

植物防疫

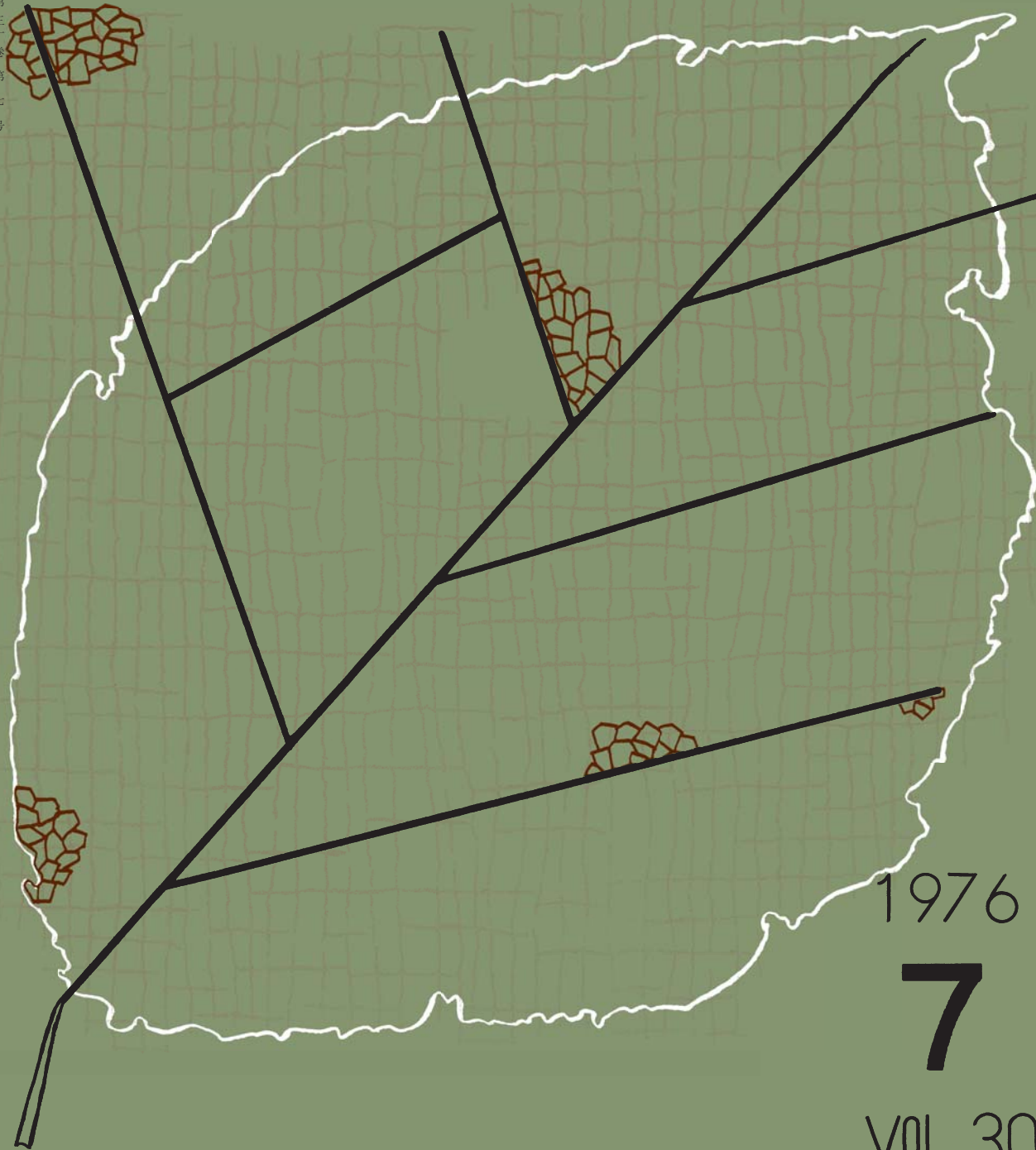
昭和五十四年七月二十五日
昭和五十二年七月二十五日
昭和五十二年七月二十五日
昭和五十二年七月二十五日
昭和五十二年七月二十五日
昭和五十二年七月二十五日
昭和五十二年七月二十五日



1976

7

VOL 30



DM-9は小形の大農機

うまい米づくりの近道はDMによる
適期・適確な本田管理です。

DM-9は…

防除はもちろんおまかせください。

防除マスクがついています。

除草剤が散布できます。

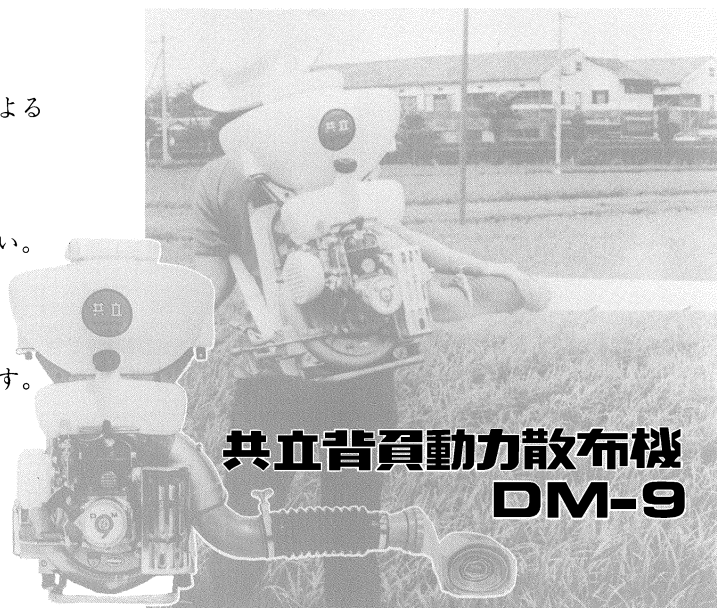
施肥——粒状肥料が散布できます。

散布作業がラクラクできるDM

-9は、その他驚くほど幅広く効

率的に利用できる安心と信頼の

散布機です。



**共立背負動力散布機
DM-9**



株式
会社

共立



共立エコー物産株式会社

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

斑点落葉病、黒点病、赤星病防除に

モルックス

斑点落葉病、うどんこ病、黒点病の同時防除に

アアルサン



大内新興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋小舟町1-3-7



新抗生物質殺ダニ剤!!

マイトサイジン®B乳剤

- 茶・リンゴ・花のハダニ類に適確な効果を発揮します。
- 各種薬剤に抵抗性のハダニにも有効です。
- 茶の開葉期、リンゴの旭種他にも葉害がなく安心して使用できます。
- ボルドー液や各種殺菌剤・殺虫剤と混用ができ、使用が便利です。
- 毒性が比較的低く、天敵・有用昆虫に影響の少ない薬剤です。
- 天然化合物利用のため土壌に入ると分解が早く環境汚染の少ない薬剤です。

今年のいもち病
防除も

スラフサイド®粉剤

茶・タバコの殺線虫、
生育促進に

ネマモール粒剤



中外製薬株式会社

東京都千代田区岩本町1-10-6
TMMビル TEL03(862)8251

〔効力・安全性・経済性〕

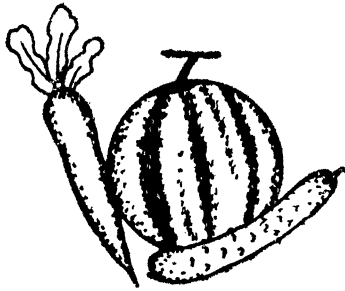
質には常に厳しく

★穿孔性害虫に卓効を示す

トラサイド[®]乳剤

★多年生雑草の防除に

バサグラン[®]粒剤 水和剤



★誘引殺虫剤

デナポン5%ベイト

★作物の品質向上と増収に

ネマホルン

EDB油剤30

DBCP粒剤



サンケイ化学株式会社

東京 (03)294-6981 大阪 (06)473-2010

福岡 (092)771-8988 鹿児島 (0992)54-1161

種子から収穫まで護るホクコー農業



種もみ消毒はやりなおしが出来ません

★ばかなえ病・いもち病・ごまはがれ病に卓効

デュポン ベンレート[®]水和剤20



効めの長い強力殺虫剤

★アブラムシからヨトウムシまで、これ一発でOK

安全・卓効・省力《新型浸透性殺虫剤》

ホルトラン[®]粒剤 水和剤



いもち病に

カスラサイド[®]粉剤・水和剤

果樹・野菜の各種病害に

トップジンM[®]水和剤



北興化学工業株式会社

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

キャベツ・さつまいも畑の除草に

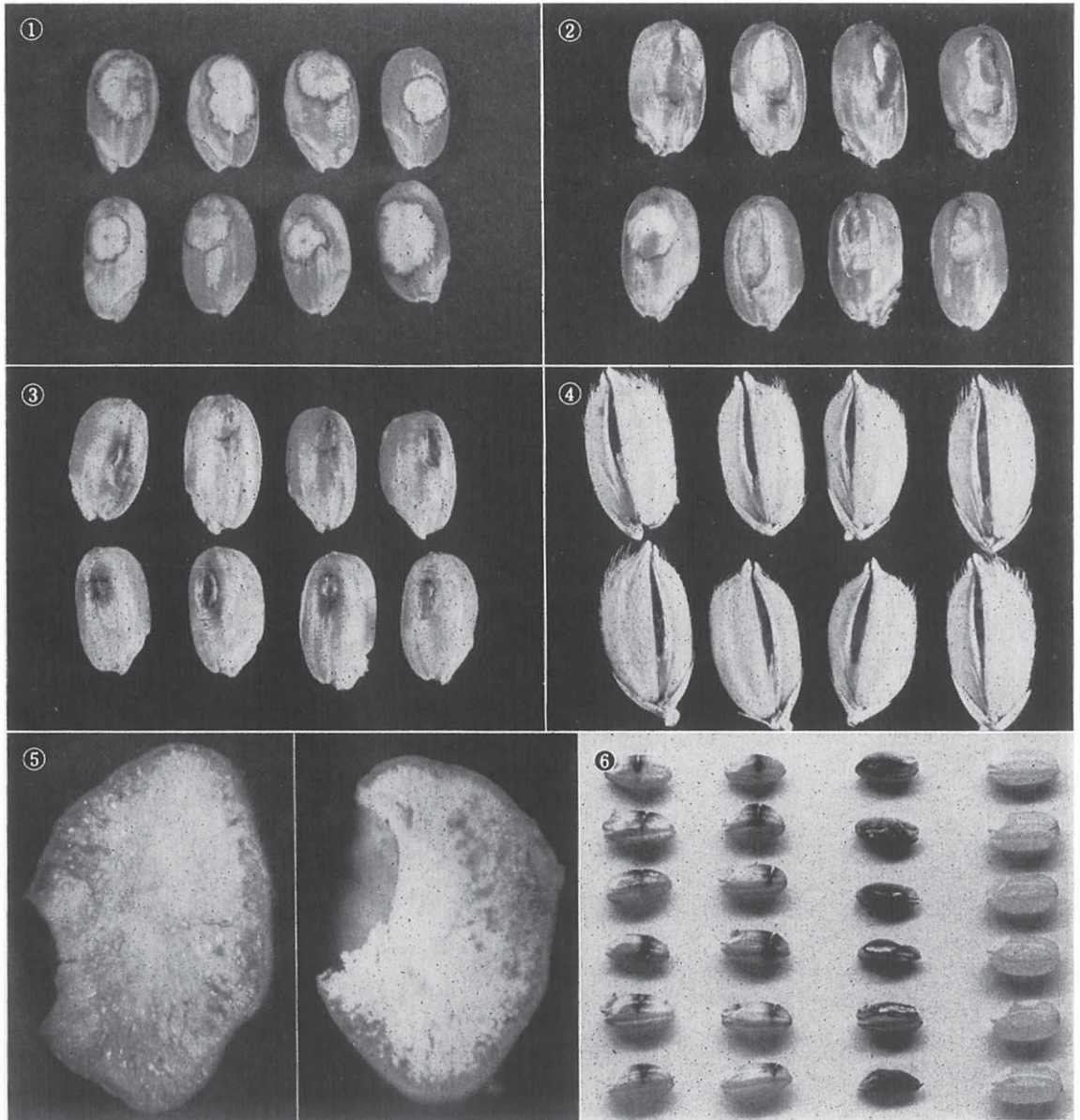
プラナビアン[®]水和剤

体系除草に(ウリカワにも)

グラキール[®]粒剤 1.5/2.5

イネゾウムシによる穿孔米と

イネシンガレセンチュウによる黒点米

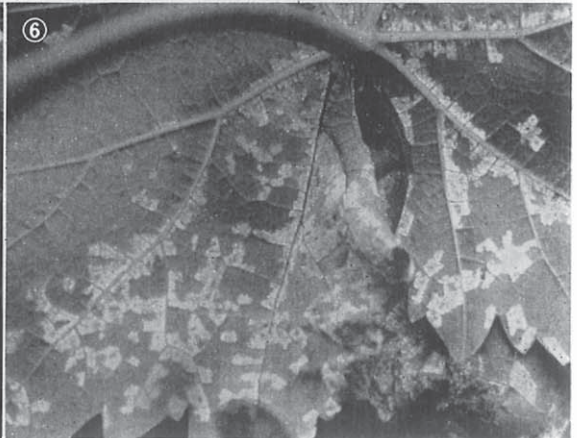
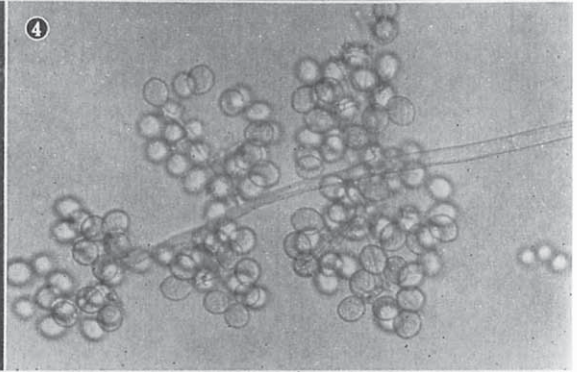
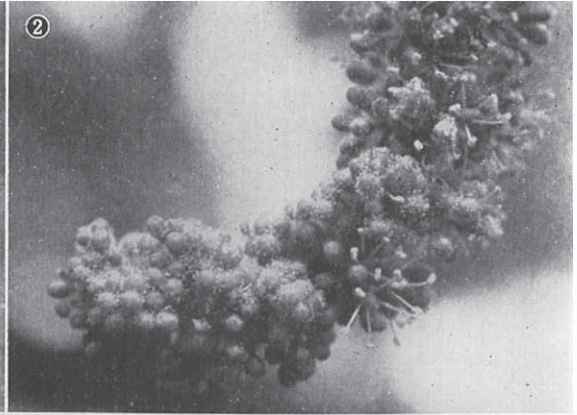
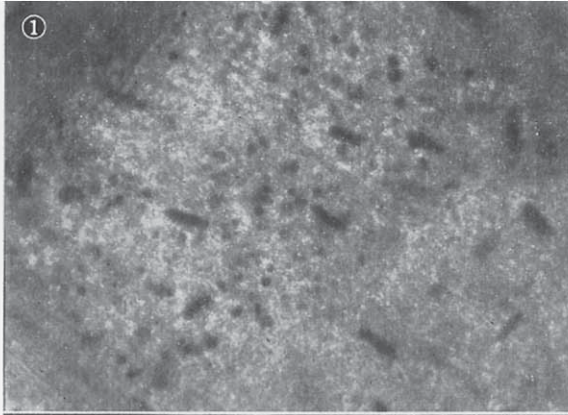


<写真説明>

- ① カメムシ類による斑点米
 - ② イネゾウムシによる穿孔米（被害程度大）
 - ③ 同左（被害程度小）
 - ④ 穿孔米発生割れもみ
 - ⑤ 穿孔米の断面
 - ⑥ イネシンガレセンチュウによる黒点米（昭和 50 年鴻巣産日本晴）
左（2列）：典型的な症状（腹側に横にくさび状の亀裂を生じ、その周辺が黒化する）
中（1列）：縦型症状（登熟初期に発症した場合、腹側に縦の亀裂を生じ、黒化する）
右（1列）：健全粒
- (①～⑤ 農林省北陸農業試験場 大矢慎吾, ⑥ 農林省農業技術研究所 西沢 務 各原図)

ブドウと病

山梨県果樹試験場 矢野 龍 (原図)



<写真説明>

- ① 落葉の組織内に形成された多数の卵孢子
(支脈に囲まれた部分に多い。円形で、黒く見える。
黒く束状に見えるものはシュウ酸石灰の結晶)
- ② 発病した開花前の花穂
(花穂はスポンジ状で水を含みやすく、発病も多い)
- ③ 幼果房の発病 (うどんこ病と誤りやすい)
- ④ 担子梗上に形成された分生孢子 (遊走子のう)
(分生孢子は風雨で飛散する)
- ⑤ 若葉の発病 (病斑は葉脈をこえて広がり、葉裏一面
に白色の孢子叢を形成する)
- ⑥ 成葉の病斑 (病斑は支脈にさえぎられて角型となる。
このような病組織内には卵孢子も多い)
- ⑦ ネオ・マスカット成園における惨状

植物防疫

第30巻 第7号
昭和51年7月号

目次

北陸地方において発生したイネゾウムシの食害による穿孔米（仮称）	大矢 慎吾	1	
ニカメイガの減少傾向と卵期天敵の役割	（野里 和雄 桐谷 圭治）	5	
イネいもち病菌の感染と水滴	橋本 晃	10	
サトイモ黒斑病の生態と防除	孫工弥寿雄	15	
ブドウべと病の生態と防除	矢野 龍	21	
カンキツかいよう病防除剤としての銅剤の使用法	芹澤 拙夫	26	
植物防疫基礎講座			
組織化学的手法による植物酵素活性の測定法	西尾 康三	32	
中央だより	38	学界だより	39
人事消息	9, 14, 20	換気扇	40

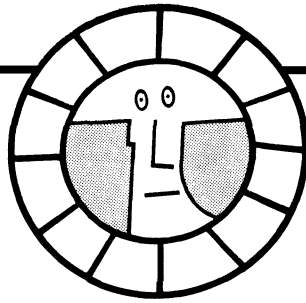
豊かな稔りにバイエル農薬



説明書進呈

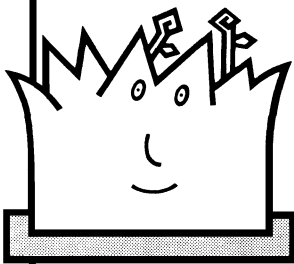
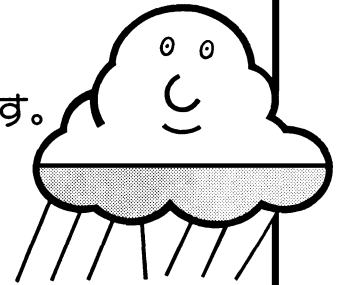


日本特殊農薬製造株式会社
東京都中央区日本橋室町2-8 ☎ 103



ふりそそぐ太陽のエネルギーは、すべての生命力の源です。

雲がはこんできた雨は、新鮮なうるおいを与えます。



自然の恵みと人間の愛情が、農作物を育てます。

お天気の日があったり、雨の日があったりして、農作物は実っていきます。そして、もうひとつ、人間の手で病害虫から農作物をまもってやらなければなりません。タケダは、自然にたいする人間の知恵と愛情で、農作物の健やかな成長を助けて行きたいと思えます。



武田薬品工業株式会社

タケダ

● 稲害虫の総合防除に

● 稲もんがれ病に

パダン® バリダシン®

北陸地方において発生したイネゾウムシの食害による穿孔米(仮称)

農林省北陸農業試験場 お お や しん ご
大 矢 慎 吾

はじめに

近年、カメムシ類による斑点米やイネシシガレセンチュウによる黒点米など(口絵写真①, ⑥)害虫類の加害による米の品質低下が全国各地で大きな問題となっている。1974年北陸地方各県において斑点米や黒点米、病菌類による着色粒と全く症状が異なり玄米側部がえぐりとられたような穿孔米(仮称)*が局部的に多発生し、大きな問題となった。1972年石崎⁷⁾は石川県において同様の症状の被害米を確認しているが、発生原因は不明のままであった。新潟県中頸城郡吉川町では総出荷検査数98,500俵中1,240俵が格落ちし、うち570俵は規格外となった。被害は早生品種に集中し、穿孔米発生率6.23%という事例もあった。発生原因の究明が筆者ら¹⁴⁾、石崎ら⁸⁾によってなされイネゾウムシ成虫の總部加害による被害米であることが明らかになった。

イネゾウムシは従来本田初期の茎葉害虫として重視されており、被害がはなはだしい時は株絶えとなったり、本田初期の被害が生育の遅れとなり、その後回復したかにみえても減収することが特に北日本地方で問題となっていた。

しかし、登熟後期に總部を加害して穿孔米を発生させる新しい加害様式が明らかになり、米の品質問題をより複雑化させることになった。ここでは研究開始後日が浅く不明の点も残されているが、穿孔米の発生原因や発生機構、穿孔米の発生に関与するイネゾウムシの発生生態の概要を紹介し、穿孔米発生防止対策について考察してみたい。

I 穿孔米の症状

穿孔米は玄米側部中央よりやや頂部によった所が長円形に近い形でえぐりとられており、被害の程度が大きくなるに従い側部中央から基部に近い部位まで食害されている(口絵写真②, ③)。被害部の大きさは長径0.5~3.75mm, 短径0.25~2mmの間に分布しており、長径2mm, 短径1mm程度のものが多い。被害部に雑菌が付着して変色しているものも多く、石崎ら⁷⁾は健全米に

* イネゾウムシの食害による被害米は穿孔米¹⁴⁾、食害粒⁷⁾、蝕麥米¹⁾などと称されているが、本文では穿孔米と仮称する。

食害粒を混入し搗精して形状を調査した結果、7割以上が碎粒米となるが碎片は精米中に残ると述べている。

健全米と穿孔米の粒厚分布に差は認められず、穿孔米の断面の観察から胚乳のデンプン粒子の発育は良好で被害部以外に玄米の変形は認められないことから(口絵写真⑤)、穿孔米の発生時期は粒厚発育後の登熟後期であると推察された。

II 穿孔米の発生原因

穿孔米の症状から咀嚼口をもった害虫による食害であることがうかがわれた。1974年穿孔米が多発生した吉川町の水田内に秋期イネゾウムシが多いところで株当たり5~15頭と多発生しており、イネゾウムシが穿孔米発生原因の一つではないかと推察され、各種の再現試験を試みた。当初は水田内の晩生品種にイネゾウムシを放飼して穿孔米の発生を調査したが、いずれの試験からも穿孔米の発生は認められず、単にイネゾウムシの生息のみでは穿孔米は発生しないことが明らかになった。しかし、玄米を与えると良く食害することから(第4表)、穿孔米の発生にはイネゾウムシの食害を誘発する要因が水稻に存在する可能性が暗示された。

現地のもみを詳細に観察すると、穿孔米発生もみは外穎と内穎の縫合部が割れて割れもみとなっており(口絵写真④)、健全もみからは穿孔米の発生は認められなかった。そこで割れもみに対する再現試験を行った結果、割れもみを食害して穿孔米を発生させ(第1表)、立毛稲に割れもみを人為的に作った再現試験でも穿孔米が発生した。1975年現地水田で早生品種の割れもみを食害しているイネゾウムシが観察され、穿孔米はイネゾウムシが割れもみの玄米露出部から玄米を食害することによって起こることが明らかになった。石崎ら⁸⁾は水田内にいる咀嚼性害虫のうち、イネゾウムシ、コクゾウムシ、ヒメクサキリ、バクガを用いて再現試験を行い、被

第1表 割れもみに対する再現試験¹⁴⁾

割れもみ	回復	供試粒数	放虫数	穿孔米発生率
自然発生割れもみ	1	15粒	20頭	53.3%
人為割れもみ	6	20	20	93.5

5日間加害

害症状を比較してイネゾウムシの食害であることを明らかにした。

イネゾウムシの口吻先端の厚さは約0.3 mmでこれ以上の割れ幅があると食害が可能であり、長い口吻を挿入し内穎外穎の内側を糠層を残して食害するので被害程度の大きい穿孔米の被害部は割れ幅より大きい。なお、玄米の露出は胚部にも少数認められ、この部分の穿孔米もあり石崎ら⁷⁾は腹部、背部の食害痕も認めている。

このように穿孔米の発生はイネゾウムシの生息と割れもみの存在が必須条件であり、水稻の条件が整った時に初めて穂部の害虫となることから、作物と害虫との相互関係において極めて興味ある例であると思われる。

松島¹⁰⁾は割れもみの発生は幼穂形成期の日照不足による光合成作用の抑制によってもみ殻の大きさが小さく決定され、出穂後良好な登熟が行われると起こると述べている。北陸地方に多い早生品種では梅雨あけが遅れると幼穂形成期が日照不足となり、登熟後期に割れもみが多発生し、イネゾウムシの加害を受けやすい条件をそなえているといえよう。穿孔米は早生品種に集中して発生し石崎ら⁷⁾は晩生品種では全く認められないと述べている。

III イネゾウムシの発生動向

近年、全国的にイネゾウムシによる本田初期の被害が問題となっており、植物防疫北陸地区協議会資料から、1966年以降の本田初期の発生面積をみると1970年までは少発生でいわゆるマイナー害虫であった(第2表)。1971年より増加傾向を示し本田初期の被害が問題となり、1974年から発生面積は急激に拡大し、局所的に被害株率100%という地帯もあった。イネゾウムシの発生は主に山間、山沿、河川周辺などの水田に多い。多発生要因については栽培体系の変化や殺虫剤の変遷などが考えられるが、現在解明されていない。しかし、稚苗機械移植の普及によって本田初期の被害が顕在化したことも事実であろう。

第2表 北陸地方における発生面積の推移

年 度	富 山 県	石 川 県	福 井 県
1966 年	408 ha	1, 125 ha	— ha
1967	801	860	95
1968	798	357	—
1969	1, 120	250	—
1970	1, 005	100	—
1971	9, 773	2, 560	—
1972	2, 667	1, 495	—
1973	1, 326	1, 310	1, 666
1974	22, 337	4, 220	2, 334
1975	24, 106	14, 100	9, 485

IV 北陸地方のイネゾウムシの発生態

イネゾウムシの生態について 桑山¹⁰⁾、井上ら⁴⁾、岡本ら¹³⁾の報告があるが、北陸地方での生態は不明の点が多く残されていた。穿孔米多発生後筆者ら¹⁵⁾、石川農試⁶⁾、福井農試²⁾で生態の解明がなされつつある。ここでは穿孔米発生に関与する生態を中心に今まで得られた概要を述べる。

1 越冬形態、越冬密度

穿孔米多発生現地吉川町ではイネの刈り取り後及び翌春の融雪直後水田内の刈り株の茎や葉鞘の間隙、畦畔や農道の枯れ草の下などで成虫の生息が認められ、越冬後の成虫の密度は前年秋の約1/5に減少していた(第3表)。一方、秋季及び融雪後土中における幼虫、蛹の生息調査をしたが、生息は全く認められず比較的排水良好な吉川町の調査地帯での越冬形態は成虫であると思われる。

第3表 越冬前後の水田内における成虫の生息虫数¹⁵⁾

調査地点 調査日	畦畔際	畦畔より 18m	畦畔より 36m
	1974年9月21日*	115.3 頭	46.7 頭
1975年4月18日**	21.5	13.2	8.4
残 存 率	18.6%	28.3%	16.4%

刈り株 10 株当たり虫数、*3 反復、**10 反復平均値。

2 越冬成虫の生存期間

越冬成虫を放飼して生存率の消長を調べた結果6月上旬までは80%の生存率を示していたが、7月11日にはすべて死亡した。石川農試⁶⁾、福井農試²⁾で水田内の消長を調査し、ほぼ同様の結果を得ている。これらの結果から越冬成虫が穂部加害虫となることはないと思われる。

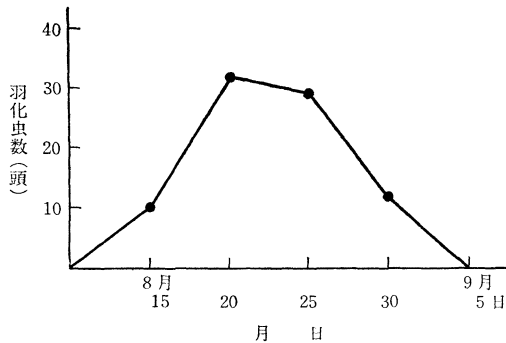
3 幼虫の生息部位

櫻井¹⁶⁾は成虫が水中に潜って水稻の根際などに1粒ずつ産卵し、卵期間は20°C以上の場合約7日前後であると述べている。ふ化幼虫は土中に入り腐植または根の一部を食害するが、幼虫の被害はないといわれている^{10,16)}。幼虫の生息は株もと直下の根のはえ際に多く、深さ5cm以内に80%以上が生息しており10cm以下には認められなかった。桑山¹⁰⁾、櫻井¹⁶⁾も幼虫は土の浅い所に生息していると述べている。

4 成虫の羽化時期

現地水田内にサンライン網の円筒を設置して5月26日に成虫を放飼し、加害産卵させ、8月上旬より羽化成虫数を経時的に調べた。羽化は8月中旬より始まり8月

20～25日にピークを示し9月上旬には終わった(下図)。水田内のかきわけ法による石川農試⁶⁾、福井農試²⁾の調査結果も同様の傾向が見られた。早生品種の刈り取り期は8月下旬から9月上旬であり、割れもみの発生時期と羽化時期がほぼ重なり、穿孔米はこれらの成虫の加害により発生することが明らかになった。



成虫の羽化消長¹⁵⁾

井上ら⁴⁾は北海道での羽化最盛期は9月下旬～10月上旬で越冬は主として成虫で夏の低温年は幼虫越冬の割合が多くなると述べ、岡本ら¹³⁾は姫路地方では幼虫越冬し6月に羽化すると述べている。北陸地方では北海道に比べ約1か月早く羽化最盛期を迎えた。しかし、常に水をはった湛水条件下では11月上旬にごく少数ではあるが、幼虫、蛹の生存が確認された。井上ら⁴⁾は蛹化は水田の落水によって始まると述べ、岡本ら¹³⁾は乾田の蛹化時期は湛田に比べて約1か月早いと述べている。このように蛹化や羽化が土壌の水分条件によって影響されるものと推察される。石川⁶⁾、福井²⁾両県及び北陸農試³⁾の誘殺燈に誘殺されたイネゾウムシの消長をみると5月、7月中旬及び8月下旬～9月上旬・中旬の三つのピークが認められた。7月中旬の誘殺数は場所によって多少はあるが、前述した土壌水分の関係から幼虫または蛹越冬からの成虫とも推察され湛田地帯での周年経過について更に解明する必要がある。

V 穂部加害生態

1 加害活動の日周期

日中、イネゾウムシはほとんど株もとの茎の間に入りており、穂部を加害している様子を見ることはまれである。夕方日没とともに株もとから茎葉部に登り始め加害を開始し、活動最盛時刻は19～22時ころであった。イネゾウムシは葉身にも多く見られ、試行錯誤的に穂に到達するものと推察された。

2 生息虫数と穿孔米発生数

シャール内の加害試験では10日間に1頭当たり約3粒の穿孔米を発生させ、登熟段階の異なる玄米で被害量を調べたところ水分含量の多い玄米をより多く被害する傾向が認められた(第4表)。

第4表 登熟段階別玄米の被害量¹⁴⁾

供試品種	トドロキワセ	マンリョウ	ホウヨク
登熟段階 水分含量(%)	稲架風乾後 13.9	刈り取り期 20.4	登熟中期 27.2
被害粒率(%)	33.3	83.3	83.3
被害量(mg)	12.3	32.7	43.7

玄米20粒、20頭5日間放飼、3反復平均値。

現地水田で1975年の刈り取り期に生息虫数と穿孔米発生数を調べた(第5表)。割れもみの発生が1穂当たり8～10粒と比較的多い1筆10aの水田内の調査事例であるが、刈り株調査法で株当たり2～3頭の生息虫数が認められると約2%の穿孔米を発生させる可能性が示された。

生息虫数及び割れもみ発生数と穿孔米発生数との相互関係を解明し、早急に要防除水準を確立しなければならない。

第5表 イネゾウムシの生息虫数と穿孔米発生数¹⁵⁾

10株当たり虫数	4,000粒中の穿孔米数	穿孔米発生率	10株当たり穿孔米数
24.2頭	80.4粒	2.01%	268.4粒

5反復平均値

VI 穿孔米発生防止対策

穿孔米の発生は前述したようにイネゾウムシの生息と割れもみの発生が必須条件である。したがって穿孔米発生防止対策は割れもみ発生防止と害虫防除の両面が考えられる。割れもみの発生防止に関する報告は今までなされていないが、前述のようにもみ殻の大きさの決定される幼穂形成期が問題となり北陸地方での早生品種はこの時期に梅雨あけの遅れによる日照不足の影響を受けやすい。そこで水稲の光合成能力を高める水稲栽培上の対策の確立が望まれる。

イネゾウムシの被害防止対策のために発生予察方法の確立が急務である。生態観察結果より水稲の各発育時期における生息虫数調査法を示すと次のようになる。

1 刈り取り期以降翌春の耕耘前

イネゾウムシは水田内の刈り株の中で越冬している。

刈り株を地際より刈り取り、プラスチック製のかご、または篩（目穴3mmくらい）の中で分解するとイネゾウムシは隙孔に入る性質があり、網目をくぐりぬけて落下する。落下後数秒すると歩き始めるので容易に調査ができる。

2 代かき後田植え前

代かき後水田の風下にわらくずなどの塵芥が集積する。この浮遊物中にイネゾウムシがいるので浮遊物をすくい取り風通しのよい所で風乾し前記のかごを用いてイネゾウムシを分離して調べる。

3 本田初期

本田初期は水の中に潜っている成虫も多いので稲株に寄生している虫数を潜水虫を含めて見取り調査で調べる。

4 本田中期

幼虫は株もと直下に生息しているので稲株を掘り取り、細かい網の上で水で洗い流しながら根のはえ際を重点的に幼虫数を調べる。

5 登熟期

イネゾウムシは地中で羽化し成虫は地下からはい出すので稲株の囲り半径5cm以内に直径約2mm程度の成虫のはい出し穴が認められる。このはい出し穴数調査で羽化成虫数を推定できる。

このほか桑山¹⁰⁾の糖密誘殺法、桑山¹⁰⁾、岡本ら¹³⁾の細竹誘殺法や誘殺燈による誘殺法などがあり、これらの調査法によるデータの蓄積によって実用的な発生予察方法が確立されるものと思われる。

殺虫剤による防除は現在イネゾウムシに適用のある登録農薬はなく各地で殺虫効果試験が行われている。本田初期における防除試験は嘉藤ら⁹⁾、石川^{5,6)}、福井²⁾、宮城¹²⁾各農試で行われ、粉剤ではBPMC、PHC、ダイアジノン、MEP、カルタップなどが有効とされ、粒剤では石川農試⁵⁾の試験からPHC、ダイアジノン、カルタップ、BPMCなどの水面施用で効果が認められている。筆者ら³⁾の本田試験では上記殺虫剤の中で最も有効とされているBPMC粉剤の散布で期待されるほどの効果が得られなかった。その原因として水の中に潜っている成

虫は農業にふれにくい点があげられ、できれば浅水にして防除効果をあげる必要がある。

登熟後期の防除試験例は少ない。石川農試⁵⁾でニカマイチュウ、ツマグロヨコバイの防除試験田で食害粒を調査し、ダイアジノン、PHC・ダイアジノン混合粒剤、MEP・BPMC混合粉剤の2回散布（6月25日、8月8日）で食害粒が著しく少なく、BPMC混合粉剤の8月8日散布でも効果を認めている。福井農試²⁾でMPP・BPMCの混合粉剤で効果を認めている。筆者ら³⁾のBPMC粉剤の防除試験では生息虫数を減少させることはできなかったが穿孔米の発生を抑制し、穂や茎葉部への薬剤の付着によって忌避的效果が現れたものと思われる。登熟後期防除はイネゾウムシの多発生を認めた時点では既に穿孔米が発生している可能性があり、また、散布後短期間で収穫期を迎えるので、予察による密度の把握と防除適期、回数の検討が必要である。更に本田初期の防除によって秋季の密度を低下させる可能性の検討が望まれる。

引用文献

- 1) 福井農試 (1975): 虫害に関する試験成績 20~24.
- 2) ——— (1976): 同上 10~20.
- 3) 北陸農試 (1976): 水稲害虫の生態と防除に関する研究 35~42.
- 4) 井上 寿ら (1954): 北日本病虫研年報 5: 119~120.
- 5) 石川農試 (1975): 北陸ブロック試験研究打合会議虫害部会資料 27~38.
- 6) ——— (1976): 同上 23~26.
- 7) 石崎久次ら (1975): 北陸病虫研報 23: 58~61.
- 8) ——— (1975): 同上 23: 61~66.
- 9) 嘉藤省吾ら (1974): 同上 22: 80~82.
- 10) 桑山 覺 (1941): 病虫雑 28: 34~40.
- 11) 松島省三 (1960): 稲作の理論と技術 養賢堂 220.
- 12) 宮城農試 (1971): 病害虫に関する試験成績書 68~73.
- 13) 岡本大二郎ら (1957): 応動昆 1: 274~275.
- 14) 大矢慎吾ら (1975): 北陸病虫研報 23: 51~57.
- 15) ——— (1976): 同上 24: 投稿中.
- 16) 櫻井 清 (1954): 植物防疫 8: 17~19.

ニカメイガの減少傾向と卵期天敵の役割

高知大学農学部 **野 里 和 雄**
 高知県農林技術研究所 **桐 谷 圭 治**

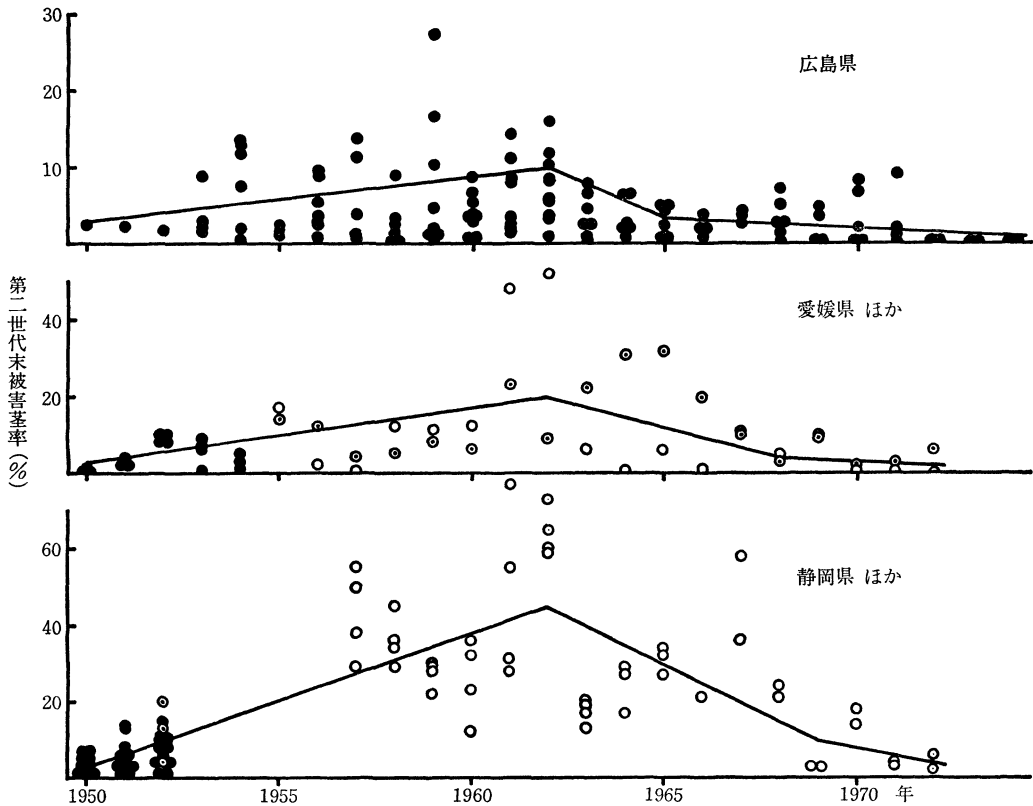
最近、ニカメイガの発生が減少傾向にあるといわれ、その原因についての論議も行われているが(桐谷, 1973; 尾崎, 1974; 高木, 1974), 天敵との関係については検討されていない。ニカメイガの発生変動に対する天敵の影響を解明するためには同一地域における両者の個体数に関する計量的な資料が必要であるが、分析に耐える資料は現在までのところ公表されていない。したがって、以下の論議は各種の仮定や傍証によって行ったものであることをお断わりしておきたい。

なお、分析に必要な資料を提供していただいた広島県農業試験場中沢啓一氏ならびに静岡県農業試験場杉野多

万司氏に心から感謝の意を表する。

I ニカメイガによる被害茎率の年次変化

ここでは、ニカメイガ幼虫の個体群密度の指標として、比較的長期間にわたる資料がある第2世代末被害茎率を利用した。広島県で得られた被害茎率の年次の推移をプロットすると、各点はかなりばらついているが、実線で示したような傾向にあると考えられた(第1図上段)。この傾向は、広島県以外で調査された結果と被害茎率の高低に多少の違いはあっても大筋としてはよく似ている(第1図中・下段)。



第1図 予察田における第2世代末被害茎率の年次変化

上段：広島県 (広島県の予察資料による。各年とも最大値と最小値は省略)
 中段：愛媛県 (○)・香川県 (◎) (尾崎, 1974), 徳島県 (●) (深谷・中塚, 1956)
 下段：静岡県 (○) (静岡県農試未発表), 山梨県 (◎)・宮城県 (●) (農林省植物防疫課, 1954)

II ニカメイガ寄生蜂の卵粒寄生率の年次変化

ニカメイガの天敵については多くの報告があり、その種類も多数記録されている(小林, 1958)。しかし、卵寄生蜂を除いては長期の定量的調査が欠けているので、ここでは卵寄生蜂の働きについてだけ検討することにした。第2図に広島県において調査されたニカメイガの第1, 2世代のそれぞれについて、卵粒寄生率の年次変動を示した。この場合も各点の分布を考慮に入れてその傾向を実線で示した。

III ニカメイガの生命表による卵寄生蜂の評価

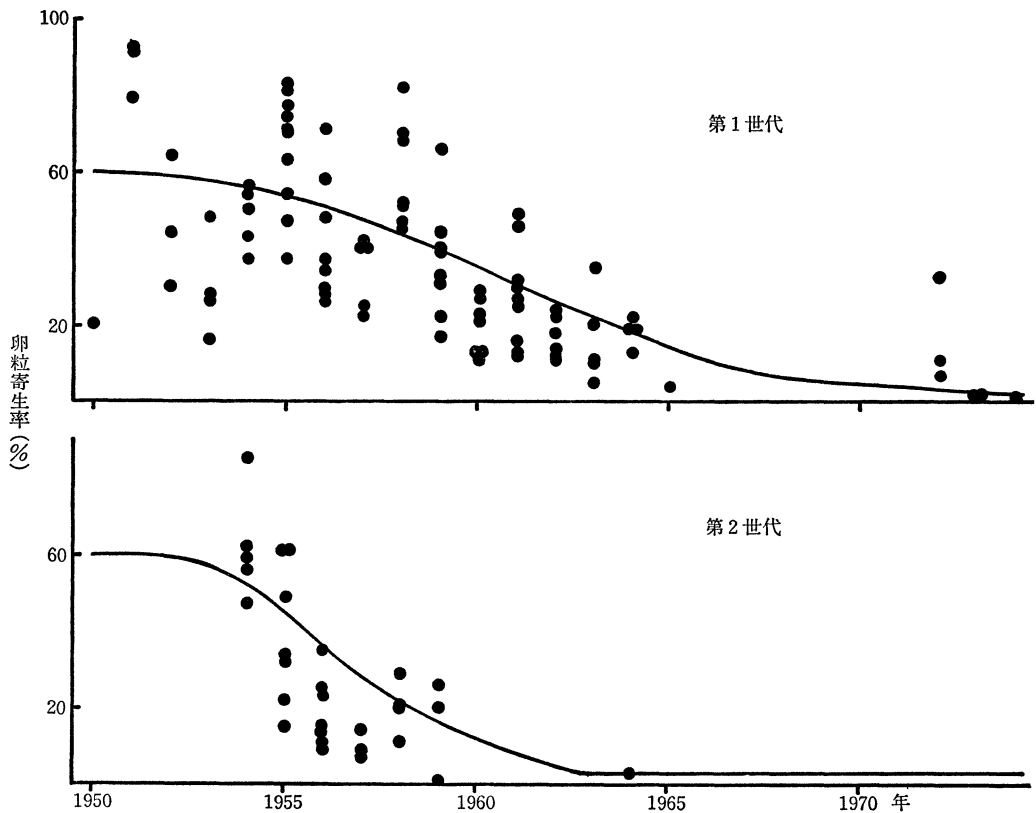
第1図と第2図から傾向がうかがえるように、寄生率が徐々に減少するのに対応して被害率はだんだんと増加している。この傾向は1962年ころまで続き、それ以後の時期では卵粒寄生率は極端に低下しているにもかかわらず被害率もまた減少の傾向を示している。このような寄主と寄生蜂の年次変動に見られる傾向について、

更にシミュレーションによる検討を加えた。

被害率(y)と第2世代末幼虫数(x)との関係式

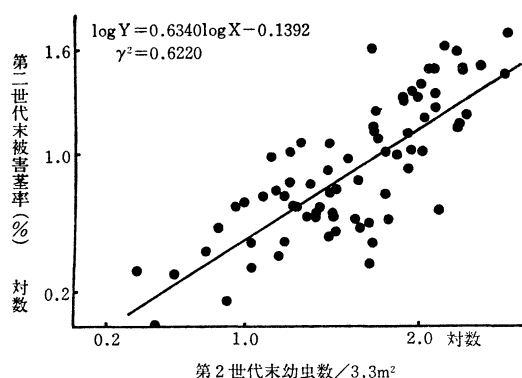
$$\log y = 0.6340 \log x - 0.1392$$

を全国の農薬効果検定試験(日本植物防疫協会委託試験成績, 1969~71)における無処理区の成績を用いて作成した(第3図)。上式に第1図の1950年ころの被害率 $y=3\%$ を代入して第2世代末幼虫数($x=9.38$)を得て、この密度を平衡値とする仮定的な生命表をこれまでの資料をもとに作成した(第1表)。ただし、各死亡要因はそれぞれ密度独立的に作用すると仮定した。第1表に示した産卵数は被害率が3%を維持するに必要な数値として算出されたものだが、成虫の平均産卵数の300粒(鈴木ら, 1939)に比べると、それぞれ小さい値をとっている。これは成虫の死亡や田植との関係による無効産卵を考え、第1回(越冬世代)成虫は81粒、第2回(第1世代)成虫は200粒としたためである。そこで、このモデルに第2図で示した各世代の年次別平均寄生率を代入し、被害率の推移をみた(第4図, モデルA)。1953



第2図 広島県におけるニカメイガ卵粒寄生率の年次変化

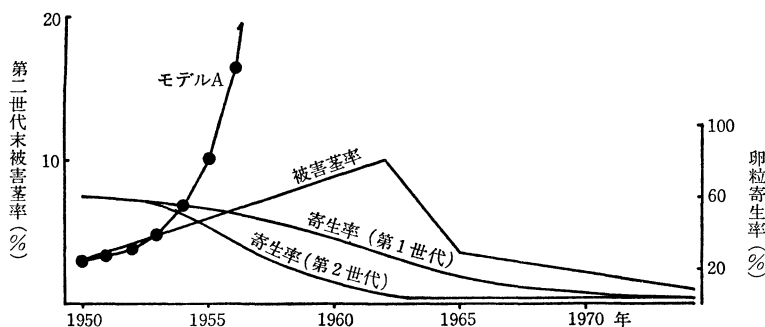
(広島県の子察資料による。寄生蜂の種名は不詳。5地点以上の資料が得られた年は最大値と最小値を省略)



第3図 収穫期(第2世代末)の被害莖率と第2世代末幼虫数との関係

(全国の農業効果検定試験(日本植物防疫協会委託試験成績, 1969~71)の無処理区の成績より作図)

年ころ(各世代の卵粒寄生率約58%)までは計算値と被害莖率は極めてよく一致している。しかし、1954年以降は寄生率の低下によりますます高率の被害莖発生が



第4図 平均的被害莖率と平均的卵粒寄生率及びモデル計算(モデルA)による被害莖率の年次変化

予想されるにもかかわらず、その上昇ははるかにゆるやかで10%をピークとして上昇は止まっている。このことは、卵粒寄生率の低下によってもたらされた幼虫の高密度が仮定に反して、その後働く密度依存的死亡要因によって抑えられていることを示す。

以上のことは、ニカメイガと卵寄生蜂間に成立していた相互作用関係が農薬散布などによって攪乱され、卵粒寄生率の低下とともにニカメイガが増えていったと考えられる。しかし、その増加もなんらかの密度依存的要因の働きによって最終的には抑えられていると推測される。いずれにしても、1962年以後のニカメイガの減少には卵寄生蜂がほとんど関与していないことは明白である。

IV ニカメイガ減少期のシミュレーション

1962年以後における被害莖率の減少は、耕種的条件が著しく変化したことによって第2世代幼虫の死亡率が高くなったことに起因するものと考えられる(桐谷, 1973)。そこで、被害莖率の減少動向を説明するに必要な第2世代幼虫の死亡率を計算した。ただし、耕種的要因は第2表に示すように年ごとに追加されてきたが、ここでは計算を単純にするため各モデルとも最初から同時に作用したと仮定した。また、卵粒寄生率は第2図に示した1963年以後の数値を用いた。その結果、第2世代の3齢以降と越冬幼虫の死亡率が1962年まではそれぞれ75%、20%であったものが1962年から1965年にかけてはそれぞれ90%、77% (モデル

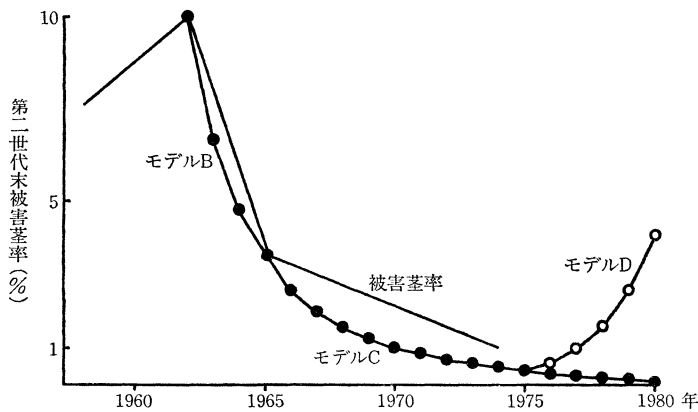
第1表 ニカメイガの仮定的生命表

世代	ステージ	虫数/3.3m ²	要因	死亡率(%) 産卵数	備考
第2世代 (越冬世代)	終令(越冬前)	9.38	越冬中の死亡	20%	春川ら(1934) 鏑木ら(1939) 平衡に必要な卵粒数
	終令(越冬後)	7.50	性比	50%	
	雌成虫	3.75	産卵数	81粒	
第1世代	卵	303.91	寄生蜂による死亡	60%	第2図(1950)より 佐藤ら(1962), 野里(1975) 野里(1975) 筒井(1954), 野里(1975) 鏑木ら(1939) 平衡に必要な卵粒数
	1令	121.56	食いつき失敗	60%	
	2令	48.63	原因不明による死亡	20%	
	3令	38.90	不明, 天敵による死亡	95%	
	終令	1.95	性比	50%	
第2世代	雌成虫	0.97	産卵数	200粒	第2図(1950)より 佐藤ら(1962), 野里(1975) 野里(1975) 高野(1955)
	卵	194.50	寄生蜂による死亡	60%	
	1令	77.80	食いつき失敗	40%	
	2令	46.68	原因不明による死亡	20%	
	3令	37.34	不明, 天敵による死亡	75%	
	終令(越冬前)	9.34			

B), 1965 年以降はそれぞれ 90%, 75% (モデルC) であれば最近の被害率の減少は説明できる (第 5 図)。

第 2 表 ニカメイガ第 2 世代幼虫に影響を与えた耕種的要因の開始年

要 因	開始年	影響を受ける幼虫
栽培の早期化	1955	生育期の幼虫
穂数型品種への転換	1955	
刈り取り期の早期化	1960	生育期の幼虫
ビニールハウスの普及	1960	越冬幼虫
ケイ酸使用量の増加	1965	生育期の幼虫
コンバイン・バインダーの普及	1965	刈り取り時の幼虫
		越冬幼虫



第 5 図 平均的被害率と各モデル計算による被害率の年次変化 (モデル B = 1962~65, モデル C = 1965~80, モデル D = 1975~80)

V シミュレーションによるニカメイガ 個体群の変動予想

耕種的条件が今後も現在のまま継続されると仮定して計算すると、ニカメイガによる被害率は日時の経過とともに漸次低率になっていく (第 5 図モデル C 1975~

80)。しかし、耕種的条件は社会情勢の変化や地域的条件によって変動する可能性がある。そこで、耕種的条件の変化によって第 2 世代幼虫の死亡率がどの程度変化すれば被害率が上昇に転化するかを調べた。1975 年の被害率 0.4% (第 5 図モデル C) を基準に計算すると、第 2 世代 3 齢以降幼虫の死亡率が 90% から 88%, 越冬幼虫の死亡率が 75% から 72% に低下すれば被害率が 0.4% のまま推移する。いま、3 齢以降と越冬幼虫の死亡率がそれぞれ 90% から 80%, 75% から 65% に低下したと仮定すると第 5 図モデル D に示すように急速に被害率は上昇することになる。したがって、今後予想される被害率は第 5 図のモデル C とモデル D の線に囲まれた範囲で変動すると考えられる。

VI 天敵利用の可能性

天敵がどの程度働けば耕種的条件の変化による被害率の上昇を抑え被害率を 0.4% に維持しうるかを調べた。そのために必要な卵期の天敵による死亡率をモデル D を用いて計算したところ 34% の値を得た。この数値の実現可能性について検討するため、第 3 表に高知県におけるニカメイガ 3 化地帯で農薬を使用しない水田における卵期の天敵による死亡率を示した (野里, 1975)。天敵による卵期の総死亡率は 1974 年度では 1~3 世代を通じ 35~51% を示している。しかし、卵粒寄生率は極めて低く、同様なことは広島県 (第 2 図) や秋田県 (小山, 1973) でも認められている。もっとも現在の低い卵粒寄生率は寄主の低密度によってもたらされている可能性がある。したがって、卵粒寄生率を高めるためには、人工的接種や放飼が必要かもしれない。卵寄生蜂以上に注目すべき天敵としてササキリ類があ

第 3 表 高知県における農薬無散布田でのニカメイガ卵粒寄生・捕食率とササキリ類の発生密度 64 株 (約 3.3m²) 当たり 1 卵塊産卵させて調査 (野里, 1975)

年	ニカメイガの世代	調査卵塊 (卵粒) 数	ササキリ類*			合計 寄生・捕食率 (%)
			ズイムシアカ タマゴバチ 卵粒寄生率 (%)	卵粒捕食率 (%)	平均個体数/64株	
1973	2	45 (3652)	0	15.0	0.7	15.0
	3	45 (2584)	0.4	19.8	1.9	20.2
1974	1	36 (3333)	0	34.7	3.8	34.7
	2	42 (4571)	8.4	29.7	1.6	38.1
	3	28 (2114)	2.7	48.1	1.0	50.8

* ウスイロササキリ, ホシササキリ

る。密度が 64 株 (約 3.3m²) 当たり 0.7~3.8 頭と少ないにもかかわらずその捕食率は上述した目標値 (34%) に近い (第 3 表)。ササキリ類は全国に分布し従来はイネの葉や穂を加害する害虫とされてきたが、卵巢の成熟のためには肉食が不可欠なことが判明し (野里, 1973), 捕食行動は例外的に観察されたものでなく, 害虫という先入観から従来の調査で見落とされていたと見るべきであろう。ササキリ類のイネへの被害はわずかに認められる程度 (田中ら, 1971) なので, むしろニカメイガの天敵として評価すべきであろう。ただ, この仲間は一般に農薬特に有機リン剤に対して感受性が高いこともあって (TAKAHASHI and KIRITANI, 1973), 一般水田では発生密度が低い。したがって, ニカメイガや主要水稲害虫に用いる防除薬剤の種類や散布時期の決定に当たっては天敵への影響を考慮し, できるだけ低濃度で散布回数を少なくする方法をとってササキリ類などの天敵密度の回復に留意する必要がある。1 坪当たり 1~2 頭程度のササキリの発生が認められ, 更に卵寄生蜂の働きが加味されれば, 耕種的条件の変化が多少ニカメイガ幼虫の生存率を高めることになってもこれらの天敵の働きで現在

の低いレベル (0.4%) の被害率を維持することは可能である。

引用文献

- 深谷昌次・中塚憲次 (1956): ニカメイチュウの発生予察 日本植物防疫協会。
 春川忠吉ら (1934): 農学研究 23: 1~147。
 鍋木外岐雄ら (1939): 農事改良資料 140 農林省農務局。
 桐谷圭治 (1973): 総合防除 310~336。
 小林 尚 (1958): 植物防疫 12 (6): 259~265。
 高野光之丞・石川元一 (1955): 埼玉農試研究報告 13: 17~25。
 小山重郎 (1973): 秋田県農試昭和 48 年度成績。
 農林省植物防疫課 (1954): 昭和 27 年度地域別ニカメイチュウ発生状況。
 野里和雄 (1973): 第 17 回日本応動昆虫学会講演要旨。
 ——— (1975): 第 19 回日本応動昆虫学会講演要旨。
 尾崎幸三郎 (1974): 四国植物防疫研究 9: 13~23。
 佐藤安夫・森本尚武 (1962): 応動昆 6 (2): 95~101。
 高木信一 (1974): 植物防疫 28 (1): 7~11。
 TAKAHASHI, Y. and K. KIRITANI (1973): Appl. Ent. Zool. 8 (4): 220~226。
 田中伊和夫・川田 和 (1971): 関西病虫害研究会報 13: 81~82。
 筒井喜代治 (1954): 東海近畿農試研究報告 1. 49~52。

人事消息

長野県農業関係試験研究機関の機構改革に伴い, 農業総合試験場を新設, 一部試験場を改称

長野県農業総合試験場

長野県須坂市大字小河原 492 [郵便番号 382]

電話 須坂 02624-6-2411 番

機械施設室は長野市中御所 363 [郵便番号 380]

電話 長野 0262-26-8202 番

場長 町田 暢氏

管理部長 町田 要氏

庶務課長 原 万吉氏

会計課長 小林 亮氏

企画調整部長 小池義衛氏

研究部長 上原 靖氏

環境保全室長 芝田祐二氏

農業経営室長 柳沢昭功氏

保鮮流通室長 高野利康氏

機械施設室長 藤沢博信氏

情報普及部長 早河広美氏

農事試験場 (旧長野県農業試験場)

長野県須坂市大字小河原 492 [郵便番号 382]

電話 須坂 02624-6-2411 番

作物部は長野市中御所 363 [郵便番号 380]

電話 長野 0262-26-8201 番

場長 町田 暢氏 (兼務)

作物部長 戸田正行氏

病害虫部長 伊藤喜隆氏

土壌肥料部長 中村秀夫氏

原村試験地 (旧長野県農業試験場原村高冷地試験地)

長野県諏訪郡原村八ツ手 [郵便番号 399-03]

電話 茅野 026671-9-2713 番

飯山試験地 (旧長野県農業試験場飯山雪害試験地)

長野県飯山市大道東 [郵便番号 389-22]

電話 飯山 02696-2-2170 番

果樹試験場 (旧長野県園芸試験場)

長野県須坂市大字小河原 492 [郵便番号 382]

電話 須坂 02624-6-2411 番

場長 広瀬健吉氏

栽培部長 宮川健一氏

病害虫部長 島田尚光氏

東部試験地 (旧長野県農業試験場東部畑作試験地)

長野県小県郡東部町鞍掛字上原 [郵便番号 389-05]

電話 東部 02686-2-0345 番

野菜花き試験場 (旧長野県園芸試験場そ菜花き部)

長野市松代町大室 2206 [郵便番号 381-12]

電話 長野 0262-78-6848 番

場長 浜島直巳氏

栽培部長 芹沢暢明氏

環境部長 萩原博司氏

北御牧試験地 (旧長野県園芸試験場北御牧特用作物試験地)

長野県北佐久郡北御牧村大字御牧原 4315 の 2 [郵便番号 389-04] 電話 北御牧 026867-2026 番

中信地方試験場 (旧長野県農業試験場桔梗ヶ原分場)

長野県塩尻市大字広丘高出 [郵便番号 399-07]

電話 塩尻 02635-2-1148 番

場長 神谷十郎氏

庶務部長 矢野口 侃氏

畑作栽培部長 田中 悌氏

畑作育種部長 御子柴公人氏

専技中南信駐在総括 中山哲夫氏

南信地方試験場 (旧長野県農業試験場下伊那分場)

長野県下伊那郡高森町下市田 2476 [郵便番号 399-31]

電話 市田 026535-2240 番

場長 飯田一郎氏

庶務部長 河西幸男氏

栽培部長 宮下忠博氏

環境部長 鎌田嘉孝氏

イネいもち病菌の感染と水滴

——結露計の試作とその利用——

福島県農業試験場 はし もと あきら
橋 本 晃

はじめに

イネの葉面に付着したいもち病菌胞子はそこに水滴がなければ発芽しないし侵入できない¹⁾。また、いったん水滴に接触した胞子は発芽の途中で水滴が乾くと再び水滴を与えても以後の発芽力は著しく減退する^{11, 23, 29)}。したがって、いもち病菌による感染は、まず葉面に胞子の付着があり、その胞子に侵入可能なだけの水滴が供給されるかどうか大きな要因と考えられる。

一般にイネ葉上の水滴は、雨、露、溢液液などから成り、その生成ならびに量的変化は気象要因に極めて複雑に左右されるので、これを精細にとらえるには困難が多い。筆者は結露計を試作し、測定記録を検討したところ、この結露計はイネの葉面水滴の総括的な消長をほぼ推定し得て、いもち病菌の侵入条件分析に利用できるものと考えられたので、ここに概略を紹介する。

執筆に当たって、筆者が青森県農業試験場に勤務当時、結露計試作の発端の機会を与えていただいた同農試千葉末作環境部長に感謝する。また、当時の結露計の試作に際して有益な御助言をいただいた大阪府立大学農学部環境調節工学研究室矢吹万寿教授に厚く御礼申し上げる。

I 結露計の種類

露を測定するためには従来から多くの試みがなされている。LLOYD¹⁷⁾ はこれらの多くをとりまとめて報告しており、この記述を主な参考にして、以下に露の測定事例を紹介する。

露量の測定には、時計ガラス (DINES, 1879)、金属円筒 (PICKERING, 1913)、吸湿剤あるいは吸湿紙 (PARCHINGER, 1918; KELLER, 1933; SKRIABIN & SEMENOV, 1934)、磁器 (LEICK, 1933; GERBKE, 1955; HOFMANN, 1955; BAUMGARTNER, 1956)、ポリスチロール (HIRST, 1957)、木材 (DUVDEVANI, 1947) を用いて、それに付着する露が測られている。また、植物上に付着する露については、シバのブロックの重量変化を測る方法 (AITKEN, 1885~86)、ライシメーターの使用 (LEHMANN & SCHANDLER, 1942; HARROLD & DREIBELBIS, 1951)、植生下に秤りを埋め込む方法 (CRADDOCK, 1951; JENNINGS & MONTEITH, 1954)、ジャガイモ茎葉の切口を密

封した水中につけて雨露の水滴付着の重量変化を測る方法 (HIRST, 1954) などがとられている。更に、YAMAMOTO²⁸⁾ は天秤の一端にガラス板をとりつけて、他端のペンの動きを日巻時計の煤紙に記録した。このほか、LLOYD¹⁷⁾ はバランス秤りにポリスチロール板をとりつけて露の重量変化を週巻時計に記録した。

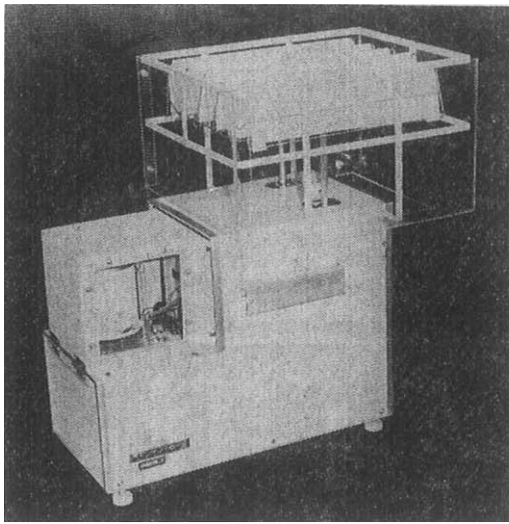
露の存在時間を測る方法には、熱電対温度計によって表面温度が露点温度以下となる時間をとる方法 (SCHRÖDTNER, 1952)、多孔質磁器の水滴による電導率の変化を測る方法 (FIEDLER, 1956)、時計で回転するガラス円盤上に水不溶性の鉛筆を接触させて水滴存在時間を測る方法 (TAYLOR, 1956)^{24, 27)}、固定したガラス板上に時計で回転する鉛筆を接触させ、水滴による線の色の違いから水滴存在時間を測る方法 (THEIS & CALPOUZOS, 1957)、あるいはヒツジの腸膜片が露でぬれた時の伸縮を利用して、これにペンをとりつけ露の存在時間を記録する方法 (WALLIN & POLHEMUS, 1954)^{26, 27)} がとられている。このほか、鈴木²¹⁾ はポリスチロールのブロック上に任意のイネ葉身を固定して、その表面に楕状に作った電極の歯を交互に並べて接触させ、両電極間に水滴が付着すると電磁リレーが作動して週巻時計の記録紙に水滴存在時間が記録できる器械を作った。また、小林¹⁴⁾ はプラスチック板に2極の電極となるエナメル銅線を交互に巻きつけた後、短絡しないよう表面のエナメルをはぎとって受感部とし、この表面に付着する水滴の多少による電気抵抗の変化を抵抗式温度計で記録した。

以上の結露計は主に植物の水分生理と病害発生の解析を目的としたものである。しかし、病害発生の解析に使うには、雨と結露との区別ができて、しかもその水滴の量的経時変化が詳細に自記記録され、更に野外に設置していても誤差を生じにくいことが要求される。今までの結露計はこれらの条件を満足するものでないためかあまり実用されていない。

II 試作結露計の構造と機能

筆者は、1964年青森農試において、テンサイ褐斑病の発生と結露との関係を検討するために重量式結露計を考案した。それは、スチロール板の結露重量をバネ秤りに受け、その動きを週巻時計の記録紙にペン書きするよう

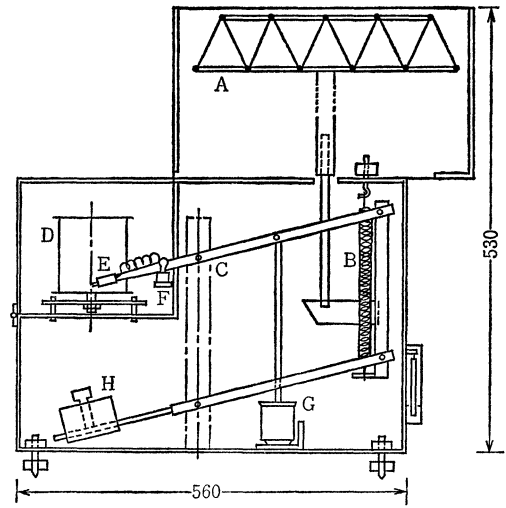
にしたものである⁹⁾。その後、いもち病の日照不足下の発生生態研究を行う過程で発病には水滴の影響が大きいものと考えられ、これを測定するために再び結露計を製作することにした。青森農試において試作した結露計のスチロール板は比熱が大きいためか水滴の消失が植物葉上に比べてやや早めとなったので、今回はこれをろ紙に置き換え、更に機構も野外に長期間設置できるよう堅ろう単純にしたところ、優れた性能をもつことが分かった⁹⁾。1975年には、一層機械精度を向上し性能の均質性を高めるため秤量器専門メーカーに依頼して第1図に示す結露計を試作した。



第1図 試作結露計

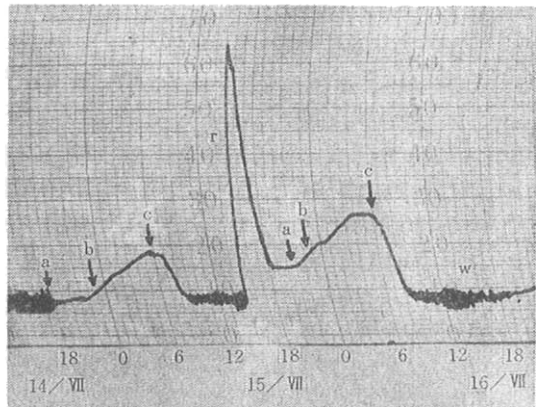
この結露計の構造は第2図に示す。露を検知するろ紙には東洋角型定性ろ紙 No. 2 (60cm 角) を用いた。これを幅 29cm に切り、のりしろ 5mm で木工用ボンドを用いて2枚をつぎ合わせて長さ 78cm に作り、5山に折り込んで支持わくにはめ込む。ろ紙に吸着された水滴重量はスプリングの伸長に感知され、支点を介して反対側の記録ペンの動きで記録紙に記入される。記録には7日巻湿度計用紙を使用し、1目盛りが1gになる。風によるパンの振幅を抑えるためにエアードンパーが付属しており、プラスチック板による風防わくはイネ葉などの接触を防ぐのにも役立つ。記録ペンは摩擦抵抗が少なく、インクの補充回数を少なくするためにガスクロ記録計用のものを転用している。ろ紙は風雨にも十分に耐えるので6か月間以上交換の必要がない。

記録の1例を第3図に示す。結露は夜間にみられ、記録紙上で徐々に重量が増加している。例えば、7月14日



A:ろ紙支持わく, B:スプリング, C:支点,
D:7日巻時計, E:記録ペン, F:インクポット,
G:エアードンパー, H:平衡用重錘

第2図 結露計の構造



縦軸:露量(g), 横軸:月日・時刻

- a: 結露開始時刻
- b: イネ葉上に肉眼で結露を認め始める時刻
- c: イネ草冠部の結露が消え始める時刻
- r: 降雨
- w: 風

第3図 結露計の記録例 (1975, 郡山市)

の結露は 18 時から始まり、露量は徐々に増して 23 時に 3g を示し、翌朝 6 時に最大となって、以後水滴が蒸発したことが分かる。また、7月 15 日では、15 時に雨が急激に重量が増加したが、雨がやむと同時に蒸発が進み、18 時にこの蒸発は停止して、そのまま 21 時まで保持され、以後結露し始めたことが記録されている。

このように、降雨があると急激に重量が増加するので結露との区別は容易である。この結露計の水滴重量 1g

は降水量に換算すると 0.014 mm に相当するので、ろ紙の飽和水量約 50 g までは雨量計で検知されないような少量の雨も記録できる。

風が強いと線が振動し乱れて記録される。しかし、風の強い時には露は形成されないで、結露の読み取りの際にはほとんど支障はなかった。

III 試作結露計の記録とイネ葉面の水滴付着状況

露の成因は夜間地表物体からの輻射による放熱によって地表の空気が冷却し、空気中の水蒸気が凝結することによる⁸⁾。当然、結露は輻射が行われやすい部分から始まり⁹⁾、イネの観察によると、葉面での結露の始まりは株内でも部位によって異なる。すなわち、葉身が傾斜あるいはわん曲して天空に面した部分から結露が始まり、光にすかしてみるとピロッド状に微細な水滴が付着する。そして、遮へいされた株内の葉面や草冠から突き出て直立しているような葉身は結露時刻が遅れる。しかし、結露が進むと葉身の表面裏面にかかわらずほとんど全部の葉面が微細な水滴で覆われる。イネ株全体の結露状態を観察し、比較すると、うっぺい程度が異なっている場合でも結露開始時刻と水滴付着程度は大差がないようであった。

いったん形成された露は、夜間でも風が強く吹くと消失し、早朝は日の出以降徐々に消え始める。草冠から突出した葉身の露は最も早く消失し、うっぺいした株内ではおそくまで保持される。通常、葉身に一樣に付着していた水滴は次第に融合して大粒となり流れ落ちるが、下位葉では表面に球状となって滞留することが多い。

雨の水滴は葉の表面のワックスによってはじかれるので落下しやすく²⁾、結露のように表面に一樣に付着することなく、葉縁の水孔部、葉節部分あるいは下葉の表面に大粒水滴となって付着していることが多い。

溢泌液の水滴は、小林ら¹⁰⁾によってよく観察されるように、ほぼ日没時刻から天候条件にかかわらずみられ、水孔部に大粒の水滴となって付着し、時に落下して下位葉の表面に位置したり、葉面を転げ落ちる。

イネの水滴付着の状態と試作結露計の示度との関係を幼穂形成期ごろに対比観察すると、イネ株で結露が開始する時刻はほぼ 3g の示度を示す時刻に一致した。そして、7g では葉面積の 1/3~2/3 に結露し、12g では 2/3 以上となった。日中に降雨があって結露計ろ紙の両滴が十分に乾かない途中から結露する場合は、その時の最低示度を 0g に補正して読みとればよい。

雨の水滴はイネ体上ではほとんどが落下するが、結露計ではろ紙に保持できる最大水滴量までが記録されて、

この水滴の経時的な消長がよく分かる。通常、日中は雨がやめば、水滴の乾燥が急激であり、夕刻あるいは夜間の降雨では水滴は翌朝まで保持されやすい。

溢泌液の形成が始まる時刻は結露計ろ紙の吸湿が始まる時刻にほぼ一致する。しかし、夜間に風が強い場合には結露計の示度が 0 に近くてもうっぺいした株内では溢泌液は形成されていることが多い。

水滴が完全に消失してしまう時刻はイネの繁茂状態によって著しい差異があり、結露計で測定することは困難である。しかし、繁茂状態にかかわらず草冠部の水滴の消失し始める時刻は結露計において水滴蒸発が始まる時刻にほぼ一致した。

IV いもち病菌の侵入と結露計記録

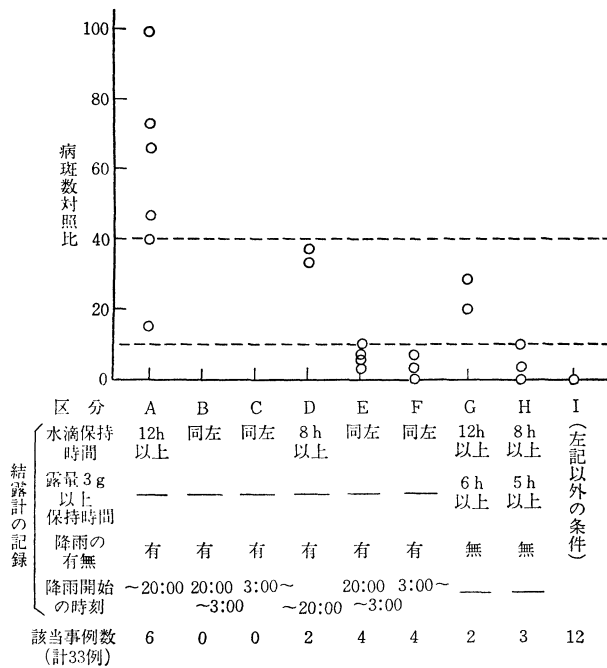
試作結露計は、水滴の存否と付着量とを連続的に記録できるようになっているので、この記録といもち病菌の行動とを対比して検討するため若干の実験を行った。

まず、1974 年 7~8 月にかけて、3.0~5.0 葉期の幼苗に対し、いもち病菌培養乾燥孢子¹¹⁾を毎日ほぼ 18 時に定量散粉接種した。その後、接種苗を水田の株間に持ちこんで、翌日 9 時と 18 時まで露出し、ガラス室内に移して 5~9 日後に 1 茎当たり病斑数を調査した。対照として同じ接種苗を 24°C 加湿の接種箱に 24 時間保持した。なお、幼苗を露出した同一水田内には、試作結露計をろ紙面が地表 60 cm となるよう設置するとともに近接の百葉箱において気温を測定した。

この実験は 36 日間にわたって連続反覆して行った。その結果、対照の接種苗は常に病斑が激発したのにもかかわらず、水田内露出した苗では接種日によって明らかに発病程度が異なり、発病の多いのは 18 事例、ごく少発は 5 例であって、13 例は全く発病しなかった。また、水田内露出時間を翌夕 18 時までとしても、朝 9 時まで露出した苗の発病程度と大差なかった。

発病程度と結露計記録との関連性を検討したところ、結露計における水滴付着時間を幼苗露出以後の水滴付着開始からこれが完全に乾くまでの時間とした場合には、発病程度との関係が不明瞭であった。特に、雨が降りやんだ後に蒸発が進む場合は再び雨や結露があってもいもち病の発病しにくい事例が多くみられた。それは、病菌胞子が感染に至る過程で水滴の間断によって侵入が阻害されたものと思われた。

そこで、結露計の水滴が蒸発し始めるとイネの葉面水滴もほぼ同時に消失し始めた観察結果を考慮に入れて、結露計における水滴保持時間としては、吸湿開始から以後、水滴が連続して保持または供給されて蒸発が始まる



第4図 乾燥孢子付着幼苗の野外水滴による発病と結露計記録
1974年7月15日~8月19日, 最低気温 16.0~23.6°C.
(福島農試)

時刻までの時間とした。このような読取りの方法で発病との関係をみると、水滴保持時間が8~10時間以上の場合に限って発病しうることが分かった⁹⁾。この結果を再整理して、水滴保持時間のほかに夜間の降雨の有無及び露量も加味して区分したところ、第4図に示すように発病程度と結露計記録との関係は一層明瞭となった。これからも分かるように、降雨は病菌侵入を助長しやすく、水滴保持時間が同じでも結露のみによる場合に比べて発病が多く、しかも降雨開始時刻が早いほどこの傾向が顕著であった。降雨がない場合の病菌侵入には、結露による水滴保持時間が8時間以上あることと併せて肉眼で認められる程度の結露状態(示度 3g 以上)が5時間以上続くことが必要であった。実験期間中の最低気温は 15.0~23.6°C であったが、16.0°C 以下の3事例は水滴保持時間の長短にかかわらず発病が認められなかったのでここでは区分の基準から除外しておいた。

V 結露計の利用

結露計を用いてイネ水滴付着条件といもち病の関係を調査した報告はわずか数例にすぎない。ASAI ら⁴⁾は TAYLOR タイプの結露計を用い、露量観察も併せて野外での噴霧接種による侵入条件を検討し、病斑数と結

露時間・露量との間に統計的に有意な正の相関関係を認めた。中村¹⁸⁾は TAYLOR の結露計を自製して孢子飛散数と結露時間から侵入可能孢子数を求める式を報告した。また、金ら¹³⁾は鈴木木の結露計による葉面ぬれ時間と飛散孢子数の実測値を侵入頻度推移曲線³⁰⁾にあてはめて、求められた病斑数が実際の発病によく一致する結果を得ている。これらの報告はいずれも結露時間が発病に強く関与していることを示しているが、降雨の有無・降雨時刻・露量について詳細には取り扱われていない。筆者の結露計は露及び雨の水滴の消長を同時に記録し、これをもとにして日別の病菌侵入条件が程度別に推測できる。更に、機械の単純な機構と均質性も併せて考えて、発生予察を行う上で病菌の侵入日とその程度を推定することにも利用しうものと考えられる。

病菌侵入に際して、結露時間と併せて気温が重要な要因であることは多数の報告からも明らかである。そのほとんどは一定気温下での侵入に必要な最少結露時間を求めたものであり、逸見ら¹¹⁾は 24°C・6時間、橋岡¹⁰⁾は 24°C・6時間、BARKSDALE ら⁵⁾は 80°F・7.7時間及び 60°F・12.2時間、KAHN ら¹²⁾は 80°F・9~10時間、関口ら²⁰⁾は 25°C・6時間、15°C・12時間及び 10°C・24時間を得ている。

野外の変温条件をモデル化して人工気象室で接種実験した千葉ら⁷⁾の例はあるが、自然条件下の気温の影響についてはまだ不明確な点も多い。小林¹⁵⁾は畑苗代において最低気温が 10°C 以下でも水滴の存在時間が十分であれば病菌は侵入可能であるとする結果を得ており、一方、ASAI ら⁴⁾は野外条件下で最低気温 61~75°F (16.1~23.9°C) の範囲では発病との相関係数に統計的有意性がなく、侵入の多少に影響は少ないとしている。

筆者の実験事例は ASAI らの結果に合致しており、最低気温が 16°C 以上となるような時期においては、病菌侵入の多少は気温よりも水滴に強く影響されるものと考えられる。また、最低気温 16°C 以下の場合、水滴保持時間が侵入可能な時間数だけ得られることは少ないものと推測され、このような低温の時期には水滴よりも気温が侵入の抑制因子になりやすいと考えられる。

水滴の種類について、小林ら¹⁶⁾はイネの溢泌液が時間的にみて侵入源となる可能性が大きいとし、鏡谷¹⁾は水滴の転移が孢子を沈めて付着器形成を容易にする点で溢泌液は露よりも侵入に役立つとしている。この点に関係

して、鈴木²²⁾はスライド上の胞子が雨天下で付着器形成率の高くなる理由は、水滴の移動に伴って胞子が芽芽床上に密着する効果によるものと考察している。筆者の実験結果は結露の重要性を示唆するものであるが、溢泌液の役割を否定するものではない。溢泌液あるいは雨などの水滴の移動に伴って葉面に圧着された胞子に対して連続した水滴供給が結露あるいは雨によってなされると考えれば矛盾がない。

おわりに

野外環境下の気象は時々刻々に変化して複雑な相互関係をもつので、これをいもち病の発生に関連づけて解析するには困難が多い。試作の結露計は、イネの水滴付着状況にかなり一致した記録が得られるので、これを分析することによって、侵入場面で関係が深い水滴の状態を総括的にとらえることができそうである。特に、本器を発生予察上に応用していくことが必要と考えるが、この点に関しての実験は緒についたばかりであり残された問題も多い。今後検討すべき点について大方の御助言をいただければ幸いである。

引用文献

- 1) 鏡谷大節 (1960) : 北日本病虫研報 11 : 38.
- 2) ANDERSEN, A. L. & B. W. HENRY (1946) : Phytopathology 36 : 1056~1057.
- 3) 荒井哲男 (1954) : 農業気象 9 : 47~50.
- 4) ASAI, G. N. et al. (1967) : Phytopathology 57 : 237~241.
- 5) BARKSDALE, T. H. & G. N. ASAI (1961) : ibid. 51 : 313~317.
- 6) 千葉末作ら (1965) : 北日本病虫研報 16 : 26~27.
- 7) ———ら (1973) : 日植病報 39 : 186 (講要).
- 8) 大後美保 (1957) : 新編農業気象学通論 養賢堂

- 169~176.
- 9) 橋本 晃ら (1975) : 日植病報 41 : 242~243 (講要).
- 10) HASHIOKA, Y. (1950) : Tech. Bull. Taiwan Agr. Res. Inst. 8 : 1~225.
- 11) 逸見武雄 (1949) : 稲熱病の研究 朝倉書店 1~347.
- 12) KAHN, R. P. & J. L. LIBBY (1958) : Phytopathology 48 : 25~29.
- 13) 金 章圭ら (1975) : 日植病報 41 : 492~499.
- 14) 小林次郎 (1968) : 農及園 43 : 409~411.
- 15) ——— (1974) : 秋田県農試報 19 : 41~85.
- 16) 小林尚志・鏡谷大節 (1960) : 北日本病虫研報 11 : 34~35.
- 17) LLOYD, M. G. (1961) : Bull. Amer. Meteor. Soc. 42 : 572~580.
- 18) 中村啓二 (1971) : 広島農試報 30 : 25~29.
- 19) 関口義兼・吉田 力 (1969) : 日植病報 35 : 378 (講要).
- 20) ——— . ——— (1970) : 同上 36 : 350 (講要).
- 21) 鈴木穂積 (1967) : 北陸病虫研報 15 : 21~22.
- 22) ——— (1968) : 同上 16 : 13~16.
- 23) ——— (1969) : 北陸農試報 10 : 1~118.
- 24) TAYLOR, C. R. (1956) : Plant Disease Repr. 40 : 1025~1028.
- 25) THEIS, T. & L. CALPOUZOS (1957) : Phytopathology 47 : 746~747.
- 26) WALLIN, J. R. & D. N. POLHEMUS (1954) : Science 119 : 294~295.
- 27) ——— (1963) : Phytopathology 53 : 1210~1216.
- 28) YAMAMOTO, G. (1936) : Geophys. mag. 10 : 265~268.
- 29) 山中 達・池田正幸 (1964) : 北日本病虫研報 15 : 21.
- 30) 吉野嶺一 (1973) : 日植病報 39 : 186 (講要).

人事消息

伊藤隆二氏(農技研生理遺伝部長)は北陸農業試験場長に
古谷義人氏(北陸農試場長)は九州農業試験場長に
吉川直行氏(九州農試場長)は退職
北島 博氏(果樹試本場保護部長)は植物ウイルス研究所長に
櫻井義郎氏(植物ウイルス研所長)は退職
栗山太郎氏(果樹試盛岡支場長)は果樹試験場本場企画連絡室長に
千野知長氏(同上試本場場長)は同上場保護部長事務取扱に
松田好祐氏(同上試本場育種部加工適性研究室長)は同上試盛岡支場長に
北尾次郎氏(同上場企画連絡室長)は退職
栗山尚志氏(野菜試本場育種部育種第1研究室長)は野菜試験場久留米支場長に

田村輝夫氏(野菜試久留米支場長)は退職
大沢弘之氏(科学技術庁研究調整局長)は科学技術庁計画局長に
安尾 俊氏(同上庁計画局長)は退職
那須曠正氏(青森県畑作園芸試園芸部長)は青森県農業試験場畑作部長に
横井正治氏(同上県農試畑作部長)は同上県畑作園芸試験場園芸部長に
柴田義雄氏(秋田県農政部農産普及課長)は秋田県農政部次長に
小川勝平氏(同上部農村振興課長)は同上部農産普及課長に
遠藤金弥氏(福島県園試主任専門研究員)は福島県園芸試験場長に
藤森要吉氏(同上試場長)は退職

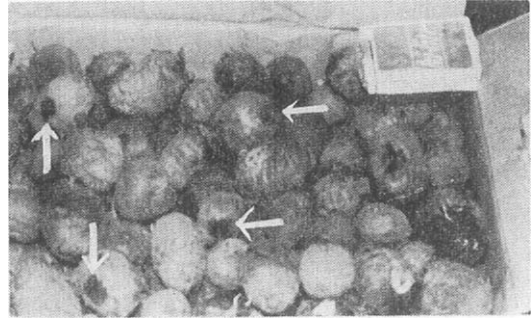
サトイモ黒斑病の生態と防除

農林省九州農業試験場 ^{そん}孫 ^く工 ^や弥 ^すお ^お寿雄

南九州産の早掘サトイモは、マルチ6、7月出荷の石川早生が主体であり、宮崎県産を例にとれば生産の71%が県外販売されて京阪神、北九州、中京市場へトラック輸送される特産野菜である。ところが昭和41年ころから中央卸売市場へ出荷したこれら早生サトイモに黒斑病が発生し始め、43年を境にその被害が急増した。特に47年には宮崎、鹿児島県産ともに大発生し、市場ではホシと称して商品価値や銘柄を著しく落としたため、各県の主産地は甚大な打撃を被った。本病の発生は昭和14年に釜山税関の清水⁴⁾によって初めて報告されたが、当時既に釜山入荷イモのなかには、九州地域の宮崎県、熊本県、鹿児島県、大分県、福岡県を初め、奈良県、愛知県、静岡県、千葉県など9県産の早生サトイモに本病の被害が認められている。本病はその後、後藤¹⁾、水上³⁾、木村²⁾らによって研究が進められたが、産地の被害実態、感染経路には依然として不明の点が多かったため、48年から農林省九州農業試験場、長崎県総合農林試験場、宮崎県総合農業試験場、鹿児島県農業試験場で鋭意研究を進めた結果、本病の発生実態、感染経路及び防除法の全ぼうが明らかになったので、それらの概要を報告したい。

I 発生の特徴と主産地の被害実態

都都市における早生サトイモの出荷形態は、掘取・集選果・トラック輸送・中央卸売市場・小売の経路を経て消費者の手へ渡っている。昭和47年の大発生当時は、ほ場で脱球後農家の庭先で根切り、芽切りを終わり、2日目に選果場へ出荷されて京阪神市場へはおよそ1週間で到着していた。サトイモ黒斑病の発病まん延は、このトラック輸送中のダンボール箱内における高温と多湿条件下で起こり、大阪市場着荷時の状況は第1図のように灰黒色菌糸で覆われる激発状態となり、剥皮すると褐変のため商品価値が著しく低下した。今、掘取選果直後のイモに輸送時とほぼ同じ条件を与えて、その発病を追跡した試験結果を示せば第1表のとおりで、これによると選果後3日目から一部に、5日目から全個体にすべて発病が見られるようになり、結局この輸送日数・形態では激発も当然といえる。以上のような状況から、48年に入って黒斑病対策が進められ、荷姿・輸送温度・輸送日数が大幅に改善された。すなわち、農家は脱球後直ちに野菜集送センターへ集荷して、根切り・芽切りを行い、荷



第1図 大阪市場着荷時の発病状況（ダンボール包装）白矢印：脱球傷上に灰黒色の菌糸が発生したところ

姿もネット詰10kg入りポリかごとし、5°Cの低温トラック輸送で4日目に大阪市場へ到着、5日目に小売店頭へ出回ることになった。このようにして市場でのクレームは急減したが、滞貨や遅延事故による被害はあとを断たなかった。市場出荷とその発病の状況は以上のとおりであるが、本病は市場出荷後発病するという特徴を持つために、生産地における本病の汚染実態・被害などは依然として不明のままであった。そこで筆者は48年に宮崎県都城市及び北諸県郡、えびの市の8地区（面積174ha）から都城野菜集送センターへ出荷された石川早生を主体に主産地の被害実態調査を行った。結果は第1表に示すとおりで、これによると調査対象地域で生産される早掘サトイモの発病イモ率は7~100%、平均47%に達し、広域汚染の実態が明らかとなった。

II 腐敗の進展と病徴の変化

本病の病徴は、収穫後の子・孫・親イモにのみ見られ、茎葉上には現れない。掘取った保菌イモが輸送途中と同じ条件、すなわち、本菌の生育に最適な条件（温度20°C、湿度100%）が与えられると第2図に示すように、早い場合は3日目に、普通は5日目に主として芽かき傷、脱球傷の表面に最初灰白色の菌糸が薄く広がり、時間の経過とともに中央は円形の密な真黒色を呈するようになり、次第に子のう殻の長い剛毛状突起が発生してくる。この時のイモの断面を観察すると腐敗は3mm程度の深部まで進み、表皮下は黒色、肉質部直下は2~3mmの灰褐色部となり、この部分の腐敗が進む。更に病勢が進み15日になると病斑は平均26mm程度に拡大し、円

第1表 都城市及び周辺地区における早掘サトイモの黒斑病罹病状況—選果後の日数と発病イモ率—(1973)

産地		選果月日	選果日からの経過日数					
市・郡・町	栽培面積		1	3	5	7	10	
都城市	安久町	120 ha	7.23	0	3	29	74	91 (%)
	下長飯町		7.25	0	0	9	19	16
	今町		8.2	0	7	20	63	68
	上長飯町		8.4	0	0	25	43	53
	下水流町		8.29	0	0	6	10	10
北諸県郡	高城町	4	7.24	0	0	17	20	33
	三股町	20	7.28	0	10	100	100	100
えびの市	真幸町	30	9.5	0	0	2	7	7

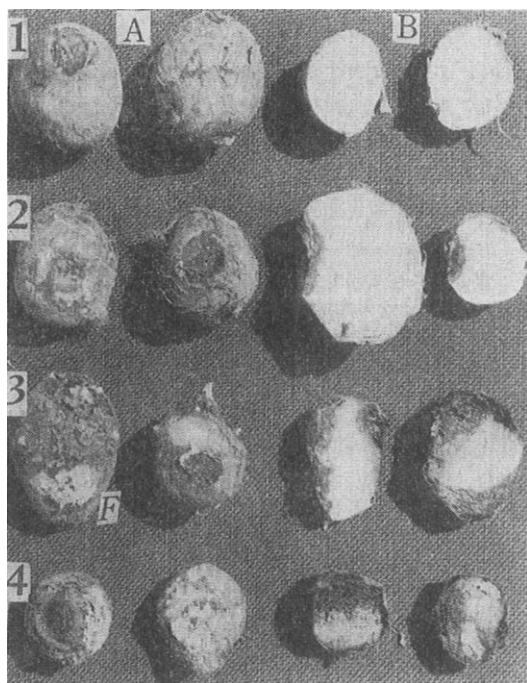
注 選果(土ふるい, 根切, 選別)は都城野菜集送センターで処理されたもの. 調査は50個体. 掘取は選果の前日実施.

形病斑周囲は灰黒色, 中央黒色となり進む。このころから表面に随伴する *Fusarium* sp. の白色菌糸が広がり, 軟腐症状が見られ, 子のう殻突起が多数形成されてその先端に乳白色クリーム状の子のう胞子塊(第2図)を溢出させる。イモを縦断すると腐敗深は7mmに達し, 表皮下2mm層が黒色, その下の肉質部は灰黒色に変じ, 軟腐が進んでいることが観察される。健全部との境は褐色線状帯を形成し, 病斑のない部分も橙褐色を呈して病

勢の進展が認められる。更に進展して30日目に至ると, 表皮上病斑長はイモの周囲の1/2に達し, 表面黒変して粘液状没出液が出て腐敗が進み全面が随伴菌 *Fusarium* sp. の白色菌糸で覆われる。断面では腐敗は平均18mmの深さに達し, 褐変はイモ直径の1/2以上に及び, 最上部が灰黒色で軟腐が激しく見られる。続く下部は灰褐色クリーム状で軟化し, 健全部との境界に褐色線状帯が形成される。このころになると罹病イモは収縮して生気を失う。

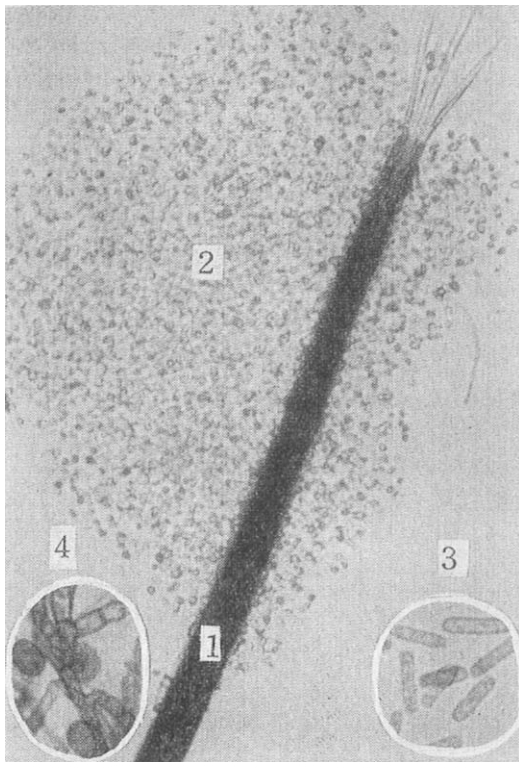
III 病原菌

本病を最初に報告した清水⁴⁾によれば, 本菌はサツマイモ黒斑病菌 *Ceratocystis fimbriata* (ELLIS et HALSTED) J. A. ELLIOTT と形態的には極めて類似した菌であるが, サツマイモに寄生性がないので全然別種と考え, *Endoconidiophora* sp. として扱っている。この寄生性が異なる点については, その後, 後藤⁵⁾, 水上⁶⁾, 木村²⁾らによって再確認され, 筆者も追試して確かめている。その後, 木村²⁾は本菌の形態と病原性及び属名にふれ, 本菌は先名権により ELLIS と HALSTED によって創設された *Ceratocystis* sp. にするのが適当であると考えているが, 子のうが未確認のために, 更に菌の形態的特徴を精査しているので, いずれ近いうちに種名が決定されるものとする。本菌の形態は第3図に示すように子のう殻, 子のう胞子, 厚膜胞子, 分生胞子を形成し, 子のう殻は黒色フラスコ状で先端は開口してササラ状となっており, 子のうは溶解して子のう胞子が淡黄色塊状に開口部から溢出する。本菌の分生胞子は分生胞子梗先端の開口部から内生胞子を生じるか, 外生的に連結して生じ, 無色単胞である。厚膜胞子は被害組織下に多数形成され, 球形または卵円形で, 成熟するとオリーブ色から褐色に着色する。



第2図 腐敗の進展と病徴の変化 (27°C, 湿度 100%)

1: 掘取直後, 2: 10 日目, 3: 20 日目, 4: 30 日目, A: 表面, B: 断面, F: 随伴する *Fusarium* sp.



第3図 サトイモ黒斑病菌の形態

1: 子のう殻, 2: 子のう胞子, 3: 分生胞子,
4: 厚膜胞子

IV 発病部位と発病条件及び侵入方法

市場出荷後の被害イモを調査すると、黒斑病の発病はほとんどが芽かき傷、脱球傷及び選果時の負傷部位に限られ、無傷表皮の発病は観察されなかった。そこで各産地から野菜集送センターへ出荷されたイモについて傷口と発病部位との関係を調査した結果、第2表に示すように芽かき傷が平均50%と最も多く、次いで脱球傷が34%、根かき傷が8%であった。一方、無傷の部位について見ると、発病イモ率が甚の場合にのみ、芽及びイモ表皮部がわずかに発病したが、多、少の場合は全く発病が見られなかった。この結果から見れば、黒斑病はその大部分が掘取時の脱球、芽かき傷、選果時の根かき傷から侵入しているものと推定された。以上の調査を確認するため、接種法によりサトイモへの侵入部位とそれらの表皮組織構造、侵入状況の顕微鏡観察を行った。方法は無病イモを用い、芽・根・脱球の傷部分のみパラフィンで覆ったものと露出したものに分け、更に両者の表皮に傷を付けたものと付けないものの両区を設け、いずれも黒斑病菌分生胞子の浮遊液中に浸漬接種した。また、サト

イモ全面をパラフィン被覆後、新たにパラフィンを突き破って出た芽、根に対して有傷のものと無傷のもの2区を設け、同浮遊液を滴下接種した。検定は27°Cの温室で1週間において発病調査をした。結果は第3表に示すようにサトイモ黒斑病菌は、無傷のイモ表皮からは侵入できないが、芽・根表皮からは無傷でも侵入できることが確認された。このようにサトイモ表皮からは本菌の侵入が認められないことが判明したので、その原因を解明するために、イモ表皮の各部位別のパラフィン切片を作ってその構造の相違を観察するとともに、細胞壁の性質も合わせて検討した。結果は第4図に示すように、イモ表皮には $ZnCl_2-I$ 法、 $KI-H_2SO_4$ 法による呈色反応があり、また、そのイモ表皮の構造が芽・根表皮とは明らかに異なる数層の木化細胞が見られた。そしてその内容が消失して収縮した表皮細胞層への黒斑病菌の侵入は認められなかった。水上³⁾はサツマイモとサトイモの黒斑病菌の両寄主に対する寄生性の比較を行った試験結果において、特にサトイモに対する両種黒斑病菌の寄生性と傷い木栓層形成の関係が深いと述べており、筆者ら⁵⁾の結果と現象的によく一致する。一方、本病の発病条件を検討した結果、菌糸伸長の最適温度は25~27°C、最適湿度は100%であり、この条件が与えられると発病、病勢進展、被害が著しく増大することが明らかとなり、筆者の研究室ではこの条件下で保菌イモに対する簡易検定法を開発、利用している。

第2表 掘取選果後のイモの傷の種類と発病率

調査イモ 発病率	傷の種類			無傷の部位	
	脱球 の傷	芽か き傷	根か き傷	芽	表皮
甚 (100%)	69	81	23	4	2(%)
多 (93%)	24	35	0	0	0
少 (30%)	10	35	0	0	0

第3表 各部表皮組織からの侵入

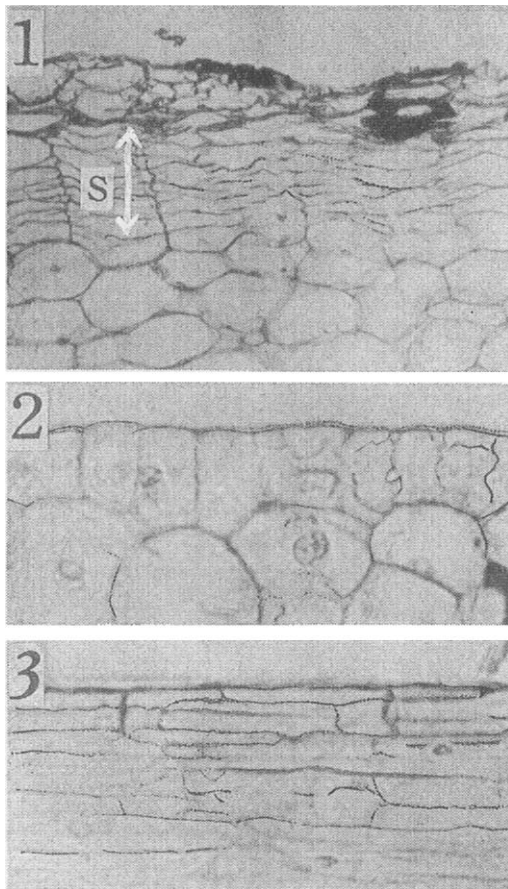
接種部位	傷の有無	発病率(%)
イモ	有傷*	100
	無傷	0
根	有傷	75
	無傷	73
芽	有傷	100
	無傷	93

* 有傷部は脱球傷を含む。

V 感染経路

1 種イモ伝染及び感染種子による被害の発生状況

サトイモ黒斑病菌は、既述のように収穫時のイモの傷

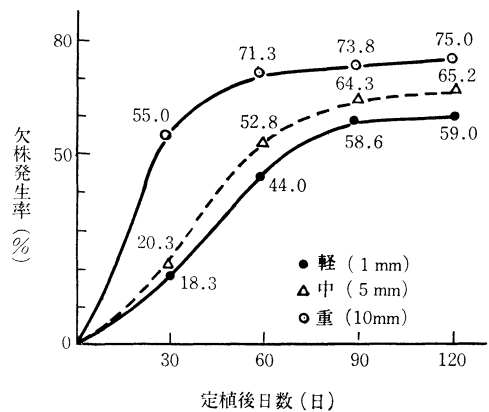


第4図 各部位の表皮組織構造

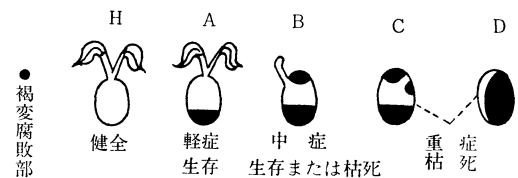
1: イモ表皮, 2: 芽表皮, 3: 根表皮
S: 白矢印層は木化細胞

口から侵入して輸送途中でまん延するのみならず、種イモにも同様に感染を起こして伝染源となる。すなわち、収穫脱球前における地下塊茎部付近の菌の所在は、罹病種イモや罹病親イモが腐敗崩壊した組織内に存在し、これらの菌塊が脱球操作によって土壌とともに飛散し、接近して着生する健全な子・孫イモへの脱球傷へ付着侵入する。収穫時における健全な種イモへの感染は以上のようにして行われるが、この保菌した種イモが催芽床または本ぼへ植え付けられた場合、催芽床では発芽した芽が全滅する事例や、本ぼでは欠株の発生事例を往々にして引き起こす。今、種イモの腐敗度が軽、中、重症（腐敗深1, 5, 10 mm）のものを接種によって作り、ほ場に植えた場合の欠株発生率を見ると第5図に示すとおりで、定植後の芽立率、枯死率は種イモの腐敗度によって異なることが分かる。すなわち、定植後30日目の芽立率は軽症区81.7、中症区79.7、重症区45.0%であり、収穫時

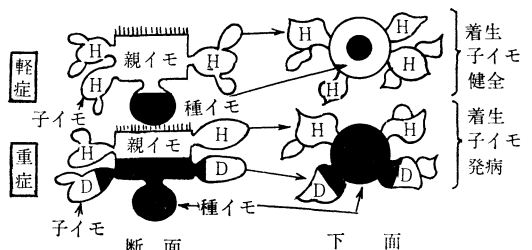
の欠株率はそれぞれ59.0, 65.2, 75.0%に達し、重症種イモ区ほど被害が大きい。一方、定植後における種イモの罹病型と欠株発生との関係を示すと第6図のとおりで、罹病型はA, B, C, Dの4種類に分けられ、このうち、罹病度の軽度のもの、すなわち、大部分A、一部Bが収穫期まで生存し、他は30~60日目で枯死した。また、生育期間中の種イモ腐敗の進展状況は草丈に最もよく現れ、収穫期の対健全比30以下では生育中期から後期にかけて枯死、31~50では枯死または生存するが、収穫時の着生イモは0, 71~90では着生イモ数は25となっている。以上が罹病種イモを植えた場合の被害の特徴であるが、罹病種イモの腐敗が進んだものではこれ以外に第7図に示すように生育の進展に伴って親イモ、分



第5図 種イモ罹病度と定植後の欠株発生率との関係



第6図 定植後における種イモの罹病型と欠株発生原因との関係

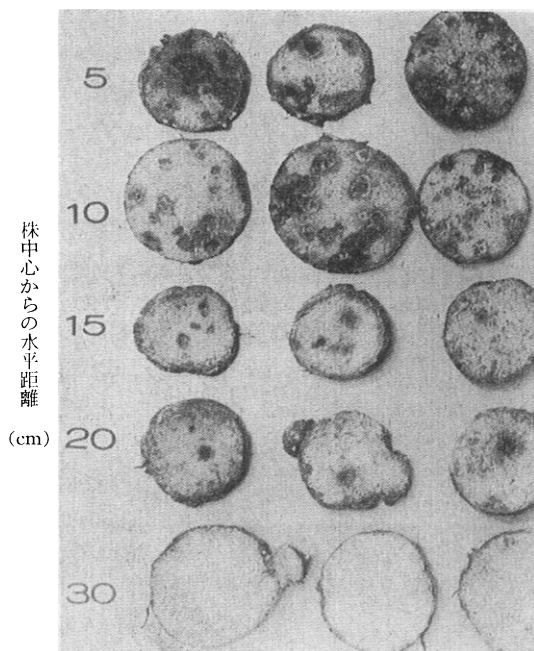


第7図 罹病した種イモ、親イモ経路で感染した着生子イモの発病状況 (収穫期調査, H: 健全, D: 発病)

球した子イモへと菌の侵入経路を形成し、その罹病度は子イモの罹病率及び同一株の残った健全子イモの発病イモ率、イモ重に大きく影響する。種イモの罹病度と収量との関係について見ると、健全区 100 に対し、軽症区 14、中症区 14、重症区 10 で腐敗が進むと著しい減収を伴う。

2 土壌伝染

本病原菌は、罹病サトイモを収穫した後の土壌中に残り、翌年の伝染源となることが筆者ら⁶⁾の成績で判明した。最初に罹病株を収穫した後溝における土壌中の菌分布と収穫後 1 年間の菌の生存率をサトイモのスライスによるトラップ法で検定した結果を示せば、第 4 表、第 8 図のとおりである。これによると罹病株を収穫した後溝の菌の垂直分布は、地表から 20 cm まで、水平分布は 30 cm までの幅で検出されていることが分かる。また、



第 8 図 罹病株収穫後の土壌中の菌の水平分布 (サトイモスライスを材料にしたトラップ法による)

菌濃度の経時変化では収穫後引き続き翌年の収穫期までの間、かなりな高濃度で連続して菌が検出されることが判明した。一方、前年の植溝へ翌年健全イモを定植して収穫時に発病イモ率を調べた結果、発病イモ率は 10% であり、前作の 76% に比べるとかなり低下しているが、上記の土壌中の菌の生存率と合わせて見れば、本病原菌の土壌伝染性が明確に立証されたことが分かる。

VI 防 除 法

サトイモ黒斑病菌は、既述のように種イモ伝染と土壌伝染経路によって感染発病させるので、本病に対する完全な防除効果を期待するには、種イモ消毒とともに植溝に対する薬剤灌注を行う必要がある。しかし、現実には土壌伝染の確率が発病イモ率で対前年比 13% 程度であり、また、農家の慣行栽培では一部を除き 3 年 1 作が普通であるから、土壌伝染の比重は種イモ伝染に比べて軽く、防除の主眼は種イモ消毒において差し支えないと考えられる。最近 2 年間に実施された九州病害虫防除推進協議会の大型種子消毒連絡試験成績を整理して有効と判定された結果を紹介すると、高濃度短時間浸漬ではチウラム・ベノミル水和剤、ベノミル水和剤の 20 倍 1~10 分処理、低濃度長時間浸漬ではチウラム・ベノミル水和剤の 200 倍 30 分、ベノミル水和剤の 500 倍 30 分処理、粉衣では両薬剤(水和剤の粉衣使用)とも種イモ重の 0.2~0.4% 処理が、いずれも有効であった。一方、種イモの罹病程度と薬剤防除効果との関係を試験した結果は第 5 表に示すとおりであるが、この場合、腐敗が 1 mm 程度の軽症種イモに対する効果が明瞭なのに比べて、5 mm 以上の中症種イモでは効果が急激に劣る結果となっている。同様なことは長崎、宮崎農試の結果でも認められ、接種当日の薬剤に比べて 2 日以降のそれは著しく劣っている。このことは種イモ消毒を行う場合の処理時期との関係で最も留意すべきことを指摘しており、農家の種イモ消毒は催芽・無催芽の別を問わず、ほ場または催芽床へ植え出す直前に脱球して処理し、菌の侵入防止を図ることが肝要である。すなわち、第 6 表に示すように

第 4 表 サトイモ黒斑病罹病株あとの土壌深と菌の分布

検出位置 調査項目	土 壤 深 (cm)					
	0~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30
検 出 率	100	100	20	15	0	0 (%)
発 生 菌 率	10.7	8.3	0.8	0.2	0	0

注 検出率=発病スライス数/供試総スライス数
発生菌率=スライス上の発生菌数/調査スライス総数

本病原菌による感染は脱球しない限り極めて少ないが、いったん脱球すると直ちに負傷部から菌が侵入するので時間が経つほど薬剤の効果は急激に劣るからである。種イモ保存は普通株のまま行われるが、もし収穫後脱球して貯蔵する必要を生じた場合は同様に脱球直後に消毒しておく必要がある。現地農家の種イモ消毒の現状を見ると、宮崎県における種イモの採集は専用ほ場が設置されているが、大部分は自家産の種イモであり、消毒は個人の農家で行われる場合が大部分である。最近のサトイモは6、7月出荷のマルチ早植が主体となっているので、芽出しする催芽床が約半数に達し、事例としては催芽床へ植え出す直前にチウラム・ベノミル水和剤、ベノミル水和剤消毒を行う農家が多い。最後に土壌消毒法であるが、もし病土が高濃度汚染している場合はベノミル水和剤200倍を m^2 当たり3 l 灌注することでほぼ完全に防除できることが判明している⁶⁾。

以上、本病の発生生態と防除について、概要を述べたが、以前本病の多発した宮崎、鹿児島両県では、薬剤処理や輸送条件の改善を含めた総合防除対策が実って中央卸売市場への出荷イモの発病が著しく減少しており、近い将来、南九州産早生サトイモの無病化が実現される可能性が高いと考えている。

引 用 文 献

- 1) 後藤和夫 (1939) : 農林省酒精原料作物指定試験 甘藷病害の部 : 94.
- 2) 木村貞夫 (1972) : 日植病報 38(3) : 185(講要).
- 3) 水上武幸 (1950) : 九大農学部学芸雑誌 12(1) : 5~9.

第5表 サトイモ黒斑病罹病度と薬剤防除効果 (収穫期)

供 試 薬 剤	種イモ罹病度	発病イモ率 (%)			
		B I	B II	B III	平均
TPN 水和剤 200倍 30分浸	軽症	87.2	62.5	58.8	69.5
	中症	92.6	73.3	57.7	74.7
チウラム・チオファ ネートメチル水和 剤 500倍 30分浸	軽症	9.1	10.3	5.0	8.1
	中症	9.7	20.8	35.1	11.4
ベノミル水和剤 500 倍 30分浸	軽症	3.7	8.3	11.1	7.7
	中症	18.8	39.0	33.8	30.5
チウラム・ベノミル 水和剤20倍10分浸	軽症	4.0	3.8	7.7	5.2
	中症	17.6	36.8	21.8	25.4
無 処 理	軽症	89.3	67.5	53.3	70.0
	中症	—	76.9	73.7	75.3

第6表 掘取から脱球するまでの日数と発病イモ率との関係

処 理 方 法	脱球後の経過日数				
	0	3	5	7	10
掘取直後脱球	0	0	46	50	51(%)
掘取後30日目脱球	0	0	52	54	56

- 4) 清水昌保 (1939) : 釜山税関植物検査報告 1 : 1~17.
- 5) 孫工弥寿雄・喜多孝一 (1975) : 九州農業研究 37 : 107~108.
- 6) ———— (1976) : 日植病報 42(1) : 100 (講要).

人 事 消 息

高橋三郎氏 (栃木県農試場長補佐兼病理昆虫部長) は栃木県農務部普及教育課技術調整班長に
 高野 久氏 (同上農試栃木分場長) は同上県農業試験場本場場長補佐兼病理昆虫部長に
 羽生 愷氏 (同上試本場病理昆虫部農薬残留科長) は同上場特別研究員に
 鈴木信夫氏 (同上科主任研究員) は同上場病理昆虫部農薬残留科長に
 高橋 学氏 (同上県農務部普及教育課特別専門技術員) は同上試栃木分場長に
 池田二三高氏 (静岡県農試落葉果樹試技師) は静岡県農業試験場本場植物防疫部技師に
 佐野利男氏 (同上試本場植物防疫部研究主幹) は退職
 横山喜知男氏 (富山県農業水産部参事) は富山県農業水産部次長に
 堀田 良氏 (同上部農産普及課長) は同上部参事兼農産普及課長事務取扱に
 江坂正二氏 (愛知県農試作物研究所長) は愛知県農業総合試験場副場長に
 芳賀光司氏 (同上所育種研究室長) は同上場作物研究所

長に
 加藤喜重郎氏 (愛知県農試園芸研究所環境室長) は愛知県農業総合試験場園芸研究所病虫害研究室長に
 稲垣育雄氏 (同上場環境保全部大気研究室長) は同上所環境室長に
 稲垣 悟氏 (三重県農技センター本場野菜研究室長) は三重県農業技術センター伊賀農業センター場長に
 重里正三氏 (大阪府農林部経営指導課参事) は大阪府農林部経営指導課長に
 抱 利夫氏 (同上課課長) は同上府農林技術センター所長に
 田守美明氏 (同上府農技センター所長) は退職
 小野賢一氏 (兵庫県民生部長) は兵庫県農林部長に
 松岡克己氏 (同上県参事兼食料局畜産課長) は同上部次長に
 貝原俊民氏 (同上県農林部長) は同上県民生部長に
 荒田 久氏 (広島県立畜産試企画調査室長) は広島県立農業試験場次長に
 結城 元氏 (同上試次長) は同上県果樹試験場次長に
 重河幸男氏 (同上県果樹試次長) は同上県経営研修農場長に

ブドウべと病の生態と防除

山梨県果樹試験場 **矢野** りゅう龍

べと病が我が国のブドウに発生し始めたのは明治 23 年ごろからで、田中延次郎氏によって確認されたといわれる。以来今日まで、欧州種を栽培すれば、きまって初秋にはこの病害が現れ、落葉を早めたり、苗木を育てる場合には下葉から発生して、つるの充実を妨げるなどの被害がみられた。しかし、ヨーロッパなどで問題にされるような開花期前後からの激しい発病や、壊滅的な果実の被害は、これまで全く見られた例がなく、そのため誰もがべと病は葉のみを侵す病害として軽視していたのが実状である。ところが昭和 46 年から、ネオ・マスカットを中心として、あ然とするような惨害が現れ、1, 2 年後には欧州種はもちろんのこと、従来強いとされていたアメリカ系品種にも発生し始めて、一躍ブドウのもっとも恐るべき病害として注目されるようになった。

ヨーロッパにおけるべと病まん延の歴史については、初め北アメリカの野生ブドウに発生していたものが、ブドウの切り枝とともに侵入して広がったものとみられている。すなわち 19 世紀の中ごろ、ヨーロッパ大陸においては、ブドウの樹が衰弱、枯死する原因不明の障害が大発生し問題となっていたが、間もなくフランスにおいて、フィロキセラの被害であることが判明し、この対策として抵抗力の強い北アメリカの野生ブドウが導入され、台木として利用することがすすめられた(1873 年)。この時べと病菌が一緒に入ってきたというのである。そして 3 年後の 1876 年に本病はフランス南部に大発生し、急速に各地に広がって数年後にはヨーロッパ全土にまん延し大害を与えるようになった。

このように激しい伝染力をもつべと病が、雨の多い我が国でこれまでほとんどが多発することなく推移し、最近になって突然大発生するようになった原因については、気象の変化、栽培品種や薬剤散布体系の変容あるいはべと病菌の生態種の出現など憶測を交えて諸説が流れているが、正直なところ皆目分らないといつてよいようである。

次にべと病の伝染と当面の防除対策、新しい防除方向について、紹介やら私見を述べてみたい。

I ベと病菌の伝染と発生環境

この病害がヨーロッパ各地に大発生するようになる

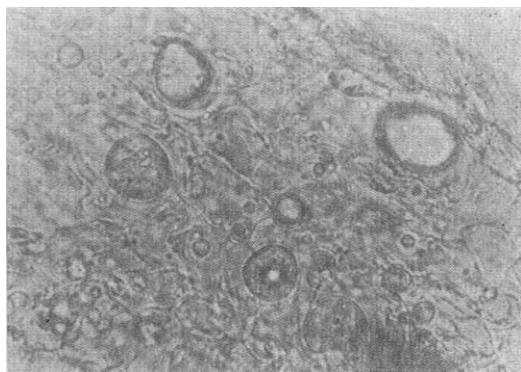
と、DE BARY(1863)をはじめ FARLOW(1876), BERLESE and DE TONI(1888), その他多くの研究者によって生態や防除についての研究が開始され、100 年を経過した今日では、あらゆる面が解明しつくされているといってもよいほどである。したがって、我が国のべと病などは、この成果を参考にすればほとんど全ぼうを知ることができると思われる。

1 病葉組織中に形成される卵胞子と越冬

多くのべと病菌の中には、芽や鱗茎の生長点に菌糸の状態でも潜伏し、いわゆる体内感染をおこして越冬するものもあるが、ブドウのべと病菌は、もっぱら病葉の組織内に卵胞子を形成して、翌春の発生源になることが明らかにされている。

卵胞子は葉に病斑が現れるようになると間もなく形成され始め、発病しやすい欧州種の、しかもモザイク状の病斑葉に非常に多くつくられる。筆者らも最近ようやく卵胞子を観察できるようになったが、病葉組織の場所によっては 1mm^2 内に 200 個、ときには 500 個以上の胞子を数えている。卵胞子を検鏡する場合のコツは、あらかじめ病葉組織を漂白剤などで脱色しておき、支脈に囲まれた部分を中心に精査すれば、比較的容易に発見することができる。海綿状組織内に多く、ときには柵状組織にもみられる。

卵胞子の寿命は非常に長く、落葉が腐っても土中で 2 年間は生き続けることができ、普通は 3 か月くらいの休眠期間を経ると、水分を得て発芽する。



第 1 図 病組織中の卵胞子(柔組織に多く認められる)

2 卵胞子の発芽と一次伝染

5月ごろ 10 mm 以上の降雨があり、地温も 15°C 前後になると、卵胞子は発芽して担子梗を生じ、その上に 1 個、まれに 2 個の大型の分生胞子（遊走子のう）を形成する。これが風で飛散してブドウの葉に到達したり、雨水とともに地表に落ちて発芽し、1 個の分生胞子から 60 個、あるいはそれ以上の遊走子を生じて伝染するわけである。したがって 1 枚の落葉から出現する遊走子の数はこの数百倍にも達し、ブドウ園付近に散らばっている落葉を考えれば、無限ともいえるほど現れることになる。

遊走子は雨滴やしぶきとともに飛散してブドウの葉裏に達すると、2 本のべん毛を動かして活発に雨水の中を泳ぎ回り、気孔付近で静止して被のう胞子となり、発芽して気孔から葉組織内に侵入する。この感染は 22°C のもとでは 1 時間 10 分で完了し、29°C までの温度では、高いほど早く、また、夜間もすべての気孔が閉じているわけではないから活発に侵入し伝染するといわれている。

一般に地表面の分生胞子が、苗木などの下葉に到達して、油浸状の初期病斑を生ずるまでの日数は、5月の気温の下では 10 日ぐらいとみてよい。

棚栽培の新梢の場合には、この初発生については一定の傾向は見られず、ある園では日だまりのブドウの生育の早い場所に発生したり、反対に広いブドウ園で通風のよい場所に発病するなどさまざまである。これは恐らく地表の大型の分生胞子が、風で飛散し葉に付着する場合のチャンスによると考えられる。実際ほ場においても初期発生はそれほど多く発見されるわけではなく、1園で 1、

2 か所、場合によってはその地帯に 2、3 か所で、その後の激しい二次伝染によって付近一帯に急速にまん延してゆくのである。

3 激しい二次伝染

病斑が現れると 4~5 日後には葉裏に雪白色の胞子叢が形成される。また、葉ばかりでなく開花前の花穂や幼果房にも同様の足の長いかびが密生してくる。46 年に大発生した当時は、このような病徴を、べと病の初発生によるものとは気付かなかったため、栽培者はうどんこ病と見誤って初期の対策が手おくれになった。

胞子叢が形成される時刻はほとんどが夜間で、気温が 13°C 以上、しかも 95% 以上の多湿状態の下で盛んに行われる。特に 22~24°C の好適温度下では、気孔から突出する胞子叢の出現も早い。

分生胞子の発芽は 18~24°C で、1、2 時間後に行われる。しかし、乾燥には弱くすぐ発芽力を喪失してしまう。風による伝播は極めて盛んで、6月の多湿な条件下では、発病した新梢を持ち歩いただけでも、その道筋がことごとく侵されるほどである。

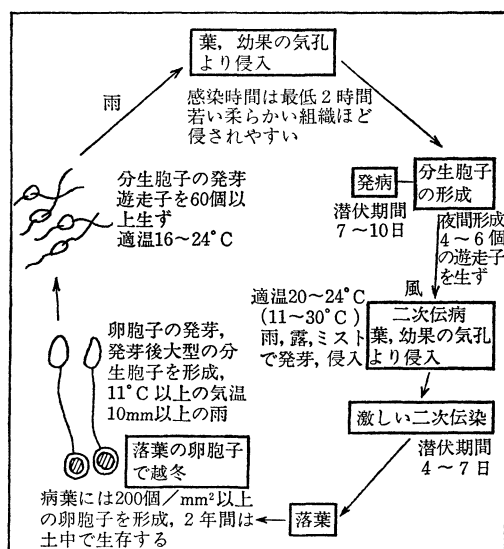
二次伝染期の潜伏期間は 4~7 日、気温が低い場合は 10 日以上にも及ぶ。

このようにべと病の発生適温は 22~25°C で激烈を極めるが、ほ場では 11°C から 30°C の広範囲の気温下で感染、発病し、5月から晩秋まで発生が続いている。ただし、30°C 以上の温度下では、組織中の菌糸は発育を停止するので、8月中・下旬の猛暑の候は病勢が一時弱まるようである。

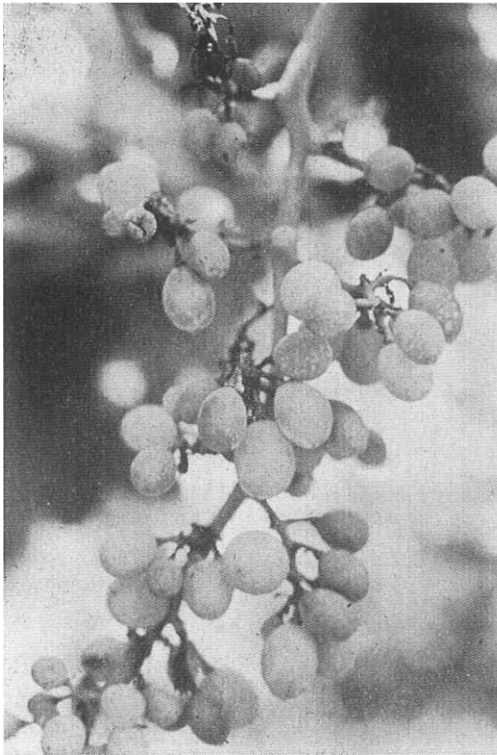
また、べと病は別名“つゆかび”とも呼ばれるように、夜露や霧でも伝染する。このため雨の心配のないハウス栽培でも管理の不良な場合は激発することがあり油断できない。殊に加温のネオ・マスカットでは、ブドウの生育とともに菌の生育も進んでくるので、露地より 1 か月も早く発病し、思わぬ大害をこうむることがある。

4 硬核期前後の果実の発病

果実では、マッチ頭大の幼果までは、発病するとその表面に白色の胞子叢を生じて、容易に発生を確認することができるが、ダイズ粒大から硬核期前後にかけての未熟果では、感染しても胞子叢を全く生ずることがなく、緑色の果実は次第に灰白色、次いで淡黄褐色に変わり、一見日射病に似た症状を呈する。このような病房はその後果実が紫褐色にミイラ化し、ばらばら脱粒して、時には収穫皆無の惨状となることがある。これがブドウべと病のもっとも恐ろしい被害といえよう。被害房はこの時期に発生しやすい縮果病とも非常によく似ており判別がなかなかむずかしい。しかし、本病の場合穂軸や支梗が



第2図 ブドウべと病菌の伝染環



第3図 未熟果房における発病

(胞子叢の形成は全く認められず、果実は生氣を失う。穂軸、支梗は薄墨色に変色する)

薄墨色に変色しており、病果を取り除いても次々に侵されて、ついには房の全果粒が発病してしまうので結果的には区別がつく。これは穂軸や支梗の菌が体内感染しているため、こうなるとは防除は非常にむずかしく、現行の予防剤の散布では発病を抑制することは不可能である。

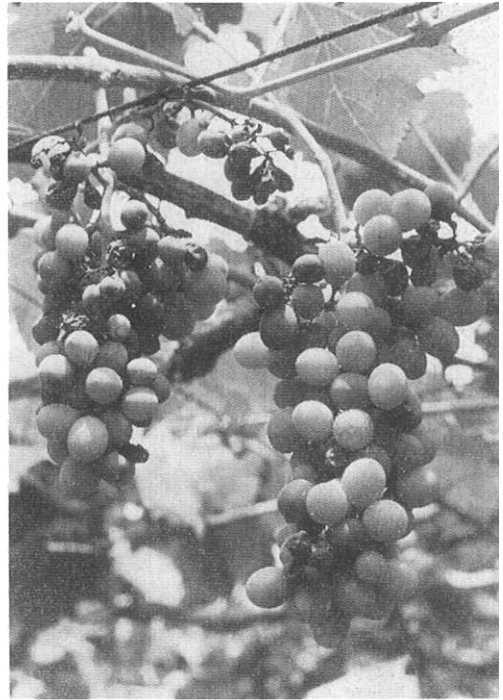
5 軟弱な生育は発生を助長する

べと病は新しい柔らかい組織に発生しやすく、古くて堅い部分には侵入しない。そのため若葉では葉脈も越えて病斑が広がり、一面に胞子叢を形成する。また、花穂や幼果房では防衛組織がないため全面に発病して惨害がある。殊に開花前の花穂はスポンジ状で、雨水を含みやすく侵されやすい。

また、一般に窒素肥料が多く、軟弱な生育をした若木や、火山灰土地帯、低湿地のおそ伸びするブドウも被害をこうむりやすく、防除にはかなり多くの労力を要する。

II ブドウの品種と抵抗性

我が国に栽培されているブドウの品種は大別して欧州



第4図 成熟前の発病状況

(病果はミイラ化し、間もなく脱粒する)

種とアメリカ系品種に分けられるが、べと病はこのうち欧州種に発生しやすいといわれてきた。しかし、最近の発生状況を見ると、アメリカ系品種といわれるものの中にもかなり被害をこうむるものがあり油断はできない。

ブドウの種及び品種のべと病抵抗性については、ヨーロッパにおいて既に多くの調査が行われており、大井上康氏もその著書「ブドウの研究」において、この点をくわしく紹介している。また、VOITOVICH and BUYMISRV (1970) はブドウの属、種の抵抗性、免疫性について調査を行い、アメリカ系の *Vitis riparia*, *V. aestivalis*, *V. longii*, *V. champini* はもっとも抵抗力が強く、アジア系の *V. thunbergii*, *V. romaneti* も強いことを報告している。このほか先年筆者らはハンガリーにおいて、耐病性であり耐凍性の *V. amurensis* にこの国の代表的なワイン用品種フルミネント、ハールシュレベリユー (いずれも *V. vinifera*) を交配し、その F_1 に更に戻し交配を行って、酒質が優れ、べと病にも耐病性でしかも耐凍性の新品種を育成していることを見聞した。本病の対策は、薬剤防除もさることながら、恒久的には品質のよい耐病性品種の育成にあると思われる。

現在一般に栽培されている品種をべと病抵抗性の強弱により分けてみると、およそ次のようである。

抵抗性の強いもの

甲州三尺, スチューベン, キャンベル・アーリー
比較的強いと思われるもの

デラウエア, マスカット・ベリーA, 巨峰群の品種,

メルロー, カベルネ・ソービニオン, セミイオン

抵抗性の弱いもの

甲斐路, ネオ・マスカット, 甲州

また, ブドウ愛好家によって試作されている品種では, セイバル交配種, セイブピヤール交配種が全般に強く, イタリヤをはじめピロバーノ交配種は侵されやすい。純欧州種のロザキ, シビブ, ピッテロビアンコ, アルフォンストラバレー, シトロンネル, リザマート, カツタクルガンなどは極めて弱く, 頻繁な予防剤の散布を必要とする。

III 防除対策特に薬剤散布

最近の果実消費の動向として, 値段もさることながら品質のよい, いわゆるうまいものが要求されている。ブドウの場合もその例にもれず, 糖度の高い食味良好な品種や酒質のよい醸造用品種の栽培がのぞまれているが, このような品種は *V. vinifera* 及びその交配種が多く, 特に純欧州種では, 本病の多発するおそれが大きい。したがって現状では, 薬剤による防除を徹底する以外に方策がないといえる。

1 予防薬剤の散布とその注意

フランスの植物学者ミラードが, 盗難よけの硫酸銅と石灰の混和液からヒントを得て, ボルドー液を発表してからちょうど 90 年の年月がたつが, いまだにこれに勝る優れたべと病防除剤が登場していない。新農業の時代といいながらあまりにも皮肉な現象である。かえって最近では農業の毒性, 薬剤費, また, 広範な病害に効果があるなどの面から, 更にこのボルドー液を見直そうという気運さえみられる。

ジネブ剤やその他の有機合成殺菌剤については, 確かに殺菌力が強く, HERING (1970) によると, $0.03\sim 0.09 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ で遊走子の発芽を抑制し, $1 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ で完全に防除が可能だとしているが, これは 10~12 日間隔に散布し続けた場合のことであって, 生育後半の残効を期待して散布回数を減らす場合には, あまり役に立たない。どうも最近の多くの殺菌剤は, ほ場では 15 日以上残効を望むことは無理のように思われる。

そこで我が国のような雨の多いところでは, 薬剤散布の体系を, 欧州種の場合 6 月中・下旬までジネブ剤あるいはマンゼブ剤とし, 10~12 日おきに散布する。葉や果実に対する薬害のおそれなくなる梅雨末期からは過石灰ボルドー液, 熟期に近づくに従って少石灰とし, 次

第1表 散布薬剤の予防効果

供試薬剤と濃度	葉の発病 7月29日	果房の発病率 8月10日
銅水和剤 1,000 倍	0	2.0%
ジマンダイセン水和剤800倍	0	0.4
ボルドー液 6-8 式	0	0.9
無 散 布	51	62.7

備考 1. ネオ・マスカットの成木園において, 5 月中旬より 7 月中旬までの間に 5 回散布。
2. 葉の発病は 4m^2 当たりの病葉数。

第に散布回数も節減して, 果実の汚染を避けていくのが好ましいと思われる。

前述のいわゆる高級品種といわれる欧州種では, この病害が発生しやすい上に, 生育の前期はボルドー液の特にアルカリの害をこうむり若葉を焼きやすいので, なおのことこのような薬剤の組み合わせが必要である。もちろん開花前より注意してボルドー液を散布する場合は, 新梢の生育が旺盛な 7 月中旬まで有機合成殺菌剤と同様 12 日間隔とする必要がある。

いずれにしても薬剤を散布する場合は予防的に用いることが大切であって, 初発を認めてからではなかなか効果をあげることはむずかしい。殊に房では, いったん穂軸や支梗に菌が侵入すると, その後いかに散布を繰り返しても発病を抑えることは困難で, ついには惨害をこうむってしまう。

広大な栽培面積を誇るフランスやイタリア, ハンガリーなどのブドウ地帯でも, このべと病に対しては 4 月ごろから 7 月にかけて 6, 7 回の予防散布が行われており, かえって我が国よりも多いほどで, 欧州種栽培者は大いに見ならうべきであると思う。

最近各地で試みられるようになったスプリンクラー散布あるいは棚上からの散布は, ブドウの葉裏に薬剤が付着しにくいのが, 意外に防除効果は高く期待されている。これは一種のマッシュスプレー的効果によるもので, 葉面に付着している薬剤が, 雨滴に微量溶け込んで, 遊走子の発芽を抑制しているためと思われる。しかし, 発病しやすい欧州種の果房では, 穂軸や果梗に薬剤が付着しにくいので, この時期には棚下から 1, 2 回補助散布を行っておくのが無難である。

手散布の場合は, 新梢がしげり過ぎて葉層が厚いと, かなり強圧で散布しても, 細霧は棚上にふき抜けず防除効果が少ない。思い切って棚上からの散布を試みるのがよい。

2 新しい治療薬剤の効果

べと病は慣行の予防薬剤によっても適期に散布が実施

第2表 べと病に対するスプリンクラー散布の効果

試 験 区	発病葉率
スプリンクラー (ノズル 30F) 400 l 散布	3.9%
同 上 600 l 散布	1.3
動力噴霧機 400 l 散布	38.6
無 散 布	73.2

備考 ネオ・マスカット成木園において通年散布し、8月中旬に発病状況を調査。

されれば十分防除が可能であるが、いったん発病を許すとまん延を抑えることはむずかしく惨害をこうむってしまう。また、予防が可能といっても、ひんぱんに散布を必要とすることは、今後のブドウ栽培を考えると得策でない。やはり治療効果を発揮する薬剤の登場が望まれる。

たまたま筆者らは、デュボン社より DPX-3217(2-Cyano-N-(ethylaminocarbonyl)-2-(methoxyimino) acetamide 80% 水和剤)をおくられ、その効果試験を行い興味ある結果を得たので紹介したい。

本剤は 1,000~2,000 倍液を発病葉に散布すると、数日後には、病斑の周辺に茶褐色の条線を生じ、形成された分生胞子も死滅し、しかもその再形成も認められないという、画期的な治療効果を示す薬剤である。その上ブドウにはなんらの葉害もみられない。また、ネオ・マスカットの成木園で、果実が発病し始めた状態から散布を開始しても、その後は病果の出現が抑えられてしまうという、すばらしい効果を示した。

このような薬剤の登場は、ブドウ栽培者が長い間待ち望んでいたもので、殊に欧州種をつくる人々にとっては福音ということになるが、残念ながらまだ未登録であり、すぐに入手して散布することはできない。本剤はほとん

第3表 発病果房における薬剤処理後の推移

試 験 区	薬剤処理後の病果出現状況	
	10%発病果房	40%発病果房
DPX-3217 水和剤	%	%
1,000 倍	0.7	0.6
2,000	1.4	4.8
3,000	11.2	9.7
5,000	19.5	17.3
無 処 理	23.0	21.0

備考 供試品種：ネオ・マスカット。

7月17日に浸漬処理、8月6日発病を調査。

ど残効性は期待できないが、慣行の予防薬剤と併用することによって、散布回数の節減も可能であり、今後実用化が強く望まれる薬剤のひとつである。

以上、べと病についてヨーロッパの研究成果の一部を参考にしながら、我が国のブドウにおける当面の防除対策、今後の防除の方向を述べてみたが、研究しつくされ、十分防除ができるはずの病害であっても、最近のように果樹農家が多忙であり、天候が不順で思うように管理ができなければ、やはり実際にはなかなか防除成果があがらないのが実状である。また、一方では、農業汚染のないまいブドウの生産、出荷が望まれている。そこで筆者は過日、自然農法を主唱する福岡正信氏にお目にかかり、ブドウにおけるこの農法の実践をお聞きしたが、やはり予防散布は当面避けられないこと、今後は品種の改良と有機肥料を中心とする栽培管理に徹する以外にないとのことであった。ただ、これを段階的に着実に進めるか、現状に墮するかによって道は大きく分かれるという。この言葉はべと病ひとつをとってみても、味わいのある言葉のように思われる。

次号予告

次8月号は「**農薬の環境動態**」の特集を行います。予定されている原稿は下記のとおりです。

- 1 農薬の環境動態解明の重要性と問題点 浅川 勝
- 2 有機塩素系農薬の土壌中における動態 塚野 豊
- 3 有機リン系農薬の土壌中における動態 高瀬 巖
- 4 有機硫黄系農薬の土壌中における動態 進藤 登
- 5 ジフェニルエーテル系除草剤の土壌中における動態 山田 忠男

- 6 農薬の光分解 村井 敏信
- 7 農薬の水系における動態と魚類による吸収、消長 藤谷 超
- 8 農薬の生物濃縮性の予測法としてのモデル生態系の利用 風野 光・富沢長次郎
- 9 農薬による環境汚染の実態と今後の対策 亀田三郎・橋本 康

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ

頒価改訂 1部 400円 送料 29円

カンキツかいよう病防除剤としての銅剤の使用法

静岡県柑橘試験場 せり ざわ せつ お
芹 澤 拙 夫

我が国におけるカンキツかいよう病の発生は、古くから認められていたが、栽培の中心が本病に比較的耐病性の強いウンシュウミカンであり、発生が局地的であったためにそれほど重要視されていなかった。しかし、1946年以来禁止されていたウンシュウミカンのアメリカ輸出が1968年に解禁されたこと、更に近年、ウンシュウミカンが過剰生産による価格の低落を招いたので、ウンシュウの代わりに本病に感受性の高い中晩生カンキツによる更新が活発に進められていることなどから、本病の防除方法の確立が強く要望されている。かいよう病の発生生態については未解決の問題が多く、また、有効な薬剤の少ないことから、基礎的な生態研究を進めるとともに薬剤開発試験が、意欲的に行われている。1970~72年には、農林水産特別研究課題として薬剤の開発試験が行われ、ボルドー液以上の防除効果を示す薬剤も見いだされたが、残留毒性の点で実用化されるに至らなかった。今のところ防除薬剤としては、ボルドー液、銅水和剤、ストレプトマイシン剤、COCNQ 剤（ミノルゲンC水和剤）などが使用されている。ボルドー液は最も優れた防除効果を示すが、新梢に対する石灰の葉害のほか、葉、果実にも銅の葉害を発生し果実の商品価値を低下させる。また、他の薬剤との混用が困難である。銅水和剤は単用で使用すると葉、果実にボルドー液と同じ銅の葉害を発生し、また、ミノルゲンC水和剤の効果は不安定である。ストレプトマイシン剤は、未成熟葉に不明瞭な黄白色斑を生ずるが実害はなく多くの薬剤と混用できる。しかし、残効期間は10日程度で比較的短く、また、薬価が高いなどの欠点がある。このようにいずれの薬剤にも欠点があるので、栽培家は本病の防除対策に苦慮しているのが実情である。筆者らは数年前からボルドー液、銅水和剤の葉害を軽減する安全な使用方法を検討してきた。その結果、ボルドー液は従来の使用濃度の1/2程度でも安定した防除効果が得られ、葉害も少ないことを確認した。また、銅水和剤は、炭酸カルシウム水和剤(クレフノン)の加用によって葉害が軽減でき、残効期間も延びることを認めたので概要を紹介して参考に供したい。

I 低濃度ボルドー液の効果

1 生石灰の量と効果との関係

ボルドー液の殺菌効果は、主成分である非水溶性の錯

塩が水溶性に変化したとき、生ずる Cu^{++} が菌に吸着されることにより起こる^{4,12)}。したがって水溶性銅の多少は、当然、殺菌効果に影響する。しかし、錯塩が急激に水溶性に変化した場合には、過剰の水溶性銅のためにカンキツの葉、果実に葉害を発生する。殺菌効果と葉害の発生は表裏一体の関係であり、葉害の発生しない程度に、徐々に水溶性銅を生ずることが必要とされる。ボルドー液中に存在する過剰の生石灰及び生石灰中に混っている少量の炭酸カルシウムは、散布後、非水溶性の錯塩を覆って水溶性銅の溶出を緩慢にする作用を持つと同時に、有効成分を植物表面に固着させる役目を果たしている⁷⁾。このように石灰は水溶性銅の溶出量に関与するので、調製の際に加えられる生石灰の量は、ボルドー液の防除効果を左右する。硫酸銅の量を一定にし、生石灰の量を変えて調製したボルドー液を散布して降水処理を行った短期間の試験では、少石灰式の防除効果が最も高く、過石灰式では低かった(第1表)。しかし、生石灰量の多少によって防除効果は異なった推移を示し、少石灰式の効果が一定期間後比較的速やかに減退するのに対し、過石灰式ではより緩慢である。したがって過石灰式のほうが殺菌力はやや弱い、残効期間は長いことが推察された。

第1表 生石灰量の異なるボルドー液の防除効果(1973)

散布濃度	かいよう病発病孔数(平均値)
4-2 式	11.29
4-4 式	13.59
4-8 式	14.15
無散布	29.66

L.S.D.(5%)=1.74

注 散布後、約3日間隔で計10回人工降雨装置で降水処理を行った。

降水量5mm/hで累積降水量0~300mm区を設けた。

6日間隔で菌を多針付傷接種し、30日後に発病孔数を調査した。

表中の数値は処理の総発病孔数を示す。

2 硫酸銅の量と効果との関係

かいよう病の防除には、ボルドー液の4-6式が慣行的に散布されている。石灰あるいは銅の葉害を軽減するために、使用時期によって少石灰式または過石灰式を用いるが、いずれにしても銅の葉害はかなり発生する。銅の葉害を減らすには、硫酸銅に対する生石灰の量を2あ

るいは3倍量にすればよいが、過剰の石灰のために樹は白く覆われて葉の生理機能が抑制され、枝葉の生長が阻害されることが指摘されている⁵⁾。生石灰の量を一定量以上に増量しないで銅の薬害を軽減する方法として、生石灰に対する硫酸銅の量を減らし、相対的に生石灰の量を増すことが考えられる。この場合、硫酸銅の量は当然、安定した防除効果の得られる範囲内でなければならない。濃度の異なるボルドー液を散布して降水処理を行った試験では、降水量が少ない場合、2-2式は4-4式と同等の防除効果を示したが、降水量の多い場合は4-4式のほうが優れた効果を示した(第2表)。また、葉上の水溶性銅は、散布後一定期間を経過すると急速に増加し、この現象はボルドー液の濃度に関係なく認められる(第1図)。ボルドー液の残効性に関与するのは雨量だけではない。有効成分である錯塩に作用し、水溶性銅を溶出させる降雨以外の要因としては、菌と薬剤との接触^{1,2)}が最も重要であるが、その他、植物体の分泌物³⁾、昆虫の食痕あるいは風ズレなどによる葉の傷口からの浸出物¹¹⁾、葉面のワックス中に含まれる水溶性の酸性物質⁸⁾、アブラムシやカイガラムシの分泌物中に含まれる糖⁹⁾、大気・雨・露などに含まれるアンモニア¹⁾、炭酸ガスその他の有機酸類などがあるとされている。したがって散布されたボルドー液の有効成分は、諸要因の作用を受けて一定期間を経過すれば、速やかに水溶性に変化するものである。高濃度のボルドー液を散布した場合、有効成分の絶対量が多いので低濃度ボルドー液よりも残効期間は延びるが、それほど長く効果が持続するものではなく、降雨の際に流亡して防除効果を失うことが推察される。かいよう病の防除は、一般に5~10月に行われるが、この時期の降雨量はおよそ200~300mm/月なので2-2式程度の低濃度のボルドー液を使用してもかいよう病の防除は可能であると推察される。戸外において、ボルドー液散布後、定期的に菌を接種した試験でも同様の結果を示した。

II 低濃度ボルドー液及び銅水和剤の残効期間

銅剤の残効性には、殺菌作用を示す水溶性銅及び水溶性銅に変化する非水溶性銅の葉上における動向が、大きく影響することはいうまでもない。水溶性銅の溶出には、石灰の多少が重要な役割を果たすことは既に述べたとおりである。

1 ボルドー液

散布後、有効成分は徐々に分解して水溶性銅を生ずるが、降雨のない場合、水溶性銅は葉上に累積している。生石灰量の少ないボルドー液では、自然界の諸要因の作

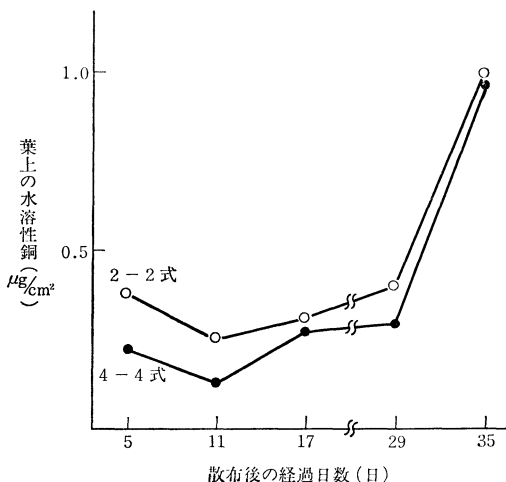
第2表 ボルドー液散布後の降水量と防除効果(1974)

散布濃度	散布後の累積降水量		
	0 mm	154 mm	308 mm
	かいよう病発病孔数(平均値)		
4-4式	22.5	17.8	17.0
2-2式	24.0	18.8	26.3
無散布	39.8	40.0	39.9
L.S.D. (5%)	4.1	4.2	3.9

注 散布後3日間隔で計11回人工降雨装置で降水処理を行った。

降水量7mm/hで154mm区は毎回2時間、308mm区は毎回4時間、連続処理を行った。

約6日間隔で菌を多針付傷接種し30日後に発病孔数を調査した。



第1図 濃度の異なるボルドー液散布後のカンキツ葉上における水溶性銅の推移(1974)

注 降水処理は第2表に準じて行い、約6日間隔で葉上の銅の分析を行った。

用を比較的容易に受けるので、水溶性銅の溶出量は多く、防除効果は過石灰式よりも勝る傾向を示す。しかし、水溶性銅の増加に伴い、当然非水溶性銅は減少し、降雨に逢うと水溶性銅は流亡するので、葉上の銅の絶対量は減少し続ける。逆に水溶性銅の溶出が緩慢な過石灰式ボルドー液は、非水溶性銅の残留量が多いので、降雨条件下でも比較的長く防除効果を保っている(第3表、第2図)。

2 銅水和剤(コサイド水和剤)

2,000倍液散布の場合、コサイド水和剤の有効成分量は銅として270ppmで低濃度ボルドー液の501ppmに比較すると少ないが、水溶性銅の割合が多いので降雨のない場合には、防除効果が高い。降雨に逢うと水溶性銅は

第3表 銅剤の耐雨性 (1975)

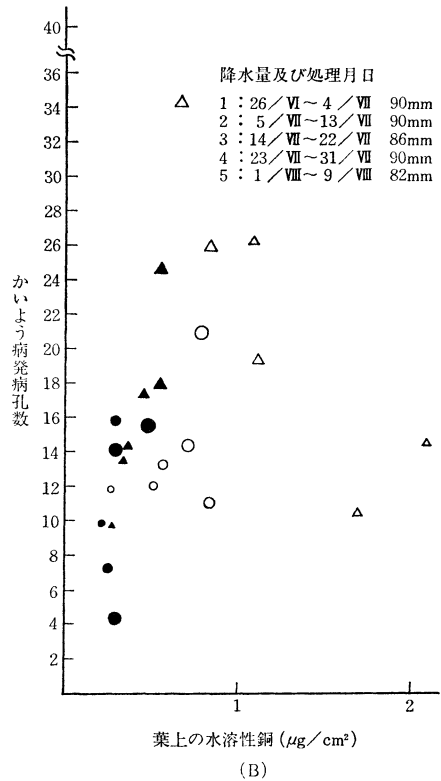
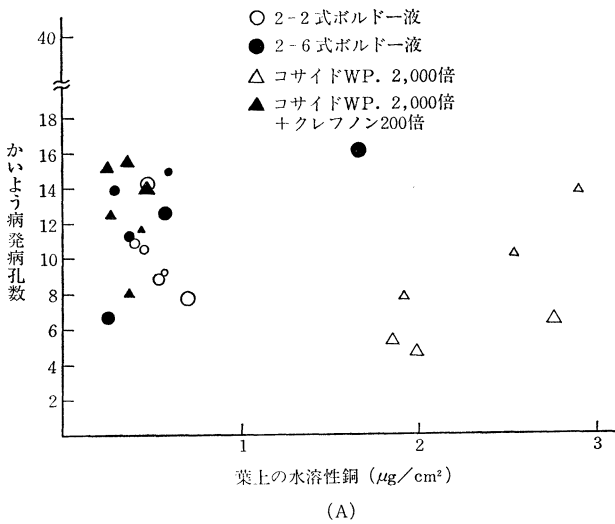
薬	剤	かいよう病発病孔数 (平均値)	
		無処理	降水処理
ボルドー液	2-2 式	10.21	13.87
〃	2-6 式	12.54	11.10
コサイド W.P.	2,000 倍	7.98	21.76
{コサイド W.P.	2,000 倍	12.76	16.16
+クレフノン	200 倍	40.00	39.87
無散布			
L.S.D. (0.1%)		6.13	8.43
〃 (1%)		4.54	6.24
〃 (5%)		3.33	4.58

注 降水処理区は薬剤散布後1~4日間隔で計15回、人工降雨装置で降水処理を行った。

降水量は5~15mm/hで毎回3時間連続降水させた。

約9日間隔で菌を多針付傷接種し、30日後にかいよう病孔数を調査した。

流亡し、非水溶性銅も速やかに水溶性に変化するので、葉上の銅の絶対量は減少し続ける(2,000倍散布の場合、葉上の非水溶性銅の量は低濃度ボルドー液の1/2~1/3である)。したがって降雨量が多い場合には、防除効果の減退が速い。クレフノンを加用すると、炭酸カルシウムの存在によってボルドー液における過石灰式のような推移をたどり、水溶性銅の溶出が緩慢に行われるので、比較的長期間、防除効果を維持することができる(第3表、第2図)。



第2図 ボルドー液、コサイド水和剤散布後のカンキツ葉上における水溶性銅の推移と防除効果 (1975)

△は無処理, Bは降水処理

注 薬剤散布月日: 23/VI, 菌接種月日: 25/VI, 4/VII, 13/VII, 22/VII, 31/VII, 9/VIII, 分析月日: 菌を接種した翌日分析, 図中の印は分析月日順に大きくなる。

今まで述べてきた幾つかの試験例で明らかのように、ボルドー液の残効期間には、降雨量のほか、散布後の経過日数も大きな影響を与える。低濃度ボルドー液については次のように推察できる。①散布後の降雨量が250mm前後に達するとその後の防除効果は、速やかに減退する。短期間にこのような降雨量に逢っても、葉に対する付着性が優れているので効果を失わず、散布後15~20日間程度は防除効果を保っている。②雨量が少ない場合には、30日前後、防除効果を持続できる。

また、コサイド水和剤の2,000倍液は、クレフノン200倍の加用によって耐雨性が強くなり、散布後の降雨量200mm前後まで防除効果を持続するが、ボルドー液よりも降雨の影響を強く受けるので、短期間の多量の降雨によっても比較的速やかに防除効果を失うことが考えられる。自然条件下では、雨の降り方、風の影響のほか、水溶性銅の溶出を促す雨、露、大気中の酸性物質など、薬剤の残効性に関与する物理的、化学的要因は多いが、前述の結果は、ほ場試験でも確認されている(第4表)。

第4表 銅剤のかいよう病防除効果 (1975)

薬	剤	調査 果数	発病度 (平均値)
ボルドー液	2-2 式	312	0.70
	2-4 式	394	0.98
	2-6 式	387	1.68
	4-6 式	385	0.56
Zボルドー 800倍+クレフノン200倍		334	5.61
{Zボルドー 800倍+クレフノン200倍 +スプレースチッカー 2,000倍		384	4.31
コサイドW.P. 2,000倍+クレフノン 200倍		370	3.94
無 散 布		371	10.86

L.S.D.(0.1%) = 4.88 L.S.D.(1%) = 3.71
 “ (5%) = 2.78

注	散布月日	経過日数	降雨量
	22/V ~ 22/VI	31日	159.2 mm
	23/VI ~ 28/VII	35	248.0
	29/VII ~ 30/VIII	31	232.5

III 低濃度ボルドー液及び銅製剤の薬害

ボルドー液調製後、硫酸銅と生石灰の反応が一段落するには、等量式の場合約 24 時間を要するので、1 昼夜放置してから散布するほうが薬害作用は緩慢で防除効果も勝るといふ報告があるが^{7,10)}、調製後の時間の経過とともに粒子は結晶化して物理性が悪くなる。しかし、薬害、防除効果ともに調製直後に散布したものと明瞭な差異は認められない。

ボルドー液の薬害は、石灰に起因するものと銅によるものとの2とおりがあり、それぞれ異なった症状を呈するが、銅水和剤では銅の薬害のみを生ずる。

1 石灰の薬害

新梢の軟弱な時期にボルドー液を散布すると、葉の裏側の葉液のたまっていた部分に円型の斑紋を生じて、成長後に葉表面はおうとつになる。また、幼葉が落葉したり、新梢の全体あるいは先端が枯死して黒変することもある。したがってこのような時期には少石灰ボルドー液を散布している。ボルドー液調製に際し、その反応は、硫酸銅 1 に対し生石灰 0.5 に至るまで継続し、それ以上

生石灰を増量しても生石灰は遊離したまま残り、反応は進行しない⁷⁾。石灰の薬害は、錯塩の生成に関与しない余剰の生石灰の多く残留しているボルドー液ほどはなはだしく、2-3式 > 4-3式、2-6式 > 4-6式となる。そして余剰の生石灰量が等量の場合には、生石灰の絶対量の多いボルドー液のほうが薬害がはなはだしく 4-3式 > 2-2式となる(第5表、第6表)。したがって現在使用されている高濃度のボルドー液を少石灰式で散布するよりも、低濃度ボルドー液を等量式で散布するほうが、軟弱葉に対する石灰の薬害は軽くなる。薬害の程度は新梢の生育相によって異なるが、新梢の下位葉、中位葉の展葉が終了していれば、2-3式、2-4式ボルドー液を散布しても実害は少ない。銅水和剤に加入するクレフノンについては、200 倍の使用で新梢に対する石灰の薬害はほとんど問題ではない(第6表)。

第5表 春葉に対するボルドー液の石灰の薬害(1975)

散布濃度	調査葉数	薬害程度(中) 以上の割合	薬害発生度
2-2 式	1,204 枚	1.5 %	2.4
2-3 式	848	11.1	7.7
4-3 式	767	6.5	5.2

注 供試樹：川野夏橙，5月7日散布

2 銅の薬害

カンキツ黒点病の症状に類似した黒色の小粒点(スターメラノーズ)を葉裏面、果実に生じ、また、時には著しい落葉を誘発する。Klorz ら(1956)は⁶⁾、ボルドー液散布による薬害発生の原因は、少なくとも3とおりと報じている。①水溶性銅が過剰に溶出する。②蒸散作用の増進や樹の乾燥により、萎ちょうが促進されて落葉する。③低温や凍害に遭遇する。水溶性銅の溶出は、既に述べた以外に、曇天下での光合成抑制による炭酸ガスの蓄積、冷温下における炭酸ガス、酸化硫黄、その他の酸性ガスの作用、スモッグ中の化学物質などにより起こると述べ、更に、夏季の高温、土壌の過度の乾燥、機械油乳剤との混用あるいは近接散布、樹勢の衰えている

第6表 春葉に対する銅剤の石灰の薬害 (1975)

薬	剤	調査葉数	薬害程度(中) 以上の割合	薬害発生度
ボルドー液	2-2 式	711 枚	2.5%	2.3
	2-4 式	662	5.0	3.8
	2-6 式	708	19.5	13.1
	4-6 式	699	11.2	7.8
Zボルドー 800 倍+クレフノン 200 倍		663	2.1	1.8
{Zボルドー 800 倍+クレフノン 200 倍 +スプレースチッカー 2,000 倍		675	0.9	1.0
コサイドW.P. 2,000 倍+クレフノン 200 倍		725	1.1	1.6

注 供試樹：杉山温州，5月22日散布。

樹では葉害が多くなることをあげている。

(1) 果実のスターメラノーズ

スターメラノーズの発生は散布回数の増加とともに累積してゆくが、7~8月の高温の時期の使用は他の時期よりも発生量が多い。この時期に2-6式または2-8式などの過石灰ボルドー液、またはクレフノン加用銅水和剤を散布した場合には、葉害の発生が少ない。しかし、カンキツ黒点病の後期感染に類似した微細な黒色点を生ずる。これは、果実が完全着色すると外観的にはほとんど問題でなくなる。ボルドー液ならびに銅製剤の果実に対する葉害試験の結果を第7表に示した。各葉剤の有意性検定の結果を加味すると、被害発生度が平均値で10~15以下であれば、被害程度(中)以上の果実の割合が10%以下に抑えられ、葉害の影響は比較的小さいと考えられる。なお、固着剤の加用は葉害を助長する傾向があり、好ましくない。

(2) 果実の色沢

ウンシュウミカンにボルドー液を散布した場合、完全着色後の果実は、無散布区に比較して果面の光沢がやや劣り、硫酸銅に対する生石灰量の少ないボルドー液ほど、この傾向が強く、2-4式、2-6式を使用した場合には、4-6式程度の高濃度のボルドー液よりも症状が軽い。クレフノン加用銅水和剤では、逆に果面の光沢がやや鮮明となる。その原因は明らかでないが、クレフノンの影響と思われる。夏ミカンでは、ウンシュウミカンに見られるような現象は認められず、収穫果を3か月間貯蔵しても無散布との差異が認められない。

(3) 落 葉

銅剤の散布と落葉の因果関係については、大気・雨・露中の諸物質、気温、土壤水分、樹の生理状態などが、複雑に重なって関与するために、明瞭でないことが多い。経験的には、寒害、干害を受けたり、肥料の欠乏、結果過多など樹の衰弱した状態では、明らかに銅剤の散布が落葉を助長する。葉害の発生程度に地域差のあること及び健全樹に散布しても時として著しい落葉を起こすことから、葉害の発生は大気汚染とも関係があると思われる。静岡県の中部地帯(清水市駒越)では、雨水のpHが4.0~4.9で東・西部に比して酸性度が強い(第8表)。筆者らはpH 3.5, 3.3の降雨の続いた数日後、少石灰式ボルドー液散布樹では著しい落葉を生じ、ほとんどすべての旧葉が落葉したことを観察した。しかし、等量式ボルドー液散布樹の落葉は少なく、過石灰式ボルドー液散布樹では、落葉が全く起こらなかった。亜硫酸ガスが銅の可溶性化を促すことは既に報告されており⁹⁾ボルドー液散布後に起こる急激な落葉が、ひとつにはまれに降る亜硫酸ガス及びその他の物質を含むpHの極めて低い酸性雨に起因することは、明らかである。大気汚染が慢性的に進行している地方では、雨水のpHが常に低いので、周年、等量式以上のボルドー液を使用する必要があろう。

IV 低濃度ボルドー液及び銅水和剤の具体的な使用法

石灰、銅の葉害の面から、ボルドー液は低濃度で使用することが望ましく、従来の高濃度ボルドー液と同等の防除効果を得られる。硫酸銅に対する生石灰の量は3~

第7表 銅剤散布によるスターメラノーズの発生 (1975)

薬 剤	散 布 月 日					調 査 果 数	被害程度(中)以上の割合	被害発生度(平均値)
	22/V	23/VI	29/VII	30/VIII	11/IX			
ボルドー液	2-2式	2-2式	2-2式			298個	51.0%	29.46
	2-4	2-4	2-4			362	38.7	23.57
	2-6	2-6	2-6			350	3.4	7.04
	4-6	4-6	4-6			365	47.1	28.26
	2-4	2-4	2-6			289	22.5	17.28
	2-4	2-4	2-8			275	13.8	11.85
	2-4	2-6	2-6			266	17.3	13.21
	2-4	2-6	2-8			386	9.6	9.22
	2-4	2-6	2-6	2-6式		405	4.0	6.51
	2-4	2-6	2-6		2-4式	357	26.3	18.50
	2-4	2-6	2-6		2-6	328	15.9	12.84
	Zボルドー 800倍+クレフノン 200倍					319	2.5	7.88
Zボルドー 800倍+クレフノン 200倍+スプレーステッカー 2,000倍					362	6.9	9.46	
コサイドW.P. 2,000倍+クレフノン 200倍					332	1.2	4.01	
無 散 布					389	1.3	3.09	

L.S.D.(0.1%)=9.62
 / (1%)=7.40
 / (5%)=5.56

注 供試樹：杉山温州
 葉害は微細な黒点となり、黒点病と判別しにくいので併せて黒点病予察基準に従って調査した。

第8表 静岡県東部、中部、西部地方の雨水のpH(1974)

沼津市西		賀茂郡東伊豆町		清水市越		引佐郡三ヶ日町	
月日	pH	月日	pH	月日	pH	月日	pH
5.31	6.5	5.10	7.1	5.9	4.3	5.5	6.8
6.6	6.1	14	7.1	15	4.2	15	7.0
18	6.3	21	6.4	21	4.4	22	6.9
22	6.4	22	6.4	22	4.0	30	7.0
24	6.4	26	6.3	23	3.5	6.7	6.5
28	6.2	6.6	6.2	24	3.6	11	6.1
29	6.3	11	6.2	26	4.2	12	6.2
7.1	6.1	12	6.4	31	4.2	14	6.1
		15	6.3	6.1	4.1	16	6.4
		18	6.2	4	4.2	19	6.7
		22	6.3	5	4.1		
		28	6.2	6	3.6		
		29	5.9	13	4.0		
		7.17	6.1	17	3.7		
		19	6.0	19	4.9		
				22	4.2		
				24	4.7		
				28	4.7		
				7.1	4.0		
				13	3.5*		
				15	3.3*		
				17	4.0		
				18	4.3		
				23	4.1		

4倍量が限界で、それ以上の加用は水溶性銅の溶出を必要以上に抑えて、防除効果を低下させる。低濃度ボルドー液の耐雨性は250mm前後で、その後は速やかに防除効果が減退する。散布後の降雨量が約250mmに達しない場合には、30日前後経過してから次の散布を行うのがよい。また、散布後、短期間に降雨量が250mm近くに達した場合には、15~20日程度の間隔をおいて次の散布を行えばよい。短期間に何度も散布を繰り返すと葉上の銅の残留量を多くして、銅の葉害を増すことになる。3月中・下旬に行う発芽前散布は、4月中・下旬まで防除効果を持続させるために、残効期間が比較的長く、生石灰量もそれほど多くない2-4式を使用する。石灰の葉害を軽減するために、春梢の展葉前には2-2式を使用し、春梢の下位葉、中位葉の展葉が終了すれば、2-3式、2-4式を使用する。その後は銅の葉害を軽減するために2-6式~2-8式を使用する。銅水和剤では、葉害及び残効性の両面からクレフノンの加用が必要である。クレフノンの濃度は主剤の有効成分量にもよるが、コサイド水和剤2,000倍、Zボルドー800倍に対しては200倍程度が妥当と考えられる。クレフノン200倍を加用しても、生石灰とは異なり軟弱葉に対する石灰の葉害はほとんど問題とならない。コサイド水和剤2,000倍にクレフノン200倍を加用した場合の耐雨性は200mm前後であるが、ボルドー液と異なり短期間の多量の降雨によっても、比較的速やかに防除効果を失う。

かいよう病の主要な防除時期は、5月上旬以降の春梢の伸長期及び6月~7月上・中旬の梅雨期であって、この期間の防除を徹底して行う必要がある。本病の常発地帯では、まず3月中・下旬に2-4式ボルドー液の発芽前散布を行って春先の感染を抑え、5月上旬(春梢の伸長開始時期には年次変動があるが、中晩生カンキツでは一般に早い)には、2-2式ボルドー液あるいはクレフノン200倍加用銅水和剤を散布する。その後の防除は曆日的に行うのではなく、散布後の降雨量、経過日数を指標として散布時期を決定する。6月に入り、春梢が成熟して硬化すれば石灰の葉害はないので、銅の葉害を減らすために2-6式~2-8式ボルドー液を使用する。夏芽は6月下旬から伸長を始めるが、7月に入るとミカンハモグリガ幼虫の活動が活発になり、被害葉では傷感染が助長されるので、定期的にハモグリガの防除を行うことが大切である。硫酸ニコチン800倍は銅剤と混用しても散布直前ならばさしつかえない。果実への感染は、ウンシュウでは8月中旬ころまでであるが、中晩生カンキツでは10月中旬まで行われるので、8月下旬以降台風襲来前には、2-6式ボルドー液、クレフノン加用銅水和剤あるいはストレプトマイシン剤を散布することが、翌年の伝染源を減らす意味でも効果が大きい。なお、薬剤に対する感受性はカンキツの種類によってかなり著しく異なるので、葉害については今後個々の種類ごとに検討する必要がある。

引用文献

- 1) BARKER, B. T. P. and GIMINGHAM, C. T. (1911) : J. Agric. Sci. 4 : 76~94.
- 2) ——— (1914) : Ann. Appl. Biol. 1 : 9~21.
- 3) CURTIS, L. C. (1944) : Phytopathology 34 : 196~205.
- 4) 原 攝祐 (1939) : 実験作物病理学 90~102. 養賢堂.
- 5) HORSFALL, J. G. et al. (1939) : J. Agr. Research. 58 : 911~927.
- 6) KLOTZ, L. J. et al. (1956) : The California Citrograph. March 167~168, 188.
- 7) 村川重郎 (1941) : 農業の化学と応用 49~66. 朝倉書店.
- 8) MARTIN, J. T. and SOMERS, E. (1957) : Nature 180 : 797~798.
- 9) 松島二良・原田 学 (1965) : 園学雑 34(4) : 272~276.
- 10) 杉山直儀 (1947) : 作物の葉害 15~21. 河出書房.
- 11) WILCOXON, F. and McCALLAN, E. A. (1938) : Contrib. Boyce Thompson Inst. 9 : 149~159.
- 12) 山本 亮 (1962) : 農業学 31~33. 南江堂.

植物防疫基礎講座

組織化学的手法による植物酵素活性の測定法

武庫川女子大学 ^{にし}西 ^お尾 ^{こう}康 ^{ぞう}三

総 論

I 序 論

組織化学の目的は、生体内のどこにどんな物質があるかを知ることである。酵素の研究においてどんな酵素がどこで働いているか(局在性)を知ろうという場合には、組織化学が最も偉力を発揮する手法である。近時、組織化学は動物を材料とする分野でよく発達してきたので、これから記す方法の多くは、筆者が動物学、医学の文献を参考にし^{1,3,4,5)}植物に適用できるように改良したものである。植物体内で部分的におこる異常生理現象を研究することの多い植物病理分野の研究法として、この手法は有力なものであると思われる。

組織化学は、どこに何があるかということが分かるのが最大の特長であるが、研究法として極めて簡便、安価であることも大きな長所である。

II 酵素組織化学の原理

酵素活性の局在性を知るには、まず、一定の条件下で、酵素の働きをうける物質(基質)に組織内の酵素を作用させる。その結果できる生成物が、普通は同時に存在する試薬(発色剤)と反応し、可視物質となる。これが陽性反応で、これを顕微鏡で観察して局在性を知るわけである。

III 実験手順

所定の pH (なるべく酵素の最適に近いもの)に混合した緩衝液を、4cc 入る管びんに入れ、基質、試薬(発色剤)、それに、必要に応じて活性剤、阻害剤を加えたものに切片を浸漬し(incubation)、コルク栓をして所定の時間、所定の温度においた後、水洗してから検鏡する。

室温で浸漬するときは、陶器製の板の上に 12 個の穴をもった反応皿の中で、所定の浸漬液を用いて浸漬する。

切片は、徒手切片、または凍結切片を用いる。水洗はいずれも反応皿上で行う。緩衝液は文献⁵⁾の表の割合で動物材料より薄くしたものが多く、浸漬後 pH の変化は 0.1 以内である。

試薬は Sigma のカタログに一番多くのもっている。

IV 酵素組織化学の問題点

1 反応生成物、可視物質の移動

反応生成物、または、それと試薬の反応の結果できた可視物質が水溶性であるため、酵素活性の局在している場所からほかに移動し、活性の局在する位置に反応がでず(偽の陰性)、移動した位置に反応がでる(偽の陽性)ことがある。これを防ぐためには、なるべく水に対する溶解度の低い生成物、可視物質ができ、しかも生成物から可視物質への反応速度が速いような基質試薬を選ぶようにする。また、反応に多くの段階を要するものを避ける。

2 試薬と組織内物質の反応

組織内に元来含有されている物質と試薬とが反応し、酵素反応の結果生ずる呈色が隠されたり、これと紛らわしい色調を呈することがある。

ジアゾニウム塩が植物体に既存するフェノール、ナフトール類と反応する場合 diaminobenzidine などの芳香族アミンが酸性溶液中でリグニンと反応する場合(橙色)などがこの例である。

これらによる過誤を防ぐためには、基質をぬいたほかは浸漬液と成分を同じにした液で、同一条件で浸漬したもの、あるいは、阻害剤をいれたものと比較する必要がある。

3 酵素反応の阻害

(1) 前処理による阻害

組織、細胞の形態を変化させることなく正しく把握するために、浸漬する前に固定、脱水、包埋、マイクローム切片作成などの前処理をすることがあるが、その際、酵素活性が減退することが多い。そのため、酵素組織化学においては徒手切片、あるいは凍結マイクローム切片を用いることが多い。しかし、前処理によって阻害されることの少ない酵素の場合は、試薬の浸透、切片のできばえなどからいって、前処理をしたマイクローム切片を使うほうがよい場合もあると思う。

(2) 試薬による酵素反応の阻害

呈色反応のための試薬が酵素活性を減退させることがある。これについては、アゾ色素法(後述)におけるジアゾニウム塩が最も注意すべきものである。

(3) 溶媒による酵素反応の阻害

基質が水に難溶の場合、メチルアルコール、エチルアルコール、ethylene glycol monoethyl ether, dimethylformamide (DFA) などに溶かしてから水に分散させることがあるが、これらの溶媒の量が多すぎると酵素活性を阻害することがある。

4 緩衝液の影響

酵素活性は pH によって影響されるため、緩衝液を用いてきた pH で浸漬が行われる。この際、なるべくその酵素の最適 pH に近いものであることが望ましいが、同じ酵素であっても、文献によって相当異なる pH のものを用いていることがある。組織化学は元来、定性的なものであるため、pH の許容できる範囲はかなり広いようである。基質の可溶性、発色剤の有効性、安定度などの条件により、pH を最適として測定できないこともある。また、最適 pH を一義的に確定しにくい酵素もある。また、同じ pH でも、緩衝液を構成する物質の組み合わせにより酵素活性を異にすることがある。

5 試薬の浸透

酵素組織化学は徒手切片で生きた組織についてみることが多い。生きた細胞は半透性を持っており、基質、発色剤など、浸漬液の成分のどれかが浸透しにくいと、酵素活性の局在するところでも陽性反応を呈し得ない。殊に、浸漬液の成分に分子の大きなものがあるとき、成分の種類が多いときは、細胞への浸透が悪い。

6 基質特異性

酵素は当該酵素基質のみに作用する性質を持っている。これを基質特異性という。しかし、一つの基質に2種、あるいはそれ以上の酵素が作用することがある。これらのものを識別するには、阻害物質、最適 pH の差などを用いる。

このように、酵素組織化学はいろいろな問題点をもっているため、一つの酵素反応に2種以上の方法があれば、これを併用するのが望ましい。

各 論

I 酸化還元酵素

1 Dehydrogenase

水素の供与体から、分子状酸素でない受容体に水素分子が移動することを触媒する酵素が、dehydrogenase である。助酵素を必要とするものと、しないもの、ミトコンドリア内にあるもの (bound) と、主としてミトコンドリア外にあるもの (soluble) とに分けられる。dehydrogenase として定義される酵素には種々の基質があり

うる。ここでは、助酵素を必要とせず、bound enzyme であるものとして succinate dehydrogenase, 助酵素を必要とし、soluble enzyme であるものとして malate dehydrogenase を挙げる。

(1) Succinate dehydrogenase

1) 浸漬液

① Disodium succinate 6.75 g を純水 16 ml に 1NHCl 0.1 ml を加えたものに溶かす, ② Nitro BT 10mg を純水 5 ml に溶かす, ③ 0.005 M MgCl₂ 2 ml, ④ 0.05 M トリス緩衝液 pH 7.4 5 ml, ⑤ 純水 6 ml。

① 4 ml + ② + ③ + ④ + ⑤ (計 22 ml) の浸漬液とする。

2) 処理

上記の浸漬液に切片を入れ、37°C で1時間浸漬、反応皿上で水洗後検鏡する。陽性部位(酵素活性の局在するところ)はテトラゾリウム塩として Nitro BT を用いた場合、青紫色に呈色する。

3) 組織化学的反應の機構

この呈色反応は、コハク酸が dehydrogenase により酸化されフマル酸になるとき取り去られる水素により、テトラゾリウム塩である Nitro BT が還元されて青紫色のフォルマザンになることによるものである。

普通、色素は酸化型が有色で、還元型が無色のことが多いが、この場合は還元型が有色である。この反応はほとんど非可逆的で、しかも、生成物の水溶性が低く、組織化学反応として好適のものであるといえる。

(2) Malate dehydrogenase

① DL Sodium malate 1.87 g を純水 10 ml に溶かす, ② Nitro BT 20mg を純水 5 ml に溶かす, ③ 0.005 M MgCl₂ 2 ml, ④ 純水 6 ml, ⑤ 0.05 M リン酸緩衝液 pH 6.2 6 ml, ⑥ NAD 20 mg。

① 2 ml + ② + ③ + ④ + ⑤ + ⑥ (計 21 ml) の浸漬液に 37°C, 1 時間浸漬。陽性部位は青紫色に呈色する。

2 Cytochrome oxidase

生体内の水素伝達経路における最後の段階に関する酵素である。

Cytochrome oxidase 活性をみるためには、古くから Nadi 反応というのが知られているが、この反応は空気中の酸素により酵素なしでも起こり、特異性がない。また、生成物が脂肪に溶けるため、脂肪を含む細胞要素を染めるので、いろいろな改良法が考案されている。ここではそのうちから二つの方法を挙げることにする。

(1) DAB 法

1) 浸漬液, 処理

① 3,3'-Diaminobenzidine tetrahydrochloride (DAB)

10mg, ② 0.05 Mリン酸緩衝液 pH 6.2 20ml。

①+② を浸漬液とし、室温、30 分間浸漬。

2) 組織化学的反応

DAB が Cytochrome oxidase により酸化 (脱水素) され、褐色を呈する。

(2) アミン-アミン法

1) 浸漬液, 処理

① p-Aminodiphenylamine (Variamine Blue TR Base) 4 mg, p-methoxy-p'-aminodiphenylamine (Variamine Blue B Base) 4 mg を 0.2 ml エタノールに溶かす, ② 純水 14 ml, ③ 0.05 M トリス緩衝液 pH 7.4 6 ml。

①+②+③ (計約 20 ml) を浸漬液。室温, 30 分浸漬。

2) 組織化学的反応

p-Aminodiphenylamine と p-methoxy-p'-aminodiphenylamine が, Cytochrome oxidase により酸化重合して陽性部位は青紫色に呈色する。

3 Peroxidase

水素供与体の水素を過酸化物に移行させることを触媒する酵素である。

かつては benzidine が一部分酸化されて青色になる反応がよく用いられ、この青色を安定化、不溶化するための工夫などがなされたが、benzidine はその発癌性の故に使用困難となったので、次の二つの方法を挙げることにする。

(1) DAB 法

Cytochrome oxidase の DAB 法に 1% H_2O_2 0.4 ml を加えたもので、室温、10 分間浸漬。陽性部位は褐色を呈する。

(2) アミン-アミン法

Cytochrome oxidase のアミン-アミン法に 1% H_2O_2 0.4 ml を加えたもので、室温、10 分間浸漬。陽性部位は青紫色に呈色する。

Catalase, peroxidase, cytochrome oxidase は水素の受容体が異なるだけのもので、総括して hydroperoxidase といわれる

上の記述をみると、cytochrome oxidase のための浸漬液に H_2O_2 を加えると、peroxidase のための試薬になる。 H_2O_2 を加えると、 H_2O_2 を受容体とする peroxidase が優越的に働くともみられる。しかし、 H_2O_2 を加えなくとも、元来組織中にある H_2O_2 により peroxidase 活性が起るかもしれない。これをチェックするために、あらかじめ catalase を加えて組織中の H_2O_2 をなくして、peroxidase の影響を消したり、cytochrome C を加えて反応の強さがますますどうかをみるという方法

がある。

pH に関して、DAB 法は 6.2、アミン-アミン法は 7.4 と幅広い範囲で行われる。これはいずれも酵素が単一でないことを物語るもので、cytochrome oxidase と peroxidase に関しては、いろいろな pH で実験してみる必要があるのではないだろうか。

4 Catechol oxidase (Tyrosinase)

Tyrosinase 及び、その他の phenol 体を酸化する酵素である。

1) 浸漬液, 処理

① L-DOPA [L-β-(3,4-Dihydroxyphenyl)-α-alanine] 20mg, ② 6 ml のリン酸-カリウム (9 g KH_2PO_4/l) [約 0.07M] に、18 ml のリン酸-ナトリウム (11 g $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O/l$) [約 0.03M] を加えたもの、pH 約 7.0。

① に ② を 20 ml を加え浸漬液とし、37°C、2 時間浸漬。

2) 組織化学的反応

L-Tyrosine が tyrosinase によって DOPA にされ、更に tyrosinase によってメラニン (黒色) にされるのが知られ、DOPA が tyrosinase 活性を示す基質として用いられるようになった。DOPA oxidase ということもある。

Peroxidase もこの反応に関係すると言われている。Peroxidase, cytochrome oxidase, tyrosinase など酸化酵素の実験結果の生化学的考察には、十分の注意を要する。

II 加水分解酵素

1 Carboxylic esterase

Carboxylic esterase はカルボン酸エステルを加水分解する酵素で、これの活性をみるときは、普通、基質として acetate が用いられるが、この基質は cholinesterase, acetylcholinesterase や true lipase などの、異なる幾つかの酵素によって分解される。したがってこれを non-specific esterase ということがある。このようなときは、既に記したように阻害剤、賦活剤、最適 pH などで酵素の種類を判別する。

(1) Naphthol AS acetate による方法。

合成基質 Naphthol AS acetate を用いて酵素活性をみるのである。

1) 浸漬液, 処理

① 0.2% Naphthol AS acetate DFA 溶液 1 ml, ② 0.05M リン酸緩衝液 pH 7.0 20 ml, ③ Fast Blue B (Naphthyl Diazo Blue B) 10mg。

①+②+③ (計 21 ml) をもって浸漬液とし、37°C、

2時間浸漬。陽性部位は紫青色に呈色する。

2) 組織化学的反応

この組織化学的方法はアゾ色素法といい、酵素組織化学の最も重要な方法といえる。

MENTEN などにより 1944 年に、基質として calcium β -naphthylphosphate, 発色剤として diazotized α -naphthylamine を用い、基質が alkaline phosphatase により分解され、 β -naphthol を生じ、これが diazotized α -naphthylamine とカップリングして発色するという形で始められたものであるが、その後、基質、発色剤についていろいろと改良が進められてきた。

基質としては、Naphthol AS 化合物というものが合成されている。AS とは Anilid-Säure という意味で、ナフトールに酸アミドの形で、いろいろなベンゼン誘導体が結合したもので、水に対する溶解度が低く、組織との結合性が強い。このベンゼン核に何がついているかにより、AS, AS-BI, AS-LC などといわれる。この AS 化合物のエステル、配糖体を作って基質として用いるのである。

発色剤であるジアゾニウム塩は、動物を材料とする時は pH 4.5~8.5 くらいの間でも用いられ、酸性になるとカップリングの速度が遅くなり、アルカリ性になると不安定になる。酸性では Fast Ganet GBC Salt (Garnet, GBC と略称)、アルカリ性では Fast Blue B Salt (Fast Blue, B と略称) (Naphthanil Diazo Blue B Salt と同じもの) がよく使われる。近ごろ、動物材料では hexazonium pararosanilin が決定版のようにになっている。

ジアゾニウム塩は植物組織内に存在する、おそらく、フェノールあるいはナフトールの化合物と結合して呈色する。これが酵素反応によって起こった呈色と紛らわしいことがある。

元来存在する物質との呈色反応の色調は多く赤褐色で、酵素活性によってできた呈色反応の色調はなるべく青味がかっているようなジアゾニウム塩 (テトラゾニウム塩、ヘキサゾニウム塩をもちうるが) を使うと両者が区別しやすい。Garnet GBC はガーネット色、Fast Blue B はこれより少し青味がかっているの、発色剤として適している。Hexazonium pararosanilin は呈色が赤色であるので、使いにくいようである。アゾ色素法を用いる場合は、基質をぬいて他は同じ条件にしたものを浸漬液としたコントロールをつくり、これと比較することがぜひ必要である。

ジアゾニウム塩は酵素反応に対して阻害作用をもつ。そしてこれは、ジアゾニウム塩の安定剤によることが多い。それで、阻害されやすい酵素の場合、酵素反応を起

こさせてからジアゾニウム塩を反応させる。いわゆる、post coupling が行われることがある。しかし、これは生成物の移動が起こるおそれがある。

ジアゾニウム塩はまた、水溶液が不安定で生成物とのカップリング速度が遅いときは、十分カップリングしないうちに分解してしまうおそれがある。この場合、低温で反応させたり、ジアゾニウム塩を浸漬時間の途中で更新したりする方法を用いる。

アゾ色素法は浸漬液が少なくとも 2 種の試薬を含み、そのどちらが浸透していなくても反応がでない。殊に、Naphthol AS 化合物は水に溶けにくく、DFA などに溶かしてから水中に分散させるので、その分散媒の性質、量、分散の方法によって浸透がかわるようである。また、分散媒が多すぎると、既に記したように阻害作用をもつことがあるので注意を要する。

Acetate の場合は Naphthol AS acetate を使うと大体よくでる。Naphthol AS-D acetate, Naphthol AS-LC acetate を使う方法もあるが、あまりよくでない。

(2) 5-Bromoindoxyl acetate による方法 (インジゴ生成法)

1) 浸漬液, 処理

① 5-Bromoindoxyl acetate 2.6 mg をエタノール 0.2 ml に溶かす, ② 0.1 M トリス緩衝液 pH 7.0 4 ml, ③ 0.05 M $K_3Fe(CN)_6$ 2 ml, ④ 0.05 M $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ 2 ml, ⑤ 0.1 M $CaCl_2$ 2 ml, ⑥ 純水 10 ml。

①+②+③+④+⑤+⑥ (計約 20 ml) を浸漬液とし、37°C, 2時間浸漬。

5-Bromo-4-chloroindoxyl acetate を用いると、より敏感なようである。

2) 組織化学的反応

上記の方法はインジゴ生成法といい、有力な方法である。エステル、または配糖体になっているインドキシル化合物を基質としている。これらの基質に酵素が作用するとインドキシルを分解し、酸化重合して、インジゴを形成し、酵素局在部は青色に呈色する。 $K_3Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ は酸化触媒である。

この方法は、試薬が基質のみで、あとは無機化合物で、浸透がしやすいようで、実験結果もアゾ色素法よりよくできることが多く、殊に、後に記す glycosidase 類でアゾ色素法より優れている。基質用化合物の市販品が各種出回ってくれば、有望な方法である。

(3) Naphthol AS phenyl acetate, Naphthol AS propionate, Naphthol AS phenyl propionate を基質とするもの。

(1) の Naphthol AS acetate のところを、それぞれ

上記のものに変えただけの浸漬液を用いる。Naphthol AS phenyl acetate を基質としたものは、相当、陽性反応(紫青色)を認める場合があるが、後二者はあまり明確な結果を得たとはいいいにくい。生化学的意義も不明である。

2 Phosphatase

Phosphatase はリン酸エステルを加水分解する酵素の総称である。Phosphatase は、その最適が酸性側にあるもの(acid phosphatase)と、アルカリ側にあるもの(alkali phosphatase)とがある。

(1) Acid phosphatase

(i) アゾ色素法

1) 浸漬液, 処理

① Naphthol AS-BI phosphate sodium salt 2.4mg, ② 0.05 M 酢酸緩衝液 pH 5.4 15 ml, ③ Garnet GBC 8mg 陽性部位はガーネット色に呈色する。

①+②+③を浸漬液とし, 37°C, 2時間浸漬。

(ii) インジゴ生成法

1) 浸漬液, 処理

① 5-Bromo-4-chloro-indolyl phosphate 4mg を DFA 0.4 ml に溶かす, ② 0.05 M 酢酸緩衝液 pH 5.4 8 ml, ③ 0.05 M $K_3Fe(CN)_6$ 2 ml, ④ 0.05 M $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ 2 ml, ⑤ 純水 16 ml。

①+②+③+④を浸漬液とし(計約 20 ml), 37°C, 2時間浸漬。陽性部位は青色に呈色する。

(2) Alkali phosphatase

Acid phosphatase と同様の方法で、緩衝液は 0.05M トリス緩衝液 pH 8.5, ジアゾニウム塩は Fast Blue B を用いる。陽性部位は紫青色に呈色する。

Phosphatase 活性をみるのに、古くから金属塩法というものがある。酵素の働きでできたリン酸を金属の塩として捕え、これに黄色硫化アンモンを加え、黒色に発色させる方法であるが、段階が多く、筆者はあまり使用しない。

3 Galactosidase

(i) アゾ色素法

1) 浸漬液, 処理

① 6-Bromo-2-naphthyl- β -D-Galactopyranoside 10 mg を 1.5 ml メタノールに溶かす, ② 温純水(70°C) 20 ml, ③ リン酸クエン酸緩衝液 pH 5.0 8.5 ml, ④ 純水 10 ml, ⑤ Garnet GBC 20mg。

①+②+③+④+⑤を浸漬液とする(計 40 ml)。37°C, 2時間浸漬。陽性部位はガーネット色に呈色する。

リン酸クエン酸緩衝液は文献⁵⁾によるもので、大体 0.1 M になる。浸漬液全体としては約 0.03M になる。

同じ基質を 1 ml の DFA に溶かし、温純水を純水に

かえて用いてもよい。

α -Galactose でも同様の方法でよい。

Naphthol AS BI galactoside を基質とするとよく出ない。

(ii) インジゴ生成法

1) 浸漬液, 処理

① 5-Bromo-4-chloro-3-indolyl- β -D-galactoside 6 mg を DFA 0.6 mg に溶かす, ② リン酸クエン酸緩衝液浸漬液 pH 5.0 14 ml, ③ 0.05 M $K_3Fe(CN)_6$ 1 ml, ④ 0.05 M $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ 1 ml。

①+②+③+④を浸漬液とする(計約 17 ml)。37°C, 2時間浸漬。陽性部位は青色に呈色する。

5 Glucosidase

(i) アゾ色素法

1) 6-Bromo-2-naphthyl- β -D-glucopyranoside を基質とするもの。

前記 galactosidase のアゾ色素法の基質を glucosidase にし、溶媒を 1 ml の DFA とする。陽性部位はガーネット色に呈色する。

(ii) 1-naphthyl- β -glucopyranoside を基質とするもの。

1) 浸漬液, 処理

① 1-naphthyl- β -glucopyranoside 14mg を DFA 0.8 ml に溶かす, ② リン酸クエン酸緩衝液 pH 5.5 18 ml, ③ Fast Blue B 8 mg。

①+②+③を浸漬液とする(計約 19 ml)。37°C, 2時間浸漬。陽性部位は紫青色に呈色する。

これは(i)より良くである。

(iii) インジゴ生成法

Galactosidase のインジゴ生成法の galactose を 5-bromo-4-chloro-indolyl- β -D-glucoside 6 mg にかえる。陽性部位は青色に呈色する。

6 Glucuronidase

1) 浸漬液, 処理

① Naphthol AS-BI glucuronide 14 mg を 0.05 M 重炭酸ソーダ 0.6 ml に溶かす, ② 0.05 M 酢酸緩衝液 pH 5.0 50 ml, ③ Garnet GBC 16 mg。

①+②を 20 ml 取り, ③を加えて浸漬液とする。37°C, 2時間処理。陽性部位はガーネット色の沈殿として出るようであるが、確かでない。

7 Peptidase

Peptidase はペプチド結合の加水分解に関与する酵素である。

そのうち、L-leucyl- β -naphthylamine を基質とするものが組織化学的によく取り扱われている。

① L-leucyl- β -naphthylamine 24 mg, ② 純水 3 ml, ③ 0.1Mリン酸緩衝液 pH 6.5 10 ml, ④ 0.85% NaCl 8 ml, ⑤ 0.02 M KCN 1 ml, ⑥ Garnet GBC 10mg.

①+② をもって保存液とし、これを 1 ml 取り、これに ③, ④, ⑤, ⑥ を加えて浸漬液とし、37°C, 2時間浸漬 (計 20 ml)。これはいろいろな細胞で陽性を表すが、生理的意義はよく分からない。陽性部位はガーネット色に呈色する。

(3) Transferase

酵素がその基質に作用し、それを分解し、同時に分解生産物と他物質を結合させて、そこに新しい物質を形成させる反応を触媒する酵素を transferase (転移酵素) という。

このうちのひとつである phospholylase について述べることにする。

1) 浸漬液

① Glucose-1-phosphate 200 mg, ② 0.1 M リン酸緩衝液 pH 6.0 20 ml。

①+② を浸漬液とする。

2) 処理

切片を浸漬液に 37°C で 2 時間浸漬し、その後、ヨード・ヨードカリ液で処理する。切片中に既にデンプンを含むならば、それらのデンプンは暗青色にみえ、phospholylase により新しく合成されたデンプンは赤褐色を帯びてみえるので、容易に識別できる。

ヨード・ヨードカリ液をつくるには 2g の KI を 100 ml の純水に溶かし、それに 0.2g の I₂ を溶かす。

これらのほかに、sulfatase の基質として 6-Bromo-2-naphthyl sulfate, Naphthol AS-BI sulfate, glucosaminidase の基質として Naphthol AS-BI N-acetyl- β -glucosaminide が市販されているので、試みたが、はっきりした陽性反応がみられなかった。

動物材料で研究が盛んな酵素でないが、基質が市販されていないので、使えない。これも植物組織化学の泣きどころである。

参考文献解説

1) BURSTONE, M. S. (1962): Enzyme Histochemistry. Academic Press, New York and London.

酵素組織化学について、理論及びテクニック両方面からいってよく行き届いた書である。殊に、アゾ色素法の基質ナフトール化合物及びジアゾニウム塩に関する論議が面白い。

2) JENSEN, W. A. (1962): Botanical Histochemistry W. H. Freeman and Company San Francisco and London.

植物組織化学に関する比較的最近の書としては、ほとんど唯一と言ってよい。酵素の microscopic histochemistry に 28 ページを費している。植物材料で実験したものもあるが、動物材料のものそのままと思えるものも相当ある。

3) PEARSE, A. G. E. (1968): Histochemistry Theoretical and Applied, 3rd, Edition Vol 1 Churchill, London.

4) ——— (1972): Vol 2.

酵素に関する microscopic histochemistry に関する論述は、Vol 1 の 475~575 ページと、Vol 2 の 761~1008 ページにわたっている。各酵素について研究法の歴史、理論、実験操作が載っていて、単行本として最も新しいものであろう。

5) 武内忠男・清水保夫・小川和樹編集 (1967): 酵素組織化学 朝倉書店。

動物材料の組織化学書として、我が国において総力が結集された形、理論的にも、実験法としても充実している。

6) VAN FLEET, D. S. (1962): Histochemistry of Enzymes in Plant Tissue, Histochemie Band VII Enzyme 2 Teil, Gustav Fischer, Stuttgart.

少し古いものであるが、植物材料による実例が多く書かれている。

植物病理学の分野では、平井篤造・中垣洋一 細胞内各種酵素の染色法による定性分析 化学と生物 10: 562~568. ほか、諸雑誌で御存知と思う。最近、日本病理学会第9回感染機作研究会(松山)で、四国農試の大畑貫一氏が酵素組織化学について講演されている。

上記したものは、筆者が試みて、とまかく陽性反応を認めたものが大部分である。試薬の分量、pH など、必ずしも最善ではないので、読者諸賢の改良を期待したい。

中央だより

—農 林 省—

○植物防疫法施行規則一部改正さる

植物防疫法施行規則別表1の一部改正が6月12日付け農林省令第27号で公示され、6月16日から施行された。今回の改正の趣旨は、チチュウカイミバエの発生地域から、西インド諸島のキューバを削除すること及び台湾産のパパイヤ及びマンゴウ生果実のうち、農林大臣が定める基準に適合しているものの輸入を認めることの2点であり、それぞれ概要は次のとおりである。

1 チチュウカイミバエの発生地域からキューバを削除することについて

植物防疫法施行規則別表1では、これまで西インド諸島全域をチチュウカイミバエの発生地域として指定していた。しかし、キューバ政府から、キューバにはチチュウカイミバエが分布しないので、輸入禁止地域から除外されたい旨、資料を添えて申し入れがあった。このため、我が国は資料を検討すると同時に農林省の係官を現地へ派遣し野外の発生調査を行ったところ、チチュウカイミバエの発生が認められなかったため、キューバをチチュウカイミバエの分布地域から削除したものである。

2 台湾産パパイヤ及びマンゴウ生果実の条件付き輸入解禁について

台湾にはミカンコミバエ及びウリミバエが分布しているため、パパイヤ及びマンゴウの輸入は禁止されていたが、これらミバエ類に対する消毒方法が確立したため、消毒・検査など一連の農林大臣の定める基準に適合しているものについては、条件付きで輸入が認められることとなった。なお、今回の改正により台湾産生果実のうち条件付き輸入が認められたのはボンカン、タンカンを含め4種類となった。

解禁に伴う農林大臣の定める基準は、同日付け農林省告示第578号で公示され、6月16日から施行されたが、概要は次のとおりである。

(1) パパイヤの品種はソロ種、マンゴウの品種はアーヴィン種及びハーディン種であって、台湾の植物防疫機関が、濃密な防除が行われる地区として指定した地域で生産された果実であり、かつ、航空貨物または船積貨物で輸入されること。

(2) 台湾の植物防疫機関発行の特定の消毒が行われ、ミカンコミバエ、ウリミバエをはじめ、病害虫のついていないことを記した植物検疫証明書が添付されてい

ること。

なお、この証明書には、消毒及び検査が十分に行われたことを確認した旨の日本の植物防疫官の付記がなされていなければならない。

(3) 消毒は、パパイヤについては、46～50°Cの温水中に20分間浸漬した後、エチレンジブロマイド(EDB)を1m³当たり14g用いて20°C以上の温度条件で2時間くん蒸すること。

マンゴウについては、48～50°Cの温水中に20分間浸漬した後、EDBを1m³当たり12g用いて25°C以上の温度条件で2時間くん蒸し、更に7～10°Cで4日間貯蔵することとなっており、かつ、くん蒸は未包装のままで行い、1回のくん蒸量は、くん蒸庫内容積の50%以下とされている。

(4) 消毒された果実は、ミバエ類の侵入防止措置が講じられた施設内において、ミバエ類の侵入するおそれがないと認められた材料によりこん包されることとされ、箱の3面以上に仕向地が日本であることが表示されており、かつ、台湾の植物防疫機関の封印がなされていなければならない。

また、個々の果実には、植物検疫が終了した旨のラベルが貼られることとされている。

なお、実際の輸出入検疫に当たっては、次のような取り扱いが行われる。

(1) 輸出検査の際にミバエ類が発見された場合は、ミバエ類が付着した原因について、我が国と台湾の植物防疫機関が共同して調査し、その原因が判明するまでの間は以後の消毒の確認は行わない。

(2) 我が国における輸入検査の結果、日本の植物防疫官の付記のなされた植物検疫証明書が添付されていない場合、箱の表示や封印、果実のラベルがない場合、こん包が破損している場合には、その果実は廃棄または返送されることとなる。

(3) 輸入港において生きたミバエ類が発見された場合には、その荷口全量の廃棄または返送が命ぜられ、ミバエ類が付着した原因について、我が国と台湾の植物防疫機関が共同で調査し、その原因が判明するまでは、以後の輸入検査を中止することとなる。

○昭和51年度病害虫発生予報第3号発表さる

農林省では51年6月26日付け51農蚕第4264号昭和51年度病害虫発生予報第3号でもって、下記作物及び病害虫の向こう約1か月間の発生動向の予想を発表

した。

イネ：いもち病，紋枯病，白葉枯病，ヒメトビウンカと縞葉枯病，ツマグロヨコバイと萎縮病，ニカメイチュウ，セジロウンカとトビイロウンカ，イネハモグリバエ，イネヒメハモグリバエ，イネカラバエ，イネドロオイムシ

ジャガイモ：疫病

カンキツ：そうか病，黒点病，かいよう病，ヤノネカイガラムシ，ミカンハダニ

リング：うどんこ病，斑点落葉病，モモシンクイガ，コカクモンハマキ，キンモンホソガ，ハダニ類

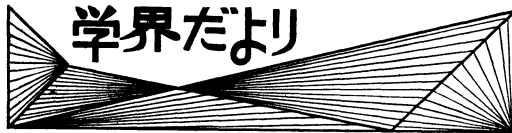
ナシ：黒斑病，黒星病，シンクイムシ類，コカクモンハマキ，ハダニ類，クワコナカイガラムシ

モモ：黒星病，せん孔細菌病，灰星病，コスカシバ，モモハモグリガ，ハダニ類

ブドウ：黒とう病，灰色かび病，ブドウスカシバ，フタテンヒメヨコバイ

カキ：炭そ病，うどんこ病，カキミガ，フジコナカイガラムシ

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



○第9回農業科学シンポジウム—農業科学の今後をさぐる—開催のお知らせ

共 催：日本学術会議植物防疫研連，日本農芸化学会，日本植物病理学会，日本応用動物昆虫学会，日本雑草学会，植物化学調節研究会，日本農薬学会

期 日：51年10月18日(月)午後1時～19日(火)午後4時30分

会 場：京都会館会議場
京都市左京区岡崎
電話 京都 075-771-6051

話題とその提供者：

第1日 10月18日午後1～5時

生物農薬は合成農薬にどれだけ代わりうるか？

座長 石井象二郎氏（京大農）

①昆虫ウイルスの害虫防除への応用 岡田齊夫氏（中国農試）

②細菌による害虫防除 鮎沢啓夫氏（九大農）

③天敵農薬 守本陸也氏（武田薬品工業）

第2日 10月19日午前9時30分～午後4時30分

(1) 薬剤抵抗性の発現をどのように解決するか？

座長 鈴木直治氏（神戸大農）

①水稲害虫の薬剤抵抗性とその対策 尾崎幸三郎氏（香川農試）

②ナシ黒斑病菌のポリオキシン耐性 甲元啓介氏（鳥取大農）

③ナシ黒斑病菌のポリオキシン耐性のメカニズム 堀 正大氏（科研化学）

(2) 農薬の毒性をどう考えるか？

座長 宮本純之氏（住友化学工業）

①環境物質と発がん性 小田嶋成和氏（国立衛試）

②公衆衛生からみた農薬の毒性 西村正雄氏（東京歯大）

③環境における農薬の代謝・分解 後藤真康氏（農薬残留研）

④環境物質の水棲生物に対する影響 藤谷 超氏（水産庁淡水区水産研）

参加費：2,000円（講演要旨代金を含む）

懇親会：10月18日(月)午後6時より

ホテル・サンフラワー

京都市左京区岡崎天王町

電話 京都 075-761-3131

会費 5,000円

連絡先：京都大学農学部農薬研究施設 深海 浩氏

京都市左京区北白川

電話 京都 075-751-2111 内線 6307

訃 報

農林省農業技術研究所病理昆虫部長

水上武幸氏急逝す

本誌の編集委員長である農業技術研究所の水上武幸病理昆虫部長は7月21日夜半冠状動脈硬化症のため急逝されました。享年57才。御冥福をお祈りします。

御遺宅ならびに御遺族は

千葉県市川市高谷2の7の7 ルネ南市川401号室
未亡人 水上裕子氏，長男 水上泰輔氏



粉粒剤の評価

粉粒剤の実用化は、微粒剤の誕生から数年の経過をみているが、その使用量は全国的にも少なく、その伸び率もかんまんと言われている。

この原因には、薬剤の種類が少ないこと、特に、現場に必要な混合剤の種類が粉剤に比較してかなり少なく、防除指導上、薬剤の選択や体系化防除が困難である。また、価格が現段階ではかなり高いこと、散布量や薬剤の到達距離などの散布状況の現状把握が困難であること、防除機やその付属品が完全とは言えないこと、病虫害によっては効果が不安定な場合があることなどが考えられる。

これらの要因は普及上、重要なものばかりであるが、それ以上に長所として、ドリフトが少ないことはもとより下部到達が優れることから、病虫害の種類によっては粉剤より優れる。特に、紋枯防除剤やウンカ・ヨコバイ類防除剤は粉粒剤が粉剤と同等かそれ以上である。

このように、ドリフトのほかに効果の面においても長所が認められるにもかかわらず、現場の評価は「粉粒剤(微粒剤F)＝ドリフトのない農薬」である場合が多い。

本剤の開発の動機は、そもそも、粉剤のドリフトの欠点を補うために誕生したと聞かされている。このことが私どもの頭に残り、しかも、メーカーの説明がドリフト対策が常に前面に出され、使用地域や推進目標は専ら都市近郊、住宅地付近、ヘリコプタなどの散布に力が注がれてきたと思われる。

このような状況が前述の伸び悩みの原因になっていたように考えられる。特に、ドリフト対策を前面に出すことは、農薬自身が散布地域や量を限定することになっている。

私どもは前述の誕生のいきさつはどうか、技術的に見て、本剤の正確な評価を指導や普及を通じて、末端の技術につながるように提供しなくてはならない。

ドリフト対策を前面に出すことは指導の姿勢として受身である。農薬を取り巻く社会的情勢から、うなずけないこともないが、この際、積極的に防除効果を前面に出すような転換が必要と考えられる。

その一つの考えとして、昨年経験した事例を紹介したいと思う。

それは、富山市南部を中心にツマグロヨコバイが農試の予察燈に、1夜に30万頭が飛び込む局部的な異常多発のため、防除効果が期待したほどあがらなかった。その中であって、微粒剤Fの散布区が極めて高い効果が認められた事実である。大差の出た原因は、稲体や虫体への薬剤の到達量あるいは付着量の差によると考えられた。なぜなら、今年の残暑は特に厳しく、8月下旬から9月上旬にかけての防除時期は連日30°C以上であった。この時期の15～16時の勤務時間内(役所防除?)のバイブダスターによる防除は上昇気流により粉剤が激しくドリフトした。散布時期や散布量は適正であったが、殺虫に必要な到達や付着がなかったと推理される。

ここ数年間、紋枯病を対象に剤型の効果比較を実施してきたが、2～3の例を除いて粉粒剤の効果は安定して高かった。この結果を、薬剤の特性として理解してきたが、前述の散布時刻と関係が深いのではないかと考えられ、本年は詳しく再検討する予定にしている。

近年の防除体制は土、日曜を中心とした休日、個人防除に移行して来ているため、適期防除、一斉防除を指導の中で叫んでも、早朝や夕方防除だけでは防除機や労働力の面で限度があり、特に兼業化の進んでいる地域はその感が強い。

粉粒剤はこのような地域や農家に、適期防除、一斉防除の推進の手段に「日中散布でも効果の高い薬剤」として積極的に活用したいものである。

(富山県農業試験場 梅原吉廣)

植物防疫

昭和51年

7月号

(毎月1回30日発行)

—禁 転 載—

第30巻 昭和51年7月25日印刷
第7号 昭和51年7月30日発行

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 遠藤武雄

印刷所 株式会社 双文社
東京都板橋区熊野町13-11

実費300円 送料29円 1か年3,840円
(送料共概算)

— 発 行 所 —

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号 170

社団法人 日本植物防疫協会

電話 東京(03)944-1561~4番
振替 東京177867番

新発売!

りんごのふらん病、
うり類のつる枯病の
予防、治療に

トッポジンM ペースト



病患部を削りとったあとや剪定、整枝時の切口、環状はく皮などの傷口などにハケでぬるだけで、組織のゆ合を促進し、病菌の侵入を防ぎます。



日本曹達株式会社

本社 東京都千代田区大手町2-2-1 〒100
支店 大阪市東区北浜2-90 〒541

英国バーカード社 (BURKARD) の研究用機器

○MONKS のライトトラップ (Monks Wood Light Trap)

蚊のほか種々の夜行性昆虫調査の目的で、生きたまま捕集されます。携帯型で12ボルトの自動車用バッテリーを電源としますので、野外のどこにでも使えます。

○微量滴下装置, 手動式 (Arnold Hand Microapplicator)

0.25~5 μ l まで可能。付属品: 注射器, 注射針一式

○微量滴下装置, 電動式 (Arnold Microapplicator)

0.1~10 μ l まで10段階式。操作簡便です。

○昆虫吸引トラップ (Johnson and Taylor Insect Suction Trap)

捕獲された昆虫は時間帯により分類されますから、週期性を表わすことができます。スタンド, 制御箱, 扇風機, 円盤落下装置で構成。

○記録式芽胞容量測定器 (Seven-day Recording Volumetric Spore Trap)

空気中の微粒子, カビ, キノコ, 酵母菌等の芽胞, 花粉などを粘着テープでとらえます。

その他 BURKARD 社全製品

大阪市東区博労町一丁目五十九番地

日本代理店 株式会社 薬 信 社

〒541 電話 大阪 06 (262) 3113 番 (代)

カタログ御要求下さい。

本 会 発 行 図 書

昭和 51 年 1 月 25 日よりの郵便料金改訂に伴い、本会発行図書の郵便料金が一部変更になりました。図書には旧郵便料金が印刷されている場合がありますが、お含みおき下さい。

日本の植物防疫 1,500円 送料 200円

日本植物防疫協会 堀 正侃 編・監修
元科学技術庁 石倉秀次
A 5 判 399 ページ 上製本・箱入

防除機用語辞典 2,000円 送料 120円

用語審議委員会防除機専門部会 編
B 6 判 192 ページ 上製本 カバー付

日本新農薬物語 4,000円 送料 440円

日本植物防疫協会 堀 正侃 著
A 5 判 622 ページ 上製本・箱入

病害虫発生調査の基準 500円 送料 120円

農林省農蚕園芸局植物防疫課 監修
A 5 判 56 ページ

農薬の科学と応用 6,200円 送料 480円

浅川 勝・岩田俊一・遠藤武雄 編
松中昭一・脇本 哲
A 5 判 847 ページ 上製本・箱入

種馬铃薯技術ハンドブック

500 円 送料 160円

A 5 判 口絵カラー写真 8 ページ
本文 148 ページ

登録農薬適正使用総覧

昭和 48 年分 8,000円 送料サービス

昭和 49 年分 9,000円 送料サービス

農林省農蚕園芸局植物防疫課 監修
B 5 判 加除式カード形式 表紙付

野そ防除必携 900円 送料 120円

野鼠防除対策委員会 編
A 5 判 104 ページ

永年作物線虫防除基準 70円 送料 60円

新書判 28 ページ

農 薬 要 覧

B 6 判

1975 年版 540 ページ 2,000円 送料 160円

1974 年版 541 ページ 1,700円 送料 160円

1973 年版 541 ページ 1,400円 送料 160円

1972 年版 520 ページ 1,300円 送料 160円

1971 年版 514 ページ 1,100円 送料 160円

1970 年版 508 ページ 850円 送料 160円

1966 年版 398 ページ 480円 送料 160円

1965 年版 367 ページ 400円 送料 160円

1964 年版 314 ページ 340円 送料 160円

1963, 1967, 1968, 1969 年版は品切れ版

南方定点観測船上の飛来昆虫調査ならびにセジロウカの異常飛来と発生源に関する記録 180円 送料 120円

B 5 判 36 ページ

アメリカシロヒトリのリーフレット

30円 送料 100円

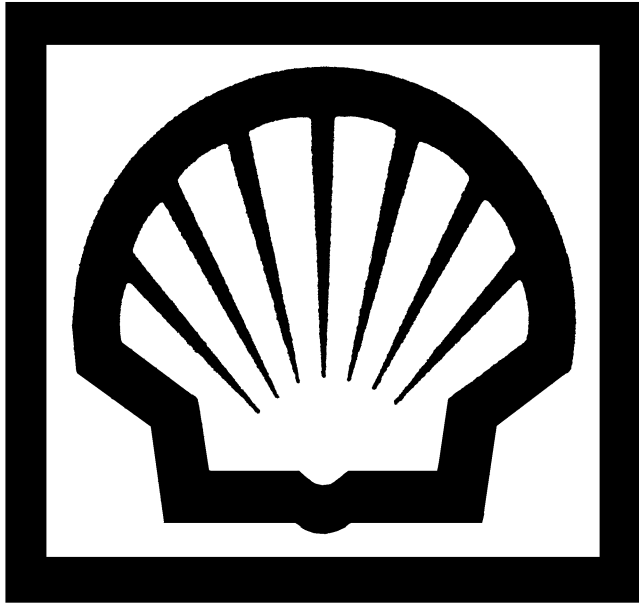
農林省農蚕園芸局植物防疫課 監修
B 5 判 4 ページ(カラー 4 図説明 1 ページ)

アメリカシロヒトリのポスター

200円 送料 100円

B 3 判 写真 2 枚 カラー印刷

お申込みは前金(現金・小為替・振替)で本会へ



シェル[®]の農薬

タバコガ、アメリカシロヒトリに

ガードサイド水和剤

地中害虫に

ビニフェート粉 剤

そ菜畑の除草に

プラナビア水和剤

土壌病害、線虫に

ネマクロペン

シェル化学株式会社

東京都千代田区霞が関 3-2-5 (霞が関ビル)
札幌・名古屋・大阪・福岡

「手まき」のいもち病防除剤

新発売



フジワンのシンボルマークです

®は日本農薬登録商標

フジワン®粒剤

気軽にまいてください。フジワンは、そのまま手まきのできる新しいいもち病防除剤。しかも浸透移行性が大きいので、すみやかにイネ全体に入りこみ、わずか1ppmという低濃度でいもち病菌の侵入を防ぎます。

- 散布適期幅が広く、ヒマをみて散布できます。
- すぐれた効果が長期間（約50日）持続します。
- 粉剤2～3回分に相当する効果を発揮します。
- 育苗箱処理ができます。
- イネや他の作物に薬害を起こす心配がありません。
- 人畜、魚介類に高い安全性があります。

葉いもち防除

使用薬量：10アール当り 3kg
使用時期：初発の7～10日前

穂いもち防除

使用薬量：10アール当り 4kg
使用時期：出穂の10～30日前
(20日前を中心に＝穂肥のころ)

「姉妹品」予防と治療のダブル効果

フジワン®乳剤

大型高性能防除機にも最適です。



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル

近畿大学教授・平井篤造 神戸大学教授・鈴木直治共編

—第2版出来—

感染の生化学 —植物—

A 5 版 474頁

2800円 千200円

前編—糸状菌および細菌病

* 感染 (神戸大学農学部教授・鈴木直治) * 細胞壁と細胞膜 (香川大学農学部教授・谷 利一) * 呼吸 (北海道農業試験場病理昆虫部技官・富山宏平) * 光合成 (農業技術研究所病理昆虫部技官・稲葉忠興) * 蛋白質代謝 (近畿大学農学部教授・平井篤造) * 核酸代謝 (京都大学農学部助教授・獅山慈孝) * フェノール物質の代謝 (東北大学農学部教授・玉利勤治郎) * ファイトアレキシン (島根大学農学部教授・山本昌木) * ホルモン (農業技術研究所生理遺伝部技官・松中昭一) * 毒素 (鳥取大学農学部教授・西村正暘)

後編—ウイルス病

* 感染 (近畿大学農学部教授・平井篤造) * 呼吸 (岩手大学農学部教授・高橋 壮) * 葉緑体 (名古屋大学農学部助手・平井篤志) * 蛋白質代謝 (植物ウイルス研究所研究第1部技官・児玉忠士) * 核酸代謝 (岡山大学農学部助教授・大内成志) * 感染阻害物質 (九州大学農学部助手・佐古宣道)

農 業 技 術 協 会 刊

東京都北区西ヶ原1-26-3 (〒114)

振替 東京 176531 TEL (910) 3787 (代)



は信頼のマーク



予防に優る防除なし
果樹・そ菜病害防除の基幹薬剤

キノドール[®] 水和剤
40

殺虫・殺ダニ 1剤で数種の剤
の効力を併せ持つ

トーラック 乳 剤

宿根草の省力防除に
好評! 粒状除草剤

カソロン 粒 剤
6.7

人畜・作物・天敵・魚に安全
理想のダニ剤

デデオン 乳 剤
水和剤

兼商株式会社

東京都千代田区丸の内2-4-1

泡のたたないグラミンS・展着剤はグラミンS・泡のたたないグラミンS・展着剤はグラミンS・泡のたたない

*茶・花木・みかん害虫の同時防除に
野菜・たばこの土壌害虫に

カルホス 乳粉 剤

- 三共が研究開発した全く新しい天然物誘導型（ハエトリシメジの成分と類似）の殺虫剤です。
- 接触毒と食毒の両作用により的確な効果を発揮します。
- 活性持続効果がすぐれます。
- 動物体外への排泄は急速に行われますので安心して使用できます。
- 悪臭や刺激性がなく使い易い薬剤です。
- 薬害の心配がほとんどありません。

*しおれ（きゅうり立枯性えき病）防除に
（こんんにゃく根ぐされ病）
（たばこのえき病）

パンソイル 乳粉 剤

*きゅうり・トマトなどの病気に

三共 オキシボルドウ



三共株式会社

農薬部 東京都中央区銀座3-10-17
支店 仙台・名古屋・大阪・広島・高松

北海三共株式会社
九州三共株式会社

昭和五十一年
昭和五十四年
九月七日
九月三十日
九月三十日
印刷
第三種郵便物認可
（植物防疫第三十卷第七号）
（毎月一回三十日発行）

泡のたたないグラミンS・展着剤はグラミンS・泡のたたないグラミンS・展着剤はグラミンS・泡のたたない

ゆたかな実り—明治の農薬



いもち病の防除に

新発売

オリゼメート粒剤

野菜・かんきつ・もも・こんにゃく
タバコの細菌性病害防除に

アグレプト水和剤

イネしらはがれ病防除に

フェナジン水和剤 粉剤

デラウェアの種なしと熟期促進に
野菜の成長促進・早出しに

ジベレリン明治

トマトのかいよう病特効薬

ノボビオシン明治



明治製菓株式会社
東京都中央区京橋2-8

実費三〇〇円（送料二九円）