害の発生は常に気象の影響を受けており、年次的にも、同一年次であれば時期的にも病気の発生経過が異なることになる。ここでは特に大きな気象変動として低温、高温、多雨、台風、フェーンなどと主要病害の発生変動との関係を論じたが、取り上げた気象条件は必ずしも異常気象ではなく、要望された課題にこたええたかどうかは疑問である。また本稿ではマクロな気象のみ論じたが、同一地域でも太平洋側と日本海側、平たん部と山

間部などもっと範囲の小さい地帯でのミクロな異常気象と病害発生の問題があり、今後も疫学的検討が必要であろう。

引用文献

- 1) 堀 真雄・安楽又純 (1971)：指定試験 (病害虫) 11：1～138.
- 2) 植物防疫編集委員会編 (1964)：植物防疫 18 (6) (異常気象特集号).
- 3) 越水幸男 (1976)：同上 30 (12)：7～12.
- 4) 宮島邦之・秋田忠彦 (1975)：北海道立農試集報 32：53～59.
- 5) 茂木静夫 (1977)：農業及園芸 52 (5)：621～623, (6) 745～749.
- 6) 鈴木穂積ら (1980)：植物防疫 34 (12)：13～21.
- 7) ———・藤田佳克 (1983)：東北農試裁一病 2 研資料, pp. 1～49.
- 8) 田上義也 (1964)：植物防疫 18 (6)：12～15.
- 9) 梅原吉広 (1984)：富山県資料.
- 10) 山口富夫 (1974)：植物防疫 28 (12)：7～10.
- 11) ——— (1982)：同上 36 (3)：1～6.
- 12) 吉野嶺一・山口富夫 (1974)：北陸農試報 16：61～115.
- 13) ——— (1979)：同上 22：163～221.

人事消息

三笠化学工業株式会社 (本社) は、12 月 17 日付けでダイヤルイン方式採用に伴い下記のとおり電話番号を変更した。

農業技術部：092-771-2186

株式会社イハラグリーンは、2 月 12 日付け (業務開始) で東京支店を右記に移転した。電話番号は従前どお

り。

〒110 東京都台東区上野 3 丁目 16-3

上野鈴木ビル 7 階

上島俊治氏 (全農東京支所肥料農薬部考査役) は、昭和 60 年 1 月 29 日直腸ガンのため逝去されました。享年 55 才。謹んで御冥福をお祈りいたします。

作物保護の新分野

理化学研究所 見里朝正 編

A 5 判 235 ページ 定価 2,200 円 送料 250 円

昭和 56 年から始まった理化学研究所主催のシンポジウム「科学的総合防除」の講演内容を加筆してとりまとめた好著。我が国の先端を行く研究者が化学的、生物的防除はもちろん、光・音・遺伝子工学等を駆使して作物保護の新分野にいちどむ最新技術を紹介する。

内容目次

I. 「科学的総合防除」とは

II. 光の利用

光の昆虫誘引作用の利用／光の昆虫忌避作用の利用／紫外線除去フィルムによる植物病原糸状菌の胞子形成阻害／雑草防除における光質の活用

III. 環境制御

湿度環境制御によるハウス野菜病害の防除／環境制御による雑草防除／太陽熱利用による土壌消毒／水の利用による病害防除

IV. 音の利用

音と昆虫／鳥と音／動物と音／魚と音

V. 生物的防除

作物病害の生物的防除／生物的防除と害虫管理／雑草の多様性とその生物的防除／生物的防除への遺伝子工学応用の可能性

VI. ソフト農薬の開発

ソフト農薬開発の現状／大豆レシチン・重曹農薬の開発／過酸化カルシウム剤の開発／フェロモンの利用・開発

VII. 外国の現状

ヨーロッパにおける科学的総合防除／ソビエトの現状／東南アジアにおける作物保護の現状／アメリカにおける病害虫の総合防除の現状

農薬の公定検査法解説(2)

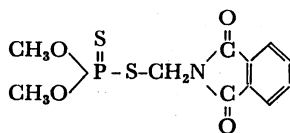
農林水産省農薬検査所

〔8〕 PMP 水和剤

告 示：昭和 49 年 9 月 20 日 第 883 号

化学名：O,O-ジメチル-S-フタルイミドメチルジチオ
ホスフェート (ホスメット, $C_{11}H_{12}NO_4PS_2$)

構造式：

性 質：m. w. 317.32。白色結晶, m. p. 72.0°C,
アセトン, メチルエチルケトン, キシレンに
可溶, 水に不溶。アルカリ性で不安定。用 途：殺虫剤。イネ, 野菜, 果樹の害虫のほか, ダ
ニの防除に用いられる。

〔分析法〕

① 試薬および装置

PMP 純品：ベンゼンを用いて再結晶する (m. p. 71~
72°C)。PMP 標準溶液：PMP 純品 100 mg を 100 ml のメス
フラスコに正確に量りとり, アセトンで定容とする。
この液 10 ml をホールピペットで 100 ml のメスフ
ラスコにとり, エタノールで定容とする。

② 検量線の作成

PMP 標準溶液 2, 4, 6, 8, 10 ml をそれぞれ別の容
量 300 ml の共栓三角フラスコに正確にとり, エタノール
を加えて全量を約 10 ml とする。これにあらかじめ
5°C 以下に冷却した 0.1 N 塩酸溶液 30 ml, 四塩化炭
素 25 ml を順次加え, 5°C 以下に冷却する。これに 5% 硫酸銅溶液 2 ml を加え, 直ちにカラ
ン付き共栓をつけ, 30 秒間激しく振り混ぜ発色させ, 四
塩化炭素層を取り出し, 波長 420 nm における吸光度を
四塩化炭素を対照として測定する。ただし, 測定は硫酸
銅溶液を加えてから 2 分以内に行う。別に標準溶液の代
わりにエタノール 10 ml をとり, 同様の方法で, から
試験を行い, この値を差し引き遊離ジチオリン酸エステ

ルによる吸光度を求める。

次に, 標準液 2, 4, 6, 8, 10 ml をそれぞれ別の容量
300 ml の三角フラスコに正確にとり, エタノールを加
えて全量を 10 ml とする。これに 0.5 N エタノール性
水酸化カリウム液 2 ml を加えて緩やかに振り混ぜ 2 分
間放置する。これにあらかじめ 5°C 以下に冷却した
0.1 N 塩酸溶液 30 ml, 四塩化炭素 25 ml を順次加え,
5°C 以下に冷却する。これに 5% 硫酸銅溶液 2 ml を
加え, 直ちにカラン付き共栓をつけて 30 秒間激しく振
り混ぜて発色させ, 四塩化炭素層を取り出し, 波長 420
nm における吸光度を四塩化炭素を対照として測定す
る。ただし, 測定は硫酸銅溶液を加えてから 2 分以内に行
う。前記のから試験値を差し引き全ジチオリン酸エステ
ルによる吸光度を求める。それぞれの量に対応する全ジ
チオリン酸エステルによる吸光度から遊離ジチオリン酸
エステルによる吸光度を差し引いて検量線を作成する。

③ 分析操作

PMP 約 50 mg を含む試料を 100 ml のメスフラスコ
に量りとり, アセトンで定容とする。この液 10 ml を
ホールピペットを用いて 100 ml のメスフラスコにと
り, エタノールで定容とし, 試料溶液とする。この液 10 ml をホールピペットを用いて容量 300 ml
の共栓三角フラスコにとり 0.5 N エタノール性水酸化
カリウム溶液 2 ml を加え, 緩やかに振り混ぜ, 2 分間
放置する。以下検量線作成の場合と同様に操作して吸光度を求
め, 全ジチオリン酸エステルによる吸光度を求める。別に, 試料溶液 10 ml をとり, 0.1 N 塩酸溶液 30 ml,
四塩化炭素 25 ml を順次加え, 5°C 以下に冷却し, 以
下検量線作成の場合と同様に操作し, 遊離ジチオリン酸
エステルによる吸光度を求める。この値を全ジチオリン
酸エステルによる吸光度から差し引き, 検量線により
PMP の量を求め, 次式により PMP の百分率を算出す
る。

$$\text{PMP}(\%) = \frac{\text{PMP}(\text{mg}) \times 100}{\text{試料}} \times 100$$

〔解 説〕

本法にはマラソン粉剤の分析法が適用されている。抽
出溶媒として各種溶媒が検討され, ジチオリン酸に対す
る溶解性や分析値への影響などの点からアセトンが用い

られることになった。また、本法は発色から測定まで 5°C 以下で操作する必要がある。5°C 以下に冷却すると吸光度が大きくなり、検量線の直線性もよくなる。

共通試料の分析結果は満足すべきものであった (第 7 表)。

第 7 表 共通試料の分析

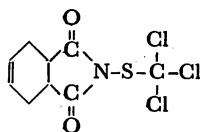
分 析 者	$\bar{x}$ (%)	σ	n
A	51.3	0.13	5
B	51.4	0.26	5
C	51.3	0.25	5

〔 9 〕 キャプタン水和剤

告 示：昭和 49 年 9 月 20 日 第 883 号

化学名：*N*-トリクロルメチルチオテトラヒドロフタルイミド ($C_9H_4Cl_3NO_2S$)

構造式：



性 質：m. w. 300.59。白色結晶，m. p. 172°C，水に不溶，有機溶媒に微溶，中性，酸性で安定，アルカリ性で分解。特異臭，吸湿性。

用 途：殺菌剤。広く園芸作物の散布剤として用いられている。

〔分析法〕

① 試薬および装置

キャプタン純品：クロロホルムを用いて 1 回，次にアセトンを用いて再結晶する (m. p. 172°C)。

キャプタン標準溶液：キャプタン純品 1 g を 25 ml のメスフラスコに量りとり，クロロホルムで定容とする。

内標準物質溶液：ジブチルフタレート (DBP) (試薬特級) 1.5 g を 100 ml メスフラスコに量りとり，クロロホルムで定容とする。

装 置：水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフ 内径 3 mm，長さ 1.5 m，バイレックスガラス製。シリコンガム SE 52，3%/クロモソルブ G (AW-DMCS)，60~80 メッシュ。

② 検量線の作成

キャプタン標準溶液 1，2，3，4，5 ml をそれぞれ容量 25 ml の共栓三角フラスコに正確にとり，内標準溶液 3 ml を加え，クロロホルムで全量約 10 ml とする。よく

振り混ぜたのち，その 3 μ l をマイクロ注射器でとり，下記の操作条件によりガスクロマトグラムを記録する。キャプタンおよび DBP のピーク面積を半値幅法で測定し，ピーク面積比を求め，重量比に対する検量線を作成する。

ガスクロマトグラフ操作条件

分離管温度 : 200°C
 試料気化室温度 : 230°C
 キャリヤーガス圧 : 0.6 kg/cm² (N₂)
 水素ガス流速 : 45 ml/分
 空気流速 : 600 ml/分
 検出器感度 : 10² M Ω , 0.32 V
 記録紙送り速度 : 20 mm/分

③ 分析操作

キャプタン約 120 mg を含む試料を容量 50 ml の共栓三角フラスコに量りとり，これに内標準溶液 3 ml，クロロホルム約 15 ml を加え，30 分間激しく振とうする。ガラスフィルター (3G4) で濾過し，残渣を 50°C に温めたクロロホルム 10 ml で 2 回洗い，濾液に洗液を合わせ，50°C 以下で減圧濃縮し，液量を約 10 ml とし，これを試料溶液とする。以下検量線作成の場合と同様に操作し，試料中のキャプタン量を検量線より求め，百分率を算出する。

〔解 説〕

本剤の分析法としてはレゾルシンによる比色法が用いられていたが，分析操作が煩雑なためガスクロマトグラフが開発された。キャプタンは有機溶媒に対する溶解度が低いため，抽出操作の場合には本法に従って十分注意して実施する必要がある。カラム充てん剤が検討された。担体はクロモソルブ W(AW)，クロモソルブ G (AW-DMCS)，ガスクロム Q が，液相はシリコン DC-QF 1，シリコンガム SE-52，シリコン XE-60，シリコン OV-17 が試験された。その結果，ピークの形状，分離状況，保持時間などの点から担体はクロモソルブ G (AW-DMCS)，液相はシリコンガム SE-52 と定められた。

本法による分析の正確度および精度は，n が 5 のとき回収率は 99.7%， σ は 0.39 であった。共通試料の分析結果も満足すべきものであった (第 8 表)。

第 8 表 共通試料の分析

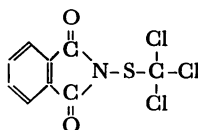
分 析 者	$\bar{x}$ (%)	σ	n
A	81.7	0.47	5
B	81.5	0.24	5
C	81.1	0.39	5

〔10〕 フォルベット水和剤

告 示: 昭和 49 年 9 月 20 日 第 883 号

化学名: *N*-トリクロルメチルチオフタルイミド ($C_9H_4Cl_3NO_2S$)

構造式:



性 質: m. w. 296.56. 白色結晶, m. p. 178°C, 水に不溶, 有機溶媒に微溶, アルカリ性で分解。特異性。

用 途: 殺菌剤。予防, 治療的な効果を兼ね備え, 広範な病害に対して有効である。

〔分析法〕

① 試薬および装置

フォルベット純品: クロロホルムを用いて 1 回, 次にアセトンを用いて再結晶する (m. p. 177~178°C)。

フォルベット標準溶液: フォルベット純品 1 g を 25 ml のメスフラスコに量りとり, クロロホルムで定容とする。

内標準物質溶液: ジブチルフタレート (DBP) (試薬特級) 1.5 g を 100 ml のメスフラスコに量りとり, クロロホルムで定容とする。

装 置: 水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフ。

分離管: 内径 3 mm, 長さ 1.5 m, パイレックスガラス製。

充てん剤: シリコンガム SE 52, 3%/クロモソルブ G (AW-DMCS), 60~80 メッシュ。

② 検量線の作成

フォルベット標準溶液 1, 2, 3, 4, 5 ml をそれぞれ容量 25 ml の共栓三角フラスコに正確にとり, 内標準溶液 3 ml を加え, クロロホルムで全量約 10 ml とする。よく振り混ぜた後, その 3 μ l をマイクロ注射器でとり, 下記の操作条件によりガスクロマトグラムを記録する。フォルベットおよび DBP のピーク面積を半値幅法で測定し, ピーク面積比を求め, 重量比に対する検量線を作成する。

ガスクロマトグラフ操作条件

分離管温度 : 200°C

試料気化室温度 : 230°C

キャリアーガス圧 : 0.6 kg/cm² (N₂)

水素ガス流速 : 45 ml/分

空気流速 : 600 ml/分

検出器感度 : 10² M Ω , 0.32 V

記録紙送り速度 : 20 mm/分

③ 分析操作

フォルベット約 120 mg を含む試料を容量 50 ml の共栓三角フラスコに量りとり, これに内標準溶液 3 ml, クロロホルム約 15 ml を加え, 30 分間激しく振とうする。ガラスフィルター (3G4) で汙過し, 残渣を 50°C に温めたアセトン 10 ml で 2 回洗い, 汙液に洗液を合わせ, 50°C 以下で減圧濃縮し, 液量を 10 ml とし, これを試料溶液とする。以下検量線作成の場合と同様に操作し, 試料中のフォルベット量を検量線より求め, 百分率を算出する。

〔解 説〕

フォルベットはキャプタンに類似した化合物であり, キャプタンの分析法がそのまま適用された。

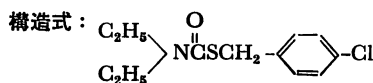
本法による分析の正確度および精度は, *n* が 5 のとき回収率は 99.88%, σ は 0.23 であった。共通試料の分析結果も満足すべきものであった (第 9 表)。

第 9 表 共通試料の分析

分 析 者	$\bar{x}$ (%)	σ	<i>n</i>
A	52.6	0.41	5
B	53.2	0.49	5

〔11〕 ペンチオカーブ乳剤

告 示: 昭和 49 年 9 月 20 日 第 883 号

化学名: *S*-(4-クロルベンジル)-*N,N*-ジエチルチオカーバメート (チオベンカルブ, $C_{12}H_{16}ClNOS$)

性 質: m. w. 257.78. 帯黄色液体, m. p. 3.3°C. 水に対して 30 ppm (20°C) 溶ける。有機溶媒にはよく溶ける。酸やアルカリ性には比較的安定。

用 途: 除草剤。ノビエ, カヤツリグサなど 1 年生雑草および多年生のマツバイに殺草効果があり, イネには感受性が低い。

〔分析法〕

① 試薬および装置

ペンチオカーブ純品: 減圧蒸留し, 沸点 140°C/0.1 mm

Hg 付近の留分を集め、ヘキサンを用いて再結晶する (m. p. 3.3°C)。

ベンチオカーブ標準溶液：ベンチオカーブ純品約 1g を 100 ml のメスフラスコに量りとり、アセトンで定容とする。

内標準物質溶液：安息香酸ベンジル (試薬特級) 5g を 100 ml のメスフラスコに量りとり、アセトンで定容とする。

内標準 10 倍希釈液：内標準溶液 5 ml をホールビペットで 50 ml のメスフラスコにとり、アセトンで定容とする。

装 置：水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフ (オンカラム方式)。

分離管：内径 3mm, 長さ 1.5m, バイレックスガラス製。

充てん剤：シリコン OV-17, 2%/クロモソルブ G(AW-DMCS), 60~80 メッシュ。

② 検量線の作成

ベンチオカーブ標準溶液 1, 2, 3, 4, 5 ml をそれぞれ 10 ml のメスフラスコに正確にとり、内標準 10 倍希釈液 3 ml を正確に加え、アセトンで定容とする。その 1 μ l をマイクロ注射器でとり、下記の操作条件によりガスクロマトグラムを記録する。ベンチオカーブおよび安息香酸ベンジルのピーク高を測定し、ピーク高比を求め、重量比に対する検量線を作成する。

ガスクロマトグラフ操作条件

分離管温度：220°C

試料気化室温度：270°C

キャリアーガス圧：1.0 kg/cm² (N₂)

水素ガス流速：25 ml/分

空気流速：650 ml/分

検出器感度：10 M Ω , 0.01 V

記録紙送り速度：10 mm/分

③ 分析操作

ベンチオカーブ約 0.15 g を含む試料を 50 ml のメスフラスコに量りとり、内標準溶液 2 ml を加え、アセトンで定容とする。以下検量線作成の場合と同様に操作し、試料中のベンチオカーブ量を検量線より求め、百分率を算出する。

〔解 説〕

登録見本検査法の分析条件が検討された結果、分析精度、正確度ともに良好であった。そこで、この方法が公定検査法として採用された。

本法による分析の正確度および精度は、n が 5 のとき回収率は 100.4%, σ は 0.54 であった。共通試料の分

析結果も満足すべきものであった (第 10 表)。

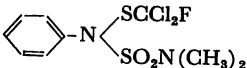
第 10 表 共通試料の分析

分 析 者	$\bar{x}$ (%)	σ	n
A	52.8	0.16	5
B	52.7	0.27	5

〔12〕 スルフェン酸系水和剤

告 示：昭和 50 年 7 月 25 日 第 750 号

化学名：N'-(ジクロルフルオルメチルチオ)-N, N-ジメチル-N'-フェニルスルファミド (ジクロルアニド, C₆H₁₁Cl₂FN₂O₂S₂)。

構造式：

性 質：m. w. 333.23。白色結晶, m. p. 111~112°C, メタノール, キシレンに易溶。酸性では安定であり、アルカリ性で加水分解し、N-(ジメチルスルファモイル)-アニリンとなる。40°C 以上で徐々に熱分解する。

用 途：殺菌剤。キュウリ, トマト, ナスなどの灰かび病の防除に用いられる。

〔分析法〕

① 試薬および装置

ジクロルアニド純品：アセトンを用いて再結晶する (m. p. 111~112°C)。

内標準物質： β -ナフチルフェニルケトン (β -NPK) 試薬特級。

内標準物質溶液： β -NPK 1,000 mg を 100 ml のメスフラスコに正確に量りとり、アセトンで定容とする。

装 置：水素炎イオン化検出器 (FID) 付きガスクロマトグラフ。カラム：内径 3mm, 長さ 1m, ホウケイ酸ガラス製。充てん剤：SP 2401, 3%/ガスクロム Q (80~100 メッシュ)。

② 検量線の作成

ジクロルアニド純品を 30~150 mg の範囲で 5 点それぞれ容量 25 ml の共栓三角フラスコに正確に量りとり、これらに内標準物質溶液 5 ml を正確に加え、さらにアセトンで全量を約 15 ml とし、よく振り混ぜたのち、その 2 μ l をマイクロ注射器でとり、次の操作条件によりガスクロマトグラムを記録する。ジクロルアニドおよび β -NPK のピーク面積比を求めジクロルアニドに対する検量線を作成する。

ガスクロマトグラフ操作条件

分離管温度: 190°C

試料気化室温度: 220°C

キャリアーガス圧: 0.6 kg/cm² (N₂)水素ガス圧力: 1.0 kg/cm²空気圧力: 0.5 kg/cm²

検出器感度: 10 MΩ, 0.08 V

記録紙送り速度: 20 mm/分

③ 分析操作

ジクロフルアニド約 80 mg を含む試料を, 容量 25 ml の共栓三角フラスコに正確に量りとり, 内標準物質溶液 5 ml を正確に加え, さらにアセトンで全量を約 15 ml とし, よく振り混ぜたのち放置し, 上澄み液 2 μl をマイクロ注射器でとり, 以下検量線の作成の場合と同様に操作し試料中のジクロフルアニド量を検量線より求め百分率を算出する。

〔解説〕

カラム充てん剤および内標準物質が検討された。液相としてシリコンガム SE-52, シリコン OV-17, シリコン DC-QF1 および SP 2401, 内標準物質として β-NPK, ジブチルフタレート (DBP), ジシクロヘキシルフタレート (DCHP) が試験された。その結果, ピークの形状, 分離状況, 保持時間などの点から液相は SP 2401, 内標準物質は β-NPK と定められた。

調製水和剤による回収率は 99.6% であった。

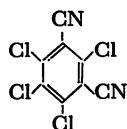
また, 分析者 A, B による共通試料の分析結果は, n が 5 のとき $\bar{x}$, σ はそれぞれ 50.5%, 0.39; 50.4%, 0.34 であり, 満足すべきものであった。

〔13〕 TPN 水和剤

告 示: 昭和 50 年 7 月 25 日 第 750 号

化学名: テトラクロロイソフタロニトリル (クロロタロニル, C₆Cl₄N₂)

構造式:



性質: m. w. 265.91。白色結晶, m. p. 250~251°C。光, 酸, 熱に対し安定であり, アルカリ性で加水分解する。アセトン, シクロヘキサノン, ジメチルホルムアミド, キシレンに可溶。

用途: 殺菌剤。ジャガイモ, サツマイモの疫病, キ

ュウリのべと病, 疫病, 灰色かび病, リンゴの斑点落葉病, 黒点病, などの防除に広く用いられる。

〔分析法〕

① 試薬および装置

TPN 純品: アセトンを用いて再結晶する (m.p. 250~251°C)。

内標準物質: β-ナフチルフェニルケトン (β-NPK) 試薬特級。

内標準物質溶液: β-NPK 1,000 mg を 100 ml のメスフラスコに正確に量りとり, アセトンで定容とする。

装置: 水素炎イオン化検出器 (FID) つきガスクロマトグラフ。カラム: 内径 3 mm, 長さ 1 m, ホウケイ酸ガラス製。充てん剤: SP 2401, 3%/ガスクロム Q (80~100 メッシュ)。

② 検量線の作成

TPN 純品を 30~130 mg の範囲で 5 点それぞれ容量 25 ml の共栓三角フラスコに正確に量りとり, これらに内標準物質溶液 5 ml を正確に加え, さらにアセトンで全量を約 15 ml とし, よく振り混ぜたのち, その 4 μl をマイクロ注射器でとり, 下記の操作条件によりガスクロマトグラムを記録する。TPN および β-NPK のピーク面積比を求め, TPN に対する検量線を作成する。

ガスクロマトグラフ操作条件

分離管温度: 170°C

試料気化室温度: 250°C

キャリアーガス圧: 0.6 kg/cm² (N₂)水素ガス圧力: 1.0 kg/cm²空気圧力: 0.5 kg/cm²

検出器感度: 10 MΩ, 0.08 V

記録紙送り速度: 20 mm/分

③ 分析操作

TPN 約 75 mg を含む試料を, 容量 25 ml の共栓三角フラスコに正確に量りとり, 内標準物質溶液 5 ml を正確に加え, さらにアセトンで全量を約 15 ml とし, 約 50°C の水浴中で温め 10 分間よく振り混ぜたのち, ガラス汙過器 (3G4) で汙過し, 汙液 4 μl をマイクロ注射器でとり, 以下検量線の作成の場合と同様に操作し, 試料中の TPN 量を検量線より求め百分率を算出する。

〔解説〕

カラム充てん剤および内標準物質が検討された。液相としてシリコンガム SE-52, シリコン XE-60, シリコン DC-QF1, シリコン OV-17, および SP 2401, 内標準物質としてジブチルフタレート (DBP), ジシクロヘキシルフタレート (DCHP), β-NPK が試験された。

その結果、ピークの形状、分離状況、保持時間などの点から液相は SP 2401、内標準物質は β -NPK と定められた。

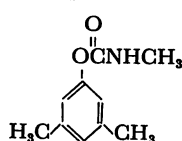
調製水と剤による回収率は 99.8% であった。また、分析者 A, B による共通試料の分析結果は、 n が 5 のとき σ はそれぞれ 76.6%, 0.38; 77.1%, 0.39 であり、満足すべきものであった。

〔14〕 XMC 粉剤

告 示：昭和 50 年 7 月 25 日 第 750 号

化学名：3,5-キシリル-*N*-メチルカーバメート ($C_{10}H_{13}NO_2$)

構造式：



性 質：m. w. 179.2。無色結晶，m. p. 99.5～100.5 °C。アセトン，エタノール，ベンゼン，シクロヘキサノンに易溶。

用 途：殺虫剤。イネのウンカ類，ツマグロヨコバイの防除に用いられる。

〔分析法〕

① 試薬および装置

有機溶媒：蒸留精製して用いる。

XMC 純品：3 倍量のベンゼン-リグロイン (2:1) 混合液を加え，加熱溶解した後，冷却し，結晶を折出させる。この操作を 3 回繰り返す。m. p. 99.5～100.5 °C。

分解液：0.5 N 水酸化カリウム水溶液。

シリカプレート：蛍光剤入りのシリカゲルプレート (20 cm×20 cm，厚さ 0.5 mm) を 110°C で 2 時間活性化する。

展開槽：密閉ガラス容器。

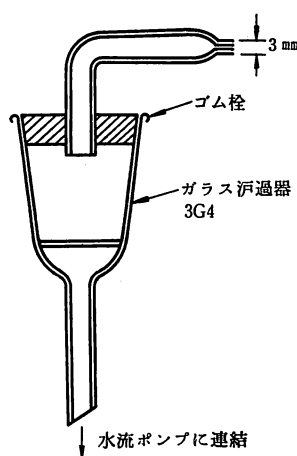
紫外線照射器：中心波長 254 nm のもの。

吸入管：第 1 図を参照。

② 検量線の作成

XMC 純品約 125 mg を 100 ml のメスフラスコに正確に量りとり，メタノールを加えて定容とする。この液 10 ml をホールビペットを用いて，別の 100 ml のメスフラスコにとり，メタノールを加えて定容とし標準溶液とする。

標準溶液 2, 4, 6, 8, 10 ml をホールビペットを用い，それぞれ 25 ml のメスフラスコにとり，メタノールを



第 1 図 吸 入 管

加え，全量を 10 ml とし，分解液 10 ml を加え，よく振り混ぜ，室温に 10 分間放置した後，水を加えて定容とする。

この液の吸光度を，メタノールを対照として波長 291 nm および 330 nm の 2 点で測定し，2 点の吸光度の差を算出して，から試験値を減じ検量線を作成する。

③ 分析操作

XMC 約 180 mg を含む試料を 100 ml の共栓三角フラスコに量りとり，アセトン約 50 ml を加え，振とう機で 20 分間振とうする。この液をガラス濾過器 (G 4) で濾過し，残留物をアセトン約 20 ml で洗う。3～4 回繰り返して洗った後，濾液と洗液を合わせて，200 ml のナス型フラスコに移し，水浴中，40～50°C で約 10 ml になるまで減圧で濃縮する。濃縮液をアセトンで 50 ml のメスフラスコに洗い移し定容とし試料溶液とする。

試料溶液 1 ml をホールビペットを用いて，シリカプレートに，下端から 3 cm の位置に，両端 2.5 cm ずつ残して带状に添付する。ヘキサン-酢酸エチル混合液 (7:3 V/V) を展開剤として，上昇法で 12 cm 展開する。プレートを風乾し，紫外線を照射して暗紫色部 (Rf. 約 0.4) に印をつける。その部分のシリカをミクロスパーテルでかき起こし，吸入管に吸いとる。メタノールを湿した脱脂綿で，ミクロスパーテルおよびシリカを吸い取ったあとのガラス面をふき取り吸入管に入れる。吸入管の内壁を洗うようにしてメタノール約 10 ml を加え，かき混ぜ吸引濾過し，濾液を 50 ml のメスフラスコに受ける。メタノールの量が約 45 ml になるまでこの操作を繰り返し，メタノールで定容とする。

この液 10 ml をホールビペットを用いて 25 ml のメスフラスコにとり，以下検量線作成のときと同様に操作

して吸光度を求め、検量線より XMC の量を求め、百分率を算出する。

〔解 説〕

分解液のアルカリ濃度、分解時の温度、時間などが検討された。本剤の吸光度はアルカリ濃度が 0.2~1.5 N、分解温度が 10~40°C の範囲でほぼ一定していた。また、分解時間も 5 分前後で安定した。以上の結果、分解液のアルカリ濃度は 0.5 N、分解時の温度、時間は室温、10 分間とされた。本法による分析の正確度および精度は、 n が 4 のとき回収率は 100.6%、 σ は 0.01 であった。共通試料の分析結果も満足すべきものであった (第 11 表)。

第 11 表 共通試料の分析

分 析 者	$\bar{x}$ (%)	σ	n
A	2.22	0.009	5
B	2.24	0.012	5
C	2.25	0.009	5
D	2.18	0.069	5

なお、展開槽、紫外線照射器などは「エチルチオメトン粒剤の検査法」に準ずる。

本 会 発 行 図 書

農 林 害 虫 名 鑑

日本応用動物昆虫学会 監修

3,000 円 送料 300 円 A 5 判 本文 307 ページ ビニール表紙

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

本 会 発 行 資 料

昭和 59 年度 “主要病害虫 (除草剤は主要作物) に適用のある登録農薬一覧表”

農林水産省農薬検査所 監修

1,500 円 送料 300 円

B 4 判 127 ページ

昭和 59 年 9 月 30 日現在、当該病害虫 (除草剤は主要作物) に適用のある登録農薬をすべて網羅した一覧表で、殺菌剤は索引と稲、麦類・雑穀、いも類、豆類、野菜、果樹、特用作物、花卉、芝・牧草・林木について 25 表、殺虫剤は索引と稲、麦類・雑穀、いも類、豆類、うり科野菜、なす科野菜、あぶらな科野菜、他の野菜、果樹、特用作物、花卉・芝、林木・樹木、牧草について 49 表、除草剤は索引と水稻、陸稻・麦類・雑穀・豆類・いも類・特用作物・芝・牧草、野菜・花卉、果樹、林業について 5 表にまとめたもの。

植物防疫基礎講座
昆虫行動解析法 (3)

歩行昆虫の化学定位とその測定法

京都大学農学部付属農業研究施設 佐久間 正 幸

はじめに

昆虫はその生涯の多くを歩きながら生活している。成虫となって翅を得ても地上に降りればやはり歩くことになる。彼らは複雑に入り組んだ植生の中や地面の上を、フェロモンや寄主植物のにおいの発生源に向かってどのように歩いて行くのであろうか。ここでは、まずわれわれ人間が虫になったつもりで、どういう「手」を使えばにおいの発生源にたどりつけるのか、定位機構について簡単に触れたあとで、*olfactometer* などよく知られた装置を例にとって定位行動の測定方法を述べ、最後にこれを刺激物質の精製のためにバイオアッセイ法として使うときの考えかたについて触れる。

I 化学定位の機構

化学定位 (Chemo-orientation) とは、BELL and TOBIN (1982)¹⁾ が提唱した用語で、定位行動に化学物質が関与するすべての場合を包括している。何かと用語に混乱の起こりやすいこれらの現象を総称するには最適なことばのように思われる。地上を歩いている昆虫がにおいの発生源に向かうようすは、同じ地上生活者であるヒトがにおいを頼りに目的の場所にたどりつくありさまとよく似ている。ヒトは視覚的動物なので多少近眼になってもらって、街でにおいを頼りに食堂を捜してもらおう。学会で東京にやってきた御器武利氏は、夕食をとるためホテル

から出てくる。^① 初めての場所なのでまず通りに沿ってぶらぶらと歩いてみる。^② そのうちにうなぎのにおいがどこからともなく漂ってきたので歩きかたを変えて店を捜すことにする。^③ においは風に乗って流れてきたようだ。眼のよいヒトならばここで街並みを見わたすところだが、彼はにおいのする間は風上に向かって歩くことにする。^④ やがて食堂街に入ると風は弱まり香りだけがたよりになった。とにかくにおいのするあたりを行ったり来たりしながら、^⑤ ゆっくりと丹念に捜し回る。^⑥ 歩くにつれてにおいが強くなるならばそのまま進むが、においが薄くなったり、なくなったりすると方向転換する。^⑦ 何回かそれを繰り返すうちにうなぎ屋の近くまでやってきた。うなぎ屋では例によって扇風機で香りをばらまいているが、その強烈なにおいの帯の中に入った彼はそれに沿ってどうしてもジグザグに歩いてしまう、^⑧ となる。このあたりから人間ばなれしてくる。うなぎ屋の店先まで来ると上体を大きく左右に振ってみて、においのした側へと大きく一歩踏み出す。^⑨ そして両腕の先にまで伸びた二つの鼻で同時ににおいをかいでみて、強く感じた方向へ体を向ける、^⑩ に至っては人間技ではもう無理である。ヒトならば看板を見て店に入るところだが、ひょっとすると彼もうなぎのにおいを感じている間は看板の字が読めるのかもしれない。^⑪ そしてにおいの充満した店の中で、彼は安心して腰を下ろす。^⑫

第 1 表 化学定位の機構

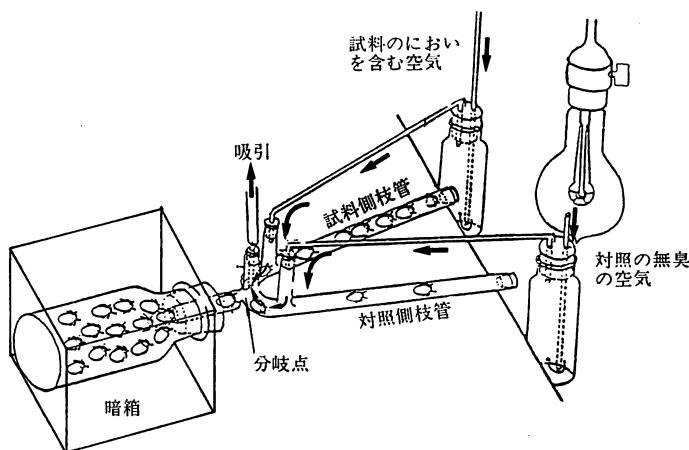
	本文中の例	定位機構など	和訳の試み
Orientation 定 位	② ③	ranging searching	散 策 探 策
Taxis タキシス (走性)	⑩ ⑨ ⑦ ④ ⑪ ⑤	chemo-tropotaxis transverse chemo-klinotaxis longitudinal chemo-klinotaxis odour modulated anemo-taxis odour conditioned visual orientation to object	化学転向走性 横断化学屈曲走性 縦断化学屈曲走性 化学誘導走風性 化学誘導視覚定位
Kinesis キネシス (動性, 無定位運動性)	①, ⑥, ⑫	chemo-klinokinesis chemo-orthokinesis	化学屈曲動性 化学直進動性
	⑧	counterturning behaviour	逆転回行動

Techniques in Insect Behavior Analysis (3). Chemo-orientation Behaviour and Its Assay Methods for Walking Insects. By Masayuki SAKUMA

ここで出てきた定位機構を第1表にまとめた。これはLOEB (1918)²⁾ に始まり KÜHN (1919)³⁾, FRAENKEL and GUNN (1940)⁴⁾ さらに KENNEDY (1977, 78)^{5,6)} によって次々と見直しを加えられてきた古典的な定位理論に基づいている。論文が出るたびに定位機構が一つずつ付け加えられてきた事情を反映してか、一見それぞれの機構は独立しているように見えるが、実際にはその中のいくつかが複合して機能するほうが自然なようだ。ここではその歴史を尊重して一応これらの用語を踏襲するが、何かと統一性に欠けているし変なことばも多い。最近の SCHÖNE (1980)⁷⁾ や BELL and TOBIN (1982)⁸⁾ に代表される流れでは、定位行動を情報の種類、情報の処理、内部情報に基づく自発的な動きのパターン、外部情報による誘導体系の四つに分けて、サイバネティクスの体系づけようとしている。

II 化学定位における歩行者と飛行者の違い

地上を歩く虫と空中に漂う虫では定位の機構もおのずから異なってくる。歩行者は脚を一步踏み出せばそのとおりに前進するので、ことさら自分の動きを確認する必要はないが、飛行者は流体の中に浮かんでいるので、景色の動きを視運動反応 (optomotor reaction) でとらえ、それと照らし合わせて自分の動きを知る。そのかわり風向については、飛行者ならば体の流されて行く方向を視覚的に調べればよいが、歩行者は「風見」を特別に用意する必要がある。それは触角や尾葉 (cercus) で、風でなびいて付け根にある感覚毛に触れ、自己受容的 (proprioceptive) に風向を機械受容する。そのため化学誘導走風性の機構は歩行者と飛行者の間でかなり違ったものになってくるはずである。また、歩行者は飛行者と同様に空气中を漂うにおいを嗅覚的に受容するが、そのほかに接触受容による化学刺激もその定位行動に役立っている可能性がある。飛行者にとっては地上に降りて歩行者とならない限りこれは難しい。歩行者の生活する2次元空間を1次元増やすだけで、飛行者に当てはめられる場合もなきにしもあらずだが、たとえ同じ昆虫であっても飛んでいるときと歩いているときの行動は、やはり分けて考えるべきであろう。



第1図 Y字管 olfactometer (McIndoo⁸⁾ より改変)

III 歩行昆虫の化学定位の測定法

1 olfactometer と転向走性

olfactometer とは、そもそも動物の嗅覚能力を調べるために犬やヒトの鼻の穴に、内面におい物質を塗っておいから突っ込んだガラス管のことを指していた。昆虫の化学定位を調べる装置をそう呼んだのは McINDOO (1926)⁸⁾ が最初である。その装置はY字管で、絶食させたコロラドハムシを歩かせて分岐点で方向を選ばせ、寄主植物のジャガイモのにおいのする枝管に定位するのを確認している (第1図)。虫は最初瓶の中に入れて暗箱がかぶせられる。この虫には正の走光性があり、電球をとんとんと管を通して分岐点まで出てくる。一方、おのにおいの枝管にはそれぞれ試料のにおいを含む空気と対照の空気が流されていて、分岐点の上方から排気されるので、その中央においの境界面が生まれる。虫はこの急なおいの濃度勾配の中で方向を定めていずれかの枝管を突き進み、最終的には走光性によって管の末端にくぎ付けとなる。さて、McIndoo はこの装置でどのような定位反応を調べようとしたのだろうか。試験装置はいわば作業仮説そのものであって、背後には一つの仮説がある。年代から推測すると、彼は LOEB²⁾ の tropism の影響を強く受けているようだ。LOEB は植物の屈曲性 (tropism) から発想を進め、動物の定位反応も同じように説明できると考えた。つまり体の左右にある受容器で刺激を同時にとらえて、その強弱の違いに応じて体の向きを変えるのである。それを調べるには左右の受容器に強さの違う刺激を同時に与えて、進行方向の変化と比べればよい。昆虫を化学的に刺激して、化学転向走性を調べるのならば、左右の触角を濃度の異なったにおいの中

に別々に置き、進路の変化を見ればよい。McINDOO の装置はその目的のためには実によく考えられている。コロラドハムシの体長は 10~12 mm, 幅はその半分程度だが、分岐点に入る直前で管の内径を 6 mm に絞っているので 1 頭の虫がやっと通れる程度であろう。そのためににおいの境界面への導入姿勢を一定にそろえることができるし、他個体の干渉も防ぐことができる。またいったん枝管を進み出した虫は光でトラップされ二度と戻ってこないで、おのおのの枝管の個体数の比は、分岐点での選好性そのものを反映している。しかしこの装置はコロラドハムシのために特にデザインされているので、ほかのどの昆虫にもそのまま使えるわけではない。一度この Y 字管でチャバネゴキブリの定位反応を調べようとしたことがある。結果はさんざんで「器用な」ゴキブリはガラス管の天井までも自由に歩き回り、結局分岐点にゴキブリ団子ができあがってしまった。話を戻して、この装置は本当に化学転向走性を検出できたのだろうか。コロラドハムシの触角は 4 mm 程度で体長の割りには短く棒状で左右に大きく開いている。頭部の関節の自由もあまりききそうにない。そこで導入管を絞って縦長の虫を左右に身動きできなくすれば、左右の触角はおのおのにおいつけられた領域と対照の領域に同時に突き出すかもしれない。このあたりの事情は実験者にしかわからないが、もしそうならば彼が想定した化学転向走性もおそらく観測されたであろう。だがこれでは必要条件を満たしているにすぎない。刺激の同時比較を前提とする化学転向走性だけを使って昆虫が定位するのならば 1 本の触角だけではそれが不可能となるはずである。しかし、彼はその実験を行わなかった。のちにさまざまな昆虫について行われたこの種の実験では、触角を片方切除した個体も無処理の個体とほとんど変わりなく化学定位を行うことが明らかにされている。ではその隠されたメカニズムとは何なのであろうか。

2 横断屈曲走性（横方向に刺激を比べる屈曲走性）

昆虫学や行動学の教科書を開くと、走性の章に必ずといってよいほどハエの幼虫の光に対する屈曲走性 (klinotaxis) が載っている⁴⁾。うじは頭部を左右に振りながら前進するが、進路の右側から光を当てると大きく左に首を振り、その結果左側に転回して負の走光性を示す。このときうじは進路に並行した左右の線上で交互に光の強さを測定して、それらを比較した結果転回する角度を決めていると考えられる。この定位反応では刺激の強さを記憶していなければ次のサンプルと比較できない。しかもサンプリングは交互の首振りと連動しているので、かなり高度な中枢神経での統合が行われているはずだ。

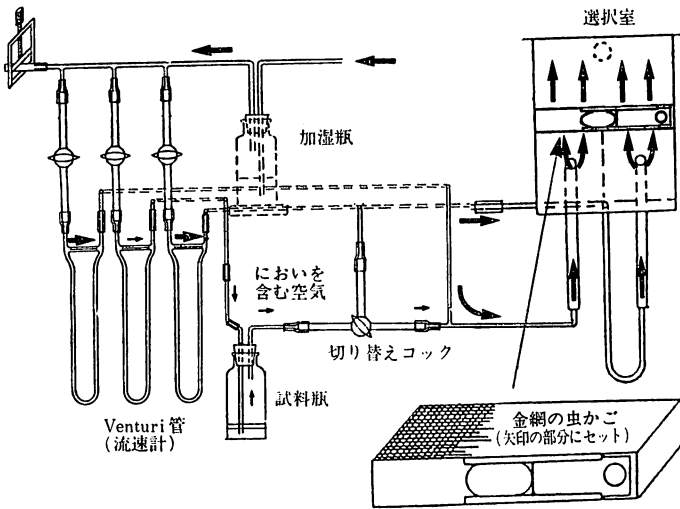
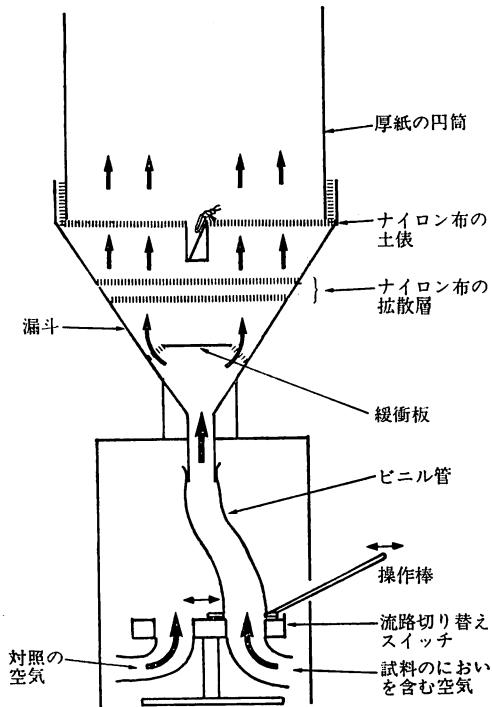
サンプリングの方向が横方向なので横断屈曲走性としてあとで出てくる縦断屈曲走性とは区別しているが、ともに刺激の経時変化に対する反応なので本質的には変わらない⁴⁾。さてもうお気づきのことと思うが、触角を片方だけにしたときにはこの横断屈曲走性の化学刺激版がにおいの濃度こう配の中で解発されていたのである。触角を切除された虫は、残された 1 本を大きく左右に振りながらにおいの強さを経時的に比較して、好ましいにおいのする側へと進む。このあたりの事情はミツバチの触角にいろいろと手を加えて、McINDOO と同じように Y 字管の中を歩かせた、MARTIN (1964)⁹⁾ の実験に詳しい。その中では末端に濃度の異なるにおい物質のパラフィン溶液を入れたガラス管を触角にかぶせてそのまま額に固定しておいて、脚でコルク球を回転させて最低 2.5:1 の濃度比を検出できることを証明している。つまり化学転向走性も横断化学屈曲走性もともに働いているのである。

3 道しるべ物質

転向走性にしても横断屈曲走性にしても、においの濃度こう配の急な、発生源のごく近くでの反応である。そのためにこれらの反応は遠距離を誘導する何かほかの定位反応と組み合わせられていることが多い。しかしその一方で、これらの反応だけを使って遠距離の誘導が行われている場合もある。道しるべ物質がそれに当たる。アリは比較的揮発性のあるフェロモンを地表に滴下して「においの道」を作りながら巣に戻り、巣のアリはこれらの定位反応を使って道幅を確認しながら餌場へとたどる。一般にガラス板などの上に化合物を塗りつけて道を作り、虫がそれをたどるか否かで反応を測定している。しかし「道」の確認は嗅覚のほか接触受容により行われている可能性もあり、これら二つが判然と区別できるようにするべきであろう。いずれにしても、歩行者だけに許された定位反応である。

4 選択室：動性と縦断屈曲走性（進行方向に沿って刺激を比べる屈曲走性）の測定法

試験容器の床を中央で仕切って、一方ににおいを漂わせ他方を対照として虫を放って自由に歩かせ、一定時間後の化学定位のようすを虫のいる側から調べる方法は、選択室 (choice chamber, alternative chamber) と呼ばれている^{4), 9)}。古くからさまざまなタイプが使われてきたが、通気したほうがにおいの境界が明確になるので、床を金網にして垂直方向に風を送りその半分をにおいつける装置が一般的なようだ(第 2 図)¹⁰⁾。この装置で選好性の試験をするとき経過時間によってかなり結果が変わってくる。というのも虫は広場を自由に歩き回るので、

第2図 選択室 (CHAMBERLAIN¹⁰⁾ より改変)第3図 においを経時的に一樣に変化させる装置 (HAVUKKALA¹¹⁾ より改変)

境界面で働く化学走性のほかに本来方向性を持たないはずの化学動性の影響も現れてくるからである。動性の効果は一定距離進むうちに何回曲がるかで決まってくる。においづけた領域で距離当たりの転回頻度が相対的に

高くなるならば、時間を追うにつれて試料区に虫のいる確率が高くなる。ところが動性は時間当たりの転回頻度の増減 (klinokinesis)*と移動速度の増減 (orthokinesis) に分けて考えられているので、この両者をかけ合わせた効果が実際の定位反応となって現れてくる。この装置はにおいについて空間的に分けられているので、前に触れた転向走性や横断屈曲走性の影響も受けるだろう。それに加えて進路に沿った刺激の変化に応じた縦断屈曲走性も無視できない。試料区を歩いていた虫が突然対照区に踏み込んだとき、虫にしてみれば急ににおいがなくなる、つまり時間的に刺激が変化しているように感じる。そのときにもしも進路を 180° 曲げる反応が備わっていればまた

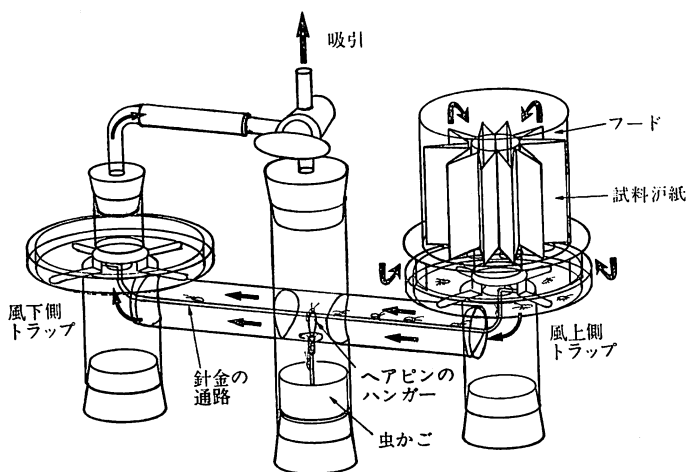
試料区に引き返すことができる。曲がる角度は 180° のときにもっとも効果的だが、何度であってもかまわない。選択室の中では虫の分布はこれらの反応の動的平衡状態を表しているが、虫の生理的条件も変化するのでやがては停止することが多い。複数の虫で同時に試験を行うと、しばしば集合して停止するので一見安定した結果が得られているように見えるが、試験中の化学刺激よりも個体間の相互作用のほうがはるかに上回ってしまい、何を見ているのかわからなくなる場合もあるので注意が必要である。

さて、これらの反応を個別に調べるには、選択室のように空間的ににおい分布が変化している装置よりも、KENNEDY⁶⁾ の提唱するように、全体を均一ににおいづけして時間的に濃度を切り替えたほうがはるかに単純な系となり、各要素の識別が容易になる。具体的には第3図¹¹⁾のような簡単な装置となり、虫の動きを映画やビデオに撮って、転回角、転回頻度、歩行速度のそれぞれの変化を調べて統計処理する。まだ新しい試みなので報告の数は少ないが、合理的な方法と思われる。

5 化学誘導走風性

発生源から遠く離れた場所では、においは拡散してほぼ均一な濃度になっているだろう。もう少し近づいて乱流の影響でにおいの塊がときどき「ふっ」と通り過ぎるようになって、においの濃度分布だけから発生源を

* klinokinesis を転回角度のばらつきの変化と考える説もあるが (HAVUKKALA), その場合 klinotaxis は転回角の平均自体が変化することで両者を区別している。

第4図 線型通路つき olfactometer¹²⁾

見つけ出す（化学走性）のは困難である。においては空気を媒体として運ばれてくる。したがってにおいの発生源は必ず風上に位置する。もしもにおいを感じたときにだけ風上に向かって歩き、感じなくなったときにもう一度においをとらえる努力をするならば、やがては発生源の近くにたどりついて別の定位反応を動員できるだろう。歩行虫の多くは触角を風になびかせて風向を知る。つまり触角は化学受容器であると同時に風向検出器でもある。彼らがただ地上を歩くだけでも、その速度の風を前方から相対的に受けていることを考えると、かなり複雑な情報処理が行われている可能性がある。この反応を測定するには、風を水平に流しておいて風向と直角に虫を導入して、風をにおいづけした場合としない場合の風上への選好性を比較すればよい（第4図）¹²⁾。また虫を巨大な球の上に置き、その動きを光電管で検知しながら球の回転をサーボ制御して補償する高度な装置もある¹³⁾。虫はいわば無限の広さの平面の上を自由に歩き回り、その結果は記録計やコンピューターに出力される。水平に風を送れば走風性によるスケールの大きな動きを測定できる。歩行虫は立体的に複雑に入り組んだ地表や植生の中で生活しているので、乱れてはいるが比較的緩やかな風の検出に適応しているようだ。私の調べたところでは、チャバネゴキブリの幼虫はその集合フェロモンでにおいづけした、たった1 cm/秒の風に反応して風上に定位している¹²⁾。ちなみにわれわれが肌で感じる風速は1.6 m/秒と2桁ほどの違いがある。歩行昆虫の化学誘導走風性を調べるときには、あらかじめ風速と反応との関係を調べておいて、不自然な刺激を与えないように配慮するべきであろう。

IV 化学者のためのバイオアッセイ法

定位反応が化学物質で解発されることが明らかとなれば、その化合物を同定してみようという興味も生まれてくる。そこで化学者にしてみれば定位行動を定量的に評価できるバイオアッセイ法が欲しくなる。歩行昆虫の定位行動では、歩く方向や速度、転回角、転回頻度の変化が反応なのだから、その変化自体を解析してパラメーターを設定し、化合物の濃度に応じた標準曲線を得るか、試験装置のデザインをくふうしたりデータ処理の段階で大きく二分したりして、虫の数で表

される二者択一の結果を得るかのいずれかが必要となってくる。今までのところあとの方法が主として使われているが、今後動性などの定量的解析が試みられるにつれて前者も使われるようになるだろう。一方、例えば道しるべフェロモンのアッセイのように、特徴的な一組の定位行動の有無で求めることもある。この場合には結果をそのままプロビット変換して回帰すれば ED_{50} 値が一応求められるが、さまざまな要素を含んだ結果なので本質的な行動活性の解釈には慎重さが必要である。

さて、二者択一の結果が得られたとする。差の有無の検定だけならば χ^2 検定によって確認すれば事足りるが、これでは定量的なパラメーターとはなりえない。そこでまず適切な補正をほどこして、0~100% にわたる反応率を求める必要がある。単純な二者択一系の場合ならば、対照区と同数の無反応の虫が試料区にも紛れ込んでいると期待されるので $(\text{試料区} - \text{対照区}) / (\text{試料区} + \text{対照区})$ が真の反応率となる。これをプロビット変換して ED_{50} を求めることで効果を定量化できる¹²⁾。ここで実用的な信頼限界を得るためには、供試虫数は最低100頭欲しいところだ。また刺激の強さの対数と感覚の強さが比例関係にあるとする WEBER-FECHNER の法則が反応の上で成り立っていることも必須である。定位反応には微妙な面が多く、刺激の高まりとともに逆の反応が起こる場合もしばしば見受けられる。臨機応変な判断が求められる。

おわりに

二者択一の系であっても個々の定位反応が区別されている保証はない。例えば選択室はほとんどありとあらゆる

る定位反応を含んでいるし、McINDOO の Y 字管でも転向走性と横断屈曲走性を区別できない。「反応を分けて調べて何の意味がある。結局集まれば(忌避すれば)いいではないか。」という声も当然出てくるだろう。実際、今まで数多くのフェロモンを含む誘引物質が細かいことには頓着せずにさまざまなバイオアッセイを使いながら精製・同定されてきた。極端な場合には定位行動とは直接かわりない、例えば翅を振るわせる反応を見ながら単離した化合物で野外での誘引をいきなり調べたりしている。それでも「効く」場合は確かにある。しかしこれでは必要十分とは言えない。においのやっと思くようなかなたから pin point の発生源まで、昆虫の中にはわれわれが目隠しをしてうなぎ屋を捜し出すような至難の技を巧みにやってのけるものがある。そしてその実体は、さまざまな定位反応のサブルーチンが同時に、あるいは順を追って組み合わされた複雑で長大なプログラムである。化学物質の役割は重要ではあるが、いわば条件文の中の 1 行にしかすぎない。当然のことながら、まず最初に何を調べたいのか明確にするべきであろう。そのためには野外観察などで化学定位の全体像がわかっていなければならない。少なくとも近距離の反応と遠距離の反応のうち、いずれを調べようとするのかはっきりしておく必要がある⁶⁾。そしてそれに応じた行動試験をデザインして、その限界を承知のうえで目的の行動を測定する。

問題が生じてきたならばそのつどさらに定位反応を弁別できる測定法を作っければよい。

引用文献

- 1) BELL, W. J. and T. R. TOBIN (1982) : Biol. Rev. Cambr. Phil. Soc. 57 : 219~260.
- 2) LOEB, J. (1918) : Forced movements, tropism and animal conduct, Lippincott, Philadelphia. Dover Publication, New York.
- 3) KÜHN, A. (1919) : Die Orientierung der Tierre im Raum, J. Fisher, Jena.
- 4) FRAENKEL, G. S. and D. L. GUNN (1940) : The orientation of animals, Oxford Univ. Press, Revised ed. (1961) Dover Publication, New York or Peter Smith.
- 5) KENNEDY, J. S. (1977) : Chemical Control of Insect Behaviour, (eds. H. H. SHOREY and J. J. MCKELVEY, Jr.), Wiley-Interscience, New York, pp. 76~91, 215~229.
- 6) ——— (1978) : Physiol. Entomol. 3 : 91~98.
- 7) SCHÖNE, H. (1980) : Orientierung im Raum, Formen und Mechanismen der Lenkung des Verhaltens im Raum bei Tier und Mensch, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart. Translated into English by C. STRAUSFELD (1984), Princeton Univ. Press, Princeton, N. J.
- 8) McINDOO, N. E. (1926) : J. Econ. Entomol. 19 : 545~571.
- 9) MARTIN, H. (1964) : Z. vgl. Physiol. 48 : 481~533.
- 10) CHAMBERLAIN, W. F. (1956) : J. Econ. Entomol. 49 : 659~663.
- 11) HAVUKKALA, I. (1980) : Physiol. Entomol. 5 : 133~140.
- 12) SAKUMA, M. and H. FUKAMI : in preparation.
- 13) KRAMER, E. (1976) : Physiol. Entomol. 1 : 27~37.

本会発行図書

農薬用語辞典 (改訂版)

日本農薬学会 監修

「農薬用語辞典」(改訂版)編集委員会 編

B 6 判 112 ページ 1,400 円 送料 200 円

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

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

新し く 登 録 さ れ た 農 薬 (60.1.1~1.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名〔登録年月日〕、登録番号〔登録業者（会社）名〕、対象作物：対象病虫害：使用時期及び回数などの順。ただし除草剤については、適用雑草：使用方法を記載。（…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。）（登録番号 15905~15918 まで計 14 件）

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

『殺虫剤』

BPMC 粉剤

BPMC 2.0%

バッサ粉剤 2DL (60. 1. 7)

15906 (中外製薬)

稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類：7 日 5 回

メタアルデヒド粒剤

メタアルデヒド 3.5%

プロケスト (60. 1. 31)

15912 (ロバートインターナショナル)

蘭 (温室栽培)：ナメクジ類・カタツムリ類：成虫発生時

エチオフェンカルブ粒剤

エチオフェンカルブ 2.0%

アリルメート粒剤 2 (60. 1. 31)

15917 (日本特殊農薬製造)

きく：アブラムシ類

エチオフェンカルブ水和剤

エチオフェンカルブ 30.0%

アリルメート水和剤 (60. 1. 31)

15918 (日本特殊農薬製造)

りんご・なし：アブラムシ類：21 日 5 回、もも：アブラムシ類：30 日 4 回

『殺虫殺菌剤』

BPMC・トリシクラゾール・メプロニル粉剤

BPMC 2.0%，トリシクラゾール 1.0%，メプロニル 3.0%

ビームバンタックバッサ粉剤 DL (60. 1. 31)

15910 (クミアイ化学工業)

稲：いもち病・紋枯病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：21 日 3 回

BPMC・イプロジオン・フサライド粉剤

BPMC 3.0%，イプロジオン 2.0%，フサライド 2.5%

ラブロバッサ粉剤 DL (60. 1. 31)

15913 (ローヌ・ブーランジャパン)，15914 (武田薬品

工業)，15915 (日産化学工業)，15916 (呉羽化学工業)

稲：ウンカ類・ツマグロヨコバイ・いもち病・穂枯れ

(ごま葉枯病菌)：21 日 3 回

『除草剤』

トリフルラリン・プロメトリン乳剤

トリフルラリン 14.0%，プロメトリン 6.0%

コワーク乳剤 (60. 1. 31)

15909 (塩野義製薬)

だいず・小麦・にんじん：畑地一年生雑草：播種後 1

回，すぎ・ひのき (床替床)：畑地一年生雑草

CAT・アトラジン水和剤

CAT 40.0%，アトラジン 15.0%

ローンクリーナー 55 (60. 1. 31)

15911 (中外製薬)

日本芝：一年生雑草・多年生広葉雑草

『植物成長調整剤』

ウニコナゾール液剤〔S-07〕

ウニコナゾール 0.050%

スミセブン液剤 (60. 1. 7)

15907 (住友化学工業)，15908 (山本農薬)

きく (ポットマム)・ポインセチア：節間の伸長抑制 (矮

化)：摘芯 10 日後頃，つつじ・しゃくなげ (鉢栽

培)：節間の伸長抑制 (矮化) 及び着蕾数増加

『誘引剤』

フィシルア剤

フィシルア 1.0 mg/個

ガトリホイホイ-T (60. 1. 7)

15905 (アース製薬)

貯蔵庫等：貯蔵タバコ・乾燥果物その他貯蔵食糧品：チ

ャマダラメイガ雄成虫誘引

中央だより

—農林水産省—

○昭和 60 年度植物防疫関係予算について

昭和 60 年度予算案は、12 月 24 日大蔵省からの第一

次内示が行われ、きびしい財政事情の中での復活折衝を経て、同 29 日政府原案が決定された。

60 年度の植物防疫関係予算は、81 億 67 百万円で、前年対比 2 億 12 百万円 (2.7%) 増となった。

昭和 60 年度植物防疫関係予算要求一覧表

区 分	前 年 度 予 算 額	60 年 度 要 求 額	区 分	前 年 度 予 算 額	60 年 度 要 求 額
(組織) 農林水産本省	千円 2,639,420	千円 2,558,749	(4)効率的防除促進対策事業費	千円 58,338	千円 62,909
(項) 農林水産本省	6,441	6,418	(15)くん蒸用農薬安全適正使用推進事業費	9,980	0
植物防疫事務費	3,512	3,491	2. 奄美群島等特殊病害虫特別防除事業費	342,525	394,013
農薬園芸対策特別事務処理費	2,151	2,151	3. 特殊病害虫緊急防除事業費	35,000	35,000
農薬資材審議会農薬部会費	778	776	4. 農薬慢性毒性試験事業費	161,365	156,850
(項) 農薬振興費	2,632,979	2,552,331	※ 5. 職員設置費	828,614	0
植物防疫対策事務費	17,028	19,096	6. 指定病害虫発生予察事業費	90,634	0
(目) 植物防疫事業交付金	0	1,104,500	7. 病害虫防除所費	78,218	0
(目) 農薬振興事業推進費補助金	2,606,372	1,419,522	8. 病害虫防除員活動手当	139,136	0
(目細) 植物防疫対策費補助金	2,606,372	1,419,522	(目) 農薬振興対策調査等委託費	9,579	9,213
1. 植物防疫総合推進事業費	930,880	833,659	(目細) 農作業安全推進等委託費	9,579	9,213
(1)推定外病害虫発生予察事業費	59,600	53,788	1. 永年使用除草剤総合安全性確認調査技術確立委託費	4,495	4,383
①普通作物病害虫発生予察費	9,916	8,949	2. 農薬散布作業者安全性調査技術確立委託費	0	4,830
②果樹等作物病害虫発生予察費	15,972	14,414	3. 農薬散布作業適正装備選定試験委託費	5,084	0
③野菜病害虫発生予察費	33,712	30,425	(組織) 農林水産技術会議	45,223	65,669
(2)病害虫診断技術調査等特別事業費	88,586	82,620	(項) 農林水産業技術振興費	45,223	65,669
①能率向上機器等整備費	17,040	13,631	(目) 農林水産試験研究費補助金	45,223	65,669
②農薬耐性菌検定費	14,720	13,285	新農薬開発のための細胞培養等共通基盤技術開発費	45,223	65,669
③ウイルス病診断対策費	25,526	24,392	(組織) 沖縄開発庁	1,139,674	1,230,785
④防除適期決定ほ設置運営費	27,008	24,375	(項) 沖縄農業振興費	1,139,674	1,230,785
⑤特殊調査費	4,292	6,937	(目) 職員旅費	129	129
(3)農薬安全指導等特別対策事業費	28,055	25,320	(目) 特殊病害虫特別防除費補助金	1,139,545	1,230,656
(4)土壌くん蒸安全推進緊急特別対策事業費	0	50,013	(組織) 農林水産本省検査指導機関	4,131,192	4,312,078
(5)難防除病害虫特別対策事業費	44,421	53,079	(項) 農林水産本省検査指導所	4,131,192	4,312,078
(6)病害虫防除総合対策事業費	96,564	0	農薬検査所	439,933	468,239
(7)イネミズウムシ特別防除事業費	287,425	273,054	植物防疫所	3,691,259	3,843,839
(8)農薬安全使用技術向上対策事業費	84,327	81,351	(組織) 地方農政局	178	178
(9)温州みかん対米輸出地域拡大特別対策事業費	9,657	5,558	(項) 地方農政局	178	178
(10)さとうきび病害虫総合防除対策事業費	49,545	28,527	植物防疫事務費	178	178
(11)農林水産航空安全対策推進事業費	11,279	10,179	総 計	7,955,687	8,167,459
(12)農林水産航空総合対策事業費	103,103	98,279			
(13)植物検疫くん蒸剤安全使用緊急対策事業費	0	8,982			

※ (目) 植物防疫事業交付金へ

協 会 だ よ り

○ウイルス検定用抗血清の配布ならびに 60 年度作製予定抗血清について

本会では、農林水産省の「ウイルス病診断・対策事業の一環として、これまでに第1表のごとく 18 種類の植物ウイルス検定用の抗血清を作製し、現在配布中です。なお、引き続き本年4月より、第2表に示す6種類の抗血清の配布を予定しています。

また、60 年度も 4~5 種類（第3表）の抗血清作製を

計画中です。

すでに作製した抗血清の配布を希望されるかた、あるいはこれから配布、作製する抗血清その他についてのお問い合わせは、(社)日本植物防疫協会研究所ウイルス研究室、〒300-12 茨城県稲敷郡牛久町結束 535 番地 電話番号 (0298) 72-5172 にお願ひいたします。

また、同ウイルス研究室では、農作物、花卉類などのウイルス検査、同定の仕事も行っており、受託検体数に限りがありますが、実費にてご相談に応じています。ご希望等がありましたらご連絡下さい。

第1表 配布中の抗血清

抗 血 清 の 種 類	旧配布実費 ^{a)} (円/ml)	血 清 試 験 法
温州萎縮ウイルス (SDV)	30,000	エ ラ イ ザ 法
カンキツモザイクウイルス (CiMV)	〃	〃
カンキツトリステザウイルス (CiTV)	〃	〃
イネ縞葉枯ウイルス (RSV)	20,000	赤血球凝集反応法 ^{b)}
イネ萎縮ウイルス (RDV)	〃	ラテックス凝集反応法
普通系タバコモザイクウイルス (TMV-OM)	5,000	〃
トマト系 (TMV-L)	〃	微量沈降反応法, その他
トウガラシ系 (TMV-P)	〃	〃
キュウリ系キュウリ緑斑モザイクウイルス (CGMMV-C)	〃	〃
スイカ系 (CGMMV-W)	〃	〃
普通系キュウリモザイクウイルス (CMV-O)	〃	〃
ダイズモザイクウイルス (SoMV)	〃	〃
ダイズワイ化ウイルス (SoDV)	30,000	エ ラ イ ザ 法
ジャガイモXウイルス (PVX)	5,000	微量沈降反応法, その他
カブモザイクウイルス (TuMV)	〃	〃
カボチャモザイクウイルス (WMV-Z)	〃	〃
ズッキーニイエローモザイクウイルス (ZYMV)	〃	〃
ブドウファンリーフウイルス (GFV)	30,000	エ ラ イ ザ 法

^{a)} 配布実費については多少の変更あり。

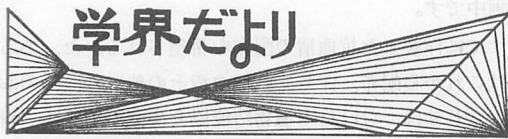
^{b)} 夏期 (5~9月) に輸送中の溶血, 変性の可能性あり, ラテックス凝集反応法では心配がない。

第2表 配布予定抗血清 (60 年 4 月より)

抗 血 清 の 種 類	配布実費	血 清 試 験 法
オオムギ縞萎縮ウイルス (BaYMV)	未 定	エ ラ イ ザ 法
えそ系インゲン黄斑モザイクウイルス (BYMV-N)	〃	微量沈降反応法
モザイク系 (BYMV-B)	〃	〃
ビートえそ性葉脈黄化ウイルス (BNYVV)	〃	エ ラ イ ザ 法
リンゴステムグルーピングウイルス (ASGV)	〃	〃
リンゴクロロティックリーフスポットウイルス (ACLSV)	〃	〃

第3表 昭和 60 年度作製予定抗血清

抗 血 清 の 種 類	配布予定時期	血 清 試 験 法
カリフラワーモザイクウイルス (CaMV)	60年 6 月	微量沈降反応法, その他
チューリップブレッキングウイルス (TBV)	〃 11 月	ラテックス凝集反応法
シンビジウムモザイクウイルス (CyMV)	61年 2 月	〃
オドントグロッサムリングスポットウイルス (ORSV)	〃 3 月	〃



○日本応用動物昆虫学会会長の交代

昭和 60 年 1 月 1 日付けで日本応用動物昆虫学会の会長が湯島 健氏 (農林水産省九州農業試験場) より松本 義明氏 (東京大学農学部) に交代いたしました。

協会だより

○第 22 回植物防疫研修会を開催す

全国農業協同組合組合員および農業工業会会員会社の従業員を対象にし、1 月 16~25 日の 10 日間、東京都渋谷区のオリンピック記念青少年総合センターで開催した。受講者 74 名が全課程を修了し、それぞれに修了証書が授与された。

第 22 回までの研修修了者数は、1,481 名である。

○人事異動

(2 月 1 日) 嘱託・研究所 (東北駐在) 越水幸男 (農林水産省東北農業試験場環境部長)

中央だより

—農林水産省—

○小笠原諸島においてミカンコミバエを根絶

—「植物防疫法施行規則」を一部改正—

小笠原諸島 (10.614 km²) におけるミカンコミバエは、大正末サイパン島から父島に侵入したといわれており、同諸島の果樹等に大きな被害を与えるとともに、寄主植物の本土等への移動が規制されていたが、昭和 50 年 12 月から父島、母島、伊島の 3 列島において雄誘殺法と不妊虫放飼法の併用により行われていた根絶防除が成功し、このほど根絶が確認された。

このため、農林水産省は 1 月 24 日公聴会を開催、2 月 13 日植物防疫法施行規則を改正 (2 月 15 日施行) し、ミカンコミバエにかかわる移動規制を解除した。

根絶防除事業には、昭和 50 年以来昨年までに 14 億 4 千万円 (直接経費) の国費、都費が費やされた。

なお、わが国におけるミカンコミバエは、これまでに奄美群島全域 (55 年)、沖縄群島 (57 年)、宮古群島 (59 年) において根絶が確認されており、小笠原諸島の根絶により八重山群島を残すのみとなった。

人事消息

(1 月 21 日付け)

富澤長次郎氏 (派遣職員—ジャマイカー) は農業環境技術研究所資材動態部主任研究官に

(2 月 1 日付け)

谷内 純子氏 (果樹試盛岡支場病害研) は退職

(2 月 15 日付け)

永井 政雄氏 (中国農試畑地利用部長) は退職

(2 月 16 日付け)

向居 彰夫氏 (農林水産技術会議事務局研究管理官) は農業研究センター総合研究官に

西山 保直氏 (果樹試口之津支場長) は果樹試験場企画連絡室長に

市島 紀郎氏 (同上試企画連絡室企画科長) は同上場口

之津支場長に

小野 敏忠氏 (中国農試企画連絡室長) は同場畑地利用部長に

宮崎大学農学部は、移転に伴い住所、電話番号が変更した。

移転先 〒889-21 宮崎市大字熊野 7710
電話 0985-58-1116

石田栄一氏 (財団法人報農会常務理事、元神戸植物防疫所長) は、昭和 60 年 2 月 5 日肺ガンのため逝去されました。享年 69 才。謹んで御冥福をお祈りいたします。

植物防疫

第 39 巻 昭和 60 年 2 月 25 日印刷
第 3 号 昭和 60 年 3 月 1 日発行

定価 500 円 送料 50 円 1 年 6,100 円
(送料共概算)

昭和 60 年

3 月号

(毎月 1 回 1 日発行)

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 遠藤 武雄

印刷所 株式会社 双文社印刷所
東京都板橋区熊野町 13-11

—発行所—

東京都豊島区駒込 1 丁目 49 番 11 号 郵便番号 170

社団法人 日本植物防疫協会

電話 東京 (03) 944-1561~6 番

振替 東京 1-177867 番

—禁 転 載—

果樹・野菜の広範囲の病害防除に

トップジンM 水和剤

灰色かび病・菌核病の防除に

日曹ロニラン 水和剤

きゅうり・しゅんぎくのべと病防除に

アリエッティ 水和剤

ぶどうのべと病防除に

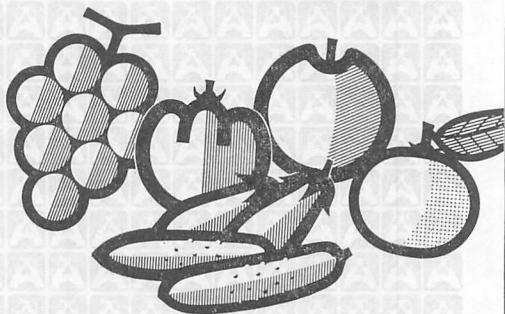
日曹アリエッティC 水和剤

畑作のイネ科雑草除草に

クサガード 水溶剤

増収を約束する

日曹の農薬



果樹・野菜の害虫防除に

ホスピット75 乳剤

なす・茶・果樹・花のハダニ類防除に

日曹トルピラン 乳剤



日本曹達株式会社

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



健苗づくりにエース登場!!

効きめひときわ

ムレ苗、苗立枯病を防いで健苗をつくる

タチガレエース
粉剤

- 播種前の処理で長期間にわたりムレ苗の発生を的確に防止し、苗立枯病防除、根の生育促進など健苗づくりの作業が1剤で同時にできます。
 - 苗素質の向上により、環境の変化に強く、植え痛みや欠株などを起さない丈夫な苗マツがができます。
 - 床土の種類や土壌 pH に影響されにくく、他の肥料や農薬と同時・近接処理ができます。
- ★ 育苗後期のタチガレ液剤の追加かん注は、健苗育成、移植時の発根、活着促進効果を一層高めます。



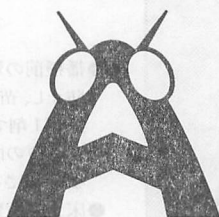
三共株式会社 北海三共株式会社
九州三共株式会社



新殺虫剤

アプロード®

アプロードは、日本農薬株式会社の独創的な発想によって生れた
新しい化学構造とユニークな作用をもつ、新殺虫剤です。
極めて高い殺虫選択性と残効性を有し、害虫防除体系と散布回数の
軽減・省力へと一新させる——時代のニーズに応えた薬剤です。



アプロードのシンボルマークです。

®「アプロード」「APPLAUD」は、日本農薬の登録商標で、英語で「賞賛する。拍手喝采する。」を意味します。

日本農薬株式会社
〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル

—連作障害を抑え健康な土壌をつくる!—

花・タバコ・桑の土壌消毒剤

® **パスアミド**

微粒剤

- ❖いやな刺激臭がなく、民家の近くでも安心して使えます。
- ❖広範囲の土壌病害、線虫に高い効果があります。
- 安全性が確認された使い易い殺虫剤

マリックス

乳剤
水和剤

- ボルドーの幅広い効果に安全性がプラスされた有機銅殺菌剤

キノンドー

® 水和剤80
水和剤40

- ❖作物の初期生育が旺盛になります。
- ❖粒剤なので簡単に散布できます。

- ボルドー液に混用できるダニ剤

ブデン

®
乳剤

- 澄んだ水が太陽の光をまねく/
水田の中期除草剤

モゲブロン

®
粒剤



アグロ・カネショウ株式会社
(旧社名：兼商株式会社)

東京都千代田区丸の内2-4-1

植物病学概論

京都大学教授・農博 山本昌木 著

植物の病気を感受体(植物)と病原体との相互関係としてとらえ、植物病学を病理学と治病学とにわけて、その歴史的発達と最近の研究成果を織りまぜながら平易に解説した。

【主要項目】植物病理学(病気の分類・植物の生理的過程と病気・病原体と寄生者・非伝染性病原・病原体各論・感受体、病原体相互関係・毒素、生理活性物質・植物の病気と環境他)／植物治病学(植物治病学の4原則・病害による作物の被害・病害による経済的損失の評価・病原菌胞子の分散・病原体の分布・防止法・撲滅法・保護法・免疫抵抗法他)。

A 5判・248頁・定価3800円(〒300)

植物生理学入門

教師のための
平易な解説

小林萬壽男著

A 5・270頁・2500円

生長生理・運動生理・生殖生理などに重点を置き、研究者の労苦・創意も紹介しながら記述。

ヘス植物生理学

代謝と分化の
分子生物学

D.ヘス著／山田・畑中訳 A 5・354頁・4000円

植物生理学を物質代謝と分化発生の生理学に二分し、分子生物学の成果を基調にして詳述。

植物の成長と発育

基礎生物学シリーズ7

賀来章輔・倉石 晉著 A 5・154頁・1400円

高等植物が持つ特性と問題点を中心にして述。

菌類研究法

青島・椿・三浦編

B 5・452頁・15000円

分野ごとに独自に発展してきた菌類研究法を、採集から大量培養に至るまで一貫して集大成。



112 東京都文京区小日向4-6-19 共立出版 電話03(947)2511／振替東京1-57035



●稲もんがれ病
・園芸・畑作雑草防除病害に

バシタック®
粉剤DL、粉剤、水和剤75、ゾル

●浸透持続型いもち防除剤

ビーム・ビームジン
粉剤DL、粉剤、水和剤、粉剤DL、粉剤、ゾル、粒剤

●田植の次は、
さあ、水田初期除草剤

クミアイ **ソルネット** 粒剤

●確かな一発、初期一発処理水田除草剤

クミアイ **ワサホープ®** 粒剤

作物に合わせて 解決する。

使用場面には難問が沢山、
ひとつ、ひとつ作物場面に
合わせて解決するのがベストです。



農協・経済連・全農

●初期一発でも
体系使用でも幅広く使える

グラノック® 粒剤
水田除草剤

●稲に安全
一発処理剤のホープ

シルベノン® 粒剤
水田除草剤

安全性・経済性・高い信頼

●中期水田除草剤 **クミリード®SM** 粒剤
サターンS 粒剤

●初期水田除草剤 **サターンM** 粒剤



自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社

本社 東京都台東区池之端1-4-26 千110 91

初期害虫も同時に防除！

育苗箱専用イネミズゾウムシ新強力防除剤

アドバンテージ®
粒剤



®: アドバンテージは米国
FMC社の登録商標です。

特長

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

アドバンテージ粒剤は

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

販売元

日産化学

原体供給元

FMC
FMC コーポレーション