

ISSN 0037-4091

植物防疫

昭和六十年九月二十五日印刷
（第三十九卷 第九号）
（每月一回 一日発行）

1985

9

VOL 39

特集 イネもみ枯細菌病

共立

強力4駆にシンプルライン。新登場。



でっかいタンクで小回り抜群

魅力のSSシリーズがさらに充実。SSV-641Fはデザイン一新、乗用車感覚のシンプルラインで新登場しました。安全作業を一日でチェックするOKモニターをはじめワンタッチ操作の薬液電磁クラッチ、便利なホース収納室など機構も斬新。整流機構から送り出される直進性のよい強力な風で微粒子化された薬液は徒長子まで確実に圧展固着、優れた散布効果を発揮します。またコンパクトなシャーシーとハイパワー4駆で急傾斜地や軟弱地にも小回りのきいた安全走行と安定した散布作業をお約束します。

共立スピードスプレーヤ SSV-641F

●寸法(長さ×幅×高さ): 3,090×1,320×1,210㎜ ●重量: 935kg ●走行用エンジン排気量: 566cc ●送風用エンジン排気量: 764cc ●走行部形式: 4輪 4駆 ●薬液タンク容量: 600ℓ ●噴霧用ポンプ吐出量: 73ℓ/min ●送風機風量: 405m³/min ●ノズル個数: 16

株式会社 共立

共立エコー物産株式会社
〒181 東京都文京区下池袋7-5-1 ☎0122-49-5941(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

ピルノックス 水和剤



大内新興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4

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/スパグリン

殺虫剤 — ランネート*45/ホスクリン/バイデート*

除草剤 — ロロックス*/レナパック/ハイパー*X/ゾーバー*

デュポン ジャパン リミテッド 農薬事業部

〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル



●デュポン農薬のお問い合わせは……

Tel.(03)585-9101

デュポン ジャパン



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 |
| ガードベイト水和剤 | ミカンコミバエ |
| ユーゲ"サイド" | 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 コドリングコール | コドリング |
| 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
デサボン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

ハクザップ®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 卷 第 9 号

昭和 60 年 9 月号

目次

特集：イネもみ枯細菌病

| | | |
|-------------------------------|--------------------------|------------|
| イネもみ枯細菌病の九州における発生の現状 | 茂木 静夫 | 1 |
| イネもみ枯細菌病の四国における発生の現状 | 十河 和博 | 6 |
| イネもみ枯細菌病の病原細菌 | 植松 勉 | 11 |
| イネもみ枯細菌病の防除対策 | 吉田桂輔・吉村大三郎 | 18 |
| 苗箱におけるイネ苗立枯れと病原細菌 | 畔上 耕児 | 24 |
| 小笠原諸島におけるミカンコミバエの根絶の経過と駆除確認調査 | 沼沢健一・土生和毅・諸橋公穂・馬庭昭一・村垣 茂 | 28 |
| ワタアブラムシの生活環とバイオタイプ | 稲泉 三丸 | 34 |
| わが国における「くん煙農業」の開発経過と今後の課題 | 富樫邦彦・岩根吉孝・中村一年 | 39 |
| 植物防疫基礎講座／昆虫行動解析法 (8) | | |
| 発生シグナルの記録とその解析法 | 大場 信義 | 46 |
| 日本有用植物病名目録正誤表 | 日本植物病理学会病名調査小委員会 | 52 |
| 新しく登録された農薬 (60.7.1~7.31) | | 23, 45, 51 |
| 中央日より | | 38 |
| 学界日より | | 10 |
| 人事消息 | | 51 |
| 次号予告 | | 33 |



「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**

●灰色かび病に

® **ユーパレ**

●うどんこ病・オンシツコナジラミなどに

® **モレスト**

●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]

●アスバラガス・馬鈴しょの雑草防除に

® **センコ**

●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**



®は登録商標

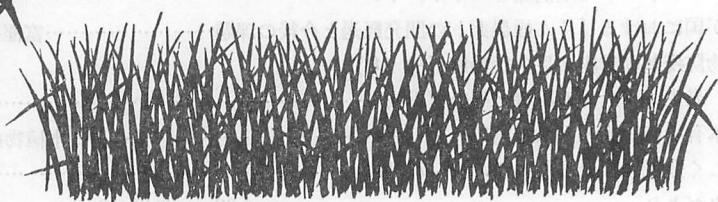
日本特殊農薬製造株式会社
東京都中央区日本橋本町2-4 103

農薬は正しく使いましょう！



タケダ

●いもち・紋枯病と 稲害虫の防除に—！



●いもち病・紋枯病の同時防除に

ビームバリダシン[®]粉剤

●いもち病と稲害虫の防除に

パダンサイド[®]ビーム[®]粉剤

●紋枯病と稲害虫の防除に

パダンバツサバリダシン[®]粉剤

パダンサイド[®]バリダシン[®]粉剤

パダンナックバリダシン[®]粉剤

●いもち病・紋枯病と稲害虫の同時防除に

パダンバリダ[®]ビーム[®]粉剤

ラフサイド[®]パダンバリダシン[®]粉剤

各種の病害虫を同時防除するためにパダン・バリダシンを基剤とした混合剤・DL剤が多数用意されています。発生病害虫の防除適期に合った混合剤をお選び下さい。

特集：イネもみ枯細菌病〔1〕

イネもみ枯細菌病の九州における発生の現状

農林水産省九州農業試験場 茂 木 静 夫

本病は昭和 30 年福岡県で初めて発見された細菌病の一つである。発見当初は籾枯性細菌病と呼ばれたが、のちに籾枯細菌病と命名された。発見当時は北九州・福岡、佐賀、長崎各県にのみ発生が見られ、品種ベニセンゴク(晩生種)、ナカセンゴク(中生種)を主体とする発生であった。その後、著しい変動を示しながら推移し、最近まで重要病害とは位置づけられていなかったが、昭和 50 年の多発生時に九州全域に拡大し、58 年には大発生を記録し、本病の分布が意外にも全国的に拡大・まん延していることが明らかとなって、本病の防除対策が重要な問題とされるに至った。昭和 58 年の大発生を契機として、四国地域 2 県、九州地域 7 県が参加し、本病の緊急調査研究(総合助成)が 59 年に実施され、さらに 60 年度から 3 年間、福岡県農業総合試験場を中核研究機関とし、佐賀、鹿児島両農業試験場を協力機関とする中核研究が開始された。

I 発生経過

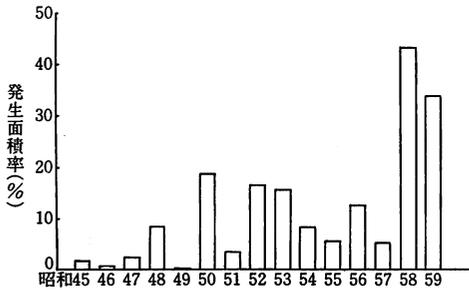
本病の初発見は前述のとおり昭和 30 年であるが、発生面積が全県的に統計数値として記載されるようになるのは昭和 45 年以降である。45 年までの多発生年は 30, 31, 35, 41, 42 年であった。初め福岡、佐賀、長崎の北

九州 3 県に発生し、昭和 50 年の多発生年に中九州、南九州地域にもまん延発生し、それ以降は九州地域全域に発生するようになった。本病の県別発生面積の推移を第 1 表に、また発生面積率を第 1 図に示す。一般に本病は高温年に多発生し低温年には発生の少ない傾向が顕著である。各年次における発生状況を見ると、イネ生育後半に高温に経過した年は概して発生が多く、低温に経過した年は少ない。すなわち、昭和 50, 52, 53, 56, 58, 59 年の高温で多収年次に多発生となり、49, 51, 55, 57 年の低温年の発生が少なく、発生面積率で見ると 58, 59 両年が著しく高率で 30~40% 台を記録したのに対し、それ以前は多発生年で 10% 台、ほかは数%の発生にとどまっていた。45 年から 59 年までの 15 年間で 5 年ごとに区切って発生状況を比べてみると次のとおりであった。45 年から 49 年までは北九州 3 県のみの発生で、5 年間の発生面積の平均は 3 県とも約 3,000 ha 前後であるが、続く 5 年に飛躍的に増加し、福岡では 6 倍弱、佐賀、長崎では 1.6~2.2 倍の発生となった。しかし続く 55 年から 59 年までの 5 年間で平均では福岡が前 5 年間の 60% 台の発生にとどまり、長崎ではほぼ横ばい、佐賀のみが 1.4 倍に増加した。これに対して中九州から南九州の諸県では 50~54 年の 5 年間に比べて、55~59 年の平

第 1 表 九州におけるイネもみ枯細菌病の発生推移(昭和 45~59 年)

| 年次(昭和) | 作付面積(ha) | (平均収量)(kg/10a) | 作況指数 | 発生面積(ha) | | | | | | | | 発生面積率(%) | |
|--------|----------|----------------|------|----------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|---|----------|------|
| | | | | 福岡 | 佐賀 | 長崎 | 熊本 | 大分 | 宮崎 | 鹿児島 | 計 | | |
| 45 | 375,400 | (405) | 94 | 481 | 730 | 5,700 | — | — | — | — | — | 6,911 | 1.8 |
| 46 | 338,500 | (408) | 93 | 81 | — | 2,000 | — | — | — | — | — | 2,081 | 0.6 |
| 47 | 334,500 | (471) | 108 | 4,406 | 700 | 3,000 | — | — | — | — | — | 8,106 | 2.4 |
| 48 | 336,500 | (458) | 104 | 13,016 | 12,000 | 4,000 | — | — | — | — | — | 29,016 | 8.6 |
| 49 | 352,800 | (453) | 103 | 20 | 10 | 200 | — | — | — | — | — | 230 | 0.1 |
| 50 | 357,600 | (467) | 106 | 41,484 | 12,750 | 9,000 | — | 3,496 | 200 | 1,354 | — | 68,284 | 19.1 |
| 51 | 357,100 | (416) | 93 | 7,652 | 1,435 | 400 | 1,000 | 1,914 | 0 | 0 | — | 12,401 | 3.5 |
| 52 | 354,500 | (471) | 105 | 22,730 | 6,879 | 6,000 | 8,500 | 4,165 | 4,148 | 7,412 | — | 59,834 | 16.8 |
| 53 | 324,700 | (476) | 105 | 24,066 | 6,914 | 5,000 | 10,000 | 1,021 | 603 | 4,336 | — | 51,940 | 16.0 |
| 54 | 314,700 | (478) | 105 | 11,195 | 1,280 | 3,000 | 2,500 | 4,690 | 50 | 4,337 | — | 27,052 | 8.6 |
| 55 | 301,100 | (404) | 88 | 869 | 1,850 | 1,300 | 2,500 | 3,280 | 1,193 | 6,374 | — | 17,366 | 5.8 |
| 56 | 286,600 | (484) | 105 | 13,023 | 2,496 | 6,500 | 4,000 | 300 | 569 | 10,401 | — | 37,285 | 13.0 |
| 57 | 283,800 | (446) | 96 | 5,339 | 1,513 | 100 | 2,000 | 170 | 0 | 6,138 | — | 15,260 | 5.4 |
| 58 | 287,800 | (452) | 97 | 25,543 | 14,077 | 8,900 | 25,050 | 22,400 | 9,378 | 19,784 | — | 125,132 | 43.5 |
| 59 | 290,400 | (500) | 106 | 19,062 | 21,589 | 6,000 | 18,500 | 13,300 | 2,935 | 17,340 | — | 98,726 | 34.0 |

(植物防疫課および地区協議会資料)



第1図 九州におけるイネもみ枯細菌病の発生推移

均発生面積がいずれも大幅に増加し、鹿児島 3.4 倍、宮崎 2.8 倍、大分 2.6 倍、熊本 2.4 倍の増加となった。九州全体では 50~54 年の平均発生面積は前 5 か年の約 2 倍、また 55~59 年は前 5 か年の 1.34 倍の増加となり、発生面積率で見ると 50~54 年の 5 か年平均値が前 5 か年の 4.7 倍と著しく増加し、55~59 年の平均値は前 5 か年の 1.6 倍となった。以上から北九州は 45~49 年、中・南九州は 50~54 年がそれぞれ恒常発生期、続く 5 年間の北九州では 50~54 年、中・南九州は 55~59 年がそれぞれ増加期、続いて北九州の 55~59 年が安定期と言うことができる。

九州における本病苗腐敗症の発生は福岡で 50 年、佐賀、長崎で 51 年、大分、宮崎で 53 年、熊本で 57 年にそれぞれ見いだされているが、鹿児島ではいまだ確認されていない。九州の育苗管理は寒冷地に比べて簡便であるとともに短期間で終わることができるので、苗腐敗症による被害は比較的軽度である。しかし本病の場合、育苗箱における発生は実被害よりもむしろ本田もみ枯症状（以下、もみ枯とする）発生への影響が問題となる。罹病苗またはみかけ健全苗の本田持ち込みがもみ枯発生につながっていることは発生生態的に明らかで、保菌苗の検定法確立が重要となろう。

II 昭和 58 年大発生の実態と本病の発生生態

58 年九州全体の発生面積は 125,132 ha に達し、作付面積の 43.5% となった。当該年の作付面積は早期水稲約 3 万 ha を含めているので、本病発生の主体である普通期水稲の発生面積率に換算すると 48.5% になり、ほぼ半数の水田に発生したこととなる。県別に見ると発生面積で福岡の 25,543 ha (50 年に次ぐ第 2 位の発生) を筆頭に、熊本 25,050 ha、大分 22,400 ha、鹿児島 19,784 ha (いずれも最多発生)、佐賀 14,077 ha (59 年に次ぐ第 2 位)、長崎 8,900 ha (50 年に次いで第 2 位) の順となった。中・南九州の各県はすべて最大発生面積を記録した

が、本病発生の先進地である北九州地域ではいずれも第 2 位の発生となった。

大発生した原因について気象条件、品種および栽培条件、施肥条件などの諸要因について、少発生年であった 57 年、大発生となった 58 年、多発生となった 59 年を対比しながら検討し、次のような結果が得られた。本病の感染源については不明な点が多く残されているが、種子伝染の重要性については疑問の余地がないように思われる。第一に、本病の恒常的な発生あるいは多発生は機械移植栽培の普及とほぼ平行関係にあること、罹病苗の植え付けは明らかに本田もみ枯を多くしている実験例のあること、種子予措から始まる本田後期までの一貫防除体系または総合防除の効果が優れている例などから、罹病もみが重要な位置づけを持っていることが指摘できる。もちろん、ムギ黒穂病などのように種子消毒の徹底により 100% 防除可能な病害とは異なり、単に種子消毒、健全種子への更新だけでは 100% の防除効果を期待できないところに本病の複雑性がある。例として、本病の育苗箱苗腐敗症の発生箱数と本田もみ枯発生面積の比較を第 2 表に示した。57 年少発生、58 年大発生、59 年多発生の 3 か年をとり、四国・香川、愛媛の 2 県と九州 7 県の資料である。四国 2 県では苗腐敗症発生箱数と本田もみ枯発生面積との間にかかなり高い相関性が見られるようで、58 年大発生年前後の苗腐敗症発生箱数が飛躍的に増加している。これに対し九州 7 県の例ではほとんど相関性が認められず、鹿児島では苗腐敗症発生が未確認にもかかわらず 2 万 ha 近いもみ枯発生がある例もある。育苗箱の本病発生実態を質的、量的に的確に把握することが困難であり、正確な統計資料を得難いことも原因していると考えられる。

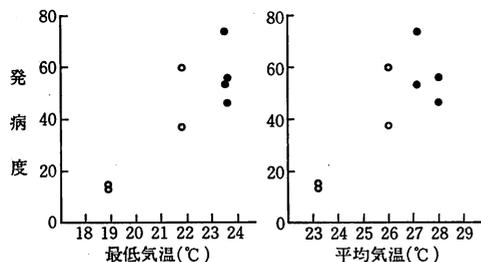
一般に本病の発生は高温年に多くなることは明らかな事実であるが、どのような温度条件がもっとも影響が大きいかなどの検討はほとんど行われていなかった。最近ようやく接種による環境条件の検討によって、本病発病の最適条件設定が可能となった。もっとも発病しやすい時期は出穂期を中心として前後 3~4 日間、合わせて 7~10 日間の短期間であること、発病に要する最低菌量は 10^4 CFU/ml であること、また発病するための最低の湿度保持時間は 4 時間であり、恒温条件での温度は 28°C 以上の高温で発病が多くなることが明らかにされた¹¹⁾。しかし多くの問題が今後に残されている。

気温条件では、最低気温が発生の多少に大きく影響することが最近明らかになった¹⁰⁾。九州農試は場内で発病度と最低気温、平均気温との関係を第 2 図に示した。出穂期を中心とする 7 日間の最低気温が $22\sim 23^{\circ}\text{C}$ 以上で

第2表 イネもみ枯細菌病発生箱数と本田発生面積の比較

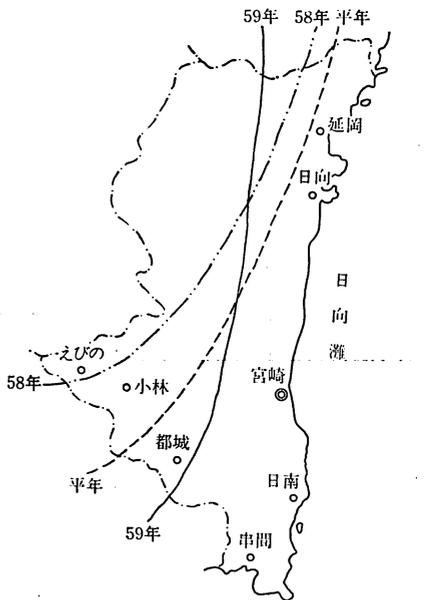
| 県 | 57年 | | 58年 | | 59年 | |
|-----|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| | 発生箱数 (箱) | 発生面積 (ha) | 発生箱数 (箱) | 発生面積 (ha) | 発生箱数 (箱) | 発生面積 (ha) |
| 香川 | 10 | — | 620 | 15,830 | 2,400 | 8,820 |
| 愛媛 | — | 1,760 | 600 | 10,970 | 1,150 | 6,436 |
| 小計 | 10 | 1,760 | 1,220 | 26,800 | 3,550 | 15,256 |
| 福井 | 860 | 5,339 | 1,008 | 25,543 | 600 | 19,062 |
| 佐賀 | <100 | 1,513 | <100 | 14,077 | <100 | 21,589 |
| 長崎 | 30 | 100 | — | 8,900 | 100 | 6,000 |
| 熊本 | — | 2,000 | — | 25,050 | 200 | 18,500 |
| 大分 | 10 | 170 | 10 | 22,400 | 330 | 13,300 |
| 宮崎 | 0 | 0 | 0 | 9,378 | — | 2,935 |
| 鹿児島 | — | 6,138 | — | 19,784 | — | 17,340 |
| 小計 | 1,000 | 15,260 | 1,118 | 125,132 | 1,330 | 98,726 |

(昭和59年イネもみ枯細菌病の発生生態と防除に関する調査研究成績検討会資料)



第2図 出穂期前後7日間の最低気温・平均気温と発病の関係(対馬, 1984)

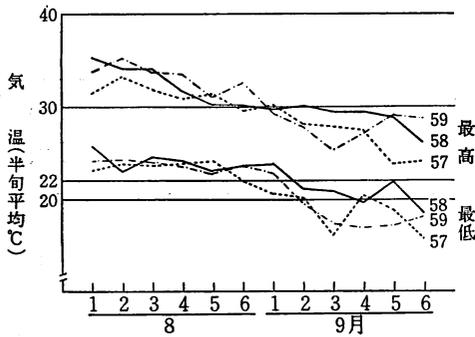
発病度: 出穂期後約20日調査, 気温: 出穂期前3日から出穂期後3日までの7日間の平均, ○: レイハウ, ●: あそみのり



第3図 宮崎県における昭和58年, 59年および平均の8月の最低気温23°C分布図(岡田, 1984)

高い発病が見られ, 19°Cでは極端に低くなる。同様な関係は平均気温でも見られ, 26~28°Cでは高い発病が, 23°Cでは低い。しかし最低気温と比べるとやや相関性が低いようである。したがって, 最低気温がより重要な要素となっていると考えられる。これに基づいて, 宮崎県における8月中の最低気温23°C等温線を示したのが第3図である⁸⁾。この図から58年大発生年における23°C等温線が平年に比べて広域をカバーし, 59年多発生年でも稲作地帯でやや広がっている。最低気温を22°Cにするか23°Cに置くかはさらに資料の集積を必要とするが, 九州農試気象資料に基づいて少発生の57年, 大発生の58年, 多発生の59年の8~9月半旬別の最低・最高気温を第4図に示した。まず最高気温の分布を見ると, 9月1半旬までは3か年とも同様な経過を示し年次間に違いは見られないが, 9月2半旬から顕著な差が見られ, 58年は5半旬まで30°C近い高温を持

続しているのに対し, 57, 59両年は著しい温度低下が見られている。これに対比して最低気温の経過は3か年ともそれぞれ特徴的な相違点が見いだせる。特に8月6半旬から9月3半旬までの温度経過がきわめて重要なポイントとなっている。すなわち, 8月5半旬までは3か年とも23~24°C前後で同じような経過を示してきたが, 少発生の57年は8月6半旬以降22°C以下となり, 以後急激に低下した。これに対し発生の多い58, 59年は8月6半旬, 9月1半旬とも22°C以上を継続してい



第4図 多発年(昭58,59), 少発年(昭57)の半旬別最高, 最低気温(九州農試)

る。その後 59 年は 9 月 2 半旬から 3 半旬まで 20°C を割る低温となった。これは 58 年の 9 月 2 半旬から 5 半旬までは 20°C 以上を維持しているのと対照的である。この温度推移の 1 半旬の違いが大きな影響を持つ理由は、本病の発病最適期間が出穂期を中心として前後合わせて 1 週間からせいぜい 10 日間ほどに限定されることで、換言すれば出穂期間と発病に好適な気象条件との一致がきわめて重要になるとともに、両者の条件が短期

日のうちにはほぼ決定づけられるからである。九州地域の普通期水稻主要品種の出穂期はほぼ 8 月下旬から 9 月上旬に集中する。58 年の大発生は発病好適気象条件が 3~4 半旬の長い間持続したことが主因となった。これに対し、57 年の少発生は 8 月 6 半旬から 22°C 以下の低温に入り、好適期間が 1 半旬しかなかったこと、59 年は 9 月 1 半旬まで 58 年と類似した経過をたどったが、2 半旬以降の低温が病勢進展と二次感染を抑制し、発生程度を低めた原因となった。

気象条件の主要因の一つである降雨の問題については、現時点で見べき成果は得られていない。全国各県農試のアンケート調査によれば⁷⁾、出穂とその前後に適度の降雨があり、降水量よりも降雨日数あるいは降雨頻度が本病発生に重要であるとする指摘が多かった。発病に必要な湿度保持の最低時間、発病させるに必要な最低接種時間などから見ても、それほど長時間の水分補給は必要でなく、アンケート調査結果はかなり正鵠を射た指摘と見ることができる。しかし横への拡大、面の広がりとなる二次感染と降雨との関連についての資料はまったくないので、この点の解明が望まれる。

本病の多発生品種と少発生品種を 57, 58, 59 各年の

第3表 イネもみ枯細菌病多発生品種と少発生品種

| | 57 年 | | 58 年 | | 59 年 | |
|-----|------------|------------------------------|---|---|------------------------------|-----------------------------------|
| | 多発品種 | 少発品種 | 多発品種 | 少発品種 | 多発品種 | 少発品種 |
| 福岡 | — | 日本晴 | 日本晴 黄金晴 碧風 | ニシホマレ レイホウ | 日本晴 黄金晴 風 ニシホマレ | レイホウ |
| 佐賀 | 黄金晴 日本晴 | コシヒカリ 碧風 レイホウ ヒヨクモチ | 黄金晴 日本晴 碧風 レイホウ ヒヨクモチ | コシヒカリ | 黄金晴 日本晴 風 レイホウ | コシヒカリ ヒヨクモチ |
| 長崎 | — | 日本晴 | 日本晴 コガネマサリ 黄金錦 | シンレイ レイホウ | 日本晴 コガネマサリ 黄金錦 シンレイ | クレナイモチ サイワイモチ レイホウ アカネモチ |
| 熊本 | — | — | コガネマサリ ニホンマサリ 黄金晴 黄金錦 日本晴 ミナミニシキ | テンリョウ コシヒカリ ニシホマレ レイホウ シンレイ | 日本晴 ミナミニシキ ニシホマレ | コシヒカリ テンリョウ レイホウ シンレイ |
| 大分 | — | — | 黄金晴 ミネユタカ | ニシホマレ レイホウ | 黄金晴 ミネユタカ | レイホウ |
| 宮崎 | — | — | 黄金錦 コガネマサリ ミズホ ミナミニシキ | コシヒカリ | 黄金錦 コガネマサリ | コシヒカリ |
| 鹿児島 | コガネマサリ | — | コガネマサリ 黄金錦 | ミズホ | コガネマサリ 黄金錦 | ニシホマレ ミズホ |

県別に第3表に示したが、多発生品種は共通して早生品種である。北九州地域の多発生品種は日本晴、黄金晴、碧風などであり、中・南九州地域ではコガネマサリ、黄金晴、黄金錦などである。多発生年には中晩生品種も多発生するようになり、レイホウ、ニシホマレ、ヒヨクモチ、ミナミニシキ、ミズホなども多発生となる。すなわち発病好適期間が長く持続したことと病勢進展がより拡大した結果と見ることができる。品種耐病性については、本病に対し特定の抵抗性遺伝子を持つ品種は現在まで見いだされていない^{5,6)}ことから、どんな品種でも条件さえ

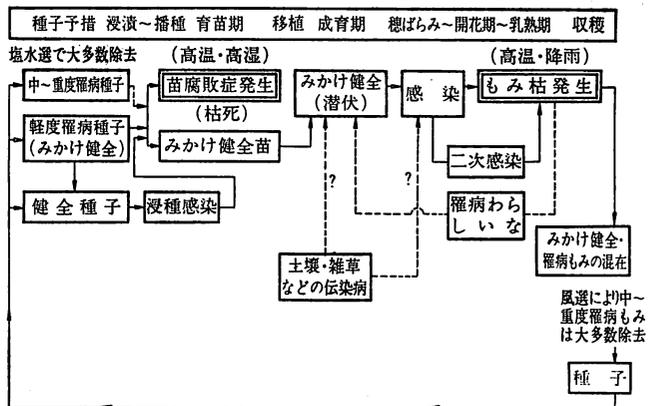
整えば発病することは明らかである。一般的抵抗性であるほ場抵抗性の強弱については試験方法が確立されていず不明であるが、本病の発生機構から推測して優れて高いほ場抵抗性を持つ品種を見いだすことは困難のように考えられる。作期を変えて出穂期の異なる同一品種の発病程度は明らかに出穂の早い処理区ほど高い。出穂時の温度条件が大きく影響するためである。したがって、一般的に見られる晩生品種のかかりにくい現象は単なる回避であって、質的に抵抗性を示しているためではない。このことは多発生年、少発生年における発生品種の動向から見ても肯定できる。

施肥条件と本病発生との関連についてはきわめて乏しい情報しか得られていないが、窒素の多肥条件ほど多発生となる成果が得られた⁹⁾。基本的に重要な要因でもあるので今後とも十分な検討が望まれる。

本病の被害がきわめて大きいことはすでに指摘してきたところである^{3,4)}。筆者らが設定した発病度²⁾によって、発病度と被害がほぼ高い相関を持つことがしだいに明らかにされているが、もみを直接加害し、被害もみはほとんどしいなとなり、被害の著しい穂は傾穂せず直立することからも被害の大きさが予想できる。また本病罹病によってもみの直接的な被害のみでなく、品質低下の著しいことも指摘された。本病は前述のとおり、高温年の多収年に多発生となるため、本病による被害(減収)は目だちにくい。昭和58年大発生年のように減収の主要因となる場合もあり、被害の著しいことを十二分に認識する必要がある。

III 本病の伝染経路

本病原細菌の生活環については不明な点が多く残され



第5図 イネもみ枯細菌病の伝染経路 (茂木)

ていて十分ではないが、現在までに得られた研究資料に基づいて本病の伝染経路を示すと第5図のようになる。すでに指摘⁹⁾されているが、本病の発生生態を明らかにするには病原菌の検出法の開発が重要であった。幸いには選択培地、血清法による検出法¹⁰⁾が確立されたので、今後の発展が大いに期待できる。

おわりに

アンケート調査によれば⁷⁾、本病が北海道と関東の一部を除いてほぼ全国的に分布していることが明らかとなった。今後、作期の早進化、早生品種の作付け増加、多肥栽培などの傾向はますます強まるものと予想されるので、本病の発生に好適な気象条件さえ整えば西南暖地はもちろんのこと、中部以北でも多発生となる可能性を十分に潜在させているものと考えられる。また少々気象条件が不適であっても菌濃度が高い場合には十分に発生した事例⁶⁾もあり、本病の発生動向に留意するよう望みたい。

引用文献

- 1) 後藤和夫・大畑貫一 (1956): 日植病報 21: 46~47.
- 2) 茂木静夫ら (1981): 九病虫研究会報 27: 9~11.
- 3) ——— (1984): 農及園 59: 679~682, 782~788, 899~903.
- 4) ———ら (1984): 九病虫研究会報 30: 3~5.
- 5) ——— (1984): 農業技術 39: 537~582.
- 6) ——— (1985): 同上 40: 20~24.
- 7) ——— (1985): 同上 40: 198~202.
- 8) 岡田 大 (1984): 総合助成調査研究資料 昭和59年度.
- 9) 佐藤俊次 (1984): 同上.
- 10) 対馬誠也 (1984): 同上.
- 11) ——— (1985): 九病虫研究会報 (投稿中).

特集：イネもみ枯細菌病〔2〕

イネもみ枯細菌病の四国における発生の現状

香川県農業試験場 **そ 十 河 和 博**

はじめに

イネもみ枯細菌病の発生は、1955年に九州の福岡県で確認されたのが最初である¹⁾。四国地域では、香川県と愛媛県で1958年から発生の記録がある。徳島県では1977年から、高知県では1980年から発生を認めている。四国では、瀬戸内海側の香川県と愛媛県で古くから発生が見られ、発生面積も多いのに対して、太平洋側の徳島県と高知県での発生は比較的新しく、発生面積も少ないという特徴が見られる。

また、本病原菌による苗腐敗症の発生は、香川県と愛媛県では1970年ごろから見られているのに対して、徳島県と高知県ではそれより2~3年遅れて発生が見られるようになった。

もみ枯細菌病の四国での発生面積は、1983年がもっとも多く、四国全体では約27,000haを示した。香川県と愛媛県ではこれまでも年によってイネの重要病害の一つとなっていたが、今後、徳島県や高知県においても主要病害となる可能性があり注意が必要であろう。

I 発生生態

本病の伝染方法としては、罹病種子による種子伝染、種子浸漬中や育苗箱内での伝染については、数多く報告されている²⁻⁷⁾。その一例として筆者らの試験結果を第1, 2表に示した。伝染の程度は試験場所によってかなりの差が見られるが、これは試験に供試した種子の罹病程度、浸漬中の温度や期間、出芽時の温度、催芽から緑化時までの温度と日数、育苗培土の水分および播種量の違いによって伝染の程度に差が生じたためではないかと推察される。いずれにしても本病の一次伝染源は、罹病種子(みかけ健全な保菌種子も含めて)による種子伝染であり、それから浸漬中や育苗箱内での次の伝染が起り、育苗箱内での苗立枯れや出穂後のもみ枯が発生すると考えられる。

一方、本田感染の有無を知るため、春期に休閑田や用水路のイネ科雑草を中心に病原菌の分離を試みたが、病

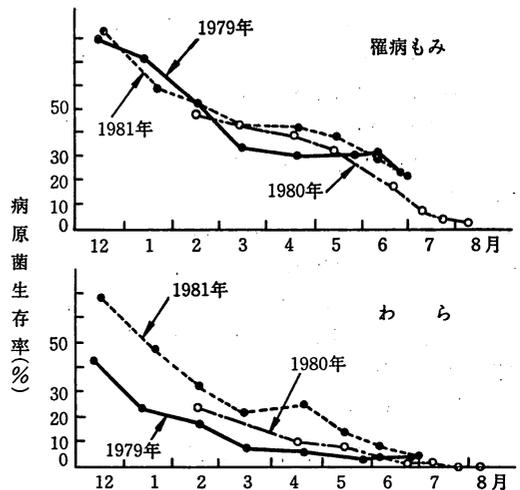
原菌の存在は認められなかった。しかし、ほ場に放置されたもみやわらから病原菌が分離された。そこで、収穫後の残渣としてはほ場に放置された罹病もみやわらでの病原菌の越冬とイネへの伝染について検討した結果、第1, 2図に示したように、土壌中の罹病もみやわらの中に翌年の7~8月ごろまで病原菌が生在しており、このよう

第1表 もみ枯細菌病の発生に及ぼす種子の影響

| 試 験 区 | もみ枯細菌病の発生程度 (%) | | |
|-----------------|-----------------|------|------|
| | 病穂率 | 病もみ率 | |
| 罹病穂の種子 | 0.7 | 0.20 | |
| 罹病穂の健全種子 | 0.5 | 0.13 | |
| 病もみと同時に浸漬した健全もみ | 催芽前まで浸漬 | 0.4 | 0.07 |
| | 催芽後まで浸漬 | 0.6 | 0.16 |
| | 健全もみ | 0.2 | 0.03 |

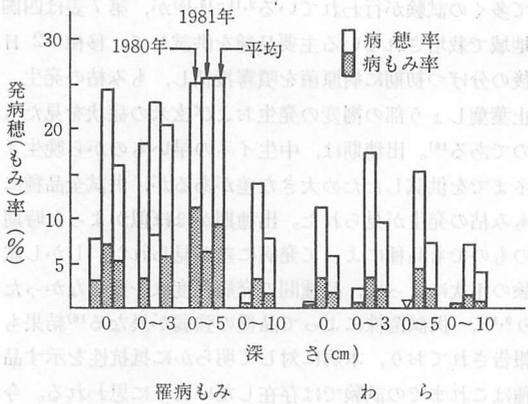
第2表 育苗箱内での伝播状況

| 試 験 区 | もみ枯細菌病の発生程度 (%) | | |
|----------------|-----------------|------|------|
| | 病株率 | 病穂率 | 病もみ率 |
| 病もみと混合播種した健全種子 | 41.5 | 3.80 | 1.32 |
| 単独播種した健全種子 | 12.3 | 0.85 | 0.32 |



第1図 土壌中の罹病もみ、わらにおける病原菌の生存状況

The Present Situation on Outbreak of Bacterial Grain Rot, in Shikoku District. By Kazuhiro Socogu



第2図 土壤中に混和した罹病もみおよびわらからのイネもみ枯細菌病の伝染

な土壤に6月下旬にイネを移植した結果もみ枯の発生が見られ⁸⁾、罹病もみやわらでの病原菌の越冬と伝染を明らかにすることができた。

もみ枯細菌病菌の伝染時期については、病原菌の接種により多くの試験が行われている。いずれもイネの開花期または穂ぞろい期までは、どの時期でも伝染し発病が見られることから、本田での生育中に罹病株(茎)からの伝染も十分に考えられるが、その程度や重要性については不明である。

本病の伝染は、種子伝染、種子浸漬中や育苗箱内での伝染とは場に放置された罹病もみやわらからの本田初期の伝染による初期伝染と、出穂前後から開花期にかけての後期伝染に大きく分けられるものと思われる。

罹病種子や幼苗期に伝染した病原菌がイネ体内でどのような状態で推移するかについては、第3, 4表に示したように、イネの幼苗期に浸漬または針接種したイネの穂ばらみ末期に止葉葉しょう内の幼穂から分離した結果、止葉葉しょう内ですでに幼穂に伝染しており、その伝染率ともみ枯の発生とはかなりよく一致していた⁹⁾。また、各葉位別に葉しょうから病原菌の分離を行ったところ、浸漬接種、針接種ともに発病穂からは、第4葉葉しょう部までからは高率に病原菌が分離されたのに対して、無発病および無接種のものからは分離できなかった⁹⁾。後藤¹⁰⁾は、種子に病原菌を接種して、そのイネ体での病原菌密度を調べたところ、イネ体での菌密度は、播種して移植までの期間はほぼよく似た菌量で推移するが、移植後から最高分け時期ごろまではやや低めで経過し、出穂2週間前にはきわめて低密度となった。しかし、穂ばらみ中期から急激に菌密度は増大し、出穂期には著しく高密度となったと報告している。イネ体で病原菌がなぜこのような推移をするかについては不明であ

第3表 穂ばらみ期幼穂からの病原菌分離と穂への発病

| 接種方法 | 供試穂数 | 病原菌の分離穂数(率) | 接種株の穂数 | 発病穂数(率) |
|------|------|-------------|--------|-----------|
| 浸漬接種 | 50 | 3 (6.0%) | 235 | 12 (5.1%) |
| 針接種 | 70 | 1 (1.4) | 312 | 11 (3.5) |
| 無接種 | 50 | 0 (0.0) | 282 | 0 |

第4表 幼苗接種したイネ葉しょう部から病原菌の分離結果

| 項目 | 葉位 | 葉位 | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 浸漬接種 | 発病 | 4/5 | 5/5 | 5/5 | 4/5 | 2/5 |
| | 無発病 | 0/3 | 0/3 | 0/3 | 0/3 | 0/3 |
| 針接種 | 発病 | 5/5 | 4/5 | 5/5 | 4/5 | 3/5 |
| | 無発病 | 0/3 | 0/3 | 0/3 | 0/3 | 0/3 |
| 無接種 | 発病 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 |
| | 無発病 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 |

1: 止葉, 2: 次葉, 3: 3葉, 4: 4葉, 5: 5葉

り、今後イネの生理活性の面も考慮して検討していく必要があると思われる。

いずれにしても、種子伝染を含めてイネの幼苗期に伝染した病原菌が、葉しょう部などでなんらかの形で定着し、イネの生育につれて上位葉しょうなどへ移行し、穂ばらみ期になって急激に菌の増殖が起こり、止葉葉しょう内ですでに幼穂に伝染し、出穂後発病することが推定される。このようにして伝染した発病穂は、ほとんどのもみが発病する重症穂となる場合が多い。このような重症穂から出穂期や開花期に止葉、止葉葉しょうまたは穂から近くの穂に伝染し発病する。この場合は1穂のうちでも病もみが散在する部分的な発病穂となることが多く、一般的には場での発生が重症穂を中心にして周辺に部分的な発病穂が分散して坪状に発生している場合が多いのとよく一致する。重症穂からの伝染には、高温以外に湿度や風の影響が大きいと思われる。特に出穂期にまったく降雨がない場合は重症穂だけが散在することになる。

イネの栽培様式と発病との関係は、第5表に示したように、従来の手植えに比べて稚苗移植栽培やばら播き栽培をした場合の発病が明らかに多くなった⁹⁾。これは本

第5表 もみ枯細菌病発生実態調査

| 調査地域 | 栽培型 | 品種 | 病株率(%) | 病穂率(%) | 病もみ率(%) |
|------|------|-------|--------|--------|---------|
| 坂出市 | ばら播き | コトミノリ | — | 12.4 | 3.3 |
| | | 稚苗移植 | 13.0 | 1.9 | 0.4 |
| 加茂町 | 手植え | ク | 4.7 | 0.4 | 0.1 |
| | | ハ | 30.7 | 8.2 | 3.5 |
| 綾歌郡 | 稚苗移植 | ク | 2.3 | 0.1 | 0.05 |
| | | ク | — | — | — |
| 飯山町 | 手植え | ク | — | — | — |

各栽培型とも 2~5 ほ地の平均。

第6表 水深の差ともみ枯細菌病発生との関係

| 試験区 | 調査穂数 (本) | 病穂数 (本) | 病穂率 (%) | 病もみ率 (%) |
|-----|-------------|------------|------------|-------------|
| 深水区 | 183 | 16 | 6.6 | 2.7 |
| 浅水区 | 167 | 8 | 3.6 | 1.4 |

病原菌接種 10 日後まで深水区は水深 15cm 以上、浅水区は水深 3cm 以下に保った。

病の発生が手植え栽培が主体であったときには、発生はあっても多発生はなかったのに対して、稚苗移植栽培面積の増加につれて多発生年が多くなってきたことと一致している。この原因は、育苗法が手植え栽培と異なり、高温多湿下で密植されるために病原菌が伝染しやすくなったことと、第6表に示したように、本田初期に深水になると発生が多くなる⁹⁾ことから、稚苗移植栽培は苗が小さい状態で移植されるため、移植直後に深水や冠水を受けやすく、病原菌の伝染の機会を多くしていることと、稚苗移植栽培は田植え期を早め、高温時に出穂するようになったことなどが一因と思われる。現在、湛水直播栽培が試験され、わずかではあるが普及の傾向にあるが、この栽培法は、本病の本田感染を容易にすることが考えられるので、十分注意する必要があると思われる。

品種間差異については、各地で自然発病や接種によっ

て多くの試験が行われている^{9,11-13,15)}が、第7表は四国地域で栽培されている主要品種を供試して、移植 12 日後の分けつ初期に病原菌を噴霧接種し、もみ枯の発生、止葉葉しょう部の褐変の発生および玄米の症状を見たものである¹⁶⁾。出穂期は、中生イネの早いものから晩生イネまでを供試したため大きな差があるが、供試全品種にもみ枯の発生が見られた。出穂期がほぼ似かよった時期のものでも品種によって発病に差が見られた。しかし試験の年次によって、品種間の発病程度は一致しなかったり^{9,14)}、供試菌株によって品種の強弱が異なる¹⁶⁾結果も報告されており、本病に対して明らかに抵抗性を示す品種はこれまでの試験では存在しないように思われる。今後、検定菌株の選定と本病に対する抵抗性は、は場抵抗性の性格が強いように思われるので、気象条件や栽培条件を考慮した検定法の確立が必要であろう。

また、止葉葉しょう部の褐変にも品種間差が見られたが、発病程度とは一致しなかった。玄米の症状も本病の特徴である横条米の発生は品種によって差が見られたが、これらが毎回そうなるかは疑問であり、むしろ年次や場所によって差があるものと思われる。本病の決め手となる玄米の横条米の発生は必ずしも多くないから、現地での調査では、枝梗が健全であることと合わせて、病

第7表 もみ枯細菌病品種別発生状況

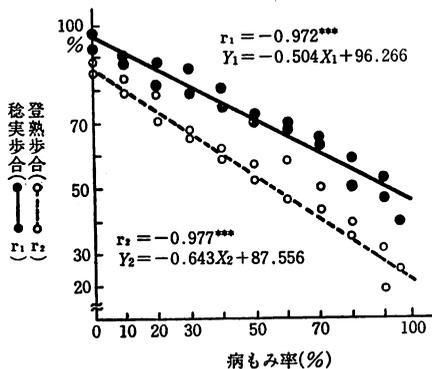
| 品種名 | 出穂期 (月・日) | 病株率 (%) | 病穂率 (%) | 病もみ率 (%) | 止葉葉しょう 褐変率 (%) | 玄米の症状 (%) | | |
|--------|--------------|------------|------------|-------------|----------------------|-----------|-------------|------|
| | | | | | | 横条米率 | 胚側黒褐 変米率 | その他 |
| 日本晴 | 8.27 | 85.0 | 12.7 | 7.75 | 28.4 | 17.1 | 49.0 | 33.9 |
| 秋晴 | 27 | 72.0 | 9.5 | 4.40 | 17.2 | 49.7 | 41.3 | 9.0 |
| 東山38号 | 29 | 64.5 | 6.1 | 2.87 | 13.3 | 35.3 | 62.2 | 2.4 |
| ヤマビコ | 28 | 86.0 | 13.2 | 9.20 | 16.8 | 37.5 | 48.8 | 13.7 |
| ミネユタカ | 30 | 73.0 | 7.9 | 4.56 | 29.4 | 43.5 | 44.6 | 11.9 |
| サチワタリ | 30 | 43.5 | 3.9 | 1.45 | 11.5 | 2.9 | 30.7 | 66.4 |
| 農林22号 | 30 | 72.0 | 8.2 | 4.24 | 26.4 | 46.8 | 49.1 | 4.1 |
| セトアサヒ | 30 | 17.0 | 0.8 | 0.20 | — | — | — | — |
| セトホマレ | 31 | 93.5 | 15.5 | 9.41 | 16.0 | 33.6 | 46.4 | 20.0 |
| コガネマサリ | 31 | 92.5 | 14.2 | 8.16 | 8.4 | 34.7 | 36.8 | 28.5 |
| ナギホ | 9.1 | 87.0 | 10.4 | 5.91 | 22.1 | 49.7 | 30.6 | 19.7 |
| コガネニシキ | 3 | 81.5 | 10.4 | 5.25 | 20.0 | 22.0 | 19.8 | 4.2 |
| ミネニシキ | 1 | 90.5 | 13.0 | 7.61 | 18.2 | 31.6 | 43.1 | 25.3 |
| チョヒカリ | 3 | 55.5 | 5.2 | 1.95 | 19.1 | 45.5 | 22.1 | 32.4 |
| クサナギ | 1 | 65.0 | 6.0 | 2.22 | 17.0 | 34.8 | 37.9 | 27.3 |
| コトミノリ | 4 | 51.0 | 3.9 | 1.37 | 18.3 | 53.9 | 32.5 | 13.6 |
| アケボノ | 6 | 42.0 | 2.4 | 0.55 | — | — | — | — |
| ウズシオ | 7 | 38.0 | 2.2 | 0.52 | — | — | — | — |
| 松山三井 | 7 | 57.5 | 6.7 | 2.10 | 5.3 | 31.5 | 46.7 | 21.8 |
| クレナイモチ | 8.31 | 38.5 | 2.5 | 0.49 | — | — | — | — |
| タマヒメモチ | 9.11 | 5.0 | 0.5 | 0.11 | — | — | — | — |
| 関東113号 | 8.29 | 97.0 | 36.1 | 24.73 | 12.4 | 44.3 | 43.0 | 12.7 |
| 中部25号 | 31 | 99.0 | 20.3 | 12.59 | 11.5 | 46.1 | 48.9 | 5.1 |
| 中国65号 | 27 | 94.0 | 27.0 | 18.90 | 17.0 | 47.3 | 45.2 | 7.5 |
| 西海152号 | 31 | 96.0 | 23.3 | 14.10 | 11.6 | 39.4 | 43.2 | 17.4 |

玄米の症状でその他は死米で玄米に褐変や黒変の見られないもの。

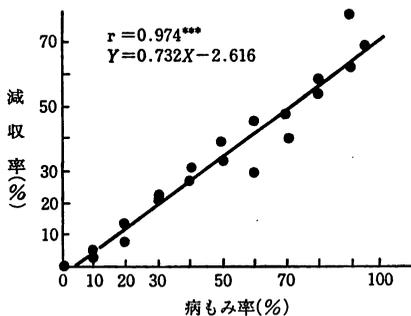
徴の見られるもみの玄米を数多く確認する必要がある。

最近、後藤らは、最高分けつ期の葉しょうおおよび葉節部に薄茶色ないしは褐色の変色や条斑を確認し、変色と発病程度との関係は高く、最高分けつ期の葉しょうおおよび葉節部の変色の有無から、ほ場規模でのもみ枯の発生程度を予測することが可能であると報告している¹⁷⁾。このことは本病を予察するうえでの重要な発見であると思われるが、葉しょうお部の変色は品種によって異なることが考えられるのと、ウンカやヨコバイ類の吸汁、風雨などにより傷を生じた場合にも発生することがあるので、今後それらのことを考慮して的確に予察に利用できるよう期待したい。

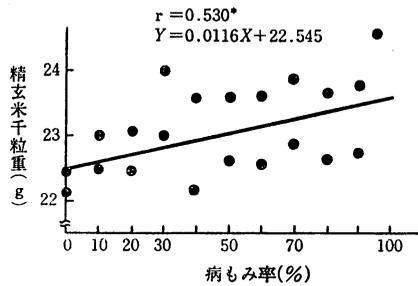
本病による被害は、1穂穎花数には影響がないが、主として稔実歩合や登熟歩合の低下となって現れ、そのため、発病程度が高くなるにつれて収量も大きく減少する^{18,19)}。第3、4図に本病の発生と稔実歩合、登熟歩合および減収との関係を示した。病もみ率と稔実歩合および登熟歩合との間には負の高い相関関係があり、病もみ率と減収率との間には高い正の相関関係があり、病もみ率が10%のときには約5%の減収となった。



第3図 病もみ率と稔実歩合、登熟歩合との関係



第4図 病もみ率と減収率との関係



第5図 病もみ率と精玄米千粒重との関係

また、精玄米中に胚側の一部が黒褐変したり、つやの劣る玄米の混入が多く見られた。これは本病の伝染が遅かったためか玄米のごく一部だけが侵され、玄米の幅や厚さがあまり影響を受けなかったために精玄米中に混入したものと推察される。しかしこれら変色米の混入は玄米の品質を低下させることになり、本病の被害は減収だけでなく品質をも考慮すると、より大きいものと考えられる。

一方、病もみ率と精玄米千粒重との関係を第5図に示した。病もみ率が高くなるにつれて精玄米千粒重はわずかに増加する傾向が見られた。これは本病の発病もみは玄米の胚の側(枝梗の側)が侵されるために茎葉からの同化産物が玄米に移行するのが妨げられ、同一穂の健全もみに集中的に転流が行われた結果であろう。これは本病の発生による補償作用とも見ることができ、その程度は非常に低いものであった。

おわりに

四国におけるもみ枯細菌病の発生は、香川県と愛媛県での発生が中心であるが、今後は徳島県や高知県においても発生の兆しが見えていることから、イネの重要病害となることが予測される。

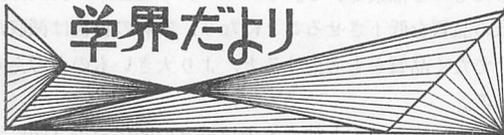
本病の伝染はまず種子から始まるが、外観的には健全と思われるもみでも保菌している場合があり、健全種子を選出することは容易ではない。しかもイネの開花期まではいつの時期でも病原菌の伝染が可能である。発病は出穂期ごろの気象条件によって大きく左右される。抵抗性品種がないことや菌株によって品種に対する病原力が異なる。現在のイネの栽培様式や収穫作業は本病を増加させる要因となっていることなどから、個々の伝染方法や多発生要因についてはかなり解明されてきたにもかかわらず、十分な防除効果が上がっていないのが現状である。

一方、登録のある防除薬剤の効果が必ずしも高くはないことや、予察法が確立されていないための確かな防除が行

えていないことも本病の多発生を招いている原因である。今後、これまでの試験成果の上により精密な試験を追加して、予察方法を確立するとともに、耕種的な防除を主体とした総合防除体系を確立することが必要である。

引用文献

- 1) 後藤和夫・大畑貫一 (1956) : 日植病報 21 : 46~47 (講要).
- 2) 藤井 溥・植松 勉 (1976) : 植物防疫 30 : 13~16.
- 3) 九州農業試験場 (1963) : 昭和 37 年度病害に関する試験成績, pp. 93~107.
- 4) 重松喜昭 (1974) : 今月の農業 18(9) : 24~27.
- 5) 十河和博・都崎芳久 (1978) : 日植病報 44 : 83 (講要).
- 6) 諏訪正義ら (1980) : 北日本病虫研報 31 : 52~53.
- 7) 〃ら (1980) : 日植病報 46 : 398~399.
- 8) 十河和博・都崎芳久 (1983) : 四国植防 18 : 15~20.
- 9) 〃ら (1973) : 同上 8 : 9~12.
- 10) 後藤孝雄 (1978) : 昭和 53 年度病害虫関係総括検討会資料 : 269.
- 11) 九州農業試験場 (1964) : 昭和 39 年度病害に関する試験成績, pp. 82~100.
- 12) 〃 (1974) : 昭和 49 年度同上, pp. 53~65.
- 13) 後藤孝雄・渡辺文吉郎 (1975) : 九州病虫研会報 21 : 141~143.
- 14) 香川県農業試験場 (1977) : 昭和 52 年度試験成績概要 (病害), pp. 1~2.
- 15) 〃 (1978) : 昭和 53 年度同上, pp. 1~2.
- 16) 後藤孝雄・渡辺文吉郎 (1977) : 日植病報 43 : 348~349 (講要).
- 17) 〃・勝部利弘 (1985) : 昭和 60 年度病理学会大会 講要予稿集, p. 81.
- 18) 〃・渡辺文吉郎 (1973) : 九州病虫研報 20 : 68~69.
- 19) 十河和博・都崎芳久 (1979) : 香川農試研報 31 : 32~36.



○第 18 回農薬科学シンポジウムのお知らせ

共催 : 日本学術会議植物防疫研究連絡会, 農薬科学シンポジウム関連学会 (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, 植物化学調節学会, 日本衛生動物学会, 日本農薬学会), 日産科学振興財団

協賛 : 国連世界保健機構, 国連世界農業機構

日時 : 昭和 60 年 10 月 15 日 (火) 9~16 時

会場 : 富山県農協会館ホール

〒930 富山市新総曲輪 2-21

〈プログラム〉

開会の辞 富山医科薬科大学 佐々 学氏
生体認識機構研究の作物保護へのインパクト

名古屋大学 丸茂晋吾氏

Role and Potential of Biochemistry in Pest Control

University of California, Davis.

Bruce D. Hammock 氏

Role and Potential of Chemical Ecology in Pest Control

University of Georgia. Murray S. Blum 氏

非標的生物への農薬の影響

国立公害研究所 安野正之氏

ピレスロイド抵抗性とその対策

国立予防衛生研究所 正野俊夫氏

富山売薬の成立と和漢薬研究

富山医科薬科大学 難波恒雄氏

参加費 : 4,000 円 (プロシーディング代金を含む)

申込方法 : シンポジウム, 懇親会, 宿泊, 航空券, 視察旅行など

〒103 東京都中央区日本橋小伝馬町 15-18 日通航空日本橋旅行センター「農薬科学シンポジウム係」宛 電話 03-666-7991 担当 : 堀川・深尾・小原

銀行振込 : 三菱銀行秋葉原支店当座預金

No. 9005719 日本通運(株)東京航空支店

連絡責任者 : 東京農業大学 山本 出 〒156 東京都世田谷区桜丘 1-1-1 電話 03-420-2131 内線 667

なお, 前日の昭和 60 年 10 月 14 日 (月) 14~17 時に, 上記会場において公開講演会が下記プログラムのように開催されますので, 併せてご参加下さい。

〈プログラム〉

開会の辞 富山医科薬科大学 佐々 学氏
衛生害虫防除における安全で効果的な方法を求めて 国連・世界保健機構病害媒介生物配除部 N. G. Gratz 氏

上記の解説 富山医科薬科大学 佐々 学氏
農業害敵防除における安全で効果的な方法を求めて 国連・食糧農業機構 A. V. Adams 氏

上記の解説 住友化学(株) 宮本純之氏
病害虫雑草防除の新しい試み

東京農業大学 山本 出氏

参加費 : 無料

特集：イネもみ枯細菌病〔3〕

イネもみ枯細菌病の病原細菌

農林水産省農業研究センター ^{うえ}植 ^{まつ}松 ^{つとむ}勉

イネのもみを侵す新病害として 1956 年に後藤・大畑により提唱されたもみ枯細菌病は、病原細菌について未同定であったが、1967 年に栗田・田部井により細菌学的性質において既知の細菌と異なる新種として *Pseudomonas glumae* KURITA et TABEI と命名された。その後、富永 (1971) は本病原細菌の病原性、細菌学的性質、血清学的性質などについて類縁細菌との詳細な比較検討を行い、新種の細菌であることを確認するとともに、その相違点を明らかにした。一方、箱育苗の普及に伴い発生した細菌による苗腐敗症はもみ枯細菌病菌によることが明らかにされた (筆者ら, 1976)。また最近、もみや苗に本病に類似した症状を起こす病原細菌が分離され、それら細菌は本病原細菌と別種であることが明らかにされた (畔上ら, 1983; 後藤 (孝) ら, 1983) ので、これら別種の病原細菌による病害は異種病害として提案されるものと推察される。

ここでは、イネもみ枯細菌病および苗腐敗症の病原細菌 *P. glumae* を主体にその細菌学的性質、分類学的位置づけ、血清学的特異性、検出法、簡易同定法および病原性に基づく系統と変異について、また必要に応じて関連する他の病原細菌との関係について、今までに報告され明らかにされたことをできるだけ整理して紹介したい。

I 細菌学的性状および類縁細菌

罹病もみから分離される本病原細菌の細菌学的性状は、栗田ら (1967) によって報告されて以来、もみ (富永, 1971; 後藤 (孝) ら, 1983) および苗 (筆者ら, 1976; 畔上ら, 1983) からの両分離菌について再検討された。それらの結果を要約して第 1 表に示した。

本病原細菌が新種の細菌として同定された当時の *Pseudomonas* 属細菌の分類は、植物に対する病原性、緑色蛍光色素の産生能、ゼラチンの溶解性、スクロースからの酸の産生能などの検索性状で大別し、さらに表示したような多数の項目について性状を調査し、報告されている既知の細菌種の中で同一あるいは類縁の植物寄生性細菌の記載性状と比較検討することによってなされている。

Some Remarks on Rice Grain Rot Bacterium.
By Tsutomu UEMATSU

た。すなわち、イネもみを侵す病原細菌はグラム陰性で極毛を有し、短桿状で芽胞を有せず好気性細菌であることなどから *Pseudomonas* 属細菌であり、ジャガイモ寒天培地に蛍光色を発する淡黄色を帯びた白色コロニーを形成し、ゼラチンを溶解し、スクロースから酸を産生せず、死滅温度の高いことなどから当時知られていたイネ科植物を侵す細菌種の中には見当たらない新しい細菌として *P. glumae* と命名することが提案された (栗田ら, 1967)。その後、富永 (1971) は新たにイネ穂より病原細菌を分離し、従来の方法により細菌学的性質を調べ、本細菌は緑色蛍光色素の産生、死滅温度の点を除いて原記載と一致することを確認した。そして両性状を修正することを提案し、さらに類似した性状を示す *P. avenae* (*P. alboprecipitance*, *P. setariae*) との相違を明らかにするために検討を加え、両細菌は集落の粘ちょう性、ブドウ糖の分解様式、オキシダーゼ活性、レンチナーゼ活性などの重要な性状で相異なることを明らかにした。このような背景の下で富永 (1971) によって同定された供試菌の 1 株は、本病原細菌の基準菌株 (type strain) として指定され、イギリスの National Collection of Plant Pathogenic Bacteria (国際的菌株保存の一機関) に預託されている。そして、本細菌は栗田・田部井 (1967) による記載が有効であると ICSB (国際細菌分類命名委員会) で承認され、1980 年に発表された承認リストに登録された。また、1984 年に出版されたパーギーの細菌分類同定書では、原記載に基づいて *P. glumae* の性状が記載され、検索表の中では非蛍光色素産生菌として分類された。

最近、後藤 (孝) ら (1983) は、全国各地の罹病穂から分離した病原細菌の細菌学的性状を調べ、もみ枯細菌病菌以外にも類似症状を引き起こす 3 種の細菌のあることを報告した。それらは *P. syringae* 群 (推定)、*P. marginalis* 類縁細菌およびグラム陰性で栄養要求性の嗜好気性小桿菌であるという。しかし、もみ枯細菌病菌を含めてこれら細菌の由来、分布、分離頻度およびそれら細菌による病徴は不明である。イネもみ枯細菌病は *P. glumae* による病害である。したがって、本病がこれら複数の病原細菌による病害と誤認されるおそれがあるので、これら病原細菌の同定によりもみ枯細菌病との差異

第1表 イネもみ枯細菌病菌の細菌学的性状

| 性 状 ^{a)} | も み 由 来 菌 | | | 苗 由 来 菌 | |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|---------------|---------------|
| | 栗田ら (1967) | 富 永 (1971) | 後藤(孝)ら (1983) | 植松ら (1976) | 畔上ら (1983) |
| グラム染色 | - | - | - | - | - |
| 形態:形 | 短桿状 | 短桿状 | 短桿状 | 短桿状 | 短桿状 |
| :大きさ | 0.5~0.7 | 0.6 | | 0.6×1.6 | |
| :べん毛 | × 1.5~2.5 単極 2~4本 | × 1.5~3.0 単, 両極 1~3本 | | 単極 1~7本 | |
| 抗酸性 | - | - | - | - | - |
| 芽胞の有無 | + | + | + | + | + |
| 運動性 | + | + | + | + | + |
| 好気下での発育 | + | + | + | + | + |
| 嫌気 | - | - | - | - | - |
| カタラーゼ活性 | | + | + | + | + |
| オキシダーゼ | | - | - | - | - |
| 酸化-発酵テスト | | 酸 化 | 酸 化 | 酸 化 | 酸 化 |
| 緑色蛍光色素産生 (King B 培地上) | | - | - | - | - |
| 水溶性黄緑色素産生 | + | + | - | + | V |
| PHBの集積 | | | | | + |
| 硝酸塩の還元 | - | + | + | + | + |
| 硝酸呼吸 | | - | - | - | - |
| 硫化水素産生 | - | - | - | - | - |
| アンモニア | + | + | + | + | + |
| インドール | - | - | - | - | - |
| ゼラチン溶解 | + | + | + | + | + |
| グルコン酸テスト | | + | - | - | - |
| リトマスミルク赤変 | + | + | | + | + |
| スターチ加水分解 | - | V | | - | - |
| カゼイン | | | | + | + |
| エスクリン | | - | V | - | V |
| アルブチン | | - | V | - | V |
| マーガリン | | + | | | + |
| ツイン80 | | + | + | | + |
| 4%(5%)食塩下で増殖 | | - | | (-) | (-) |
| 40°C下で増殖 | + | + | + | + | + |
| アルギニンジヒドロラーゼ活性 | | - | - | - | - |
| フェニルアラニンジアミナーゼ活性 | | - | - | - | - |
| チロシナーゼ活性 | | - | - | - | - |
| レシチナーゼ活性 | | + | + | + | + |
| VP試験 | + | + | - | | - |
| MR | - | - | - | | - |
| 炭素源から酸産生 (利用) | | | | | |
| キシロース, イノシット, フラクトー | | | | | |
| ス, デキストロース, ガラクトース, | + | + | (+) | + | + |
| マンノース, グリセリン, マンニット | | | | | |
| アラビノース | + | + | (+) | | + |
| ラフィノース | - | - | (+) | + | + |
| ラムノース | - | - | (+) | - | - |
| スクロース, デンプン | - | - | (-) | - | - |
| マルトース, イヌリン | - | - | (-) | - | - |
| ラクトース | - | V | (V) | - | + |
| デキストリン | - | | (-) | | - |
| アドニトール, β-アラニン | | | (+) | | (+) |
| マロン酸 | | (+) | (+) | | (+) |
| L-酒石酸 | | (-) | (-) | (-) | (-) |
| クエン酸 | | (+) | (+) | | (+) |
| 集落の形態 | 乳白色 | 乳白色 | 乳白色 | 乳白色 | 乳白色 |
| 発育最低温度 | 11 | 10~15 | | 10 | |
| 最高 | 40 | 42 | | 43 | |
| 最適 | 30~35 | 30 | | 30~35 | |
| 死滅温度 | 70 | 50 | | 50~52 | |

| 性 状 ^{a)} | も み 由 来 菌 | | | 苗 由 来 菌 | |
|-----------------------|-----------------|---------------|------------------|-----------------|-----------------|
| | 栗 田 ら (1967) | 富 永 (1971) | 後藤(孝)ら (1983) | 植 松 ら (1976) | 畔 上 ら (1983) |
| イネに対する病原性 もみ 幼苗 | + | + | + | + | + |

^{a)} ここで取り上げた性状は報告者の記載したすべてではない。また、後藤ら (1983) および畔上ら (1983) の結果は学会で報告されたものであり、両氏らの了解のもとに記載した。

を明確にする試みがなされている (西山ら, 1985)。

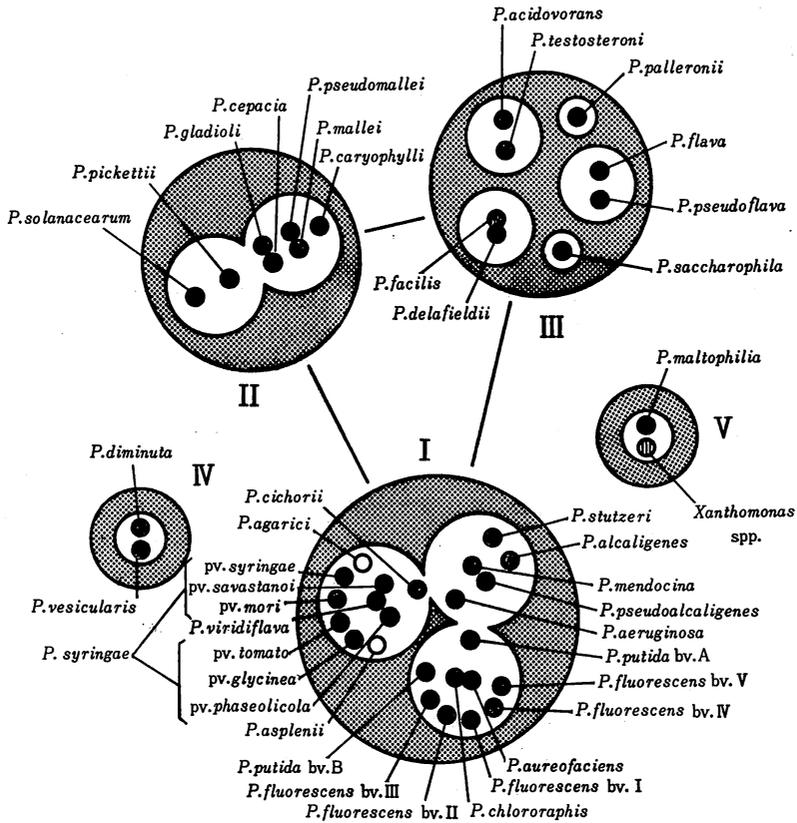
一方、稚苗移植用の箱育苗のイネ幼苗に腐敗枯死、葉しょう褐変および生育異常を起こす病害が発生した。この症状は当時イネ幼苗の病害として知られていたイネ褐条細菌病と異なることから、病原細菌の分離・同定がなされた。そして、分離された病原細菌の細菌学的性状は穂から分離される *P. glumae* のそれと完全に一致し、高温・高湿の条件下では本病原細菌は穂のみならず幼苗も侵すことが明らかにされた。そして、本病原細菌によるイネ苗の病害をイネ苗腐敗症と呼称することを提案した (筆者ら, 1976; 吉村ら, 1977)。その後、箱育苗下で発生する細菌性病害には *P. glumae* によるイネ苗腐敗症のほか *P. glumae* あるいは *P. gladioli* に近縁の細菌による苗の褐変・枯死を起こす病害のあることが報告された。そして、この病原細菌 (*Pseudomonas* sp.) はオキシダーゼ活性、チロシナーゼ活性や各種炭素源の利用能などで、*P. glumae* と異なる別種の細菌であることが明らかにされた (畔上ら, 1983)。したがって、この *P. sp.* 菌による病害は異種病害として新病名が提案されるものと推察される。なお、この *P. sp.* 細菌 (小見川菌) については本号で詳細に解説されているので参照していただきたい。門田ら (1983)^{a)} は北陸地方における箱育苗のイネ苗に生育障害を起こす病原細菌の分離・同定により、発生している細菌性病害の病原学的検討を行い、分離細菌は4群に分けられ、それらは *P. avenae*, *P. glumae*, *P. marginalis* および弱病原性細菌であると判定した。そして、本障害の主病原は *P. avenae* であることを明らかにした (門田ら, 1983)^{b)}。褐条細菌病は古くから畑苗代や水苗代で発病する病害として知られ、その病原細菌は *P. avenae* (*P. setariae*) と同定されていた (Goro ら, 1961)。本病の箱育苗における発生はその他地域において認められ、その病原細菌は *P. avenae* であることが確認されている (土屋ら, 1983; 富永ら, 1983)。なお、イネもみ枯細菌病はイネの葉しょう (久原ら, 1967; 栗田ら, 1964; 筆者ら, 1977) や止葉葉節 (後藤, 1983) に病徴が見られることが報告されている。葉しょうにおける類似症状を示す病原細菌としてイネ葉

しょう褐変病菌 (宮島, 1983)、イネ株腐病菌 (Goro, 1979; 筆者ら, 1985) が知られている。しかし、これら病原細菌による病徴は明らかに異なる。

以上、もみ枯細菌病とイネもみおよび苗において類似の症状を示す病原細菌について病原学的観点から整理を試みた。なお、これら関連細菌のうち、*P. avenae* との相違は藤井ら (1976 a, b) および茂木 (1984) によって整理されている。その他の類似症状を示す細菌については研究途上にあるので表示することを避けた。

II 分類学的位置づけと課題

植物病原細菌の分類は以前から検索上の最少 (標準) 細菌学的性状は定められておらず、慣行的に用いられた比較的数少ない性状に重点が置かれ、分離細菌と他細菌の原記載性状の比較あるいは基準菌種との同時比較によりなされてきた。本病原細菌が *P. glumae* と命名され、あるいは原記載の性状につき修正が提案された当時はこのような背景の基になされたものであった。その後、形態的性状、培養的性状、生理・生化学的性質など多くの表現形質は同等の重みで評価し、以前重要視された病原性などの相違点は単なる一つの性状とみなした相似度による計数分類法や、分析機器の発達により物質レベルで類縁関係を明らかにしようとする化学的分類法も登場した。さらに生物における種々の形質の発現は DNA の構造の反映であることが明らかにされて以来、細菌の DNA の塩基組成 (GC 比率) や DNA/DNA あるいは rRNA/RNA 相同性などの分子生物学的手技に基づく分類が重要視されるようになった。そして、本病原細菌の属する *Pseudomonas* 属細菌においてはバーギー 8 版に示されたような表現形質に基づくグルーピングと rRNA/DNA 相同性研究に基づくそれと、いくつかの種を除いて一致することが明らかにされ、*Pseudomonas* 属細菌の種や亜種 (生物型, 病原型) は最終的に第 1 図に示したように rRNA と DNA 相同性により整理された。そして、昨年出版されたバーギー分類書 (1 巻) ではこのリボソーム RNA とゲノム DNA の相同性の研究結果が積極的に取り入れられて *Pseudomonas* 属細菌



第1図 リボソーム RNA と DNA 相同性による *Pseudomonas* 属細菌の種、生物型、病原型の整理 (バーギー細菌分類書1巻, 1984 より)

大丸 (小点) は rRNA 群を表し, 内部の白丸 (中丸) は DNA 相同性群を示す. 実線で結ばれていない IV, V群は *Pseudomonas* 群と連続せず, rRNA 1群の中の白い小丸は仮に位置づけされた種を表す.

の分類体系の主体となった。

それによると *Pseudomonas* 属細菌は 5 節 (亜属), 5 RNA グループ, すなわち節 I (RNA グループ I), 節 II (RNA グループ II), 節 III (RNA グループ III), 節 IV (RNA グループ IV, V) および節 V (菌種名は ICSB の承認リストに掲載されたが, 全体にわたる類似性, 系統学的類縁関係の明らかでないグループ) に整理された。そして, 節 I~IV (RNA グループ I~V) の細菌種は, それぞれのグループの中で PHB (poly-β-hydroxybutyrate) の集積, 蛍光色素の産生, 病原性, 40°C 下で増殖, プロトカテキン酸塩のオルト分解, アルギニン加水分解, オキシダーゼ活性, 硝酸塩からの窒素ガスの産生などの従来の一般的な検索形質に基づいて分類整理された。

イネもみ枯細菌病菌 *P. glumae* は, *P. andropogonis*, *P. avenae*, *P. corugata* などのなじみ深い植物病原細菌

とともに *Pseudomonas* 属細菌の中での全体的な類似性の明らかでないグループ節 V に仮整理され, 罹病植物から分離される非蛍光色素産生菌群の中に仮配置された。畔上ら (1983) は, イネもみ枯細菌病菌 *P. glumae* は PHB を集積し, 硝酸呼吸をしないこと, *P. gladioli* と反応する非特異的抗原を有することおよびその他明らかにされている検索性状と照合し, *P. gladioli* (RNA グループ II) に近縁の細菌であることを示唆した。今後, 本細菌の分類学的位置づけは新しい分類方式の流れに沿ってなされ, 他細菌との類縁関係がより明確にされるであろう。

III 分離と簡易同定

病原細菌の分離にあたって常に問題にされるのは, 試料である。まず本病であるか否かの病徴あるいは標徴による正しい診断が必要である。分離法は, いろいろある

が一般的な方法は次のとおりである——もみ、玄米、苗(罹病部を長さ約 5 mm に細断)→次亜塩素酸ナトリウム(有効塩素 0.5%)で表面殺菌(3~5分)→殺菌水で洗浄(1~2回),三角刀を用いて殺菌水(1~2 ml)の入った試験管壁で軽く摩砕し、懸濁液を作る→平板寒天培地に画線培養(28°C, 3~5日)→単集落分離(集落の形態を記録する)→病原性テスト→保存——分離用培地は普通寒天, King B, ジャガイモ半合成, PPGA などいづれでもよいが、薬剤耐性や栄養要求性の異なった系統の除外を避けるため選択培地は用いない。病原性テストは必ず行い、分離に先だって出穂期のイネや幼苗検定用の種子を準備しておくことが望ましい。しかし、単集落分離後直ちに接種テストができない場合は、半斜面培養菌に 1% グルタミン酸ソーダを加えた 10% スキンミルク溶液を 2~3 ml 加えて凍結保存(西山, 1978)しておくこと適宜使用できるので便利である。

分離用培地上での集落の形態、病原性テストによる診断の済んだ段階で後述する選択培地上での増殖能や集落の形態、さらに血清反応(非特異反応に注意)により本病原細菌であるか否か判定する。現場における同定はこの段階ではほぼ達成される。しかし、ここまでの段階で原記載と差異が認められたり不確実な場合、またレース研究、選択培地の開発、人工接種による薬剤試験など特殊な実験に供試する菌株は 2 分検索法による簡易同定法(西山, 1978, 1983), あるいは属検索(富永, 1973; 後藤(正), 1980; SCHAAD, 1980) 後、パーギーの分類書第 1 巻(1984)に記載されている節 II (RNA 群 II) 群菌種の鑑別性状を参考に後藤(正)ら(1984)の方法により調べ、先述した本細菌の性状と比較しておくことが無難である。実験結果の相違は供試菌株に原因することが多々ある。本病原細菌であるか否か簡易同定による確認は実験結果の信頼度を高めるために必要であろう。

IV 血清反応など特異性と検出法

細菌の同定手段、類縁関係の解析、検出手技あるいは病害の診断に血清学的反応、ファージの溶菌性、薬剤耐性などの特異性が利用されているが、本病原細菌についてもこれら特異性を利用しようとする試みがなされた。

富永(1971)は穂由来の *P. glumae* の他細菌学的性状の類似した *Pseudomonas* 属細菌 2 種の抗血清を作成し、3 種間の血清学的類縁関係を検討するとともに、22 種のその他 *Pseudomonas* 属細菌に対する反応を調べた。そして、*P. glumae* の抗原は種特異的であり、1 菌株で作成した抗血清はすべての *P. glumae* の供試菌株と反

応し、系統間差異のないことを認め、この抗原抗体反応は本細菌の診断に利用できることを明らかにした。また、同血清は苗腐敗症由来の本細菌に対しても菌株(系統)間差のないことを認めている(筆者ら, 1976)。後藤(孝)ら(1983)は、本病および本病に類似症状を示す穂からの病原細菌を用いて、*P. glumae* の抗血清に対する反応を調べ、細菌学的性質において、*P. glumae* と同定された細菌分離株は *P. glumae* の抗原構造と一致したが、他の分離株は反応しないことを報告した。一方、*P. glumae* の抗血清は *P. gladioli* pv. *gladioli* (畔上ら, 1983; 九農試病一研, 1985) とあるいは 2~3 の *Pseudomonas* 細菌(畔上ら, 1983) と非特異的に反応することを認めている。

複雑な自然界に分布する他細菌種との血清学的関係は不明であるが、以上の本病原細菌の血清学的研究から検討された範囲内で *P. glumae* は系統間差のない、しかも種特異性の高い抗原を有しているものと推察される。したがって、本病原細菌の同定手段として抗原抗体反応の利用価値は高いと考えられる。しかし、*P. gladioli* など他細菌との非特異反応も認められているので、疑集反応で診断する場合には類属疑集反応に、寒天ゲル沈降反応においては異種沈降帯の形成に注意を払う必要がある。

本細菌に寄生するファージを分離し、生態研究の手段として利用しようとする試みもなされた(九農試病一研, 1962, 63; 後藤(孝)ら, 1976)。しかし、ファージの宿主特異性、系統特異性、潜伏期間、新生ファージ放出量など不明な点が多い。今後これら基礎的研究が十分なされれば、本病原細菌の同定や生態研究の手段としてファージの利用の道も開かれるであろう。

イネ体表面や水田土壌など複雑な自然界の微生物相の中から特定細菌のみを定量的に検出する一手段として選択培地の利用が考えられる。茂木ら(1982)は、本病原細菌用の選択培地の検討を行い、*P. cichorii* 用の培地(筆者ら, 1979, 82)を *P. syringae* pv. *mori* 用に改変した選択分離用培地(佐藤ら, 1981)の培地組成を基本とするその有用性を認めた。対馬ら(1985)はさらに検討を加え、本細菌の選択分離用培地を作成した(第 2 表)。そして、本培地上での *P. glumae* の平板効率は一般の非選択培地より優れ、しかも選択性が高く供試した 7 属 62 菌株の細菌のうち *P. avenae* のみが類似した集落を形成するが、その形状および遅速により識別可能であるとし、現地の罹病もみや苗から本病原細菌を効率よく分離できることを報告した。なお、本培地には抗カビ剤が含まれていないが、今後糸状菌に汚染されている

第2表 イネもみ枯細菌病菌の分離用選択培地 (対馬ら, 1985)

| 組 成 | 添加量 / l |
|--|------------------|
| 基礎培地 | |
| KH_2PO_4 | 1.3 g |
| $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ | 1.2 g |
| $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ | 5.0 g |
| $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 0.25 g |
| $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ | 24 mg |
| EDTA-Fe | 10 mg |
| L-シスチン | 10 μg |
| ソルビット ^{a)} | 10 g |
| 抗菌物質および色素 | |
| フェネチシリンカリウム ^{b)} | 50 mg |
| アンピシリン ^{b)} | 10 mg |
| セトリマイド ^{b)} | 10 mg |
| メチルバイオレット ^{d)} | 1 mg |
| フェノールレッド ^{d)} | 20 mg |

- a) 基礎培地 (ソルビットを除く) をオートクレーブ高圧滅菌処理後、直ちにメンブランフィルター (0.22 μm) 処理したソルビットを添加する。
- b) 同上処理後 55°C 以下に冷却し、それぞれ当該量を添加する。
- c) 0.01 g を 2 ml のエタノールに溶解し、8 ml の殺菌水を加えてその 1 ml を (b) と同様に添加する。
- d) 0.2 g を 10 ml の N/20 NaOH に溶解し、その 1 ml を (c) と同様に添加する。

試料や土壌など適用範囲を考慮した検討もなされるであろう。門田ら (1985) は *P. avenae* と *P. glumae* における炭素源利用能の差異を検討し、両細菌は D-酒石酸、アドニトールなど 6 種の化合物の利用能において倒錯関係にあることを明らかにし、両者の選択培地の開発に有利な特性であると推察した。

一般に細菌の選択培地の開発は、目的菌とその他細菌との N, C 源の利用能, 抗菌物質耐性, 増殖温度, pH, 塩濃度などの相違, さらに色素による発色性の特性を利用し、それらを組み合わせて行われる。しかし、自然環境下の複雑な微生物相の中から低密度の特定細菌を培地のみで純粋に検出することは不可能に近い。選択培地の利用にあたっては、血清学的手段あるいはいったん非選択培地 (非抑制培地) で単一集落分離 (阻害剤による休止状態の他細菌混入の確認と除去) を行ったのち病原性による診断や簡易同定法による確認が必要であろう。

V 病原性による系統および変異

本病原細菌の菌株間での病原性の差異は、穂と幼苗に対し別々にあるいは両者との関連において検討されてきた。関 (1959) は、穂に対する病原性において菌株間で差の認められることを報告した。後藤 (孝) ら (1977)

は、採取地の異なる 4 菌株を用いて 6 品種に対する接種試験により、菌株間での逆転現象を認めている。本病の発見以来、品種の抵抗性に関しこのほか多くの報告があるが、現在のところ品種間差について統一された見解は得られていないようである。そして、茂木 (1984) は本病の穂における抵抗性はほ場抵抗性の性格が強いとみなすとともに、発病に対する気象条件の影響が大きいので精密な検定法の開発が必要であると総括している。

一方、苗に対する病原性には、菌株間差が認められるようである。遠藤ら (1980) は、幼苗腐敗症および罹病もみからの分離菌株を用いて 10 品種に対する発病程度を比較し、両菌株間で発病に差の認められること、後藤 (孝) (1983) は、同様に穂および苗由来の 2 菌株を用いて 239 品種の苗に対する発病率を比較し、両菌株間で差が見られることを報告した。また、平島ら (1983) はもみおよび苗に病原性を有する 13 菌株を用いて 17 品種の幼苗に対する病原性を検討し、高い菌濃度 (10^8 cells/ml 以上) ではすべての品種が激しく発病し品種間差は認められないが、適当に調整した濃度 ($10^6 \sim 10^8$ cells/ml) では品種間差および菌株間差が認められるとし、病原細菌とイネ品種との間に特異的な関係があることを示唆した。では、穂と苗における抵抗性の関連はどうであろうか。残念ながら 2 菌株を用いた実験においてさえ一部品種系統を除いて相関関係はほとんど見られない (後藤 (孝), 1983) という。経済的で効率的な防除手段の一つである抵抗性品種の育成にあたって、穂 (もみ) における本細菌の病原型が存在するか否か、病原性分化の解析が今後の重要課題の一つであろう。

一般に、植物病原細菌は栄養豊富な人工培地で継代培養すると変異し、病原性の低下や消失を起こす。この変異は集落型, 栄養要求性, 薬剤やフェージ耐性などの変異に伴うことが知られている (後藤 (正), 1980)。九農試病一研 (1984, 85) では、本病原細菌の継代培養による病原力の急速な低下現象を認め、集落の形態および各種細菌学的性質など表現形質との関連を検討した。そして、幼苗や穂に対して病原力の低下した継代培養株は、調査した細菌学的性質の範囲内では相違しないが、集落の形態において野生株と異なることを認め、病原力の低下は集落の変異に伴って起こることを明らかにした。そして、本細菌の病原性にかかわる実験には保存法に十分注意を払う必要性を指摘した。

以上、本病原細菌について明らかにされたことや今後の課題について整理を試みた。ここでは触れなかったが、本細菌の穂および苗における感染と病徴発現の機作に関する研究も始められているようである。本細菌の病

原性分化の解析とともに、イネの抵抗性機構の解明のう
えにこれらもまた重要な課題である。なお、本病は複数
の病原細菌による病害と誤解されていることもあるよう
である。本病は *P. glumae* による穂（もみ）および苗
の病害であり、他の病原細菌による病害は異種病害であ
ることを最後に記しておきたい。

参 考 文 献

- 畔上耕児ら (1983) : 日植病報 49 : 411.
Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol. 1. The
WILLIAMS & WILKINS Company, Baltimore, 1984.
Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th ed :
8th ed., 同上, 1957, 1974.
遠藤頼嗣・茨木忠雄 (1983) : 日植病報 49 : 96~97.
藤井 溥・植松 勉 (1976a) : 植物防疫 30 : 13~16.
——— (1976b) : 今月の農業 20(7) : 26~30.
後藤和夫・大畑貫一 (1956) : 日植病報 21 : 46~47.
Goto, K. and K. OHATA (1961) : National Taiwan Univ.
Sp. Publ., No. 10.
後藤正夫 (1980) : 新植物細菌病学, ソフトサイエンス社, 東京.
———・瀧川雄一 (1984) : 植物防疫 38 : 339~344, 385~
389, 432~437, 479~454.
Goto, M. (1979) : Phytopathology 69 : 213~216.
後藤孝雄・渡辺文吉郎 (1976) : 日植病報 42 : 103.
——— (1977) : 同上 43 : 348~349.
——— (1980) : 植物防疫 34 : 242~247.
———ら (1983) : 日植病報 49 : 79.
——— (1983) : 同上 49 : 97.
平島公平・脇本 哲 (1983) : 同上 49 : 411.
門田育成・大内 昭 (1983a) : 昭和 57 年度病虫総括検討会議

資料 No. 259, 260.

- (1983b) : 日植病報 49 : 561~564.
——— (1985) : 日植病学会 1985, 4.
久原重松ら (1967) : 日植病報 33 : 323.
栗田年代ら (1964) : 同上 29 : 60.
———・田部井英夫 (1967) : 同上 33 : 11.
九農試病一研昭和 37 年度試験成績 (1962), pp. 97~107.
" 38 " (1963), pp. 69~83.
" 57 研究成果概要 (1983)
" 58 " (1984)
" 59 " (1985) pp. 10~14.
宮島邦之 (1983) : 道立農試報告 43 : 1~74.
茂木静夫・対馬誠也 (1982) : 九病虫研究会報 28 : 217.
———ら (1983) : 日植病報 48 : 86.
——— (1984) : 九州における主要作物病害の発生生態と防除
(脇本 哲編), pp. 22~44.
西山幸司 (1978) : 植物防疫 32 : 283~288.
——— (1983) : 日植病報 49 : 130.
———ら (1985) : 同上 51 : 96.
佐藤 守ら (1981) : 日蚕学雑誌 50 : 409~413.
関 正男 (1959) : 佐賀農試研究報告 2 : 131~147.
SCHAARD, N. W. (1980) : Lab. Guide. Identif. Pl. Patho.
Bact. Comm. Amer. Phytopathol. Soc. Minn.
富永時任 (1971) : 農技研報告 C25 : 205~304.
——— (1973) : 農業時代 114 : 19~26.
——— (1983) : 日植病報 49 : 463~466.
土屋行夫ら (1983) : 日植病報 49 : 130.
対馬誠也ら (1985) : 日植病学会 1985, 4.
植松 勉ら (1976) : 日植病報 42 : 464~471.
———・大畑貫一 (1977) : 日植病報 43 : 348.
UEMATSU, T. et al. (1982) : Ann. Phytopath. Soc. Japan
48 : 425~432.
植松 勉ら (1985) : 関東病虫研報 (投稿中).
吉村大三郎・植松 勉 (1977) : 日植病報 43 : 116.

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
孢子形成阻害／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. ソフト農業の開発

ソフト農業開発の現状／大豆レシチン・重曹農業
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

特集：イネもみ枯細菌病〔4〕

イネもみ枯細菌病の防除対策

福岡県農業総合試験場 よし だ けい すけ よし ひら だいさぶろう
吉 田 桂 輔・吉 村 大三郎

はじめに

本病は昭和30年に福岡県下で発生が確認され、その後年々分布が拡大し、昭和58年には北海道と関東地域の一部を除いて全県に発生分布していることが明らかになった¹⁵⁾。本県における発生面積の推移は第1図のとおりで、昭和50年以降は稚苗機械移植栽培の普及による田植えの早進化と、早・中生種の作付け増加などで高温期に出穂を迎える割合が高くなり、恒常的な多発生傾向を示すようになった。

本病の症状には「もみ枯症状」(以下もみ枯とする)「苗腐敗症」の二つがあり、もみ枯による被害は著しい減収と品質低下をもたらす^{12,18)}。九州地域で大発生を見た昭和58年は、9月に作況指数105であったものが、収穫期には96まで低下する著しい被害を招いた。

本病に関する試験研究はこれまで発生生態の解明、栽培法と発病との関係および防除法の確立など広範に実施されたものの、今なお伝染経路や侵入感染機構などに不明な部分もあって、まだ的確な防除技術が確立されるまでには至っていない。したがって、現在までに得られた成果を基にして、本病に対する防除対策を講じているが、その概要、さらには防除上の問題点および今後の防除の考えかたなどについて述べる。

本稿の作成にあたり、御助言をいただいた九州農業試

験場茂木静夫室長に感謝の意を表する。

I 耕種的防除法

本病は種子伝染を行うので、原則として発生は場から採種しない。やむをえず種子用として採取する場合は、伝染源となる罹病もみを除去する。罹病もみは外観的に判別し難いが、登熟や稔実歩合の低下で塩水選による除去が可能であり、本法による苗腐敗症の防止効果が検討され、塩水選の比重を慣行より高めることで、苗腐敗症の発病抑制効果が認められた^{4,5,20)}。したがって発生は場からの採種もみを用いる際は、塩水選の比重を慣行の1.13から1.14以上に高めて実施する。塩水選の比重を1.18まで高めると、ほぼ罹病もみは除去される結果も得られているが¹⁶⁾、浮上する種もみも多くなり、種子の確保が困難となる。以上から、塩水選は苗腐敗症に対し有効な防除対策の一つであり、種子の予措として必ず実施する。

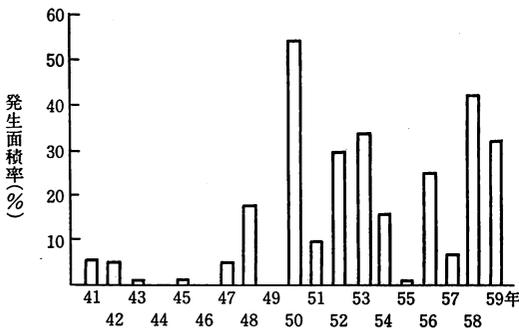
1 温湯および乾熱消毒

温湯浸漬処理では55°Cの60分間処理で苗腐敗症に対する効果が高く、しかも発芽への影響も少なく有効であった¹⁹⁾。また乾熱処理ではあらかじめ40°Cで2日間予備乾燥したのち、70°Cに6日間処理する方法が発芽障害もなく有効であった⁶⁾。以上のように両消毒法による苗腐敗症防止効果は認められるが、種もみの水分含量、貯蔵法および品種の違いによる影響や、実施にあたって設備、温度管理などの問題が残るようで、今後さらに検討を要するものと考ええる。

II 薬剤防除

1 種子消毒

本病病原菌による苗腐敗症を対象とした種子消毒の効果について多くの検討がなされた。その結果、有効な薬剤および処理法としては、カルシウムハイポクロリド、アンバムの200、300倍液に24時間浸漬、カスガマイシン液剤100、200、600倍液に3日間浸漬、カスガマイシン液剤400倍液とチウラム・ペノミル水和剤200倍混用液に3日間浸漬、銅水和剤(コサイドSD)2,000倍液に24時間浸漬などでかなり高い効果を示した^{11,17,19)}。しかし薬剤の種類および処理法によっては生



第1図 福岡県におけるもみ枯細菌病の年次別発生推移

Control of Bacterial Grain Rot of Rice. By
Keisuke YOSHIDA and Daisaburo YOSHIMURA

育抑制、軽い葉身の黄化、根上り現象などの事例も見られ、今後さらに処理法や薬害軽減などの検討が必要であろう。いずれにせよ、上記薬剤を含めまだ本病対象の種子消毒剤としての登録がなく、早期登録化が望まれる。

2 床土混和、床土かん注処理

床土混和および床土かん注処理の苗腐敗症に対する防除効果と、同時に本田期のもみ枯発生防止効果の可能性についても検討された。九州農業試験場の成績(第1表)によれば、カスガマイシン粒剤(1, 2%)の播種前床土および覆土混和処理、カスガマイシン・キャプタン水和剤、プロノポール ECの播種前床土かん注処理で安定して高い効果を認めたが、特にカスガマイシン粒剤(2%) 30 g/箱の床土混和処理は優れた効果を示し、薬害もなく実用性高いと見られる。また同粒剤(2%) 50 g/箱の

播種前覆土混和処理は効果が高く、薬害は若干生育遅延が見られるものの、実用上問題はないと判断される⁹⁾。床土混和、床土かん注処理によるもみ枯症の防除効果については試験成績の間で振れが大きく、今後さらに検討を要する。カスガマイシン粒剤は 30 g/箱の播種前床土混和処理で登録があり、すでに使用されている。

3 本田期防除

本田期のもみ枯はいったん発病すると収量、品質に著しい影響を与えるので、良質安定多収技術の確立を目標とする九州の稲作では、本症に対する防除技術の確立が緊急を要する課題である。本県では昭和 43~46 年にかけて、16 種類の薬剤を供試し有効薬剤の検索を行った。その結果、比較的防除効果を示した薬剤は有機ニッケル粉剤で、防除価約 40~50 程度であった。次に昭和 51

第1表 イネもみ枯細菌病苗腐敗症に対する各種薬剤の防除効果(九州農試, 1981)

| 供試薬剤 (成分%) | 処理方法 | 使用濃度 | | 発病程度 ^{a)} ・薬害(()内) ^{b)} | | | | |
|---|-------------------------|------------------------|---|--|----------|------------------------------|------------------|--------------|
| | | 希釈 倍数 | 成分量 (%) | 昭和54年 | | | 昭和 55年 | 昭和 56年 |
| | | | | 第1回 | 第2回 | 第3回 | | |
| カスガマイシン粒剤 (2%) | 床土混和 〃 覆土混和 | 50g/箱 30 50 | 2.0 〃 〃 | | | | 0(-) 0(-) | 0(-) 0(+) |
| カスガマイシン粒剤 (1%) | 床土混和 〃 同粒状培土 〃 | 60 200 60 200 | 1.0 〃 〃 〃 | | | 2(-) 0(-) 0(±) 0(+) | | |
| カスガマイシン液剤 (2%) | かん注・浸漬 併用 〃 | 100倍 200 | 0.02 0.01 | | | 1(-) 2(-) | | |
| カスガマイシン水和剤 (2%) | かん注 〃 | 100 200 | 0.02 0.01 | | | 2(-) 2(-) | | |
| カスガマイシン・キャプタン 水和剤 (カスガマイシン 3% キャプタン 30%) | 〃 〃 〃 | 100 200 250 | 0.03 0.3 0.015 0.15 0.012 0.12 | 1(+) 4(+) | 0(+) | | 0(-) 0(-) | |
| プロノポール EC (C ₈ H ₆ O ₄ NBr 23%) | 〃 〃 〃 | 250 500 1,000 | 0.09 0.045 0.023 | 0(+) | 2(+) | 0(-) 0(-) | 2(-) | |
| DBEDC 乳剤 (有機銅 20%) | 〃 〃 〃 | 200 250 500 | 0.1 0.08 0.04 | 1(+) | | 2(-) 2(-) | 0(+) | |
| 有機ニッケル水和剤 (65%) | 〃 〃 | 200 400 | 0.325 0.162 | 2(-) | 4(±) | 3(±) 6(-) | | 1(±) |
| 接種対照 | | | | 7 | 3 | 8 | 4 | 1 |

a) 発病調査基準(発病面積を達観によって調査) …0: なし, 1: わずかに見える, 2: 1/9~2/9, 3: 2/9~1/3 以下, 4: 約 1/3, 5: 1/2 以上. 表中数値は2反復の基準値合計を示す.

b) () は薬害の有無 …+: 有, ±: 有または無, -: 無

～53年にかけて有機ニッケル・カスガマイシン剤の防除効果や時期について検討した。その結果、少～中発生条件であるが、2回散布の防除価は約60～70で有機ニッケル剤より優れ、防除適期は穂ばらみ期から出穂前であった。以上のように本病に対する防除剤としては、いずれも多発生条件で安定した高い防除効果が期待できず、より効果の高い薬剤の検索が必要であった。

その後、本来はいもち病防除剤であるプロベナゾール粒剤で本病に対する防除効果が見いだされ、昭和53、54年にかけ処理方法と効果について検討した^{1,2)}。いずれも少発生条件での試験成績で、第2表のとおり移植前3日、当日の20、30g/箱処理による効果は、有機ニッケル粉剤よりやや高く、有機ニッケル・カスガマイシン

粉剤よりやや劣るようであった。次にプロベナゾール粒剤の育苗箱処理と出穂3～4週間前の4kg/10a本田期処理の組み合わせによる効果は有機ニッケル・カスガマイシン粉剤とはほぼ同等であった。葉害は認められなかった。プロベナゾール粒剤の防除効果は試験年次、場所などで振れが大きく、しかも多発生条件ではなお力不足で実用効果が期待できないことから、本症専用の防除剤としては問題があり、現状ではいもち病および白葉枯病との同時防除剤として考えるべきであろう。

近年恒常的な多発生傾向を示すことから、防除法の確立が急務となり、各研究機関ではさらに効果の高い薬剤の検索が精力的に実施され、九州農試では従来の薬剤に比較し、多発生条件下でも安定した高い効果を示す新規

第2表 プロベナゾール粒剤のもみ枯防除効果 (福岡農試)

| 供試薬剤および処理方法 | | 53年 | | 54年 | | 葉害 | |
|-------------|-------|----------------------|---------|---------|---------|-----|---|
| 育苗箱 | 本田期 | 病株率 (%) | 病穂率 (%) | 病株率 (%) | 病穂率 (%) | | |
| プロベナゾール粒剤 | 移植当日 | 9.7 | 0.7 | | | — | |
| 〃 | 移植3日前 | | | 12.0 | 0.9 | — | |
| 〃 | 移植当日 | プロベナゾール粒剤出穂前 4kg/10a | 7.3 | 0.5 | 9.8 | 0.6 | — |
| | | 有機ニッケル粉剤 〃 | 12.3 | 0.9 | | | — |
| | | 有機ニッケル・カスガマイシン粉剤 〃 | | | 8.5 | 0.5 | — |
| 無処理 | 無処理 | | 26.3 | 2.6 | 14.6 | 1.5 | |

品種：53年南海65号，54年日本晴。

処理量：53年30g/箱，54年20g/箱。

本田期処理：粒剤は53年出穂4週間前，54年同3週間前。粉剤は穂ばらみ期1回散布。

第3表 S-0208水和剤のもみ枯に対する防除効果 (福岡農総試, 1982)

| 供試薬剤 | 成分量 (%) | 希釈数 (倍) | 散布月日 | | | 発病調査 | | | | 葉害 |
|------------------|---------------------------|---------|------|------|-----|----------|----------|------|-----|----|
| | | | 8.19 | 8.26 | 9.1 | 発病株率 (%) | 発病穂率 (%) | 発病程度 | 防除価 | |
| S-0208 水和剤 | 新規化合物 20.0 | 500 | ○ | ○ | — | 15.6 | 8.4 | 1.2 | 77 | — |
| 〃 | 〃 | 1,000 | ○ | ○ | — | 18.3 | 4.0 | 1.4 | 78 | — |
| 〃 | 〃 | 〃 | ○ | — | — | 18.3 | 4.6 | 1.6 | 69 | — |
| 〃 | 〃 | 〃 | — | ○ | — | 18.2 | 8.9 | 1.8 | 75 | — |
| 〃 | 〃 | 〃 | — | — | ○ | 21.1 | 4.9 | 2.0 | 62 | — |
| 有機ニッケル・カスガマイシン粉剤 | カスガマイシン 0.2 有機ニッケル 6.0 | | ○ | ○ | — | 28.9 | 6.2 | 2.1 | 60 | — |
| 無処理 | — | — | — | — | — | 28.8 | 18.4 | 5.2 | | |

品種：日本晴，出穂期：8月26日，3区制

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

A：1穂当たりの発病もみ率 61% 以上，B：60～31%，

C：30～11%，D：10% 以下，E：発病なし

化合物 (S-0208 水和剤) が見いだされた^{10,11)}。本症に対する S-0208 水和剤の防除法確立のために、56, 57 年にかけて九州各県連絡試験を実施した。試験は自然感染および菌接種条件下で、S-0208 水和剤 500, 1,000 倍液を穂ばらみ期から穂ぞろい期に 1~2 回、散布量は 120~150 l/10 a とした。比較的少発生であるが、福岡総農試の試験成績は、第 3 表のとおり対照区の有機ニッケル・カスガマイシン粉剤より防除効果は高く、散布適期は出穂前から出穂期散布でもっとも優れ、穂ぞろい期以降の散布の場合、鹿児島農試の成績では防除効果が著しく低下した。また多発生での試験結果では、出穂直前から穂ぞろい期にかけての 2 回散布で安定した高い防除効果を示したが、1 回散布でも実用的な効果は期待できるものと考えられる⁷⁾。

次に S-0208 粉剤 (0.5% または 1.0%) の本症に対

する防除効果を検討した。試験は自然感染および菌接種条件下で穂ばらみ期から穂ぞろい期にかけ 1~2 回、散布量は 4 kg/10 a とした。その結果、少~中発生での効果は両粉剤ともに高く、両粉剤間で効果の差はほとんど認められなかった。しかし多発生の場合は、明らかに有効成分量の多い 1% 粉剤で効果が高く、実用的にも期待できるが、0.5% 粉剤はやや効果不十分な成績であった¹⁶⁾。

4 体系防除

本田期のもみ枯に対し現在使用される薬剤は、カスガマイシン剤およびプロベナゾール粒剤などごくわずかである。以上の薬剤は本症の少発生時では高い防除効果を示すものの、多発生時ではいずれの薬剤も効果が劣る成績である。しかし収量調査の結果は本症の場合、防除効果が比較的低くても、収量増を示す傾向が認められる。

第 4 表 S-0208 水和剤のもみ枯に対する防除効果 (鹿児島農試, 1982)

| 供試薬剤 | 施用量 (10 a) | 散布時期 | | | 発病株率 (%) | 発病穂率 (%) | 発病程度別穂率 (%) | | | | 発病度 | 防除価 | 被害 |
|-----------------------|------------|--------------|-------------|-----|----------|----------|-------------|------|------|------|------|-----|----|
| | | 8.28 穂ぞろい | 8.31 傾穂始 | 9.3 | | | A | B | C | D | | | |
| S-0208 水和剤 1,000 倍 | 120 l | ○ | — | — | 92.2 | 25.7 | 0.1 | 0.7 | 1.6 | 23.3 | 7.2 | 81 | — |
| 〃 | 〃 | — | ○ | — | 87.8 | 54.6 | 0.4 | 1.6 | 6.4 | 46.2 | 16.4 | 57 | — |
| 〃 | 〃 | — | — | ○ | 97.8 | 58.2 | 1.8 | 4.4 | 9.4 | 42.6 | 20.5 | 46 | — |
| 〃 | 〃 | ○ | ○ | — | 64.4 | 17.7 | 0 | 0.1 | 0.8 | 16.8 | 4.7 | 88 | — |
| 〃 | 〃 | ○ | — | ○ | 64.5 | 17.6 | 0 | 0 | 1.0 | 16.6 | 4.7 | 88 | — |
| 〃 | 〃 | — | ○ | ○ | 91.1 | 41.0 | 0.6 | 0.7 | 1.9 | 37.8 | 11.5 | 70 | — |
| S-0208 粉剤 | 4 kg | ○ | — | ○ | 100 | 69.7 | 1.6 | 3.0 | 9.3 | 55.8 | 22.4 | 41 | — |
| 無処理 | — | — | — | — | 100 | 91.5 | 6.5 | 11.4 | 18.5 | 55.1 | 38.1 | | |

品種：コガネマサリ，出穂期：8月25日，3区制，発病度は第3表と同じ。

第 5 表 体系防除によるもみ枯防除効果 (1984)

| 担当試験場 | 防除時期，方法 | | | | 発病条件 | 発病穂率 (%) | 防除価 |
|-------|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|------|----------|------|
| | 移植前箱処理 (30 g/箱) | 出穂 3~4 週間前 (4 kg/10 a) | 出穂前 (4 kg/10 a) | 穂ぞろい期 (4 kg/10 a) | | | |
| 福岡 | プロベナゾール粒剤 | プロベナゾール粒剤 | カスガマイシン粉剤 | | 自然 | 5.8 | 85.2 |
| 佐賀 | 〃 | 〃 | カスガマイシン・フサライド粉剤 DL | カスガマイシン・フサライド粉剤 DL | 接種 | 92.3 | 16.6 |
| 長崎 | 〃 | 〃 | カスガマイシン粉剤 | カスガマイシン粉剤 | 自然 | 14.0 | 95.5 |
| 大分 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 接種 | 72.0 | 12.9 |
| 熊本 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 自然 | 14.4 | 31.3 |
| 宮崎 | 〃 | 〃 | カスガマイシン・フサライド粉剤 DL | カスガマイシン・フサライド粉剤 DL | 自然 | 33.6 | 90.4 |
| | | | | | 接種 | 94.3 | 0 |
| 鹿児島 | 〃 | 〃 | カスガマイシン粉剤 | カスガマイシン粉剤 | 接種 | 91.0 | 36.7 |

(連絡試験成績よりまとめ)

的に研究が推進され、一応の防除対策は得られている。しかし多発生時での防除対策としては、まだ満足の得られる防除法の確立まで至っていない。

幸い昭和 60 年度から佐賀、鹿児島県との共同で「九州地域におけるイネもみ枯細菌病の総合防除技術の確立」の課題による中核研究を実施することになり、早急な防除法の確立の要望に答えたいと考えている。

引用文献

- 1) 福岡農試 (1978) : 昭和 53 年度病害虫に関する試験成績書, pp. 46~48.
- 2) ——— (1980) : 昭和 54 年度同上, pp. 43~44.
- 3) 福岡農試 (1984) : 昭和 59 年度普通作物病害虫関係試験成績書, pp. 27~29.
- 4) 後藤孝雄 (1981) : 日植病報 47 : 397~398 (講要).
- 5) 牧野秋雄 (1979) : 関東東山病虫研究会報 26 : 8.
- 6) ——— (1981) : 関東東山病虫研究会報 28 : 6.
- 7) 九州病害虫防除推進協議会 (1983) : 九病虫協連絡試験成績 (普通作編) 57-1 : 56~79.
- 8) ——— (1984) : 同上 59-1 : 73~96.
- 9) 九州農試病害第 1 研究室 (1981) : 昭和 56 年度研究成果概要, pp. 273.
- 10) 茂木静夫ら (1981) : 九病虫研究会報 27 : 9~11.
- 11) ——— (1982) : 今月の農業 2 : 92~99.
- 12) ———ら (1984) : 九病虫研究会報 30 : 3~5.
- 13) ——— (1984) : 農業および園芸 59(7) : 899~903.
- 14) ——— (1985) : 農業技術 40(1) : 20~24.
- 15) ——— (1985) : 同上 40(5) : 198~202.
- 16) 農水省技術会議事務局・九州農試編 : 昭和 59 年度イネもみ枯細菌病の発生生態と防除に関する調査研究成績検討会資料, pp. 1~63.
- 17) 大畑貫一 (1983) : 植物防疫 37(7) : 294~297.
- 18) 十河和博ら (1979) : 香川農試研究報告 31 : 32~36.
- 19) ——— (1980) : 今月の農業 24(3) : 48~51.
- 20) 吉村大三郎 (1983) : 日植病学会九州部会第 8 回シンポジウム講演集, pp. 34~46.

新しく登録された農薬 (60.7.1~7.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名〔登録年月日〕、登録番号〔登録業者(会社)名〕、対象作物：対象病害虫：使用時期及び回数などの順。ただし、除草剤については、適用雑草：使用方法を記載。(…日…回は、收穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号16055~16079 まで計 25 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』

ダイアジノン・メソミル 粒剤

ダイアジノン 3.0%, メソミル 1.0%

タフベル粒剤 (60.7.4)

16055 (理研グリーン)

芝：スジキリヨトウ・シバツトガ・コガネムシ類(幼虫)・シバオサゾウムシ

クロルピリホスメチル・マラソン・NAC 粉剤

クロルピリホスメチル 2.0%, マラソン 2.0%, NAC 2.0%

レルダンマラナック粉剤 DL (60.7.4)

16059 (八洲化学工業)

稲：ニカメイチュウ・ウンカ類・ツマグロヨコバイ・コブノメイガ・イネドロオイムシ・イネツトムシ：45日 2回

エチルチオメトン・ダイアジノン 粒剤

エチルチオメトン 2.0%, ダイアジノン 4.0%

パジノン粒剤 6 (60.7.4)

16060 (八洲化学工業), 16061 (日本特殊農業製造)

だいこん：アブラムシ類・キスジノミハムシ：は種時 1回, キャベツ・はくさい：アブラムシ類：は種時又は定植時 1回, なす・トマト：アブラムシ類：定植時 1回, きゅうり：アブラムシ類・タネバエ：定植時 1回, だいず：アブラムシ類・タネバエ：は種時 1回, ねぎ：スリップス類・ネギハモグリバエ：は種時又は定植時 1回

MEP・BPMC 粉粒剤

MEP 2.0%, BPMC 2.0%

スミバッサ微粒剤 F (60.7.4)

16064 (八洲化学工業)

稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・カメムシ類・イネドロオイムシ・ウンカ類：14日 5回, 麦類：ヒメトビウンカ：14日 1回

MEP 粉粒剤

MEP 3.0%

スミチオン微粒剤 F (60.7.4)

16065 (八洲化学工業)

稲：ニカメイチュウ第 1 世代・ニカメイチュウ第 2 世代・カメムシ類：14日 7回, くり：モモノゴマダラノメイガ・クリンギゾウムシ：裂果前

CVP 乳剤

CVP 24.0%

ビニフェート乳剤 (60.7.20)

16067 (シェル化学), 16068 (クミアイ化学工業), 16069 (琉球産経)

かんきつ：ヤノネカイガラムシ・サンホーゼカイガラムシ・ユキヤナギアブラムシ・ハマキムシ類・アカマルカイガラムシ (幼虫)：14日 5回, みかん：クワゴマダラヒトリ：14日 5回, 日本なし：ハマキムシ類：45日 2回, 茶 (覆下栽培を除く)：コカクモンハマキ・チャノホソガ・クワシロカイガラムシ・ミドリヒ (45 ページへ続く)

特集：イネもみ枯細菌病〔5〕

苗箱におけるイネ苗立枯れと病原細菌

農林水産省農業環境技術研究所 ^{あぜ} 畔 ^{がみ} 上 ^{こう} 耕 ^し 児

はじめに

箱育苗 イネ苗の細菌病にはもみ枯細菌病菌 *Pseudomonas glumae* による苗腐敗症 (植松ら, 1976 a, b) と、褐条病菌 *P. avenae* による褐条病 (富永ら, 1981) および幼苗腰曲り症 (佐藤ら, 1983 a) が知られているが、畔上ら (1983) は千葉県小見川町の箱育苗立枯れイネ苗とその育苗土から分離された病原細菌 (以下小見川菌と呼ぶ) が *P. gladioli* pv. *gladioli* や *P. glumae* に近縁ではあるがそれらとは明らかに異なった細菌であることを報告した。その後の調査で小見川菌は千葉県北東部に広く分布していることがわかったので、ここでは *P. glumae* および小見川菌によるイネ苗の症状、両細菌の性質、後者が産生する発根抑制物質、後者の簡便で迅速な検出・同定方法、さらに類縁細菌のイネ苗に対する病原性などについて紹介する。*P. glumae* のもみに対する症状や細菌学的性質については本号で植松氏が書いておられるので、小見川菌との相違点を述べるにとどめ、また *P. avenae* によるイネ苗の症状はこれらの菌によるものとは異なっており、富永ら (1983) や佐藤ら (1983 b) の報告に詳しいのでここでは省略させていただきます。

I 病徴と発生状況

1 *Pseudomonas glumae* による苗腐敗症

後藤・大畑 (1956) によってイネもみ枯性細菌病菌として見いだされた *P. glumae* は、植松ら (1976 a, b) によって機械移植育苗箱のイネ苗をも侵すことが知られるようになり、その症状はイネ苗腐敗症と呼ばれるようになった。それは 1974 年に福島県で、翌年には同県と岡山県で問題になり、機械移植が普及したことによって、今では北海道を除く全国各地で発生している。明らかに種子伝染し、浸水期間中や苗箱でも二次感染が起きていると考えられるが、発生生態や伝染経路にはいまだ不明な点が多く、温度などの環境条件によって急に激発することもあり、また有効な防除薬剤がないために、難防除病害の一つとなっている。

植松ら (1976 a, b) や藤井・植松 (1976) によれば、

Bacterial Seedling Blight of Rice in Nursery Boxes and Its Causal Agents. By Koji AZEGAMI

P. glumae に罹病した幼苗は異常出芽し、淡褐色の病斑または条斑が認められることがある。また白色の幼苗の大部分が褐色になり、芽出し後腐敗枯死するものがしばしばある。芽出し時から緑化時の間に腐敗枯死せずに残った幼苗では、その葉しょうに淡褐色の病斑が現れ、しだいに濃褐色になる。このとき葉しょう内から伸長してくる新葉は上方への伸長が阻害され、葉しょうを破って中途からねじれながら湾曲して出葉する。次いで出葉する新葉とその葉しょうは白色から淡褐色、その後しだいに黄褐色となり枯死する。またときには葉しょうおよび新葉は白く退色し、異常伸長することもある。このような症状の苗が激しく腐敗した稚苗のまわりをとり囲み、坪枯れ症状を呈する。そして葉しょうの褐変枯死した苗の中心部を手で引くと基部あるいは腐敗部から容易に抜ける。しかし比較的軽い症状の幼苗は葉しょう腐敗および褐変を起こしても異常生育を示すだけでしだいに回復する。

2 小見川菌による苗立枯症

近年、千葉県北東部において *P. glumae* によるイネ苗腐敗症状とはやや異なったイネ苗立枯症状が発生している。小見川町では、1982 年に約 1,700 箱に発生して苗不足となり大きな被害が出たが、この症状はそれより 2,3 年前から小見川町およびその周囲で出ていたということである。

発病はもっとも多く作られているコシヒカリに多いが、そのほか初星、トヨシキ、月見橋、アキヒカリなど品種に関係なく発生している。

この病原細菌・小見川菌は、関東地方を調べた限りでは、千葉県内の小見川町、東庄町、八日市場市、光町、成田市からしか分離されなかった。しかし現在イネ苗腐敗症とされているものの中には、本菌によるものも含まれている可能性がある。

自然発病のイネ苗の初期症状は *P. glumae* による苗腐敗症と似ており、萎ちょうや第 3 葉基部にクロロシスも起こり、識別することは難しい。しかし後期にはイネ苗腐敗症はその名のとおり苗が褐色となって腐敗し、苗の芯部は容易に引き抜くことができるのに対し、小見川町周辺で見られる罹病苗は水不足でしおれたようになり、著しく赤茶けた状態で乾枯し、芯は腐敗せず抜けない。

また根の生育がきわめて悪い。育苗箱の上ではこの症状によって坪枯れが生じるが、激発したときには全面が枯れてしまう場合もある。

この症状を呈する苗およびその育苗土から分離された小見川菌の病原性を、土壌かん注接種 (2.6×6.0 cm のガラス管瓶に育苗土を詰め、まず 10 ml の蒸留水を注ぎ、次に約 10^8 CFU/ml の菌液 5 ml を注ぎ育苗土面と水面が等しくなるようにし、塩水選と消毒をしたイネもみを 5 粒播く。それを約 30°C の定温器で 3~4 日間インキュベートし、約 26°C の実験室で 2 日間緑化し、ガラス室に移し、1 週間調査) で調べると、播種後 3 日目には非病原性細菌を接種した苗、または無接種の苗との間に著しい差が見られ、接種したもみは発芽するがせいぜい 1~10 mm くらいにしかならず、発根と根の生育が抑制された。罹病苗はガラス室内に置いていても白いままで緑化せず、やがて淡褐色ないしあめ色となって枯死した。接種する菌液の濃度が低い場合には見かけ上健全に生育する場合もあるが、初めは一見健全に生育してもガラス室内で第 3 葉の基部にクロソスが出、第 3 葉から萎ちょうが始まり、やがて全体が赤茶けて乾枯することが多かった。

3 その他の細菌による苗立枯れ

水田土壌を用いた苗箱のイネ苗から分離され、*P. cepacia* に近縁と考えられる細菌には、発芽したばかりの根を枯死させ、芽の生育を 1 mm 程度に抑え、健全に生育する苗の率を低下させるものがあった。しかし緑化まで健全に伸びた苗には症状が現れず、分離例も 2 か所だけであり、実害を起こしているかどうかは不明である。*P. glumae* に近縁で、すでに同定済みの *P. andropogonis*, *P. caryophylli*, *P. cattleyae*, *P. cepacia*, *P. gladioli* pv. *allicola*, *P. gladioli* pv. *gladioli*, *P. solanacearum* について病原性を調べると、*P. andropogonis* の中には緑化を妨げたり、苗立枯れを起こしたりするものがあった。

II *P. glumae* および小見川菌の性質

1 培養的性質

PSA (脇本, 1955) の平板培地上では、*P. glumae* と小見川菌いずれも淡黄色を帯びた半透明乳白、円形によく似たコロニーを作る。*P. glumae* はコロニーが密な部分では、水溶性色素によって培地が黄緑色となるが、小見川菌はそのようなことはない。PPGA (西山, 1978) の平板培地上では、両細菌とも PSA 平板培地上よりも生育がよく、培養 3~4 日後にコロニーは色素以外でもはっきり区別できるようになる。すなわち最初は両細菌と

も中高で湿光を帯びた円形のコロニーを作るが、3~4 日後になると *P. glumae* のコロニーは黄緑色を帯び中央部が平らくくぼみ湿光を失うことが多いのに対し、小見川菌のコロニーは中高のままにくぼみ湿光を失ったりせず、淡い黄土色となり、シャーレの裏から見ると中央部が淡褐色となる。普通寒天平板培地上では、両細菌とも上述の 2 種培地上におけるよりも生育は劣るが、それは特に小見川菌で著しく、コロニーは大きくならない。*P. glumae* のコロニーは PPGA 上のものと似ている。PSA および PPGA の斜面培地上では、両細菌の菌そうは黄白色で湿光を帯び粘性を有する点で互いに似ているが、*P. glumae* は培地中に黄緑色の色素を作り(すべての菌株が作るというわけではない)褐色の色素は作らないのに対し、小見川菌はすべての菌株が培地中に赤味を帯びた褐色色素を作る。なお群馬県と大分県から分離された *P. glumae* の中には非水溶性の青い色素を産生するものがあった。

2 生理・生化学的性質

P. glumae の生理・生化学的性質の変異幅は一般に考えられているほどには大きくなく、著者が試験した範囲では菌株によって異なるのはアルブチンとエスクリンの水解だけであった。小見川菌はすべての細菌学的性質において均一で、グラム陰性、OF 試験は O、単極毛のかん菌である。体内にポリ-β-ヒドロキシ酪酸を集積し、蛍光色素は作らず、アルギニンジヒドロラーゼ活性は(-)で、ダルニツールから酸を産生し、これらの点では *P. glumae* や *P. gladioli* pv. *gladioli* と同じであるが、39°C でもまったく生育しない点で異なる。べん毛は 1~3 本である。

第 1 表に小見川菌、*P. glumae*, *P. gladioli* の性質の相違点を示した。

3 病原性

上述の土壌かん注接種法によると、*P. glumae* と小見川菌はイネに対して病原性を有していたが、*P. gladioli* を接種した苗は何も接種しない対照区よりもわずかに生育が抑制されたものの発病は見られなかった。特に小見川菌の病原力は強かった。前二者を出穂した直後のイネの穂に噴霧接種すると、*P. glumae* を接種した穂のほうが白化もみが多いという違いは見られたが、いずれによってももみは褐変した。しかし千葉県北東部ではもみの変色は問題になっておらず、1984 年に千葉県北東部で採集した褐変もみからは分離できず、実際に農家の水田でそのような症状を引き起こしているかどうかは不明であり、穂などに対する病原性についてはさらに検討する予定である。これら 3 種をグラジオラスの葉に針接種する

第1表 小見川菌, *P. glumae*, *P. gladioli* pv. *gladioli* の生理・生化学的性質の主な相違点

| 性 質 | 小見川菌 | <i>P. glumae</i> | <i>P. gladioli</i> |
|--------------|-----------------|------------------|---------------------------|
| 40°Cでの生育 | - ^{a)} | + | +(1~2W) ^{-b)} |
| オキシダーゼ活性 | + | - | - |
| L-ラムノース | + | - | - |
| L-酒石酸塩 | + | - | + |
| シトラコン酸塩 | + | - | + |
| ニコチン酸塩 | DP(2W) | - | + |
| メサコン酸塩 | DP(2W弱) | - | + |
| ラフィノース | - | + | - |
| アドニトール | - | + | + |
| β-アラニン | - | + | + |
| ラクトース | - | + | + |
| トレハロース | DP(3~4W弱) | + | + |
| グリセリン | DP(2~4W弱) | + | + |
| D-アラビノース | DP(2~3W弱) | + | + |
| D-リボース | + | + | + |
| | (1W) | | |
| D-酒石酸塩 | + | DP(2~4W) | + |
| 安息香酸塩 | - | - | + |
| レブリン酸塩 | - | - | + |
| チロシナーゼ活性 | + | - | - |
| コーン氏液での生育 | + | - | + |
| ウシンスキー氏液での生育 | W | + | + |
| 硝酸塩還元 | W | + | - ^{b)} |
| カゼイン水解 | W | + | + |
| 牛乳消化 | + | W | + |
| エスクリン水解 | - | + ^{c)} | - ^{c)} |

a) -は陰性, +は1週間以内に陽性, DP(2W)は遅れて2週間後に陽性となったことを表す。Wは陽性ではあるが, 他の細菌に比べると弱いことを表す。

b) 著者が行った試験では-であったが, +という記載が多い。

c) 例外がわずかにあった。

と, いずれも褐色を帯びた黒色の病斑を作った。

4 血清学的性質

スライド凝集法と寒天ゲル内二重拡散法によると, 第2表に示した結果が得られた。*P. glumae*と*P. gladioli*は互いの血清とも非特異的に反応したが, 小見川菌はこれらの血清とは反応しなかった。

5 その他

3種の菌をミョウガの葉に針接種すると, *P. glumae*と*P. gladioli*を接種した葉では36時間後に針傷の周囲に黄色のハローが認められるようになり, それは時間とともに拡大した。一方小見川菌を接種した葉にはハローはできなかった。

第2表 小見川菌, *P. glumae*, *P. gladioli* pv. *gladioli* の血清反応

| | 血 清 | | |
|--------------------|------|------------------|--------------------|
| | 小見川菌 | <i>P. glumae</i> | <i>P. gladioli</i> |
| 小見川菌 | +++ | - | - |
| <i>P. glumae</i> | - | +++ | ++ |
| <i>P. gladioli</i> | - | ++ | +++ |

III 伝染経路と防除対策

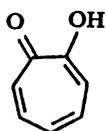
*P. glumae*によるイネ苗腐敗症の発生生態や防除については, 後藤(1983), 大畑(1983), 茂木(1984a, b, c)をはじめ多数の報告があり, また本号で吉田氏も書いておられるのでそれらを参照していただきたい。

小見川菌の菌液(10⁸ CFU/ml)にもみを浸漬し, 風乾し, 5°Cで保存すると, 半年後に播いてもすべての苗が激しく発病し, 1cm程度にしか生育せず, 緑化もせず, あめ色となった。また室温で保存したもみでも, 4か月後には発病率は低下するが発病する苗があり, 小見川菌は種子伝染すると考えられた。また育苗箱では一部分から坪枯れが拡大し, 罹病苗基部の育苗土から小見川菌が非常に高頻度で分離されることから, 育苗箱においては明らかに土壌を介して周囲の苗に伝染していると考えられる。

小見川菌は, 濃度が10¹ CFU/ml程度の透明な菌液でも, もみを入れて30°C下に置くと2日後には白濁するほど増殖し, また病原力が非常に強いので, 上述の土壌かん注接種をすると, もみは発芽して一見健全に生育しても, 緑化や硬化の時期までに発病する。したがって浸水や催芽の期間中に水を頻繁に替えることはこの症状を出さないために有効であろう。育苗中温度管理がよくなされている農家では立枯れ症状の発生が少なく, 温度を上げすぎた農家で多かったため, 温度管理をよくすることもこの症状を出さないためにきわめて重要である。小見川菌は39°Cでは生育しないが, 38°Cでは生育するので, 最高生育温度が*P. glumae*よりも低いことは, 育苗温度範囲内では両細菌の発病に差をもたらさないと考えられる。育苗箱でいったん罹病した苗に対しては有効な対策はなく, その周囲に伝染しないように引き抜き, 温度を上げすぎないようにすることが今のところ唯一の方法である。

IV 小見川菌が産生するトロポロンと菌の培養的性質およびイネ苗立枯れ症状との関係

畔上ら(1985a)は小見川菌が振とう培養液中で発



第1図 トロポロンの構造

根や根の生育を抑制する物質を産生していることを報告したが、その後の調査で、それが第1図に示した7員環構造を有するトロポロンであることがわかった(畔上ら, 1985b)。

トロポロン環を持つヒノキチオールは鉄と結合して暗赤色のヒノキチンとなり、タイワンヒノキの材に赤味を与えているが(Nozoe, 1936)、一般にトロポロン類は種類の金属錯塩を作りやすい。また、芳香族性を示し、置換反応が起こりやすい。小見川菌の振とう培養液から無色透明のトロポロンを単離する際、実体顕微鏡下でルビーのような色を呈する結晶がトロポロンと行動を共にし、トロポロンを昇華させた後に多く残るが、それはトロポロンの誘導体であると考えられる。また小見川菌の斜面培養の培地は初め赤味を帯びた褐色を呈する。液体培養すると管壁や培地中に赤い色素が見られる。さらにトロポロンを含んだ寒天ゲル上にイネもみを播くと、寒天ゲル内に暗赤色の顆粒ができる。これらも同様にトロポロン誘導体であると考えられる。

トロポロンは発根や根の生育を抑制するだけでなく、イネ苗の緑化も妨げ、最終的にはイネ苗を枯死させる。またコムギ、オオムギ、マングビーン、レタス、ダイコン、ナデシコ、カスミソウの発芽や根の生育も同様に阻害する(畔上ら, 未発表)。コルヒチンは微小管に活性を持ち、細胞の有糸分裂を阻害するが、そこにトロポロン環が含まれていることは興味深い。

トロポロンは紫外分光分析をすると、酢酸エチル溶液の場合、320, 353, 370 nm に強い吸収ピークを持っている。このピークは罹病組織を酢酸エチルの中に浸漬しても検出でき、トロポロンは小見川菌によってイネ体内でも作られていることがわかった(畔上ら, 1985b)。

トロポロンは糸状菌や細菌に対して非常に強い抗菌作用を持っていることが知られているが(LINDBERG, 1981; TRUST, 1975)、小見川菌に罹病したイネ苗が著しく赤茶けて枯死し、カビが生えにくく、腐敗しないのも以上の理由によると考えられる。

V 分光分析による小見川菌の検出と同定

トロポロンは 320 nm に特に強い吸収ピークを持って

いる(酢酸エチル中)ので、小見川菌によって発病している苗ならば、罹病組織の一片(約 5 mm)を酢酸エチルに約 1 分間浸漬するだけでそれをはっきりと検出できる。農家で採集した罹病イネ苗には、病原細菌が分離されないにもかかわらず、紫外部に吸収を持つものがあつたが、それはトロポロンの吸収曲線とは異なっており、農薬などによるものではないかと考えられた。また近縁の *P. andropogonis*, *P. avenae*, *P. caryophylli*, *P. cattleyae*, *P. cepacia*, *P. gladioli* pv. *allicola*, *P. gladioli* pv. *gladioli*, *P. glumae*, *P. solanacearum* ではこのピークは見られなかった。これらのことから、小見川菌の検出と同定は、罹病組織の有機溶媒抽出物の紫外分光分析を行い、苗立枯症の症状の一因であるトロポロンを検出することで迅速かつ確実に行える(畔上ら, 1985b)。

おわりに

P. glumae や小見川菌の生態や伝染経路はいまだ不明な点が多く、これらによる病害の防除には、それらを明らかにしていかなければならない。小見川菌は分類学的には蛍光色素非産生の *Pseudomonas* 属菌で *P. gladioli* と *P. glumae* に近縁ではあるが異なっており、分類学的位置づけが困難であるが、今後それらと比較検討のうえ早急に決定したい。イネ苗の採集にあたりお世話になった千葉県庁の本間宏基氏や千葉県農業試験場の梅本清作氏をはじめ各県農業試験場の方々には、この場をお借りして心から御礼申し上げたい。

引用文献

- 畔上耕児ら (1983): 日植病報 49: 411 (講要).
 ——— (1985 a): 同上 51: 96~97 (講要).
 ——— (1985 b): 同上 51: (投稿中).
 藤井 淳・植松 勉 (1976): 植物防疫 30: 13~16.
 後藤和夫・大畑貫一 (1956): 日植病報 21: 46~47.
 後藤孝雄 (1983): 植物防疫 37: 395~399.
 LINDBERG, G. D. (1981): Plant Disease 65: 680~683.
 茂木静夫 (1984a): 農業及園芸 59: 679~682.
 ——— (1984 b): 同上 59: 782~788.
 ——— (1984 c): 同上 59: 899~903.
 西山幸司 (1978): 植物防疫 32: 283~288.
 NOZOE, T. (1936): Bull. Chem. Soc. Japan 11: 295~298.
 大畑貫一 (1983): 植物防疫 37: 294~297.
 佐藤善司ら (1983 a): 日植病報 49: 129 (講要).
 ——— (1983 b): 農技研報 38: 149~159.
 富永時任ら (1981): 日植病報 47: 92 (講要).
 ——— (1983): 同上 49: 463~466.
 TRUST, T. J. (1975): Antimicrob. Agents Chemother. 7: 500~506.
 植松 勉ら (1976 a): 日植病報 42: 310~312.
 ——— (1976 b): 同上 42: 464~471.
 脇本 哲 (1955): 九大農学芸雑 15: 151~160.

小笠原諸島におけるミカンコミバエの 根絶の経過と駆除確認調査

東京都小笠原支庁亜熱帯農業センター **ぬまざわ けんいち はぶ のぶたけ**
沼沢 健一・土生 昶毅*
 農林水産省横浜植物防疫所 **もろはし きみお まにわ しょういち**
諸橋 公穂・馬庭 昭一
 国土庁小笠原総合事務所 **むらがき しげる**
村垣 茂

はじめに

小笠原諸島は、1968年(昭43)日本に復帰した。小笠原諸島とは、東京の南約700kmの位置にある爛婦岩の南の南方諸島(小笠原群島、西之島および火山列島を含む)ならびに沖の鳥島および南鳥島の地域を言い、太平洋上の一角に散在する大小約30の島からなり、面積は約1万haで、東京都に所属している。これら島のうち一般住民は、小笠原群島の父島および母島の2島にのみ居住しており、現在約1,700人が漁業、農業、観光業などに従事している。

ミカンコミバエが小笠原諸島へ侵入したのは、1925~26年(大正14~15)ごろサイパンから父島へ寄生果実が持ち込まれたことによると言われている。復帰後の調査の結果発生は小笠原群島全体に及んでいることが確認された。

本種の根絶防除が東京都により計画され、ミカンコミバエではわが国最初の不妊虫放飼法により1975年(昭50)から防除が開始され、幾多の困難を経て1984年(昭59)防除を終了し、同年の横浜植物防疫所による駆除確認調査の結果、根絶が確認された。また、同時に小笠原群島以外についてもミカンコミバエの発生していないことが確認され、1985年(昭60)2月15日付けで小笠原諸島全域がミカンコミバエの発生地域から解除された。同諸島にはほかに有害ミバエ類が発生していないので、この解除により果実類は本土などへ自由に持ち出せるようになった。

I 小笠原諸島における防除経過

1 防除方法

1968年6月、小笠原諸島が日本に返還されたのち、東

* 現在、東京都農業試験場

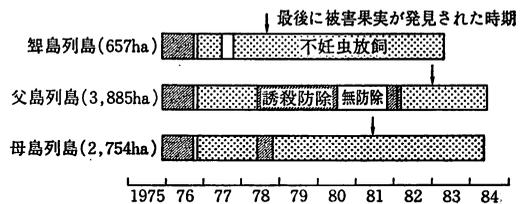
Eradication of the Oriental Fruit Fly from Ogasawara Islands. By Kenichi NUMAZAWA, Nobutake HABU, Kimio MOROHASHI, Shoichi MANIWA and Shigeru MURAGAKI

京都により同諸島に生息するミカンコミバエの基礎研究が開始された。この研究の中で、鴛島、父島および母島列島より構成される小笠原群島全域で本種の生息が確認され、列島間での成虫移動が明らかにされた(東京都, 1973)。さらに、同群島には本種雄成虫の強力な誘引物質であるメチルオイゲノールに反応しにくい個体群が生息している可能性も示された(東京都, 1973)。そのため、東京都は小笠原群島(7,296ha)に生息するミカンコミバエを次の方法で根絶する方針を立てた。すなわち、まずメチルオイゲノールによる雄除去法(以下、誘殺防除)で野生虫の生息密度を大幅に低下させ、次に防除法を不妊虫放飼法に切り換えて最終的な根絶を旨とするものである。また、本種成虫の大きな移動能力を考慮し、防除は全列島一斉に行うこととした。

2 防除経過

(1) 小笠原群島一斉防除(1975年12月~1978年5月)

第1図には、小笠原群島における防除方法の変遷と最後に被害果実が発見された時期を列島別に示した。1975年12月、小笠原群島全域で誘殺防除を開始した。誘殺剤(メチルオイゲノールとBRPの混合剤)は主に木綿ロープに吸着させ、集落とダム周辺を除きヘリコプタで散布した。集落とダム周辺には綿棒あるいはテックス板に誘殺剤を吸着させたものを人力で散布した。この誘殺防除は1976年9月に中止し、11月より不妊虫放飼を開始した。放飼蛹は10KRのガンマー線を照射して不妊化した(一時11KR照射も行った)。不妊蛹は紙製の放飼筒(第2図、以下、投下容器)におがくずと一緒に詰



第1図 小笠原群島における防除方法の変遷



第2図 航空防除用放飼筒

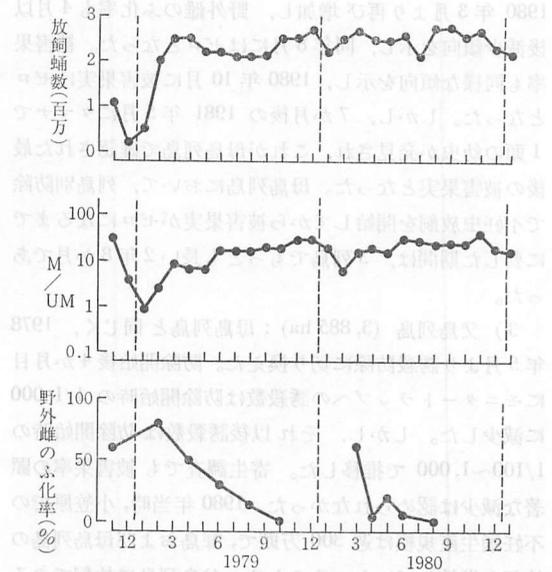
め、集落を除きヘリコプタで放飼した。集落内は人力で放飼した。放飼は10日ごとに行い、月当たり予定放飼数は60万頭であったが、実際には徐々に増えて最高290万頭の不妊蛹を放飼した。これらの防除と平行して列島ごとに寄主植物の被害果率を調査した。誘殺防除から不妊虫放飼に移行しても被害果率は高く、列島間の差も認められなかった。不妊虫放飼開始後、父島では野外から雌を採集し、室内で飼育・産卵させそのふ化率を調べたが(以下、野外雌のふ化率)、野外雌のふ化率は70%を超えることが多かった。正常な雌雄どうして本種が交尾した場合、ふ化率は約90%であることから、不妊虫放飼の効果は低いと考えられた。

以上の結果、月300万頭の規模で小笠原群島全域に不妊虫を放飼しても、本種を根絶することは不可能であると考えられた。そこで、1978年5月初めで一斉防除を中止し、列島別防除に変更した。なお、早く防除効果が上がった列島に対しては、他の列島からの飛来に備えて不妊虫を放飼し続けることとした。

(2) 列島別防除 (1978年5月~1984年5月)

1) 鴛島列島 (657 ha) : 小笠原群島の中でもっとも面積が小さく本種の生息数も少ないと考えられた鴛島列島で、1978年5月初め野生虫の個体数推定を行った。その結果を基に、5月下旬より一斉防除時の約10倍である月300万頭に放飼数を増やして不妊虫放飼を続行した。モニタートラップに誘殺された雄成虫の非マーク虫(UM, 野生虫とマークの脱落した不妊虫)に対するマーク虫(M, 不妊虫)の比(以下、M/UM, 野生虫に対する不妊虫の大まかな比)は5月下旬以後増加した。寄主果実の調査でも、1978年8月、ガジュマルで1頭の成虫の羽化が確認されたのが最後となった(東京都, 1982)。鴛島列島において放飼数を増加したのち、被害果実がゼロになるまでに要した期間は5か月であった。

2) 母島列島 (2,754 ha) : 野生虫の密度を再度低下さ



第3図 母島列島における不妊虫放飼経過

せるため、1978年5~10月の6か月間誘殺防除を行い、11月より不妊虫放飼を開始した。第3図には週当たり放飼数、M/UM および野外雌のふ化率の推移を示した。開始後1か月間は毎週100万頭の不妊虫を放飼した。しかし、幼虫飼育用培地が乳酸菌や酵母により汚染され、1978年12月から翌年1月にかけて蛹の生産量が激減した。そのため、同時期の放飼数は週19~54万頭に減少した(まったく放飼できなかった週もあった)。その間、幼虫培地組成の変更など飼育方法を改良し卵一蛹歩留まりの向上に努め、1979年2月以降週200万頭以上の放飼が可能となった。また、ガンマー線照射量を9KRから6KRに減らすことも行った(最終的には10KRに増やした)。不妊虫放飼を開始した1978年11月のM/UMは32であったが、12月3.7、1月0.8と減少した。しかし、放飼数が回復した1979年2月以後M/UMは増加し、同年11月には34に達した。1979年2月の野外雌のふ化率は81%と高かったものの、M/UMが増加するにつれて6月32%、8月14%、10月0%と低下した。主要寄主植物の被害果率も1979年8月以後顕著に低下した。このような防除状況から、本種はこのまま根絶に向かうと考えられた。しかし、放飼数がほぼ一定であるにもかかわらず、1979年11月以後M/UMは減少し、1980年2月には6.4となった。一方、産卵個体は少なかったものの1980年3月の野外雌のふ化率は64%と高くなり、被害果率も3~4月にかけて高まる傾向を示した。以上の結果、不妊虫の放飼効果は冬期に低下することが示唆された。M/UMは

1980年3月より再び増加し、野外雌のふ化率も4月以後減少傾向を示し、同年8月にはゼロとなった。被害果率も同様な傾向を示し、1980年10月に被害果実はゼロとなった。しかし、7か月後の1981年5月にタマナで1頭の幼虫が発見され、これが母島列島で確認された最後の被害果実となった。母島列島において、列島別防除で不妊虫放飼を開始してから被害果実がゼロになるまでに要した期間は、3列島でもっとも長い2年8か月であった。

3) 父島列島 (3,885 ha) : 母島列島と同じく、1978年5月より誘殺防除に切り換えた。防除開始後4か月目にモニタートラップへの誘殺数は防除開始時の1/1,000に減少した。しかし、それ以後誘殺数は防除開始時の1/100~1,000で推移した。寄生調査でも被害果率の顕著な減少は認められなかった。1980年当時、小笠原での不妊蛹生産規模は週300万頭で、伊島および母島列島の放飼を継続していた。そのため、父島列島に放飼できる不妊虫は少なく、誘殺防除の状況を考慮すると防除法を切り換えるのは得策でないと考えられた。また、誘殺防除を続けても大きな効果が得られる可能性は少なく、メチルオイゲノールに反応しにくい個体群の比率を高める可能性も考えられた。そこで、父島列島の防除を1980年6月にいったん中止した。

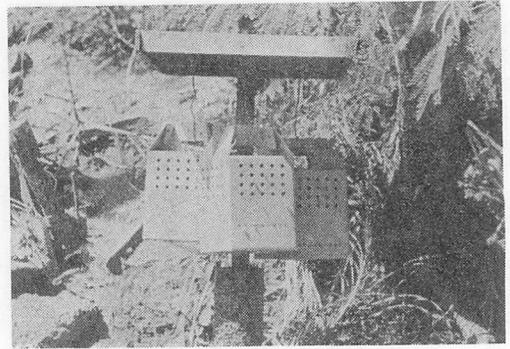
父島列島の防除を再開するまでの間、増殖施設を増築するとともに、農林水産省農業技術研究所害虫第2研究室(当時)の協力をいただき、誘殺防除と不妊虫放飼法の効果的な適用方法をコンピューターを用いて検討した。そして次の条件で防除を行うこととした。

① 不妊蛹の放飼効果は冬期に低下すると考えられるため、この時期に誘殺防除を行い、春から不妊虫放飼に移行する。

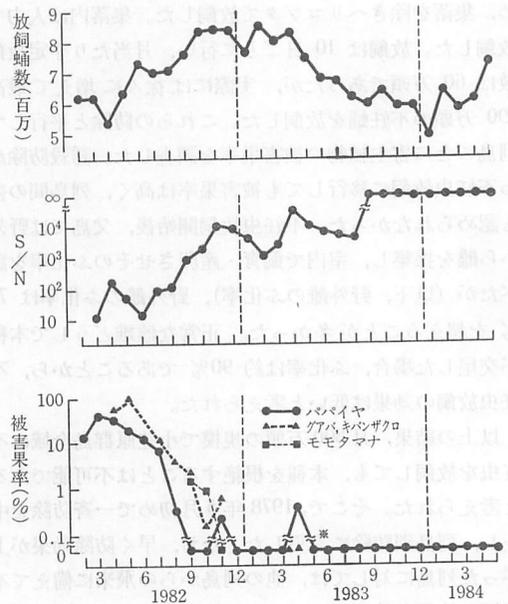
② 誘殺防除終了直後の野生虫の増加に対処するため、二つの防除を1か月程度平行して行い、防除効果の切れ目をなくす。

この条件で防除を行った場合、誘殺防除により性成熟した野生虫雄数が2万頭に減少すれば、週500万頭以上の不妊蛹を放飼することで根絶が可能であると考えられた。

1981年11月より4か月間誘殺防除を行い、1982年2月より不妊虫放飼を再開した。誘殺剤はすべてテックス板に吸着させ、従来と同じ方法で散布した。なお、2枚のテックス板を糸で結び木にかかりやすくしたものも用い、誘殺剤が立体的に分布するようにした。不妊蛹は航空防除用の投下容器と地上防除用の紙製の箱(第4図)に詰めた。集落を除き放飼はヘリコプタによる航空防除



第4図 地上防除用放飼箱



第5図 父島列島における不妊虫放飼経過

* 1983年5月以後、すべての寄主の被害果率がゼロなので、パパイヤの結果のみ示した。

を主体としたが、車の進入が可能な農地および海岸林では人力による地上防除も併用した。防除効果の判定は従来の方法に加え、実体顕微鏡下で取り出した非マーク虫の精巣を染色して顕微鏡下(40~400倍)で造精組織の形態を調べ、不妊虫と野生虫をより正確に区別した。

第5図には週当たり放飼数、野生虫に対する不妊虫の比(以下、S/N)および主要寄主植物の被害果率の推移を示した。1982年2~5月は600万頭、1982年6月~1983年5月までは700~800万頭の不妊蛹を毎週放飼した。S/Nは1982年4月に163まで増加したが、5月44、6月14と減少した。これは、この時期野生虫が急激に増加したためであった。その後S/Nは再び増加

し、1982年11月には10,000を超えた。しかし、1983年8月までS/Nは1,000~10,000の範囲で推移した。当時、放飼蛹は6KRのガンマー線を照射して不妊化した。この線量では、低率ではあるが造精組織の回復する個体が生じることがわかった。1982年11月以後、S/Nが増加しなかった理由としては、不妊蛹の放飼効果が冬期低下したことが考えられる。しかし、春以後もこのような状態が続いた原因は、上述の回復虫を野生虫と判断していたことによると考えられる。1983年7月に照射線量を8KRに増やしたところ、同年9月以後野生虫の誘殺は見られなくなった。なお、1984年2~4月にかけて再び回復虫が発見されたので、同年2月より照射線量を10KRに増やした。パイアの被害果率は1982年3月36%と高かったものの4月以後減少し、8月には0.3%となった。無防除時の被害果率が90%以上になることも珍しくないグアバ、キバンザクロでも、8月の被害果率は4%であった。例年9~11月にかけて主要な野生寄主植物となるモモタマナでも、同時期の被害果率は1%前後と低かった。その後もこれら寄主植物の被害果率は順調に減少し、1983年4月にパイアで1果の被害果実が発見されたのが最後となった。父島列島において、列島別防除の不妊虫放飼から被害果実がゼロになるまでに要した期間は1年6か月であった。

以上、父島列島を最後として小笠原群島の防除は終了した。1975年12月の一斉防除以来、小笠原群島全域で被害果実がゼロになるまでに要した期間は7年6か月であった。

(沼沢健一・土生雅毅)

引用文献

- 東京都(1973):小笠原諸島におけるミカンコミバエ生態研究報告
- (1982):小笠原諸島におけるミカンコミバエの研究及び防除状況報告

II 駆除確認調査

1 申請とその取り扱い

1984年(昭59)8月2日付けで東京都知事から横浜植物防疫所長に対し、小笠原諸島におけるミカンコミバエの駆除確認申請書が提出された。当所は直ちに申請内容の審査を行った結果、駆除確認調査を実施することが妥当であると判断されたので、「ミバエ類 駆除確認調査実施要領」(昭和52年農林水産省農蚕園芸局長通達)に基づき、調査対象地域、調査時期および期間を定めて申請者に駆除確認調査を実施する旨通知した。また、調査に従事させるため、ミカンコミバエの防除、調査などに経験を持つ小笠原在住の東京都の技術職員ら9名を植物

防疫員に任命した。

なお、上記要領に定められていない調査実施上の細部事項は「駆除確認調査実施細目」として取りまとめ、調査の適正化を図った。

2 調査対象地域

駆除確認調査の対象地域は、根絶防除が実施された小笠原群島(北から聳島列島、父島列島、母島列島)の全域(面積7,296ha)とした。

同群島以外の小笠原諸島の地域については、これまでに各種学術調査隊、植物防疫所、国土庁、東京都などによりミカンコミバエの発生調査が合計9回行われているが、発生はまったく認められていない。そこで、これら地域については発生の有無を最終的に確認するため、植物防疫官が駆除確認調査に準じた調査を別途実施した。

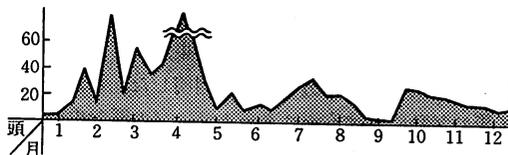
3 調査時期および期間

調査時期の決定にあたっては、過去における年間の発生消長調査結果(第7図参照)を参考にし、調査時期には秋期の多発時期を含むようにした。

調査期間の決定は、①1983年(昭58)10月以降駆除



第6図 小笠原諸島位置図



第7図 ミカンコミバエの発生消長(父島, 昭和49年, 無防除期)

1日1トラップ当たり平均誘殺虫数
調査者:東京都小笠原支庁
国土庁小笠原総合事務所

確認申請までの10か月間、ミカンコミバエの発生はまったく認められていないこと、②この間の東京都による防除効果確認調査は、植物防疫官のいっそうの指導、協力の下で行われたこと、③秋期は、過去にミカンコミバエの高い寄生率を示したバンジロウ、キバンザクロ、モモタマナ、ヤロードなどの果実の熟期に当たるので、きわめて濃密な調査が可能であること、などを総合的に検討した結果、3か月間で十分と判断し、お盆休み明けの8月下旬から調査を開始した。

4 小笠原群島における駆除確認調査

調査は、トラップへの誘殺虫の有無および果実に対する寄生の有無を確認することにより行った。なお、防除法が不妊虫放飼法であり、最終放飼が6月1日であったことから、トラップに不妊虫が誘殺されることも考えられたので、誘殺虫があった場合はすべて蛍光マークの有無または精(卵)巢の組織構造を精査して、野生虫か否かを判断することにした。

調査の開始に先立ち、8月19日から22日まで現地において植物防疫官と植物防疫員の打ち合わせを行うとともに、農協その他の関係者を対象とした説明会を開き、調査に対する理解と協力を求めた。

(1) トラップ調査の方法および結果

トラップは透明なプラスチック製のスタイナー型とし、誘殺剤にはメチルオイゲノール75%以上およびBRP3.5%以上を含む混合剤2gを吸収させた綿棒を使用した。

トラップの設置基準は、おおむね300haにつき1トラップの割合とし、寄主植物の多い地域や過去に誘殺が多く見られた地域については設置密度が高くなるようにし、調査地域内の12島に合計37個のトラップを8月23日から9月4日にかけて設置した。以後、誘殺虫の有無を2週間ごとに6回調査するとともに、誘殺剤は4週間ごとに新品と交換した。6回目の調査は兄島(12月6日)を除き11月末までに終了した。

以上の調査の結果、ミカンコミバエの誘殺はまったく認められなかった。ただし、9月に父島で4頭のミカンコミバエ成虫が発見されたが、蛍光マークの有無および摘出した卵巣を詳細に調査した結果、いずれも防除時に放飼された不妊虫であることが判明した。なお、防除終了後の父島におけるモニタートラップの誘殺虫の減衰傾向は第1表に示すとおりであり、少数の不妊虫が9月まで生存していたものと判断された。

(2) 生果実調査の方法および結果

調査目標果数を10万個に設定し、過去にミカンコミバエの高い寄生率が認められた種類を重点におき、寄

第1表 不妊虫放飼終了後における誘殺頭数(父島)

| 月 | トラップ数 | 誘殺頭数 | 調査結果 |
|---|-------|--------|--------------|
| 6 | 80 個 | 55,661 | 不妊虫 (放飼虫) |
| 7 | 〃 | 12,702 | 〃 |
| 8 | 上旬 | 〃 | 103 |
| | 中 | 〃 | 9 |
| | 下 | 〃 | 1 |

調査者：東京都小笠原支庁

していそうな熟果、傷果、落果を選びながら採集した。採集は、一部地域に偏らないよう配慮し、8月下旬から11月中旬まで計画的に行った。採集した果実総数は、12科、26種、131,992個で採集地点は延べ399地点にのぼった。採集した果実のうち、モモタマナ、キバンザクロ、バンジロウ、ヤロード、カンキツ類、パパイヤなど過去に高い寄生率を示したものが全体の91%を占めた。

採集した果実はすべて一定期間保管し、ミバエの寄生を発見しやすい状態にして調査した。すなわち、底に砂を敷いたプラスチック製容器に果実を収容し、開口部をゴースで封じ、26~27°C下で1週間保管したのちに果実を綿密に切開、分解して寄生の有無を調査した。また、この調査における万一の見落としをカバーするため、一度調査を終了した果実を再度同様の方法で保管し、保管開始から30日を経た時点で再度調査を行った。容器内の砂はそのつど篩別して幼虫、蛹などの有無を調査した。

以上の調査の結果、ミカンコミバエはまったく発見されなかった(第2表)。

(3) 調査結果の考察

小笠原群島におけるミカンコミバエは、東京都による

第2表 生果実調査結果 (単位:個)

| 種類 | 8~9 | 10 | 11 | 計 | 寄生 果 数 |
|--------|--------|--------|--------|---------|--------------|
| モモタマナ | 19,104 | 33,268 | 1,391 | 53,763 | 0 |
| キバンザクロ | 39,073 | 1,823 | 1,136 | 42,032 | 0 |
| ヤロード | 374 | 6,115 | 5,657 | 12,146 | 0 |
| バンジロウ | 5,348 | 4,614 | 469 | 10,431 | 0 |
| カンキツ類 | 84 | 207 | 1,215 | 1,506 | 0 |
| パパイヤ | 2 | 23 | 363 | 388 | 0 |
| その他 | 9,616 | 1,792 | 318 | 11,726 | 0 |
| 計 | 73,601 | 47,842 | 10,549 | 131,992 | 0 |

防除効果確認調査期間も含めると、1983年(昭58)10月以降、駆除確認調査が終了するまでの14か月間、まったく発生が認められなかったことになる。この期間は、同地域におけるミカンコミバエの9~10世代期間に相当している。もし、根絶防除終了後に少数の野生のミカンコミバエが生き残っていたと仮定した場合、防除終了後その野生虫は急速に個体数を増加させ、駆除確認調査終了時までにトラップまたは生果実調査で必ず発見されたはずである。また、今回の果実調査の結果を久野(1978)の方法により統計学的に見ると、今回の生果実調査果数131,992個は、危険率0.01(1%)で寄生果のあるおそれが0.000035(0.0035%)以下となり、ほとんどゼロに近い値を示している。

以上のことから、小笠原群島のミカンコミバエは根絶されたものと判断された。

5 小笠原群島以外の発生調査

小笠原群島以外の小笠原諸島の地域でミカンコミバエの寄主植物の存在する島は、北硫黄島(552ha)、硫黄島(2,236ha)および南硫黄島(368ha)の3島と南鳥島(110ha)の計4島だけである。他の西之島はスベリヒユ、オヒシバなど数種の草本植物の自生がわずかに見られる程度であり、沖の鳥島は満潮時には巨岩を一つ残して海中に没する岩の島である。

過去にミカンコミバエの調査が、寄主植物の存在する北硫黄島で2回、硫黄島で3回、南硫黄島で1回、南鳥島で3回、計9回実施されているが、いずれの調査でも発生は確認されていない。そこで、これらの地域における発生の有無を最終的に確認するため、硫黄島および南鳥島の2島を選定して調査を行った。この調査の実施に際しては、人員・物資の輸送、宿泊など防衛庁の全面的

な協力を得た。

硫黄島については、1984年(昭59)8月1日から同月6日までトラップ10個を使用した調査のほか、クサトケイソウなどの果実1,367個について寄生の有無を調査した。また、南鳥島については、8月23日から同月28日まで、トラップ11個を用いた調査およびパパイヤの果実360個の調査を実施した。

以上の調査の結果、両島ともミカンコミバエの発生はまったく認められなかった。このことから、火山列島および南鳥島の地域にはミカンコミバエはまったく発生していないものと判断した。

6 調査人員など

調査に従事した人員の実働日数は小笠原群島の駆除確認調査では植物防疫官144人日、植物防疫員319人日、その他協力をいただいた者399人日、計862人日であった。なお、実働日数の85%が生果実調査であった。また、硫黄島および南鳥島の調査には、植物防疫官30人日を要した。

おわりに

以上に述べたように、小笠原群島においてはミカンコミバエの根絶を、火山列島および南鳥島においては発生のないことをそれぞれ確認し、小笠原諸島全域がミカンコミバエの発生地域から解除された。この調査の実施に際しては多くの機関、団体、個人などから助言、協力をいただいた。中でも、国土庁小笠原総合事務所、東京都小笠原支庁、小笠原島農業協同組合、小笠原村役場および防衛庁の関係者の方々からいただいた協力は大きく、ここに厚く感謝申し上げる。

(諸橋公穂・馬庭昭一・村垣 茂)

次号予告

次10月号は下記原稿を掲載する予定です。

特集：害虫防除と生態学

- 害虫防除と生態学—個体群生態学の過去と未来—
藤家 梓
〃 —総合防除の定着を旨として—
小山 重郎
〃 —生態学に求められているもの—
大串 龍一
〃 —森林害虫の総合管理—
小林富士雄

- イネの新細菌病「かさ枯病」について 桑田 博隆
ハウレンソウ斑点病の発生と防除 片岡 光信
トドマツ枝枯病—発生現況と問題点について 田中 潔
独立多試料標本の多重比較 高木 正見
植物防疫基礎講座／昆虫行動解析法(9)
音の記録とその解析 市川 俊英

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ
定価 1部 500円 送料 50円

ワタアブラムシの生活環とバイオタイプ

稲泉三丸
いな いずみ みつ まる

宇都宮大学農学部応用昆虫学教室

はじめに

ワタアブラムシ *Aphis gossypii* GLOVER は熱帯から寒帯の一部を含めたほとんど全世界に分布し、広食性で、その寄主植物は 116 科 912 種にも上っている (稲泉, 1980)。その中には多数の農園芸作物が含まれ、本種による被害は吸汁による直接害のほか、50 種以上の植物ウイルス病を媒介し、著名な農業害虫の一つである。

本種は寄主植物の多いのに加え、さまざまな色彩、大きさの個体が見られる。しかも、それらは 1 年中、複雑に種々の植物間を移動しているほか、早春に出現する幹母から秋の産卵雌虫に至るまで、さまざまなモルフを産出させる。また、いくつかの植物間で有翅虫を移して飼育を行い、生態的性質を調べていくと、寄主を異にするいくつかのバイオタイプに分けられることがわかる (稲泉, 1981)。この点については、BODENHEIMER and SWIRSKI (1957) や EASTOP (1958) も本種がいくつかのバイオタイプに分けられる可能性を示唆している。さらに、BLACKMAN and EASTOP (1984) は本種に寄主植物の異なるいくつかの系統が存在することや、有機リン系およびカーバメート系殺虫剤に抵抗性を持つ系統の存在することについて指摘し、それらには分類学的に別の名称が与えられる必要があるだろうと述べている。

以上のような種々の複雑性が本種の最大の特徴であり、それが、本種の種としての概念を不明りょうにしている最大の原因でもある。

本稿では、ワタアブラムシの生活環およびバイオタイプの概要などについて紹介したい。

I 生活環型の分布と生態的關係

1 各地の生活環

本種は台湾 (TAKAHASHI, 1932)、エジプト、イスラエル (BODENHEIMER and SWIRSKI, 1957)、オーストラリア (EASTOP, 1966) では両性世代の出現しない不完全生活環を営んでいる。また、江口 (1937) は朝鮮においてザクロ、ムクゲ、フヨウに、柴田 (1955) は中国 (満州) ではムクゲ、オオバコに産卵すると述べ、いずれも完全生活環の存在を報告している。北米 (ニューヘブ

ン) ではムクゲ、アメリカキササゲ (*Catalpa bignonioides* WALT., ノウゼンカズラ科) を主寄主とする完全生活環が一般的であるが、好適な環境下では一部の個体は冬季も胎生雌虫のまま生存するという (KRING, 1959)。ヨーロッパでは長い間不完全生活環のみが知られていたが、BÖHM (1964) は、*Rhamnus frangula* (クロウメドキ科) を主寄主とする *Aphis frangula* KALT. は実は本種のシノニムであると発表し、ヨーロッパでの完全生活環の存在を明らかにした。しかし、その後 THOMAS (1968) は、*Aphis gossypii* はヨーロッパでは不完全生活環を営んでおり、*Frangula alnus* を主寄主とする *frangulae* グループの *Aphis* の 1 種によく似ている、と述べている。

わが国では、柴田 (1955) がムクゲ、クサギを主寄主とし、ヤブガラシ、ナス科、ウリ科などを中間寄主とする完全生活環を報告した。その他の主寄主としては、森津 (1948) はムラサキキンギョ、宗林 (1983) はオクラをあげ、駒崎 (1978) はミカンでの卵越冬を報告している。

筆者 (1970, 1980) は、わが国のワタアブラムシは卵越冬だけでなく、イヌノフグリ類やナズナ、タチアオイなどで胎生雌越冬を行うこと、主寄主としては、従来知られていたムクゲのほか、クロツバラ、クロウメドキ、ツルウメドキ、アカネがあることなどを報告した。

本種の完全および不完全の二つの生活環の分布は、緯度 (温度差) によって異なるものと考えられる。すなわち、亜寒帯～寒帯では完全生活環のみ、亜熱帯～熱帯では不完全生活環のみ、温帯では両方の生活環を営むものと考えられる。これまで本種の越冬法の報告のある地点と、わが国で産卵が行われる 11 月の平均気温から、二つの生活環の分布を見ると次のようである。

すなわち、7°C 以下の地域では完全生活環のみ、7～13°C では完全および不完全生活環、14°C 以上の地域では不完全生活環のみを行うのではないかと推察される。これをわが国にあてはめてみると、北海道、東北では完全生活環のみ、関東以西、四国、九州では完全および不完全生活環の両方、南西諸島では不完全生活環のみ、という予想がたてられる。ただし、冬季間長期にわたって雪に覆われる地域では、気温にかかわらず胎生雌による越冬、すなわち不完全生活環は成りたさないもの

と考えられるが、そのような地域でも、夏季には不完全生活環の個体群が長距離移動していく可能性は残されている。

2 生活環の生態的関係

BLACKMAN (1971, 72, 74) は、モモアカアブラムシに完全生活環型と不完全生活環型、および中間生活環型の存在することを認め、それらは遺伝的に決定されたものであり、厳密な意味での不完全生活環は実際にはあまり多くなく、胎生雌越冬の主体は“androcyclic clone”であると述べている。また、不完全生活環を営むタイプは、完全生活環を営むタイプに二次的に由来したものであるとした。一方、LAMPÉL (1968) は、モモアカアブラムシや他の多くのアブラムシに見られる生活環の相違は、完全生活環から不完全生活環への絶え間ない推移の一段階であるとみなした。また、BONNEMAISON (1951) は、モモアカアブラムシはフランスでは日長 11 時間半～13 時間、平均気温 20～22°C のときに両性生殖世代が発現するが、地域によっては日長や温度に影響されずに、両性生殖世代を発現する能力を失ったバイオタイプが出現し、単為発生のみを繰り返していると主張した。これに対して BODENHEIMER and SWIRSKY (1957) は、このバイオタイプが遺伝的に固定したものかどうかは疑わしく、両性発生へ転換するわずかな傾向を保持しているのではないかとした。

筆者の実験の結果では、①種々の中間寄主植物上に秋季に発生した有翅虫 10 個体ずつを越冬寄主に移して調べたところ、有翅虫の発生した植物によって、胎生雌虫のみが出現するもの、胎生雌虫と産卵雌虫の両方が出現するもの、産卵雌虫のみが出現するもの、の 3 通りあること、②秋の種々の中間寄主植物から有翅虫を採取して調べてみると、雄の発生している植物としていない植物があること、③卵越冬した個体と胎生雌虫で越冬した個体の後代を、両性生殖個体の出現する 10 月上旬の日長、温度に設定した人工気象器を用いて夏季に飼育すると、前者では雄や産卵雌虫が出現してくるが、後者からは両性生殖個体は出現してこないことが判明した。以上のことから、一つのクローン中に、完全生活環を営む個体と不完全生活環を営む個体が混じって出現するのではなく、不完全生活環を営むクローンが系統的に固定して、独自の寄主転換をする一つのバイオタイプとして存在するものと考えられる。

II 生活環の概要

1 春の生態

北関東の宇都宮付近では卵、および胎生雌の二つの越

冬法がとられるが、越冬寄主から中間寄主への移動を中心とした春の生態の概要は次のとおりである。

イヌノフグリ類やナズナ、ホトケノザなどで胎生雌のまま越冬したものは、冬季間も少しずつ発育して個体数も増加し、平年では 3 月ごろから有翅虫の発生が見られる。4 月中旬以後には有翅虫の発生も増加し、そのころから発芽してくるヤブガラシ、4 月下旬には苗床のキュウリやナス、5 月上旬にはジャガイモやコスモスなどに飛来して寄生を開始する。

一方、ムクゲなどで卵越冬したものは、4 月上・中旬にふ化し、4 月下旬には幹母成虫へ生育する。その子孫の二世代は無翅型で、5 月中・下旬、三世代目に春季移住する有翅虫が出現し、ジャガイモやナス、サトイモなど多くの中間寄主へ移動していく。

このように、越冬寄主植物上に有翅虫が発生し、さらに中間寄主に移動する時期には、卵越冬寄主と胎生雌越冬寄主の間で、かなりのずれがある。

ムクゲやクロツバラでは幹母子孫の第四世代以降も少数の個体そのまま残留し、夏の間も主寄主上で生活を続けている。アカネの個体では春季の著しい有翅虫の発生ピークはなく、秋までだらだらと寄生が続いている。

2 秋の生態

本種は夏の間、多くの中間寄主植物に拡散して生活しているが、秋になると、春とは逆に中間寄主から越冬寄主への移動を行う。

卵越冬を行う系統では、宇都宮の場合、例年 9 月下旬～10 月上旬、日長 11 時間 50 分前後、日平均気温 15°C 前後になると、中間寄主植物上に、無翅型で外部形態的には無翅胎生雌虫とまったく区別のつかない *Heteropara* が出現してくる。このモルフはムクゲを主寄主とする系統の場合、コスモスなどの中間寄主上に同一個体が数頭の雄・産雌虫産出雌（無翅型）と産雌虫（有翅型）、および 10 数頭の雄（有翅型）を産む。

10 月中旬以降、中間寄主上に産雌虫が羽化し、主寄主へ移って産卵雌虫を産む。その 1 週間ほどのち、中間寄主上に雄が羽化し、主寄主へ飛んでいって産卵雌虫と交尾、10 月下旬には産卵が行われる。

秋の中間寄主上にはさまざまな両性モルフが出現するが、筆者の飼育結果では、コスモス、サトイモ、ツユクサ、アカネでは出現してくる両性モルフに相違が見られ、この点からも寄主を異にするバイオタイプの存在がうかがわれた。

一方、胎生雌で越冬する系統では、10 月中旬以降種種の植物上に有翅虫が発生し、9 月ごろから発芽してきたオオイヌノフグリやナズナ、ホトケノザなどの越冬寄

主へ飛んでいき越冬胎生雌を産出する。

また、秋に本種の有翅型（有翅胎生雌虫，産雌虫，雄を含む）が多数発生する植物としてはサトイモ，ソバ，コスモス，マサキ，ツユクサ，ヤブガラシ，ナス，キクなどがあるが，これらの中でヤブガラシ，キク，ナスでは雄がまったく発生してこない。この系統の個体は秋の日長，温度に合わせた人工気象器を用いて飼育を行っても両性世代は分化してこない。したがって，これらの植物で生活する系統には秋になっても両性生殖世代は出現しないで，胎生雌越冬の生活環を営むと推察される。

III バイオタイプ

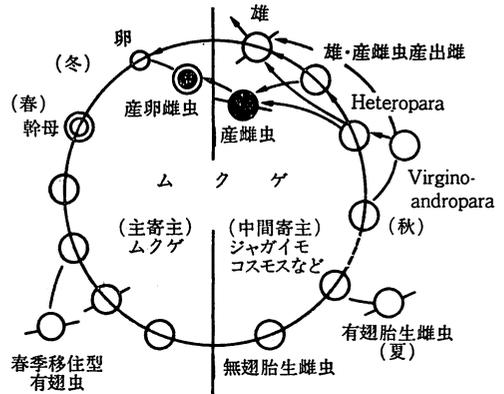
春季および秋季における越冬寄主と中間寄主間で有翅虫を移す飼育実験，秋季における中間寄主上の無翅虫の個体飼育による両性生殖個体の出現経過に関する実験，秋季の気象条件下における卵越冬個体と胎生雌越冬個体の飼育実験，周年にわたる野外観察，などの結果から総合的に判断して，ワタアブラムシには次の四つのバイオタイプがあると考へた。

① 不完全生活環：関東ではオオイヌノフグリやナズナ，ホトケノザ，キクなどを主な越冬寄主とし，夏の間ヤブガラシを有力な増殖源として種々の植物に寄生している。わが国では積雪の少ない関東以西に普通に見られるタイプと考えられる。地域によって越冬寄主植物は異なり，暖地ほどその種類は多いものと予想される。越冬寄主の普遍性から考へて，農作物への寄生率ももっとも高いタイプであろう。

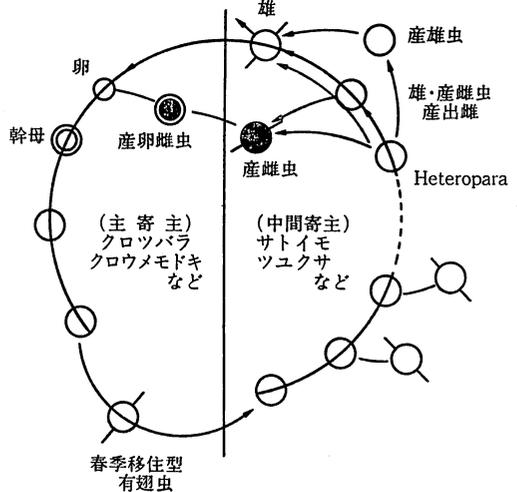
生体時の体色は黒っぽい緑，緑褐色，淡緑色，黄褐色，黄色とさまざまであるが，概して冬季は黒っぽく，夏季は褐色，黄色，淡緑など薄い色彩となる傾向がある。

② ムクゲを主寄主とする完全生活環のタイプ（第1図）：この中には，春にジャガイモやナス，サトイモなど多くの植物に寄生し，コスモスやソバ，ヒャクニチソウなどに両性生殖世代を生じ寄主転換するタイプと，ムクゲ上で幹母子孫第三世代に生ずる有翅虫がムクゲに幼虫を産み，その後代がそのまま秋まで寄主転換しない生活環を営むタイプが含まれている。9月下旬から10月上旬に Heteropara が出現し，産雌虫（Gynopara）と雄（Male），雄・産雌虫産出雌（Androgynopara）を産下する。また，少数ながら Heteropara と雄を産む Virginoandropara も出現する。

春のムクゲ上の幹母とその子孫は濃緑色，秋の両性個体も暗緑褐色などやや濃い体色をしているが，春季移住型有翅虫の産子した個体，およびその後代に出現する夏季個体は，体長が1mm 足らずと小さく，体色は明るい



第1図 ムクゲを主寄主とする完全生活環



第2図 クロツバラ，クロウメモドキを主寄主とする完全生活環

黄色をしている。

③ クロツバラ，クロウメモドキ，ツルウメモドキを主寄主とする完全生活環のタイプ（第2図）：秋に中間寄主上に Heteropara が出現し，雄・産雌虫産出雌や産雌虫（Andropara），産雌虫，雄などの多型を産出する。10月中旬，中間寄主上に発生した有翅虫を移しての飼育実験の結果からは，サトイモ，ツユクサとクロツバラの間の転換ももっとも優勢と考えられた。ただ，このタイプの主寄主植物の野外での普遍性は低いうに，どの株にも発生するとは限らないため，農業上での重要性はあまり高くないと考えられる。主寄主上では濃緑色，中間寄主上では緑～暗緑色の個体が多い。

④ アカネでの単寄生性の非移住型完全生活環：アカネだけで周年経過し，10月中旬以後，産性虫（Sexupara）が出現し，産卵雌虫と雄を産出する。無翅および

第1表 春における有翅虫の接種飼育結果

| 有翅虫の発生した植物 \ 有翅虫を接種した植物 | ジャガイモ | ナス | キュウリ | サトイモ | ヤブガラシ | ツクユサ | コスモ | リンゴ | ナシ |
|-------------------------|----------|--------------------|----------------|-------------|---------|----------|----------|----------|------|
| オオイヌノフグリ | ◎ PG, DG | ◎ G, DG | ○ DG, G, Y, YB | ◎ G, Y | ◎ GB, Y | △ | ◎ DY, DG | ◎ Y, YG, | ◎ Y |
| ナズナ | ◎ DG | ◎ G, DG | ◎ Y, YG, G | ◎ Y | ◎ YB, Y | △ | ◎ Y, DY | ○ Y | ◎ Y |
| キク | ◎ Y, YG | ◎ DY, G, Y, DY, DG | ○ Y | ◎ Y, G | △ | × | — | △ | ◎ YG |
| ムクゲ | ◎ Y | ◎ Y | ◎ Y | ◎ Y, G | × | × | ◎ Y | ○ PY | ◎ Y |
| クロツバラ | × | ◎ Y, DG | △ | ◎ DY, G, DG | × | ◎ DG, PG | ◎ Y, YG | △ | ○ Y |
| アカネ | × | × | × | × | △ | × | × | — | — |

各欄とも上段の記号は接種の結果を示す。◎：多数が成虫へ生育，○：少数が成虫へ生育，△：産子されたが生育せず，×：産子せず。

アルファベットは生育した無翅成虫の体色を示す。G：緑，DG：濃(暗)緑，GB：緑褐，PG：淡緑，YG：黄緑，DYG：暗黄緑，Y：黄，DY：暗黄，YB：黄褐色。

有翅胎生雌虫ではワタアブラムシと判定したが、雄が無翅で、産卵雌虫の後脛節の形態がムクゲやクロツバラの個体と異なるため、いずれ別の種となる可能性がある。

IV 移動経路の推定法

以上、四つのバイオタイプについて述べたが、ワタアブラムシは分類学的にも不確定要素の多い種であり、現在も盛んに分化しつつある種と考えられるところから、日本国内にも、もっと多くのバイオタイプが存在するものと予想される。最近、ミカンを主寄主とするタイプや、薬剤の効かないタイプ、リンゴやナシに多数寄生するタイプなどが見つかっており、これらがどのような生活環を持つタイプなのか、興味ある検討課題である。

また、ワタアブラムシは広食性であり、地域により寄主植物や移動経路は種々異なる可能性がある。特に不完全生活環を営むタイプは、地域により越冬寄主はさまざまであると考えられ、それによる周年の移動経路を異にするバイオタイプの存在も考えられる。そこで、地域ごとに、ある植物に寄生する個体が、どの植物に由来したかを知る目安として、次の四つの条件を考えてみたい。

すなわち、①タイミング：その植物に有翅虫の飛来する時期と、飛来源となる植物に有翅虫の発生する時期が一致するか、②接種飼育：ある植物に発生した有翅虫を、調べようとする植物に移して見て、幼虫を産み、さらに成虫まで生育するか、③形態・色彩：調べようとする植物上で生育している無翅個体と、接種飼育によって得られた個体の形態、および色彩的特徴が一致するか、

④植物の普遍性と発生量：有翅虫の発生している植物がその地方に普遍的に存在するか、またその植物の多くの株に有翅虫が発生しているか。

この4条件を満足すれば、野外での移動経路として推定しうるであろう。一例として、越冬寄主から中間寄主への移動経路を知るための接種飼育の結果を第1表に示した。これは、5月中に越冬寄主に発生した羽化直後の有翅虫10個体ずつを中間寄主の苗や芽に接種して、幼虫を産んだものについては成虫に生育するまでを調べたものである。

この結果から、ジャガイモ、ナスでは越冬寄主の普遍性、有翅虫の発生量とも圧倒的に多いオオイヌノフグリとナズナから、また、黄色の個体についてはムクゲから移住してきたと考えられる。キュウリではナズナ、ムクゲから、サトイモではアカネ以外のいずれからもよく定着しているが、クロツバラとの関連がもっとも優勢である。リンゴではオオイヌノフグリから、ナシではそのほかにナズナ、キク、ムクゲからよく定着しているが、生育した個体はいずれも黄色系で、最近各地で発生しているという黒っぽい個体は出現してこなかった。リンゴやナシに最初に寄生する時期にもよるが、それら自体で卵越冬しているか、あるいはまったく未知の寄主から飛来するか、またはオオイヌノフグリやナズナなどの個体が一度ヤブガラシか他の植物に行き、そこから二次的に移ってきた個体か、今後の検討によらねばならない。

引用文献

(稲泉, 1981にあげたものは省く)

- BLACKMAN, R. L. and V. F. EASTOP (1984): *Aphids on the world's crops*. Jhon Wiley & Sons, New York, pp. 466.
 BÖHM, O. (1964): *Pflanzenschutz-Berichte* 31: 67~68.
 EASTOP, V. F. (1966): *Aust. J. Zool.* 14: 481.
 江口 貢 (1937): 朝鮮総督府農事試験場彙報 9: 379~416.

- 稲泉三丸 (1981): *昆虫* 49(1): 219~240.
 森津孫四郎 (1948): *むし* 18: 67~75.
 — (1983): 日本原色アブラムシ図鑑. 全国農村教育協会, 東京, pp. 545.
 宗林正人 (1983): 日本のアブラムシ, ニューサイエンス社, 東京, pp. 118.
 TAKAHASHI, R. (1932): *Dep. Agr. Gov. Res. Inst. Formosa, Japan* 4: 97~99.
 THOMAS, K. H. (1968): *Ent. Abh. Mus. Tierk. Dresden* 26: 337~389.

中央だより

—農林水産省—

○昭和 60 年度病害虫発生予報第 5 号発表さる

農林水産省農蚕園芸局は昭和 60 年 7 月 26 日, 昭和 60 年度病害虫発生予報第 5 号 (60 農蚕第 4296 号) を発表した。

内容は次のとおり。

向こう約 1 か月間の病害虫の発生動向は次のように予想され, 特に稲の紋枯病及びカメムシ類, かんきつ類のミカンハダニ, 果樹のカメムシ類等が多目と見込まれます。都道府県が発表する発生予察情報にも留意し, 的確な防除の実施に努めて下さい。

水稻: 葉いもちの初発時期は北海道, 東北でやや遅いほかは平年並, また, 発病の程度は近畿, 中国, 九州の一部でやや高いほかは平年並以下となっています。今後の発生は一部を除き平年並以下と予想されます。

穂いもちは, 伝染源となる上位葉での葉いもちの発生が全般に平年並以下となっており, 一方, いもち病に対する抵抗性が平年並ないしやや弱くなっているため, 今後の発生は早期栽培等を除き平年並と予想されますが, 中部日本以北では 8 月に天気不安定な時期があると予想されていますので, 特にこれらの地域では穂ばらみ期と穂ぞろい期に的確な防除を実施するとともに, 気象の推移によっては傾穂期に防除を実施して下さい。

紋枯病の発生は関東, 北陸以西の一部でやや多くなっています。東日本では稲の莖数が平年並ないしやや多く, 西日本では 8 月の気温が高いと予想されていますので, 今後の発生はやや多いと予想されます。

斑点米の原因となるカメムシ類の発生は北海道及び東海, 北陸以西でやや多くなっています。今後これらの地域での発生はやや多いと予想されますので, 出穂期以降に的確な防除を実施して下さい。

セジロウソカの飛来数は日本海側の一部でやや多いほかは少なくなっています。今後の発生もこれらの地域でやや多いほかはやや少ないと予想されます。

トビロウソカの飛来数は日本海側の一部でやや多いほかは少なくなっています。今後の発生は一部を除きやや少ないと予想されますが, 西日本では高温に経

過すると予報されていますので, 発生動向には注意が必要です。

フタオビコヤガの発生は北海道, 東北, 北陸の一部でやや多いと予想されます。

白葉枯病, ツマグロヨコバイ, ニカメイチュウの発生は一部を除き少ないと予想されます。

さとうきび: カンショコバネナガカメムシの発生は鹿児島でやや多いないし多いとなっており, 今後同様の傾向と予想されます。

パインアップル: パインアップルコナカイガラムシの発生は少ないと予想されます。

かんきつ類: 黒点病, ミカンハダニの発生はやや多く, ゴマダラカミキリの発生は平年並ないしやや多いと予想されます。

チャノキイロアザミウマの発生は九州を中心にやや多いと予想されます。

ヤノネカイガラムシの発生は平年並, かいよう病の発生は一部を除きやや少ないと予想されます。

りんご: 黒星病, キンモンホソガの発生は一部で多いと予想されます。

斑点落葉病, ハダニ類の発生は平年並と予想されます。

なし: ハダニ類の発生は平年並ないしやや多いと予想されます。

黒斑病の発生は平年並, 黒星病の発生は平年並ないしやや少ないと予想されます。

もも: モモハモグリガの発生は中国, 四国の一部でやや多く, 灰星病, ハダニ類の発生は関東以西で平年並ないしやや多いと予想されます。

ぶどう: 晩腐病, べと病の発生は平年並ないしやや多いと予想されます。

かき: うどんこ病の発生は近畿以西でやや多いと予想されます。

カキミガの発生は平年並と予想されます。

果樹共通: カメムシ類の発生は関東, 東海以西でやや多く, 今後同様の傾向と予想されますので, 特になし, かき園では果樹園への飛来状況に留意して的確な防除を実施して下さい。

茶: チャノミドリヒメヨコバイの発生は平年並ないしやや多いと予想されます。

炭そ病, チャノコカクモンハマキの発生は平年並, チャハマキ, チャノホソガ, カンザワハダニの発生は平年並以下と予想されます。

野菜: なすのアブラムシ類, ハダニ類, ねぎのネギアザミウマの発生は平年並ないしやや多いと予想されます。

わが国における「くん煙農薬」の開発経過と今後の課題

中外製薬株式会社 富樫 邦彦・岩根 吉孝・中村 一年

はじめに

昭和 58 年現在⁶⁰⁾、わが国における野菜の施設栽培面積は 38,200 ha 強、野菜栽培農家も 20 万戸に達するほどとなり、栽培作物も食生活の多様化を反映して、従来の果菜類のみならず、シュンギク、ホウレンソウ、ニラ、アスパラガス、サヤインゲンをはじめその他多くの野菜が栽培されるようになってきた。

施設野菜は、露地と異なる環境条件で栽培されるため、病害虫の発生は特徴的であり、被害は急激に進行する例が多い。したがって、適切な病害虫防除は施設栽培農家の経営上、きわめて重要であり、農薬の使用頻度も多くならざるをえない現実にある。

施設で使用される農薬とその使用法は、液剤の散布が主体であるが、その密閉環境に着目した専用の農薬、使用方法、防除機などが開発され、例えばくん煙剤、FD 剤、蒸散法や煙霧機など、いずれも農薬を微粒子化して施設内に飛散浮遊、付着させる、いわゆる無人防除方式が重要視されつつある。

これらの防除技術は省力的であるとともに、散布作業で問題となる農薬の吸入による被ばくの恐れも少なく、防除作業に対する安全性にも優れている。一方、消費者から見ると、施設野菜の農薬残留問題はきわめて重大な関心事であり、安全な新鮮野菜の安定的な生産、供給は重要課題とされる。

すでに、農林水産省では昭和 57 年度より、「農薬の安全使用技術向上対策事業」⁴⁹⁾を推進しており、従来の散布法と前述の施設専用の防除技術を比較検討し、効率的な安全防除技術の確立、普及を旨としている。

施設専用の農薬、防除技術の中でも、特にくん煙剤、くん煙法は早くから実用化され、優れた総説^{13,24,33,47,48,60)}も見られるが、最近の研究成果を加えて、わが国における開発の経緯を中心に、その製剤、物理化学、防除効果に関する知見を取りまとめて紹介し、施設園芸にお

Recent Advances in Development and Use of Pesticidal Smokes in Japan. By Kunihiko TOGASHI, Yoshitaka IWANE and Kazutoshi NAKAMURA

* 本稿では、くん煙農薬開発の歴史などを扱っているため、現在では登録が失効している農薬が多数出てくるが、第 1 表の 1983 農業年度の項目に名前のないものは、すべてその時点では登録が失効しているので、ご注意ください。

る病害虫防除の参考に供したい。

I わが国における開発の経緯

施設園芸において農薬を加熱、くん煙(蒸)し病害虫を防除した例として、すでに 1852 年、M. J. BERGMAN が蒸気パイプ熱を利用し、温室ブドウのうどんこ病防除に硫黄を用いたことが紹介⁶⁾されている。この加熱式くん煙法は、1952 年わが国においてリンデン(γ -BHC)錠が加熱式家庭用殺虫くん蒸剤^{13,33)}として開発・実用化されたが、現在の電気蚊取り器にその原理を見ることが出来る。

施設園芸での農薬分野では、1960 年後半にサーチ方式や蒸散法として実用化され、同時期にアメリカでも、トマトなどの病害防除に新殺菌剤 TPN が、本方式で有効⁷⁴⁾とされた。最近も温室バラのうどんこ病に対して優れた防除効果を示す新殺菌剤が報告^{6,7)}され、加熱方式で使用できる農薬も、今後はその種類が多くなるものと期待される。

これに対して、初めに着火すれば、みずから燃焼発煙する、いわゆる自然式のくん煙剤は、わが国では古くより「蚊やり」などの例に見るように、身近な害虫駆除に「けむり」を利用してきた歴史があり、家庭用殺虫くん煙剤の原型とされる蚊取り線香が 1890 年ごろに考案、発売されたと紹介⁹⁰⁾されている。

施設園芸場面では、大正末期(1920 年代)に静岡県下で、当時すでにアメリカで使用されていたニコチンペーパーにヒントを得て、粉煙草と硝石を混合して温室害虫防除のためにくん煙したのが最初⁴⁷⁾とされている。

くん煙剤が工業化製品として開発されたのは戦後であり、その端緒³⁾は第二次世界大戦にあることが知られる。

連合軍側は密林地帯の進攻作戦で、マラリアを媒介する蚊を駆除するため、殺虫剤を航空機から散布したが、密生繁茂した樹冠内まで薬剤が到達せず、深遠拡散性に優れる「けむり」の特性に着目して、煙幕や発煙信号筒の技術を基に、航空機から投下できる殺虫くん煙弾(剤)の開発を進めた。開発途上で終戦となり、これらの軍事技術が、戦後の家庭、倉庫用に初めて開発された殺虫くん煙剤の基礎になったものと思われる。

戦後間もないころに、導火線に DDT などをしみこませて燃焼くん煙し、殺虫効果が検討された例²⁶⁾もある

第1表 くん煙農業開発の動向 (日本植物防疫協会, 「農業要覧」1963~1984年より)

| 農業年度 | 登録品目数 | 有効成分数 | 有効成分名 |
|----------------|-------|-------|--|
| 昭 37 (1962) | 41 | 11 | DDT, BHC, 除虫菊, クロルベンジレート, マラソン, DDVP, ジフェニル スルホン, アゾキシベンゼン, ダイアジノン, DN, PCP |
| 昭 40 (1965) | 48 | 15 | DDT, BHC, 除虫菊, クロルベンジレート, マラソン, DDVP, ジフェニル スルホン, アゾキシベンゼン, ダイアジノン, DN, PCP, CPCBS, TCH, ジ クロン, トリアジン |
| 昭 45 (1970) | 60 | 20 | DDT, BHC, クロルベンジレート, マラソン, DDVP, アゾキシベンゼン, ダイアジノン, DN, PCP, CPCBS, TCH, ジクロン, トリアジン, PPS, テトラジホン, 硫黄, TPN, スルフェン酸系, キノキサリン系, キャプタン |
| 昭 50 (1975) | 27 | 15 | クロルベンジレート, マラソン, DDVP, ダイアジノン, トリアジン, テトラ ジホン, 硫黄, TPN, スルフェン酸系, キノキサリン系, キャプタン, BRP, ジメトエート, GVMP, MEP |
| 昭 55 (1980) | 56 | 15 | クロルベンジレート, マラソン, DDVP, ダイアジノン, トリアジン, テトラ ジホン, 硫黄, TPN, スルフェン酸系, キノキサリン系, キャプタン, BRP, GVMP, MEP, BCPE |
| 昭 58 (1983) | 51 | 17 | クロルベンジレート, マラソン, DDVP, ダイアジノン, トリアジン, テトラ ジホン, 硫黄, TPN, スルフェン酸系, キノキサリン系, キャプタン, BRP, MEP, イプロジオン, プロシミドン, ピンクロゾリン, クロルピリホスメチル |

ように, かなり早くから殺虫剤の使用方に「けむり」の特性利用が考えられていたと思われる。わが国におけるくん煙剤の開発でも, 戦後に軍事技術者が中心^{58, 60)}となり, 1952年に市販された家庭用殺虫くん煙剤⁵⁹⁾が, 前述した加熱式くん蒸剤とともに, 当時の劣悪な生活環境の中で, 伝染病媒介虫の駆除に果たした役割は高く評価され, 現在でも一般家庭で広く使用されている。

このように, くん煙剤が洋の東西を問わず軍事技術の平和利用から出発したことは, きわめて興味深いことである。

1950年代は以上述べたように, 家庭用くん煙剤がまず製品化されたが, 海外ではくん煙化農業の開発研究^{4, 5, 97)}もかなり進められており, すでにダイアジノン, テトラジホンくん煙剤が実用化されていたこと^{24, 54)}, BHCくん煙剤がソ連で野外試験されたこと²⁸⁾などが紹介され, 使用場面が家屋, 倉庫などから温室や森林などへ拡大している。

当時のわが国では家庭^{10, 38)}, 倉庫^{18, 19, 44)}, 森林^{52, 58)}場面の研究で殺虫くん煙剤が主体であったが, 倉庫内の柑橘防腐用に殺菌剤のオルソフェニルフェノールがくん煙剤化²⁴⁾されている。また使用場面も温室害虫防除⁴⁸⁾や, 農業害虫を対象とした殺虫くん煙剤の開発研究^{84, 85)}が開始されている。

1960年代になると, 海外で注目すべき研究^{85, 86)}が見られるが, わが国では施設園芸が急伸した時代であり, くん煙剤が施設農業の専用新剤型としての地位を確立した年代でもある。当初は BHC, DDVPなどを主力にし

た殺虫くん煙剤^{40, 47, 48, 68)}が, 使用法の簡便さ, 特別の機器を用いることもなく省力的なことなどから, 施設園芸生産地から普及し始め, かつ国産技術では最初の殺菌用, ジクロンくん煙剤が開発^{1, 16, 66)}されたこともあり, 従来の殺虫, 殺ダニ用に加えて殺菌用くん煙剤の開発が促進された。

その後, 1970年にかけて加熱式くん煙剤^{75, 76, 78, 81)}や蒸散法^{2, 60, 62, 92, 98)}が実用化され, さらに微粒子化したFD剤^{82, 83)}や煙霧機^{89, 71, 83)}などの, 施設専用農業, 防除機が開発されて今日に至っている。

1962年以降登録になったくん煙農業を第1表に取りまとめてみたが, 1970年から1975年にかけて, BHC, DDT関連剤が消滅したため農業数を減じている。その後は殺菌くん煙剤が増加し, 全体としては漸増傾向にあると見られる。

ここで研究技術を中心にして, わが国におけるくん煙剤開発の経緯を総括してみたい。

くん煙剤に関する研究が進展した1960年から1970年代には, 一般家庭, 倉庫とはまったく異なるガラス室, ビニルハウス内で, しかも栽培中の作物を対象とする試験研究へ展開し, 野外の牧野^{33, 46)}, 森林^{26, 38, 52, 55)}, 水田害虫⁷²⁾などについても検討されたが, 野外の気象条件などに制約され, 一部地域で使用されたものの, 一般に広く普及するまでに至らず, 施設内におけるくん煙粒子の挙動と, 防除効果に関する研究^{11, 20, 34, 39, 54, 59, 86, 88, 89)}が中心となった。

特に室内モデルで得られたくん煙粒子の挙動^{1, 18)}が,

作物栽培条件での施設内で再検討^{89, 88)}されて、その後の大型施設内における使用技術を確立するうえで、貴重な知見となった。

また、この年代に浸透移行性のジクロロリンが、殺菌くん煙剤として実用化され、葉の表・裏面とも優れる防除効果^{80, 91)}を示し、「くん煙農薬」の開発方向を示唆している。

くん煙温度と煙化効率^{56, 67, 75, 85)}、あるいは粒子の大きさや分布、その挙動に関する研究成果^{29~32, 74, 77)}も多いが、農薬の熱的挙動の解析研究^{41, 61)}が行われたことも、その後の効率的な開発研究を促進したものと思われる。さらに使用方法と防除効果に関しても多くの試験研究が行われているが、施設内での農薬使用時安全性⁵⁵⁾についても、気中濃度の推移^{25, 87)}、作物の農薬残留性^{8, 9)}、ビニル資材の汚れ⁶⁶⁾などが検討されている。

一方、農薬の低毒性化指向から、家庭用に開発されたピレスロイド系くん煙剤^{13, 53, 56)}が、難防除害虫のオンシツコナジラミを対象に試験^{15, 46)}され始めている。また施設病害の発生を助長する高湿度環境の改善に、くん煙剤が効果的であることが実証^{21, 22)}されたことも注目されよう。

1980年代になると、灰色かび病、菌核病に特効的な殺菌くん煙剤があいついで開発されたが、熱的挙動の解析研究⁵⁷⁾から、優れた適性を持つプロシミドンでは、従来のくん煙量から見て、きわめて少量でも均一に拡散分布することが確認¹⁷⁾されて、くん煙量低減化に大幅な改善をもたらした。さらに安全性に関しては、使用後の作業者への付着、作業時の舞い上がり、気中濃度の推移など、基礎、応用面できめ細かい研究^{51, 64, 79)}へ拡大している昨今である。第1表に示したように、昭和58年9月現在、わが国の「くん煙農薬」は51品目が登録され、有効成分は17種である。製品は構造、形状、包装、着火機構など多様で、発売されていない品目もあり、今後さらに、有効成分の種類、品目数の増加することが期待されている。

最近の開発動向を見ると、ピレスロイド系殺菌くん煙剤の開発や、適用害虫が従来のアブラムシ、ハダニ類のみでなく、オンシツコナジラミ、ミナミキイロアザミウマなどの新害虫まで拡大していること、また浸透移行性の殺菌くん煙剤が、特にうどんこ病を対象として開発が進められていることなどがあるが、細菌性病害防除用くん煙剤の開発は、今後の課題とされる。

II くん煙剤の製剤と物理化学性

くん煙剤には、加熱式と自然式のあることを前に述べ

た。両方式とも主剤（有効成分）となる農薬の物理・化学的性質、特に熱特性がきわめて重要となる。

同じ有機リン系殺虫剤でも、250°Cの加熱でダイアジノン、パラチオンは、ニセダイコンアブラムシに有効であるが、EPNでは効果が劣る⁸⁴⁾。また試作の数種くん煙剤で、殺虫効果の安定しているものと不安定のものがあり⁸⁴⁾、11種の殺菌剤でも300°Cの加熱条件で、効果差のあることが報告⁷⁶⁾されている。

現在、使用されている家庭用くん煙剤のベルメトリンは、400°Cで分解せずに揮散して、他のピレスロイドよりもきわめて優れると報告⁵⁶⁾されている。この場合、加熱で有効な主剤でも最適温度があり、ダイアジノン⁸⁵⁾では200~250°C、キャプタンなどでは120°Cよりも200°C以上が有効^{75, 76)}、ベルメトリンでは300~500°Cの範囲が適切¹³⁾とされている。

以上の例から見ても、すべての農薬が加熱煙化するものではなく、また煙化可能でも最適温度幅があり、主剤となる農薬有効成分の熱特性を把握する必要がある。熱重量分析（TGA）と示差熱分析（DTA）を組み合わせた熱分析は、はじめ蚊取り線香中のアレスリンの熱分解研究⁴¹⁾に用いられたが、ほぼ同じころ、くん煙農薬の開発にも用いられ、殺菌剤のペノミル、チオファネートメチルは不適であるが、ジクロロリンにくん煙適性のあることが報告⁶¹⁾された。家庭用くん煙剤の数種ピレスロイドについても解析⁶⁶⁾が進められている。最近開発されたプロシミドンくん煙剤では、さらに詳細な熱的挙動の解析研究⁵⁷⁾を基にして製品化されたように、初期の研究レベルから見て長足の進歩である。

適性のある主剤を、有効に煙化させるための燃焼基剤の開発も重要である。基剤に関する研究は公表されることが少ないものの、多数の特許出願公告でその一端がうかがわれる。ここでは一般的な基剤構成^{18, 83)}について紹介する程度にとどめたい。

① 硝酸塩、亜硝酸塩+熱分解刺激剤（アルカリ土類金属塩、アルカリ金属塩など）を主要基剤とするもの。発熱温度は200°Cから300°Cの範囲。

② グアニジン塩+熱分解刺激剤（重クロム酸塩、クロム酸塩など）を主要基剤とするもの。発熱温度は200°Cから300°Cの範囲。

③ 塩素酸カルウム+酸素供給剤（KNO₃）を主要基剤とするもの。発熱温度は500°Cから700°Cと他の場合より若干高い。

④ 硝化綿（ニトロセルローズ）+燃焼抑制剤・安定剤とからなるもの。発熱温度は300°Cから400°Cの範囲。

以上の組成のものは燃焼速度が速い傾向がある。

⑤ 燃焼剤 (木粉など) + 酸素供給剤とからなるもの。発熱温度は 200°C から 700°C の範囲に調節できる。前者に比較して遅燃性である。

以上のように、基剤の基本組成により燃焼温度や速度に差があるが、実際には、さらに補助剤などを含めて検討され、主剤の物理化学性、熱特性に適合する処方設計される。

くん煙剤として製品化される過程で、その有効性、品質の安定性、保管・取り扱い上の安全性などが検討されるが、かなり以前に倉庫用¹²⁾、森林用²⁷⁾くん煙剤の規格水準が研究された経過もあり、煙量、燃焼速度、発熱、立ち消え、煙臭、残臭、刺激、汚染 (よごれ)、その他の項目や、各種毒性試験なども実施、検討される。

初めに製品化された DDT, BHC くん煙剤は、塩素酸カリウムを基本にして、主剤の煙化に最適の基剤処方が、多数の組み合わせや配合比の中から選抜^{3, 14)}されている。

燃焼温度の異なる基剤と殺菌剤を組み合わせると、殺菌剤の種類によって効力差のでももの、でないものがあり⁶⁷⁾、プロシミドン⁵⁷⁾やピレスロイド系殺虫剤⁶⁸⁾でも、基剤の燃焼温度は効力に影響を与えることが明らかにされている。

効力面とともに、作物に対する薬害性の検討はきわめて重要であり、この点が家庭用くん煙剤と若干異なる点でもある。DPC くん煙剤が、うどんこ病に卓効⁶⁷⁾を示しながらも普及しなかったのは、薬害の出やすい DPC が主剤であったこと、またジクロンくん煙剤がイチゴに薬害²⁸⁾を発生しやすいのも、主剤のジクロンの特性であり、主剤に起因する薬害は、適用作物や使用法を注意すれば、軽減、回避することができる。

薬害は、燃焼基剤の組成、配合比によっても、その程度に差⁸⁰⁾が見られる。加熱式の場合でもその温度により異なる⁷⁹⁾が、基剤処方の設計にあたり薬害性のあるガス⁸⁰⁾を発生しないように配慮する必要がある。一般的には、くん煙量が多くなったり、濃煙に触れた場合、主剤の薬害症状とは異なる急性的煙害⁷⁰⁾を発生しやすいが、作物の種類、生育期、環境条件により、その程度に差が見られる。

長期間くん煙剤を連用すると、生育や収量には影響しないが、葉が硬化する傾向があるとの観察³⁴⁾もあり、植物生理面からの解明が待たれる。

今後、より効率的に主剤を煙化し、かつ作物に煙害のより少ない燃焼基剤が開発されることを期待したい。

III くん煙粒子の挙動と防除効果

くん煙剤に着火すると「けむり」が噴出して施設内に漂い、やがて濃淡のムラがなくなり、時間が経過するとしだいに薄くなり、やがて元の大気状態に戻る。

この「けむり」は、加熱により気化した成分が大気中で急速に冷却され、気体から変換して生成した高濃度の微粒子が、ブラウン運動により相互に衝突、凝集しながら粒子集団を形成している状態であり、重力作用を受けるまで粒径が成長した微粒子は、時間の経過に伴いしだいに沈降してゆく。

このように重力沈降した粒子でも、ミクロン (1,000分の1mm) 単位の粒径であり、一般に用いられる粉剤や、散布剤の薬液粒子に比べると、きわめて微小である。粒子径は、くん煙剤の種類や、燃焼温度などにより異なる^{57, 77)}とされるが、きわめて微小であることは、DDT, BHC くん煙剤で指摘³⁾されて以来、その後も多くのくん煙剤について、調査報告^{29, 48, 57, 65, 74, 77)}されている。

くん煙粒子の一般的な挙動としては、粒子のブラウン運動、煙濃度や大気温度差、また大気の流れによる粒子の移動と、粒子相互の衝突凝集や物体面への付着、さらに重力沈降に分けて考えられるが、これらの挙動は、連続的に同時に進行し、動的である。

BHC くん煙剤では、くん煙後 30 分で倉庫内空間にほぼ均一に拡散し、気中濃度は最高となるが、その後の濃度は急速に低下する¹⁸⁾。実際の施設内で調査された DDVP くん煙剤の気中濃度推移でも同じ傾向^{25, 87)}が見られる。このように短時間で施設内空間に拡散分布したくん煙粒子は、飛しょう浮遊する害虫、病原菌胞子などに付着、施設内全域でそれらの生息密度を迅速に低下させる効果を示す。

粒子の重力作用による沈降速度は粒径により異なるが、倉庫床面におけるキャプタンくん煙剤⁸⁵⁾、室内でのジクロンくん煙剤¹⁾、大型施設におけるプロシミドンくん煙剤¹⁷⁾の調査結果などから、いずれも 6 時間前後で大部分が沈降してしまい、気中濃度の減少と沈降量の増加とは対応している。

付着量について見ると、重力沈降による床面がもっとも多く、壁や天井面では少ないことが報告^{1, 18, 35, 66)}されているが、施設内の作物でも葉の表 (上) 面が多く、裏 (下) 面の付着量が少ないこと^{39, 79, 88)}と一致し、凝集粒子の大部分は葉の表面に重力沈降して、拡散衝突による裏面への付着は比較的少ない。くん煙後、強制送風により粒子の葉裏への慣性衝突機会を高めた場合⁸⁹⁾でも、拡

散分布は良好となるが、裏面への付着量増加は期待したほどではなく、今後の研究課題でもあろう。

従来の殺虫くん煙剤は、ガス効果や浸透移行性の主剤が多く、葉裏に生息する害虫に対しても防除効果が認められる。しかし浸透性のないピレスロイド系くん煙剤では、葉裏での殺虫効果が劣ると指摘⁴⁵⁾されている。殺菌くん煙剤でも同様の傾向^{2, 47, 59, 86, 88)}であるが、主剤の種類によっては実用上問題のない例^{17, 80, 91)}もあり、主剤の特性による⁸⁹⁾ところが大きい。

浸透移行性を示すくん煙剤の開発が期待されるゆえんでもある。

大気中での粒子の移動拡散は、狭い間き¹⁾にも及び、散布法ではかけむらの出やすい葉の重なり、株内などにも到達する。細かい花卉に生息する害虫にもきわめて有効⁵⁴⁾とされるように、この深達性は「けむり」の特性である。

発煙粒子の拡散動態は、倉庫や家屋内とはまったく異なる施設環境内では複雑である。ガラス室、ビニルハウスの型式、大きさ⁷⁹⁾や立地条件、また栽培されている作物の種類、草姿⁶⁹⁾、生育期、繁茂状態や仕立て法、あるいは使用時の気象にも関係すると思われる。

蒸散法による粒子の拡散については、詳細な研究^{83, 94)}があり、くん煙粒子の施設内での拡散動態を検討するうえで参考となる。使用量(くん煙量)がもっとも少ないプロシモンドンくん煙剤の例¹⁷⁾では、キュウリを栽培している大型ガラス室(50×35m、高さ2.5m)において、中央1か所で行く煙するよりも2か所以上に分散くん煙した場合に、均一な拡散沈降を得ている。高さの低いビニルトンネルの場合には、到達距離が短くなる^{42, 79)}ので注意を要する。

一般に農業の粒子径は、防除効果に影響を与えるが、くん煙粒子はきわめて微小であり、同量であれば径の小さいほど粒子数は増加し、延べ表面積も大きくなる。BHC、TPN、ジクロン、プロシモンドンなどのくん煙剤では、水和剤や粉剤(比較すると粒径は大きい)よりも少薬量で、ほぼ同等の防除効果^{10, 23, 57, 65)}が得られている。すなわち、同じ効果を期待するのに少薬量でよいことから、農業使用量の軽減に有用である。

施設で使用するくん煙剤の使用量は、一つの基準によるが、初め殺虫くん煙剤において殺虫力が煙濃度と時間で示された¹⁰⁾ことから、煙濃度(gr/m^3)が基準となり、施設の容積に応じて使用量が算出されてきたが、殺菌くん煙剤での研究過程^{38, 65)}で、面積当たりの付着量と殺菌力が対応し、同じ煙濃度(gr/m^3)でも、面積当たり薬量(gr/m^2)が多くなる場合に防除効果が高くなること

が、ジクロン、トリアジンくん煙剤で確認⁸⁸⁾された。このことは、同容積の施設でも高さが異なれば、床面積が増減する場合に考慮すべき問題を提起している。

さらに、作物茎葉面への付着量について見ると、(gr/m^2)、(gr/m^2)のいずれを基準としても、作物の生育繁茂程度により、単位葉面積当たりの付着量に差の生じることは容易に推測される。このため作物の生育期により、くん煙量を調節することも提案⁸¹⁾されている。

現在、大部分のくん煙剤では(gr/m^3)を基準としているので、施設の型式、構造により容積の簡便計算法^{48, 90)}もあるが、施設の容積、床面積のいずれを基準にして使用量を算出するのが合理的⁹³⁾か、くん煙剤を含む施設専用の微粒子化農業について、検討される必要があろう。

くん煙剤は一般的に残効期間^{20, 59, 88, 89)}が短いとされる。微粒子のため表面積が大きく、分解消失に関与する環境因子の影響を受ける度合いが大きいと思われる。TPNのメロン、トマトにおける農業残留研究において、くん煙剤では水和剤よりも、残留消失の早いことが報告^{8, 9)}され、プロシモンドン⁷³⁾でも同じ傾向がうかがわれる。主剤の種類、特性で異なると思われるが、くん煙剤は分解消失が早く、残留性に特長があると見られる。

長期間、連日収穫される作物、例えばトマト、キュウリ、ナス、ピーマンなどでは、収穫期間中の病害虫防除にあたり「前日でも使用できる農業」以外は使用できないが、通常の製剤では「前日使用不可」の優れた農業を、微粒子化することで「前日使用可」にできる可能性のあることに、注目しておきたい。

おわりに

約10年前に「くん煙剤は古くて新しい薬剤である」と紹介⁸⁰⁾されて以来、飛躍的とは言いがたいが、くん煙剤に関する研究、技術知見は、確実に前進したものと評価できる。

戦後、家庭用殺虫剤が実用化され、すでに30年余を経過したが、その有効性に加えて「マッチ1本、ワンタッチ」⁸³⁾といわれる省力簡便性から、現在でも広く一般家庭で愛用され、主剤も有機塩素系から有機リン系を経て、ピレスロイド系くん煙剤へと変遷¹⁹⁾した。

農園芸用くん煙剤、いわゆる「くん煙農業」の発展が、本文にも述べたとおり、施設園芸の成長期に対応したのも、その省力簡便性が注目されたことによる。

現在では、この省力簡便性に加えて無人防除技術として、防除作業者の農業被害防止や、収穫物、食品の農業残留面での安全性、さらに総合防除体系の一環として

の、病害発生高湿度環境の改善にも、特長が見いだされている。

今後さらに、開発、実用化される「くん煙農薬」の種類、品目数は増加するものと見られる。しかし、くん煙適性を示す主剤は限られるので、施設内で発生する各種病害虫に対して、なお十分とは言えず、特に難防除病害虫に対して適格なくん煙剤開発が急がれよう。

施設で栽培される野菜の種類は、今後も果菜類が中心となろうが、その他の多様化した野菜品目が増加してきたことや、果樹類の施設栽培が急増していることなど、「くん煙農薬」の適用場面が拡大してきた。これら適用場面拡大の動向に対応した使用法、使用技術の確立は重要課題であり、特に傾斜地での大型施設内で、繁茂密生する果樹を対象にした、くん煙粒子の挙動を含む基礎的知見の収集を急ぐ必要があると思われる。近い将来、独創的な優れた燃焼剤が開発されると考えられるが、「くん煙農薬」そのものの、いわゆるハード面の開発と、適切な使用技術、すなわちソフト面の確立があいまって、今後さらに厳しい環境が予測される施設園芸の経営に対して、省力、安全な効率的防除技術として貢献できるものと思われる。

さらに一般消費者にとって関心の高い、食品の農薬残留面での安全性確保にも対応できる防除技術として、保健・栄養上欠くことのできない新鮮野菜、果物などの安定的生産、周年供給に寄与できるものと考えられる。

本報をまとめるにあたり、文献調査に多大の御協力をいただいた日本植物防疫協会植物防疫資料館に対し、厚くお礼を申し上げる。また、当社化成品研究所 高橋啓暢、太田武治、佐々木義昭諸氏の御協力を得たことを特に記して謝意を表したい。

引用文献

- 1) 青野道子ら (1963) : 日植病報 28 : 97~98 (講要)。
- 2) 青野信男・三浦泰昌 (1967) : 同上 33 : 114 (講要)。
- 3) BATEMAN, E. W. and G. D. HEATH (1947) : J. Soc. Chem. Ind. 66 : 325~330.
- 4) BERRY-SMITH, F. (1959) : New Zealand J. Agr. 98 : 577~581.
- 5) BROOK, M. and C. G. C. CHESTERS (1958) : Plant Pathol. 7 : 6~9.
- 6) COYIER, D. L. and J. J. GALLIAN (1982) : Plant Disease 66 : 842~844.
- 7) ——— (1983) : ibid. 67 : 919~923.
- 8) 藤本雄一ら (1975) : 農業検査所報告 15 : 70~73.
- 9) ———・中村広明 (1976) : 同上 16 : 39~44.
- 10) 古林和一郎・本野 晃 (1954) : 防虫科学 19 : 130~134.
- 11) 古木市重郎 (1971) : 関東病虫研報 18 : 36.
- 12) 原田豊秋 (1959) : 食糧研究所研報 14 : 24~31.
- 13) 林 晃史 (1979) : 薬局 30 (12) : 65~72.
- 14) HEATH, G. D. (1949) : J. Soc. Chem. Ind. 68 : 41~44.
- 15) 平野哲司ら (1978) : 応動昆第 22 回大会講要, pp. 48.
- 16) 堀 正侃 (1973) : 日本新農薬物語, 日本植物防疫協会, 東京, pp. 88~93.
- 17) 細田恵三ら (1981) : 農薬学会昭和 56 年度大会講要, p. 141.
- 18) 伊田 基・勝屋志朗 (1956) : 防虫科学 21 : 7~14.
- 19) ——— (1957) : 同上 22 : 235~241.
- 20) 飯島 勉ら (1965) : 関東病虫研報 12 : 27.
- 21) 岩崎悦雄・宮下 寛 (1970) : 同上 17 : 72.
- 22) ——— (1972) : 同上 19 : 52.
- 23) 神納 浄ら (1972) : 関西病虫研報 14 : 41~43.
- 24) 上遠 章 (1958) : 植物防疫 12 : 23~26.
- 25) 河合正計 (1972) : 農業安全 3 (8) : 12~16.
- 26) 川崎俊郎 (1967) : 林試研報 204 : 135~156.
- 27) 廣野金市 (1959) : 森林防疫ニュース 8 : 216~219.
- 28) ——— (1959) : 同上 8 : 220~225.
- 29) ——— (1967) : 日本林学会第 78 回大会講要, pp. 168~170.
- 30) ——— (1969) : 日林誌 51 : 317~320.
- 31) ——— (1969) : 日本林学会第 80 回大会講要 293~294.
- 32) ——— (1970) : 同上第 81 回大会講要, pp. 258~259.
- 33) 菊池正三郎・月井武雄 (1973) : 工業火薬協会誌 34 : 246~251.
- 34) 小林 裕 (1970) : 関西病虫研報 12 : 35~39.
- 35) LOCKHART, C. L. and C. A. EAVES (1962) : Can. J. Plant Sci. 42 : 294~301.
- 36) ——— (1963) : ibid. 43 : 554~560.
- 37) MCKEEN, C. D. (1954) : Plant Dis. Rep. 38 : 860~863.
- 38) 丸 諭ら (1974) : 関東病虫研報 21 : 151~152.
- 39) 松尾綾男・坂本 庵 (1970) : 関西病虫研報 12 : 74~75.
- 40) 松崎征美 (1972) : 高知農技研報 26 : 1~9.
- 41) 村山 普ら (1970) : 農化 44 : 77~82.
- 42) 鍋岡勇造ら (1982) : 関東病虫研報 29 : 183~184.
- 43) 中原孫吉・古林和一郎 (1954) : 農業及園芸 29 : 1023~1025.
- 44) ——— (1955) : 同上 30 : 65~66.
- 45) 中村啓一ら (1978) : 広島農試報告 40 : 59~72.
- 46) 日本燻煙剤協会 (1971) : 牧野用燻煙剤について, 東京, pp. 1~24.
- 47) 野口徳三 (1964) : 温室研究 72 : 30~32.
- 48) ——— (1964) : 同上 73 : 21~24.
- 49) 農林水産省植物防疫課 (1983) : 野菜園芸技術 10 (10) : 8~10.
- 50) 農林水産省野菜振興課編 (1984) : 園芸用ガラス室, ハウス等の設置状況, 日本施設園芸協会, 東京, pp. 1~331.
- 51) 小木曾正敏・田辺仁志 (1981) : 植物防疫 35 : 165~169.
- 52) 太田 敏ら (1961) : 日林誌 43 : 75~79.
- 53) 太田武治ら (1978) : 衛生動物 29 : 42 (講要)。
- 54) 小沢 博 (1960) : 神奈川農試園芸分場研報 9 : 87~90.
- 55) 桜井 寿 (1974) : 今月の農薬 18 (12) : 12~15.
- 56) 佐々木義昭ら (1978) : 衛生動物 29 : 41 (講要)。
- 57) ———ら (1981) : 農薬学会昭和 56 年度大会講要, p. 140.
- 58) 清水健介 (1957) : 燻煙法による森林害虫の防除, 全国森林病虫獣害防除協会, 東京, pp. 1~134.
- 59) 鈴木春夫・庄司和雄 (1965) : 静岡農試研報 10 : 111~118.
- 60) 高瀬 敏ら (1970) : 関西病虫研報 12 : 75~76.
- 61) 田中満直ら (1971) : 農業生産技術 25 : 38~39 (講要)。
- 62) 田中清造・戸部敬哉 (1967) : 日植病報 33 : 114 (講要)。
- 63) ——— (1973) : 農薬科学 1 : 113~116.
- 64) 戸高 隆ら (1983) : 農薬学会第 7 回農薬残留分析研究会講要, pp. 23~26.
- 65) 富樫邦彦ら (1963) : 日植病報 28 : 97 (講要)。
- 66) ———ら (1966) : 関東病虫研報 13 : 51~52.
- 67) ———ら (1966) : 日植病報 32 : 102~103 (講要)。
- 68) ———ら (1981) : 関東病虫研報 28 : 60~62.
- 69) ———ら (1981) : 日植病報 47 : 400 (講要)。
- 70) ———ら (1983) : 関東病虫研報 30 : 193~194.

- 71) 津賀幸之介 (1984) : 農業及園芸 59 : 1155~1160.
 72) 津金昭二・本間 寛 (1960) : 関東病虫研報 7 : 52.
 73) 築地邦晃ら (1983) : 北日本病虫研報 34 : 143 (講要).
 74) TURNER, N. J. and D. LAMONT (1965) : Contrib. Boyce Thompson Inst. 23 : 51~54.
 75) 内野一成・小林 昇 (1965) : 日植病報 30 : 113. (講要).
 76) ——— (1965) : 植物防疫 19 : 457~460.
 77) ——— (1966) : 日植病報 32 : 102 (講要).
 78) ——— (1967) : 同上 33 : 114 : 115 (講要).
 79) ——— (1968) : 植物防疫 22 : 345~348.
 80) ——— (1970) : 日植病報 36 : 194~195 (講要).
 81) ——— (1971) : 植物防疫 25 : 109~112.
 82) 上島俊治ら (1976) : 農薬誌 1 : 123~130.
 83) ——— (1977) : 植物防疫 31 : 101~106.
 84) 山本慎二郎ら (1959) : 高峰研究所報告 11 : 209~212.
 85) 山本慎二郎・嵯峨輝司 (1959) : 高峰研究所報告 11 : 213~215.
 86) 横浜正彦ら (1964) : 日植病報 29 : 287~288 (講要).
 87) 米村純一ら (1972) : 農作業研究 16 : 38~41.
 88) 米山伸吾 (1966) : 関東病虫研報 13 : 54~56.
 89) ——— (1966) : 同上 13 : 56~57.
 90) 吉井孝雄・松崎征美 (1965) : 高知農試楠農報 19 (2) : 25~28.
 91) 吉野正義・伊丹 清 (1971) : 関東病虫研報 18 : 54.
 92) 芳岡昭夫ら (1970) : 関東病虫研報 12 : 76 (講要).
 93) ——— (1975) : 奈良農試特別報告 2 : 1~112.
 94) ——— (1976) : 蒸散器による施設栽培病害虫の省力防除 (農林水産技術会議 実用化技術レポート No. 36), 農林統計協会, 東京, pp. 1~38.

(23 ページより続く)

メヨコバイ: 20 日 2 回, キャベツ: アオムシ・コナガ: 14 日 4 回, ねぎ: ネギハモグリバエ: 14 日 5 回, ばれいしょ: ジャガイモガ・ナストビハムシ: 7 日 5 回, なす: ジャガイモガ: 7 日 4 回, たばこ: ジャガイモガ (若令幼虫)・ヨトウムシ, 玉ねぎ: タマネギバエ: 7 日 5 回, くり: モモノゴマダラノメイガ・カイガラムシ類幼虫・ネスジキノカワガ: 裂果前 4 回, うめ: クワシロカイガラムシ: 30 日 1 回, かき: カキノヘダムシガ: 60 日 3 回, 芝: スジキリヨトウ・シバツトガ

CVP 乳剤

CVP 50.0%

ビニフェート乳剤 50 (60.7.20)

16070 (シュール化学), 16071 (クミアイ化学工業), 16072 (武田薬品工業)

みかん: ヤノネカイガラムシ・サンホーゼカイガラムシ・アカマルカイガラムシ・フジコナカイガラムシ・スリップス・ハマキムシ類・コアオハナムグリ・ケシキスイ類: 14 日 5 回

DEP 乳剤

DEP 10.0%

ディプテレックス乳剤 10 (60.7.20)

16074 (日本特殊農薬製造)

つばき: チャドクガ

プロチオホス粒剤

プロチオホス 2.0%

トクチオンベイト (60.7.20)

16075 (日本特殊農薬製造)

キャベツ: ネキリムシ類: 移植時 1 回, たばこ: ネキリムシ類: 移植時

クロルピリホスメチル乳剤

クロルピリホスメチル 25.0%

レルダン乳剤 25 (60.7.20)

16076 (理研グリーン)

水稲: ニカメイチュウ・コブノメイガ・イネドロオイムシ: 60 日 2 回, キャベツ: コナガ・アブラムシ類・アオムシ・ハスモンヨトウ・ヨトウムシ: 30 日 2 回, だいこん: コナガ・アブラムシ類・アオムシ・ハスモンヨトウ・ヨトウムシ: 30 日 2 回, なす (露地): アブラムシ類: 3 日 4 回, トマト (露地): アブラムシ類: 14 日 4 回, てんさい: ヨトウムシ: 14 日 4 回,

たまねぎ: スリップス類: 7 日 4 回, きく・ばら: アブラムシ類

『殺菌剤』

イプロジオン・EDDP 粉剤

イプロジオン 1.5%, EDDP 2.0%

ヒノザンロブラール粉剤 (60.7.20)

16073 (日産化学工業)

稲: いもち病・穂枯れ (ごま葉枯病菌): 21 日 3 回

『殺虫殺菌剤』

MEP・フサライド粉剤

MEP 2.0%, フサライド 2.5%

ラブサイドスミチオン粉剤 DL (60.7.4)

16058 (山本農薬)

稲: いもち病・ニカメイチュウ・ウンカ類: 21 日 7 回 (但し穂ばらみ期以降は 4 回)

マラソン・XMC・カスガマイシン・フサライド 粉剤

マラソン 2.0%, XMC 2.0%, カスガマイシン 1.10%, フサライド 1.5%

カスラプフォスマク粉剤 DL (60.7.4)

16066 (北興化学工業)

稲: いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類: 21 日 5 回 (但し穂ばらみ期以降は 4 回)

『除草剤』

パラコート・ジクワット液剤

パラコート 10.0%, ジクワット 14.0%

ブリグロックス (60.7.20)

16077 (アイ・シー・アイ・ジャパン), 16078 (武田薬品工業), 16079 (日本農薬)

かんきつ・りんご・ぶどう・なし・もも・かき: 一年生雑草: 雑草生育期 5 回, 桑: 一年生雑草: 春期発芽前又は夏切後, 公園・庭園・堤とう等: 一年生雑草

『誘引剤』

ピーテフルア剤

(Z)-13-イコセン-10-オン 1.0 mg/個

フェロモン大塚モモンクイガ (60.7.4)

16056 (アース製薬)

りんご・もも・なし: モモンクイガ雄成虫: 誘引

(51 ページへ続く)

植物防疫基礎講座
昆虫行動解析法 (8)

発光シグナルの記録とその解析法

横須賀市自然博物館 **おお ば 場 のぶ よし**

はじめに

発光生物、とりわけホタルは種特異的なパターンで発光する。世界には2,000種前後、日本には42種が知られ、こうしたホタルの中には昼間飛ばし活動するものから夜間活動するものまでいる。昼行性ホタルは退化した小さな発光器を有し、微弱な連続光を放つか、ほとんど発光しない。一方、夜行性ホタルは大きく発達した発光器から強い断続光を放つ種が多い。ホタルの発光パターンは形態、習性、コミュニケーションと密接に関連し、ホタルを研究するうえで発光シグナルの記録とその解析法の確立が不可欠である。日本ではホタルは多くの研究者の関心をひいてきたにもかかわらず、発光シグナルの記録、解析を手がけた研究例はわずかである(矢島, 1978; OHBA, 1980, 1984)。これは暗夜に活動するホタルの発光シグナルを記録解析することが技術的にきわめて困難であったことに一因がある。筆者はホタルの発光シグナルを記録解析するためにさまざまな方法を試み、きわめて簡便な方法から、特殊な装置まで駆使し、ホタルの発光パターンを比較研究したので、それらの方法の概要を紹介し、今後の問題点を記したい。

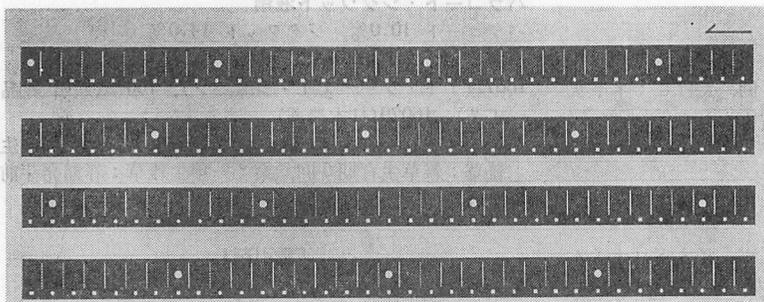
I: ホタルの発光パターンと配偶行動

ホタルは強く発光するものから弱く連続的に発光するものまでいることはすでに記したが、こうした発光の

しかたが配偶行動に適応的であることが判明してきた(OHBA, 1983)。強く発光する種では雄と雌とで発光パターンが異なるものが多く、相互に発光シグナルを識別している。断続した強い発光シグナルは複雑な情報を伝達するうえで適当である。昼行性のホタルでは発光シグナルが情報伝達に役割を果たすことができなくなる。このためにおい物質(性フェロモン)をコミュニケーションの手段としている。両行性ホタルは両者の中間的習性を有し、連続光を発するとともに性フェロモンを放つ。発光シグナルは位置を相手に認知させるだけならば連続光でもよい。種や性を識別するには断続した光を放ち、タイミング、発光パターンを特異的にすることで可能となる。ホタルは発光シグナルを多様化させて種が分化した昆虫である。こうした多様な発光シグナルを記録解析するには、発光シグナルの特性を把握したうえで適切な方法を選定するとよい。手作りの簡単な装置でも目的を果たすことができるからである。

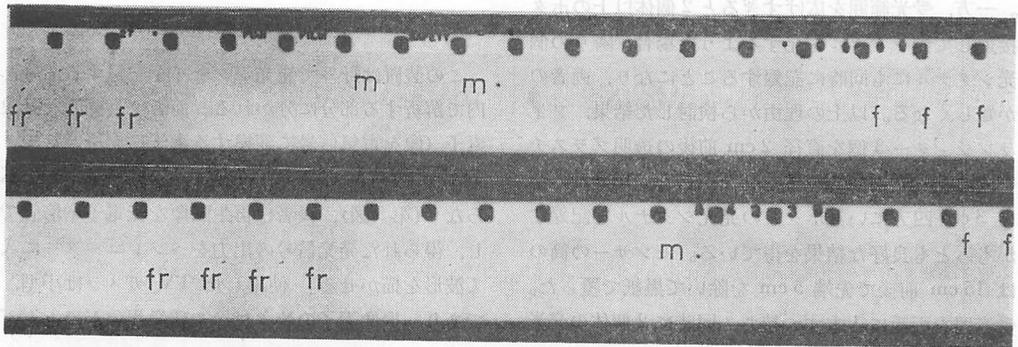
II 8mm撮影機を利用する

強い断続光を放つホタル(ヒメホタルなど)の発光シグナルの記録解析にはもっとも簡便な次の方法がある。8mm撮影機で発光シグナルを撮影し、フィルム面に露光された光のスポットをコマごとに調べる。市販の撮影機は機種によっては1秒間に16コマ、18コマ、24コマに切り換えることができる。ASA 200のフィルムを装着し、50~60cmの距離からホタルの発光を撮影することで発光シグナルを記録することができる(大場, 1978)(第1図)。この方法の長所は次のとおりである。①簡便、②携帯性に優れる、③複数個体の発光シグナルを同時に記録可能。短所としては、①フィルム感度が不十分、②1回に記録できる時間が短く撮影チャンスを逸しや



第1図 8mm撮影機で記録されたヒメホタル雄の発光パターンの模式図(大場, 1978より)

Techniques in Insect Behavior Analysis (8). Methods for Recording and Analyzing Luminescent Signals.
By Nobuyoshi OHBA



第2図 16mmフィルムに記録されたヒメボタルの発光 (ポジフィルムから直接焼き付けした)
m=雄の発光, fr=雌の発光

すい, ③連続光を解析するには不向, ④まばたく光や微妙な変化をする発光シグナルの解析ができない。しかしヒメボタルのように発光間隔やタイミングが重要な種の場合には好つごうな方法といえる。ただフィルム1コマの大きさが小さいために解析には時間と労力を必要とする。こうした点を解決する方法を次にあげる。

III 16mm 撮影機による方法

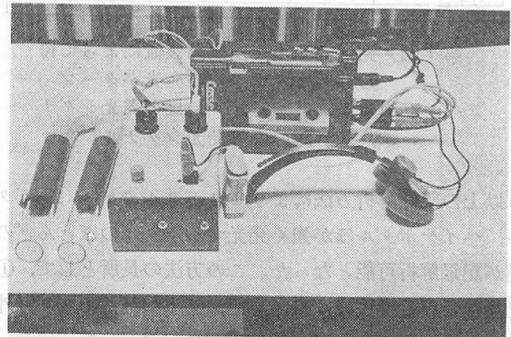
この方法は撮影機が高価でかつ高度な撮影技術を要求されるのであまり一般的とはいえない。筆者は専門のカメラマンにヒメボタルの発光状況を撮影していただき、露光されたフィルムから解析を行った (Ohba, 1980)。使用した撮影機は Bolex, H. 16 であり、フィルムは Fujichrom RT 500 を用いた。コマ速度は1秒間に24コマで、フィルムは倍感現像した (第2図)。この方法により記録、解析精度は向上できた。しかしこの方法は前記した方法と基本的に相違しない。フィルム面が大きく、感度が高くなり解析しやすいものの、撮影時間が限られるし、経費が高いなどの欠点もある。加えて発光強度の比較や発光パターンの波形分析には不向きであり、またフィルム感度以下の弱い光は記録されない。

以上の方法では長時間の記録、発光パターンの波形分析、経費といった点で難点があり、よりよい記録解析装置が必要となる。

IV 光増幅音声変換記録装置

この装置はホタルが発する発光シグナルを音声に変換増幅し、テープレコーダーに録音する。録音テープに記録された情報を後にオシロスコープ、ペンレコーダーで解析する。光センサーを2本用意することで2個体間の発光シグナルを同時に記録可能である。市販テープで連続120分間記録できるので記録チャンスを逸することは

ほとんどない。光センサーとしてフォトトランジスター3個を使用し、これを2組作り、おのおの音声変換後の音声周波数を異なるように設定しておく。こうすることによって2個体同時に記録しても両者の発光シグナルを区別できる。ステレオテープレコーダーの音声入力端子におのおの入力すれば同時記録される (第3図)。筆者は雄と雌の発光シグナルを記録するときには低い周波数を雄、高い周波数の音を雌と決めている。こうすると混乱が避けられるので便利である。

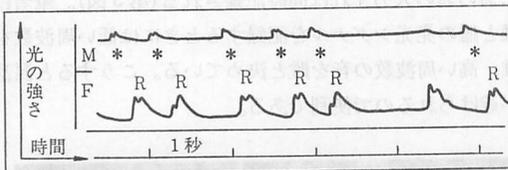


第3図 光増幅音声変換記録装置

左端から光センサー, 増幅器, モニター用ヘッドホン, 後方がステレオテープレコーダー

野外で発光シグナルを記録する場合に光センサーの感度や受光範囲をどの程度に設定するかは重要な問題である。なぜならば野外では月照, 人工照明, 反射光といったさまざまなノイズが入るために発光シグナルが微弱である場合には解析不能となるからである。光センサーの感度を高くすれば同時にノイズも大きくなるし、感度を低くすれば弱い発光シグナルの記録ができなくなる。またセンサーの受光範囲を狭くしすぎると動きながら光シグナルを放つホタルをセンサーで追跡することが困難と

なる。一方、受光範囲を広げすぎると2個体以上のホタルが接近して光シグナルを発するような場合、隣の個体の光シグナルにも同時に記録することになり、両者の区別が難しくなる。以上の理由から検討した結果、フォトトランジエーター3個を直径2cm前後の透明プラスチック管内に配置し指向性を持たせながらも、10cmの距離から3cm四方にいるホタルの発光シグナルを記録するのがもっとも良好な結果を得ている。センサーの筒の長さは15cm前後で先端5cmを除いて黒紙で覆った。この受光器を両手に1本ずつ持ち、同時に2個体の発光シグナルを追跡記録できる。記録状態はヘッドホンでモニターすることができる。野外でカセットテープに録音された発光シグナルの情報はペンレコーダーに入力したり、オシロスコープによって再生することで解析できる。2本のペンレコーダーがあればテープを再生し、レコーダーの端子に入力することで直接2個体の発光パターンをおのおの同時に描かせることが可能である(第4図)。



第4図 光増幅音声変換記録装置によって得られたヒメボタルの発光パターン
M=雄, F=雌, *=雄の発光シグナル, R=雌の応答発光シグナル

以上の記録解析方法によりヒメボタルやゲンジボタル、ヘイケボタルほか強く発光するホタルのほとんどの種が記録解析可能となった。この方法の長所として、①光増幅音声変換装置は自作可能、②小型軽量であり野外で暗夜操作するに好適、③長時間の記録が可能、④テープは再使用可能であり低コスト、⑤同時に2個体を記録可能、⑥記録状態をイヤホンでモニターできる、⑦発光シグナルを電気信号に変換することにより、さまざまな解析方法を導入できる、⑧発光シグナルの波形分析可能、短所として、①センサーで追跡できないほどすばやく動くホタルや弱い光を放つ種の記録解析には不向き、また3個体以上の発光シグナルを同時に記録することができないし、飛ばしうする個体が放つ発光シグナルを記録できない、②ノイズが混入するため詳細な波形解析には不向き、③記録個体が別の個体に接近(30cm以下の距離)するとセンサーはこの2個体の光信号を受けることになり解析困難となる、などがある。

V 画像記録解析法

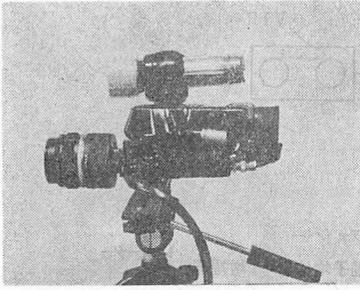
この装置は野外で発光シグナルを記録する部分と、室内で解析する部分に分かれる。前者は高感度な撮像固体素子(像を電気信号に変換する素子)を用いたモノクロTVカメラおよびナイトビューアー(浜松テレビKK)からなり(第5図)、後者は再生画像を光電子増倍管で追跡し、得られた発光信号の出力をペンレコーダーに入力して波形を描かせる。使用したTVカメラは小型、軽量であり、撮像素子の焼き付けや残像現象がほとんど生じ



第5図 高感度画像記録装置

- N: ナイトビューアー
- C: GCD TV カメラ
- I: 赤外線フィルターを装着した懐中電灯
- V: VTR

ないために長寿命であり、断続光を放つホタルの発光シグナルを記録するうえで最適である。TVカメラにとりつけるレンズはCマウントであれば装着可能である。VTRは野外で録画することから可能な限り小型、軽量の機種を選定した。VTRテープはコンパクトサイズのVHS-C(約20分録画)を使用。このテープは一般規格のVTRでもカセットアダプターを使用することで再生可能である。発光シグナルのみを録画する目的であれば以上の方法によるとよい。発光シグナルとともに背景も録画する必要がある場合には赤外線を投光するとよい。市販の懐中電灯の前面に赤外線フィルターを装備することで十分目的を達することができる。ナイトビューア



第6図 ナイトビューアーをはずしてマクロレンズを装着したCCD TVカメラ

一使用時はきわめて高感度なため日中録画した状態になるので発光シグナルが解析できる程度に明るさを調節するとよい。ここで用いた TV カメラは通常の機種と異なり、ナイトビューアーを装着しなくても赤外線に対しきわめて高感度である。20 cm 前後まで接写することにより、発光シグナルとともにホタルの行動を克明に記録可能である(第6図)。この装置は発光生物に限らず夜行性生物の記録観察にはきわめて有効である。解析装置は次の機能を果たす機器から構成されている。①録画テープの再生、②再生画像から発光シグナルを受光、追跡、③受光した発光シグナルを電気的シグナルに変換増幅、④増幅された電気的シグナルを波形分析。①は VTR、②は発光シグナルを増幅装置へ導入するためのグラスファイバー、③は高電子増倍管、④はオシロスコープまたはペンレコーダーを駆使する。光電子増倍管はきわめて高感度であることから、発光シグナルの明るさに応じて感度調整する。感度を高くするにしたがってモニター TV の走査線ノイズまでつかまえるので発光シグナルの光の強さとノイズの大きさを配慮しながら感度設定するとよ



第7図 画像記録解析法で得られた群飛するゲンジボタルの同時明滅の発光パターン

い。チャートレコーダーの記録紙は黒色インキで橙色刷りの用紙が便利である。目盛を消したときには橙色フィルターを装着させたカメラで複写することによって目的を達成できる。

以上の記録解析方法によればほとんどすべての発光シグナルと行動解析に対応できる(第7図)。3個体以上の発光シグナルを同時にチャートレコーダーに描かせることは困難であるが、記録開始点を決定しておき、1個体ごとに繰り返し記録することで可能となり複数個体間の相互作用を分析できる。録画時に時間を録画しておく非常に役立つ。

この記録解析装置の長所は、発光シグナルを記録解析可能であるとともに赤外線照射により観察対象物に影響を与えず克明に行動観察が可能なことである。短所としてはやや重量があること、特殊機器であり高価であることがあげられる。この発光シグナル記録解析装置の系統図を示しておく(第8図)。

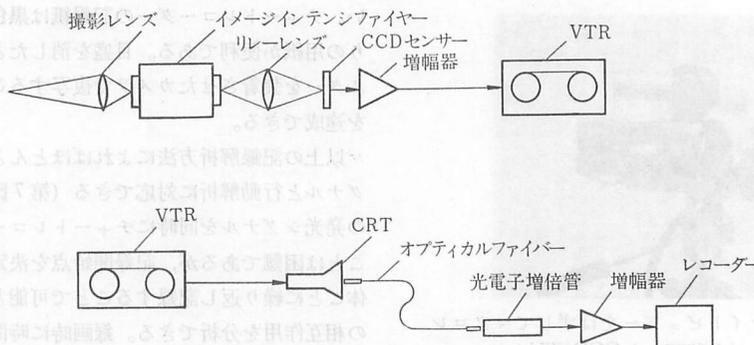
VI モデル光点減器

ホタルは発光シグナルで交信していることから、交信システムの解析を行うにはモデル光を点滅させて実験的に反応を調べる必要がある。こうした目的で市販の点減器を利用した。大変単純な装置であり、自作可能である。点減器はトランジスター、コンデンサー、可変抵抗から構成され、発光ダイオードを任意な発光間隔、点灯時間に設定できる。軽量、小型であるので野外実験用に最適である。くふうをすればまばたきを伴うモデル光を点滅可能にする装置もできる(第9図)。発光ダイオードはその性質上、断続的な発光シグナルを点滅させるのに適するが、ゲンジボタルの発光シグナルのように光の強

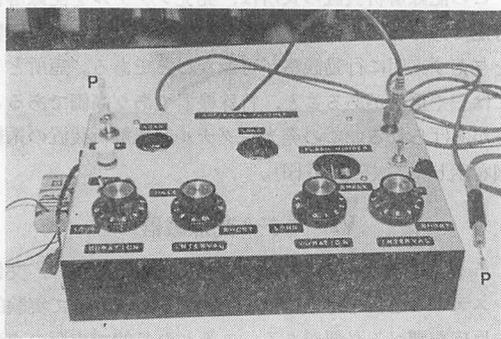
さが少しずつ強くなり消えていくといった点滅ができない。こうしたモデル光には発光ダイオードよりも電球を利用するとよい。この場合、回路を改変する必要がある。発光ダイオードはさまざまな形と色のものが市販されているので実験の目的によって選択できる。

VII 室内実験用観察容器

野外で2個体間の発光シグナルの相互関係を記録観察する場合にさまざまな要因が外から作用しているために解析は複雑である。そこで外からの要因を除いて2個体間の相互関係を実験的に検討する必要がある。このために使用した容器はアクリル製

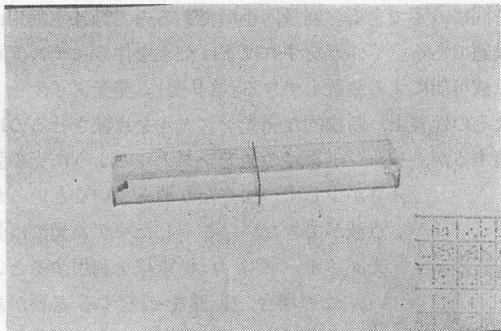


第8図 発光シグナル画像記録解析装置系統図

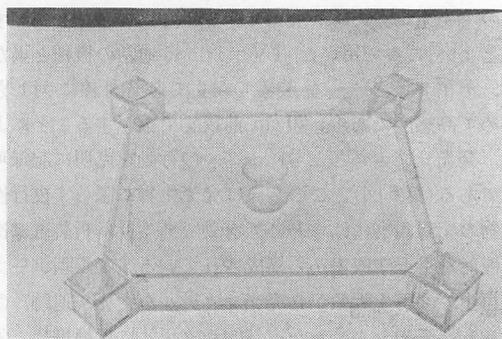


第9図 さまざまなモデル光を発することが可能な点減器

P : 発光ダイオード

第10図 2個体間の関係を実験する容器
中央の仕切板がスライドできるように
なっている

で $2 \times 3 \times 20$ cm の細長い箱である(第10図)。両端に開くようになっていて、中心にはスライドできる仕切板がある。仕切板を隔てて2個体のホタルを入れて観察記録する。雄と雌の相互作用も仕切板をはずすことにより交尾に至るまでを記録観察が可能である。2個体以上の相互作用を記録観察するには第11図のような容器が適当である。透明アクリル板製で $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ 、四



第11図 5個体までの相互関係を実験する容器

角に仕切板を有する小さな箱 $2.5 \text{ cm} \times 2.5 \text{ cm} \times 2.5 \text{ cm}$ をつける。中心部には円筒形をした仕切小部屋を置く。この円筒形の仕切部屋(直径 3 cm) は任意な位置に移動可能にしておく。この観察容器によって2個体から5個体までの相互作用を実験観察できる、中心の円筒形仕切部屋を移動することによって、相互の距離関係を変えることができる。ホタルの雄はどのように雌を選択するか、または雌はどのように雄を選択するかといったことを実験的に検討するうえで最適である。

VIII 今後の課題

これまで記してきた方法によって発光シグナルの記録解析は飛躍的に進展したが、野外記録の場合にはノイズをどこまで除去でき、どこまで微妙な発光シグナルの解析を進められるかが残された課題である。また画像記録にはより軽量小型な機器の開発が望まれる。暗夜で記録観察するので操作性に優れ、全天候型の装置である必要がある。多くのホタル類の中には昼行性でほとんど発光しない種が含まれ、こうしたホタルは発光シグナルの代わりにフェロモンを交信シグナルとしている。フェロモンは種特異的であるので種内認知ができる。ホタルの発光シグナルを解析する際にはフェロモンの関与を配慮し

ながら検討する必要がある。

稿を終えるにあたり、以下の各位に厚く御礼申し上げます。発光シグナルの記録、解析方法の確立にあたり機会を与えていただいた京都大学理学部教授日高敏隆博士、画像解析装置の製作と技術的援助をいただいた三双製作所 KK 神田義隆氏、光増幅音声変換装置を試作いただいた NHK の福田和夫氏、16mm 映画を撮影していただいたネイチャープロダクション吉田嗣郎氏。この研究の

一部は文部省科学研究費特定研究「生物の社会構造と適応戦略」によった。

引用文献

- 大場信義 (1978) : インセクタリウム 15 (6) : 32~36.
 OHBA, N. (1980) : Sci. Rept. Yokosuka City Mus. 27 : 13~18.
 ——— (1983) : ibid. 30 : 1~62.
 ——— (1984) : ibid. 32 : 23~32.
 矢島 稔 (1978) : インセクタリウム 15 (6) : 12~19.

(45 ページより続く)

ピーチフルア剤

(Z)-13-イコセン-10-オン 35 mg/本

シグアイコン(60.7.4)

16057 (信越化学工業)

りんご・なし・もも : モモンクイガ雄成虫 : 交尾阻害

スモールア剤 [P-80-N-I]

(RS)-10-メチルドデシル=アセタート 6.0 mg/個,

(Z)-9-テトラデセニル=アセタート 2.1 mg/個,

(Z)-11-テトラデセニル=アセタート 0.90 mg/個,

(E)-11-テトラデセニル=アセタート 0.0090 mg/個

フェロモン大塚チャノココクモンハマキ(60.7.4)

16062(アース製薬)

茶・ぶどう・なし・かんきつ : チャノココクモンハマキ

雄成虫 : 誘引

サーフルア剤 [AO]

(Z)-9-テトラデセニル=アセタート 9.0 mg/個,

(Z)-11-テトラデセニル=アセタート 1.0 mg/個

フェロモン大塚リンゴココクモンハマキ(60.7.4)

16063(アース製薬)

りんご・なし・もも : リンゴココクモンハマキ雄成虫 :

誘引

人事消息

(8月1日付)

小畑琢志氏 (神戸植物防疫所長) は横浜植物防疫所長に
 前田武男氏 (横浜植物防疫所業務部国際第二課長) は同
 上所調整指導官に

清水四郎氏 (同上所成田支所長) は同上所業務部長に
 小林敏郎氏 (環境庁水質保全局土壌農業課課長補佐) は
 同上所業務部国際第二課長に

向井清博氏 (横浜植物防疫所東京支所防疫管理官) は同
 上部国際第一課防疫管理官に

上ノ蘭 誠氏 (名古屋植物防疫所国際課長) は同上所成
 田支所長に

小野間倉三氏 (横浜植物防疫所業務部国際第一課防疫管
 理官) は同上支所業務第一課長に

石田里司氏 (同上所業務部長) は名古屋植物防疫所長に
 山下光生氏 (同上所調整指導官) は同上所調整指導官に

松原芳久氏 (神戸植物防疫所業務部国際第一課長) は同
 上所国際課長に

西村哲雄氏 (名古屋植物防疫所国際課) は同所衣浦出張
 所へ

児島司忠氏 (同上所長) は神戸植物防疫所長に

石井頼治氏 (神戸植物防疫所業務部国際第二課長) は同
 上所業務部国際第一課長に

木村伸司氏 (同上部国内課長) は同上部国際第二課長に
 渡辺 直氏 (横浜植物防疫所調査研究部害虫課防疫管理
 官) は同上部国内課長に

溝渕三必氏 (神戸植物防疫所業務部国際第一課輸入第 1
 係) は同上部国際第二課調査第 2 係長に

佐伯 聡氏 (同上部国際第二課調査第 2 係長) は農業検
 査所検査第二部農業残留検査課残留検査第四係長に

池上雍春氏 (横浜植物防疫所長) は退職

良知昭久氏 (同上所成田支所業務第一課長) は退職

元橋 顕氏 (名古屋植物防疫所調整指導官) は退職

【職員募集】

勤務場所 事務局 (東京都駒込) 又は研究所 (茨城県
 牛久町, 高知県野市町他)

募集人員 短大卒以上 応用昆虫学専攻(男子若干名)
 短大卒以上 植物病理学専攻(男子若干名)
 高卒以上 専攻不問(女子若干名)

給 与 国家公務員行政職 (一) 表に準ずる。通勤
 手当 (全額), 住宅手当等支給

提出書類 1. 履歴書(写真添付) 2. 卒業 (見込) 証明
 書 3. 成績証明書 4. 身体検査書 5. 担任
 教官の推せん書 6. 作文 (400 字詰原稿用
 紙 2 枚, 課題: 本会を希望した理由)

締 切 昭和 60 年 10 月 1 日 (火)

提 出 先 社団法人日本植物防疫協会 総務部
 (TEL 03-944-1561)

選 考 第 1 次 書類選考 (結果を本人に通知)
 第 2 次 面接及び筆記試験
 [試験日 11 月 1 日 (金)]

内 定 昭和 60 年 11 月下旬 本人に通知

日本有用植物病名目録正誤表

日本植物病理学会病名調査小委員会

第 2 卷 (野菜, 草花, 牧草および芝草)

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|------|---------------------|----------------------------|
| 5 | 27 | <i>Tanatephorus</i> | <i>Thanatephorus</i> |
| 52 | 15 | (Berkeley) Bolle | (Berkeley) Saccardo |
| 56 | 25 | (Berkeley) Bolle | (Berkeley) Saccardo |
| 300 | 2 | flower | flower |
| 415 | 2 | (Berkeley) Bolle | (Berkeley) Saccardo |
| 493 | 右 25 | <i>Tanatephorus</i> | <i>Thanatephorus</i> |

第 3 卷 (果樹)

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|----|---|---|
| 1 | 7 | 田中康寛 | 田中寛康 |
| 2 | 25 | 接ぎ木伝染性, | 接ぎ木伝染性, |
| 7 | 21 | <i>Elsinoe fawcetti</i> Bitancourt [<i>Sphaceloma fawcetti</i> Jen- | <i>Elsinoe fawcettii</i> Bitancourt [<i>Sphaceloma fawcettii</i> Jen- |
| 8 | 28 | 果樹病害編 | 果樹病害論 |
| 9 | 13 | 〔備考〕病菌の | 〔備考〕病原菌の |
| 10 | 7 | 果樹病害論: 493 | 果樹病害論: 492 |
| 13 | 22 | ; Yamaguch, A. | ; Yamaguchi, A. |
| | 27 | (1) Apple chlorotic leafspot | (1) Apple chlorotic leaf spot |
| 15 | 6 | 杉本 隆ら: | 杉木 隆ら: |
| | 19 | (Petri) Buisin | (Petri) Buisman |
| | 20 | 日植病報 25(1): | 日植病報 45(1): |
| | 30 | (Aderhold et Ruland) | (Aderhold et Ruhland) |
| 17 | 17 | 試研報 5: 1, 1983 (昭 58) | 試研報 5: 1, 1984 (昭 59) |
| 19 | 20 | 銚方末彦: 果樹病害篇 | 銚方末彦: 実験果樹病害篇 |
| 20 | 3 | <i>Botryosphaeria</i> | <i>Botryosphaeria</i> |
| | 21 | <i>Corticium rolfusii</i> | <i>Corticium rolfsii</i> |
| 22 | 16 | (3) <i>Meloidogyne mali</i> | (3) <i>Meloidogyne mali</i> |
| | 23 | Zinc deficiency | Zinc deficiency |
| 23 | 1 | hōso-ketubō-byō | hōso-ketubō-syō |
| 24 | 3 | チュウゴクナン | チュウゴクナン |
| 25 | 16 | 銚方末彦: 果樹病害 | 銚方末彦: 実験果樹病害 |
| | 20 | 50(1): 000 | 50(1): 83 |
| | 27 | Miyabe et Yamada | Miyabe ex Yamada |
| 26 | 21 | 原 摂祐: 果樹病害篇 | 原 摂祐: 果樹病害論 |
| 27 | 10 | haiiro-koyaku-byō | haiiro-kōyaku-byō |

日本植物防疫協会では、昭和 58 年 3 月 (第 IV 巻)、昭和 59 年 3 月 (第 III、V 巻) と、「日本有用植物病名目録」の第 2 版 (Ⅲ~V 巻) を日本植物病理学会の編で発行いたしました。が (第 II 巻は、昭和 55 年 3 月、日本植物病理学会で発行)、その後、表のような誤りが見付かりましたので、まとめて掲載させていただきます。同書をお持ちの方は表をご覧になって、お手元の本の該当箇所をご訂正いただければ幸いです。

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|------------|---------------------------|---|
| 32 | 19 | 鋤方末彦：果樹病害篇 | 鋤方末彦：実験果樹病害篇 |
| 35 | 10 | シンボジウム 渡辺俊 | シンボジウム 渡部俊 |
| | 11, 15, 19 | 三・山本隆義 | 三・山本隆儀 |
| | 14, 18 | 渡辺俊 | 渡部俊 |
| 36 | 2 | <i>obloga</i> | <i>oblonga</i> |
| 38 | 7 | : 225, | : 255, |
| 54 | 7 | Sydow | Sydow [<i>Miuraea degenerans</i> (Sydow) Hara] |
| 63 | 19 | 報 48(3): 395, | 報 48(3): 396, |
| 65 | 11 | <i>Botriosphaeria</i> sp. | <i>Botryosphaeria</i> sp. |
| 75 | 11 | Yamamoto | Yamamoto [<i>Capnodium nipponicum</i> Ikata] |
| | 12 | : 261, | : 24, |
| | 17 | : 261, | : 28, |
| | 21 | : 261, | : 30, |
| | 26 | : 263, | : 31, |
| | 32 | : 262, | : 32, |
| 78 | 7 | 島田昌一・古牟田武: | 島田昌一・古宇田武: |
| 80 | 5 | 伊藤一雄: 植病学大系Ⅲ | 伊藤一雄: 樹病学大系Ⅲ |
| 89 | 8 | 野島枇杷組合: | 野島枇杷組合: |
| 103 | 6 | : 15: 94 | : 15 (171): 94 |
| 117 | 16 | 菌類 1: | 菌類 1 (3, 4): |
| 136 | 25 | リンゴ, ナンのせん孔病 | リンゴのせん孔病 |
| 147 | 8 | (Fig S virus) を撮唱 | (Fig virus S) を提唱 |
| 150 | 23 | <i>arbidium</i> | <i>albidium</i> |
| 158 | 13 | Brown rot | Brown spot |
| | 15 | 日野稔彦, | 日野稔彦・ |
| 179 | 左 16 | <i>tanakae</i>34 | <i>tanakae</i>15, 34 |
| 184 | 左 16 | <i>Ocellaria nashi</i> | 12 行目に移す |
| 186 | 右 5~6 | | <i>fici</i>91 を挿入 |

第 4 卷 (針葉樹, 竹笹)

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-------|------|---|---|
| 5 | 11 | 根腐線虫病 | 根腐線虫病** |
| | 14 | ゆみはり線虫病 | ゆみはり線虫病** |
| 11 | 29 | (かびふるい病) | (黴菌病) |
| 12 | 25 | トドマツ, 人工接種ではシラベ・ウラジロ モミ・バルサムモミ (<i>A. balsamea</i>) にも発生 | シラベ・ウラジロモミ・バルサムモミ (<i>A. balsamea</i>) いずれも人工接種 |
| 15 | 15 | 根株心腐病 | 根株心腐病** |
| 22 | 28 | アオトドマツ (人工接種) | アオトドマツ |
| 25 | 1 | (9) の項は (8) として 24 ページ (7) のあとへ | |
| 26 | 8 | (5) の項は (2) として 25 ページ (1) のあとへ | |
| 27 | 19 | 白紋羽病の項は針葉黒点病の項のあとへ | |
| 32 | 26 | (4) の項は (3) の項と入れかえる | |
| 34 | 13 | 根腐線虫病 | 根腐線虫病** |
| 36~40 | 各頁欄外 | エゾマツ | エゾマツ |
| 42 | 31 | ネクトリア胴枯病 | ネクトリア胴枯病** |

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|-------|----------------------------|-----------------------------|
| 49 | 21 | <i>Lachnellula suecica</i> | <i>Lachnellula suecica</i> |
| 68 | 15 | 病菌の異名は | オウシュウアカマツ・テーダマツにも発生, 病菌の異名は |
| 69 | 12 | オウシュウアカマツ | オウシュウアカマツ |
| 70 | 23 | テーダマツエチナタマツ | テーダマツ・エチナタマツ |
| 72 | 18 | canker | canker (ラクネルラがんしゅ病) |
| | 19~20 | Dharne (ラクネルラがんしゅ病) | Dharne |
| 76 | 5 | トドマツオオウズラタケ | レンゲタケ |
| 77 | 17 | チンパニス胴枯病** | チンパニス枝枯病** |
| 87 | 14 | ハチカミ病 | はちかみ病 |
| 132 | 29 | ハチク, | ハチク・マダケ・ネマガリダケ・オカメザサ |
| 166 | 2 | † 葉枯病 | † モノケチア葉枯病** |
| 208 | 3 | <i>A. firma</i> | <i>Abies firma</i> |

第 5 卷 (広葉樹)

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|------|---------------------------|------------------------------------|
| 4 | 10 | (楕円斑病) | (楕円斑病, 褐斑病) |
| 5 | 8 | 緑化樹の病害虫 | 緑化樹木の病害虫 |
| 24 | 14 | 同: 雪の浦参之助 | 同・雪の浦参之助 |
| 31 | 13 | 微粒菌核病 | 微粒菌核病 |
| 50 | 20 | 横山竜夫: | 金子 繁: |
| 51 | 7 | ex Eries | ex Fries |
| 68 | 12 | <i>salani</i> | <i>solani</i> |
| 70 | 23 | <i>Melanconiun</i> | <i>Melanconium</i> |
| 71 | 19 | (Braun 1982) | (Braun : Mycotaxon 15 : 143, 1982) |
| 72 | 22 | (1982) | (Mycotaxon 15 : 144, 1982) |
| 80 | 4, 8 | 栃内・坂本 | 栃内・福士 |
| 83 | 16 | <i>divaicata</i> | <i>divaricata</i> |
| 87 | 26 | Cobb | Goodey |
| 101 | 24 | Teissen | Theissen |
| 107 | 17 | <i>Cercospora</i> | <i>Cercospora</i> |
| 110 | 28 | 42 (680) | 57 (680) |
| 113 | 8 | 斑点病* | 斑点病 |
| 123 | 21 | 1884 | 1894 |
| 124 | 34 | 1909 (明 42) | 1910 (明 43) |
| 127 | 2 | <i>Rose</i> | <i>Rosa</i> |
| 130 | 18 | ふくろ実 (囊果) 病 | ふくろ実病 |
| 140 | 17 | (<i>C. oxyacantha</i>) | 削除 |
| 143 | 5 | (De Candolle) Saccarde | (de Candolle) Saccardo |
| 157 | 25 | <i>Gibberella</i> | <i>Gibberella</i> |
| 158 | 7 | <i>Rosellinianecatrix</i> | <i>Rosellinia necatrix</i> |
| 169 | 13 | らせん線虫病 | らせん線虫病** |
| 170 | 2 | <i>Pobinia</i> | <i>Robinia</i> |
| 174 | 7 | Hughes | Hughes |
| 175 | 16 | Potouillard | Patouillard |
| 178 | 14 | Doidge | Doidge] |
| 184 | 4 | [備考] | [備考] |

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|----|-------------------------|------------------------|
| 185 | 11 | <i>Euphobia</i> | <i>Euphorbia</i> |
| 190 | 17 | <i>Irenina</i> | <i>Irene</i> |
| 192 | 3 | Circular leaf spot | 削除 |
| | 22 | Circular leaf spot | (角斑病) |
| 196 | 1 | <i>aipinus</i> | <i>alpinus</i> |
| | 7 | <i>azevinki</i> | <i>azevinhi</i> |
| 197 | 27 | タラタウ | タラヨウ |
| 201 | 5 | 1653 | 1953 |
| | 11 | <i>Septobasidium</i> | <i>Septobasidium</i> |
| 202 | 14 | <i>Elsinos</i> | <i>Elsinoë</i> |
| 209 | 16 | 褐色円星病 | 褐色円星病 |
| 211 | 2 | <i>fomentaris</i> | <i>fomentarius</i> |
| | 9 | 1933 (昭 33) | 1933 (昭 8) |
| 212 | 12 | Zonate leaf vlight | Zonate leaf blight |
| 219 | 27 | すす病** | すす病 |
| 229 | 15 | ナシカズラ | ナシカズラ |
| 231 | 24 | 盛岡高農紀 | 盛岡高農学術報 |
| | 25 | 11 : 260 | 9 : 18 |
| 242 | 6 | <i>Paratrichodorus</i> | <i>Paratrichodorus</i> |
| 258 | 13 | 「黄色紋羽病」の項は「ウイルス病」のあとに挿入 | |
| 263 | 10 | さび(銹)病** | さび(銹)病 |
| 268 | 8 | ex Fric | ex Fries |
| 269 | 13 | 樹病学各論隠花部 | 植物学各論隠花部 |
| 270 | 2 | <i>barvinervis</i> | <i>barbinervis</i> |
| 273 | 14 | Person | Persoon |
| 274 | 22 | リュウツツジ | リュウキュウツツジ |
| 275 | 2 | <i>shiraianum</i> | <i>shiraiana</i> |
| | 11 | Hara | Hara (裏黒脂病) |
| | 28 | 「くもの巢病」の項は「黒紋病」のあとに挿入 | |
| | 29 | <i>cucumeris</i> | <i>cucumeris</i> |
| 285 | 9 | <i>Phytisma</i> | <i>Rhytisma</i> |
| 287 | 15 | Leaaf blight | Leaf blight |
| 290 | 15 | : 科博專報 | 小林享夫 : 科博專報 |
| 297 | 2 | <i>obtusifolium</i> | <i>obtusifolium</i> |
| 305 | 14 | 斑点病** | 斑紋病 |
| 321 | 13 | dogare-byô | dôgare-byô |
| | 16 | <i>Guignondia</i> | <i>Guignardia</i> |
| 340 | 12 | 23(3) | 24(3) |
| | 15 | 24(3) : 1959 | 24(3) : 193, 1959 |
| 343 | 23 | 1930 (昭 00) | 1930 (昭 5) |
| 344 | 18 | うどんこ病** | うどんこ病 |
| 347 | 16 | すす病** | すす病 |
| 349 | 7 | すす病** | すす病 |
| 350 | 23 | すす病** | すす病 |
| 352 | 2 | すす病** | すす病 |
| 353 | 12 | <i>yukawai</i> | <i>yokokawai</i> |
| | 25 | うどんこ病** | うどんこ病 |
| 357 | 21 | <i>Neocapnodim</i> | <i>Neocapnodium</i> |
| 368 | 22 | (Tode) Fries | Tode ex Fries |
| 372 | 16 | さび病** | さび病 |
| 373 | 9 | 14(7) : 309 | 14(7) : 310 |
| | 12 | 14(7) : 309 | 14(7) : 311 |

| ページ | 行 | 誤 | 正 |
|-----|------|--|-----------------------|
| 374 | 3 | <i>rorae-dauricae</i> | <i>rosae-dauricae</i> |
| | 22 | ふくろみ病 | ふくろ実病 |
| 375 | 27 | ふくろみ病 | ふくろ実病 |
| 385 | 1 | 「 <i>Calonectioia kyotensis</i> Terashita」の項削除 | |
| | 20 | 「(2) <i>Uredo leucaenae-glaucæ</i> 」の項は削除 | |
| 388 | 7 | 1980 (昭 55) | 1981 (昭 56) |
| 390 | 12 | <i>Pithecollobium</i> | <i>Pithecollobium</i> |
| | 14 | Berkeley | Berkeley |
| | 24 | 7(2) : 119 | 7(2) : 113 |
| 391 | 26 | 「 <i>Phyllosticta lespedezae</i> 」の項は削除 | |
| 394 | 28 | 「てんぐ巢病」の項は削除 | |
| 396 | 11 | カラスザンショウ | サンショウ |
| | 18 | 台湾農試報 87 | 台湾農試報 85 |
| | ク | 10) : 72, 1944 (昭 19) | 8) : 105, 1943 (昭 18) |
| 398 | 5 | 32(384) : 365 | 32(384) : 360 |
| | 7 | <i>Cladosporium</i> | <i>Cladosporium</i> |
| 399 | 9 | 9) ; | 8) ; |
| 400 | 18 | <i>Fusrium</i> | <i>Fusarium</i> |
| 401 | 4 | 台湾産菌類調査報告報告 | 台湾産菌類調査報告 |
| | 11 | 1957 (昭 37) | 1957 (昭 32) |
| 406 | 20 | 「ツゲ」の項(根こぶ線虫病)は削除 | |
| 408 | 26 | (<i>I. formosana</i>) | 削除 |
| 410 | 13 | 1911 | 1931 |
| 412 | 8 | (明 33 ; | (明 33) ; |
| | 10 | すす病** | すす病 |
| 414 | 6 | 14(7) : 311 | 14(7) : 310 |
| 419 | 19 | 裏うどんこ病** | 裏うどんこ病 |
| 426 | 3 | 「斑葉病」の項は削除 | |
| 431 | 9 | <i>Phyllosticta</i> | <i>Phyllosticta</i> |
| 432 | 2 | 黒紋病** | 黒紋病 |
| 435 | 23 | †すす病** | †すす病 |
| 436 | 6 | <i>symploricola</i> | <i>symploricola</i> |
| | 21 | †すす病** | †すす病 |
| | 24 | 31 : 228 | 31 : 49 |
| 441 | 22 | <i>Carticum</i> | <i>Corticium</i> |
| 442 | 22 | 病名未記載タイワン | 病名未記載, タイワン |
| 443 | 29 | <i>Rumularia</i> | <i>Ramularia</i> |
| 445 | 22 | 調査報告 5) : 92 | 調査報告 8) : 92 |
| 449 | 15 | <i>Phytophthara</i> | <i>Phytophthora</i> |
| 451 | 7 | : 植物防疫 | : 森林防疫 |
| 453 | 9 | 調査報告 11) : 35 | 調査報告 11) : 179 |
| 457 | 左 10 | 186, 403 | 185, 403 |
| | 左 20 | 250 | 253 |
| | 右 13 | 333, 451 | 334, 451 |

| | | |
|--|--|---|
| <p>植物防疫</p> <p>昭和60年 9月号 (毎月1回1日発行)</p> <p>禁転載</p> | <p>第39巻 昭和60年8月25日印刷 第9号 昭和60年9月1日発行</p> | <p>定價 500円 送料 50円 1か年 6,100円 (送料共概算)</p> |
| | <p>編集人 植物防疫編集委員会</p> <p>発行人 遠藤武雄</p> <p>印刷所 株式会社 双文社印刷所 東京都板橋区熊野町13-11</p> | <p>—発行所—</p> <p>東京都豊島区駒込1丁目49番11号 郵便番号 170</p> <p>社団法人 日本植物防疫協会</p> <p>電話 東京(03)944-1561~6番 振替 東京 1-177867番</p> |

増収を約束する

日曹の農薬

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

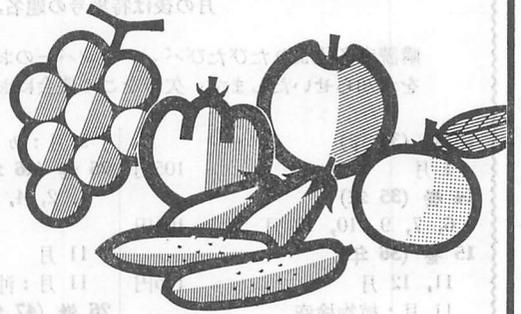
アリエツテイ 水和剤

ぶどうのべと病防除に

日曹アリエツテイC 水和剤

畑作のイネ科雑草除草に

クサガード 水溶剤



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2-1-90
営業所 札幌・仙台・信越・名古屋・福岡・四国・高岡

豊かな収穫が見えてくる。

三 共 の 農 薬



使って安心・三共の農薬

●土壌センチウ・ミナキイロアザミウマの防除に
しん透移行性殺虫剤

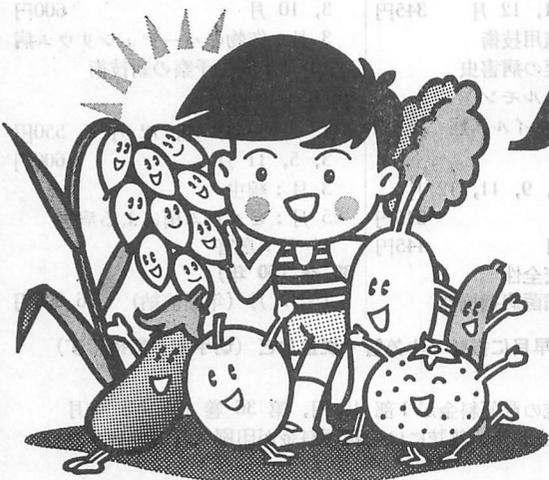
バイデート 粒剤

●茶・柿の諸害虫に

三共エビセクト 水和剤

●土壌害虫防除の決定版

カルホス 粉剤
微粒剤F



三共株式会社 北海道三共株式会社
九州三共株式会社

雑誌「植物防疫」バックナンバーのお知らせ

月の後は特集号の題名、価額は各1部（送料とも）の値段

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

| | | | | |
|---------------------------|------|----------------------------|------|----------------------------|
| 13 巻 (34 年) | | 5 月：カンキツの病害虫 | | 8 月：害虫の要防除密度 |
| 4 月 | 105円 | 25 巻 (46 年) | | 10 月：マイコトキシン |
| 14 巻 (35 年) | | 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12 月 | 225円 | 33 巻 (54 年) |
| 6, 7, 9, 10, 12 月 | 105円 | 11 月 | 245円 | 1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月 |
| 15 巻 (36 年) | | 11 月：沖縄の病害虫 | | 3, 5, 8, 10 月 |
| 11, 12 月 | 125円 | 26 巻 (47 年) | | 3 月：畑作物の病害虫 |
| 11 月：植物検疫 | | 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月 | 225円 | 5 月：ウンカ・ヨコバイ類 |
| 16 巻 (37 年) | | 27 巻 (48 年) | | 8 月：農薬の作用機構 |
| 1~12 月 | 125円 | 2, 4, 5, 7, 9, 11, 12 月 | 225円 | 10 月：糸状菌の胞子形成 |
| 1 月：新農薬 | | 8, 10 月 | 245円 | 34 巻 (55 年) |
| 3 月：ヘリコプタによる農薬の空中散布 | | 8 月：スプリンクラによる防除 | | 1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月 |
| 6 月：果樹のウイルス病 | | 10 月：農薬残留 | | 445円 |
| 10 月：農薬の作用機構 | | 28 巻 (49 年) | | 3, 5, 10 月 |
| 17 巻 (38 年) | | 5, 8, 10 月 | 365円 | 3 月：ウイルス病の抗血清診断 |
| 1~5 月 | 125円 | 5 月：微生物源農薬 | | 5 月：昆虫の行動制御物質 |
| 7, 12 月 | 145円 | 8 月：生体外培養 | | 10 月：天敵ウイルス |
| 1 月：病害虫研究の展望 | | 10 月：作物の耐病虫性 | | 35 巻 (56 年) |
| 3 月：農薬空中散布の新技术 | | 29 巻 (50 年) | | 1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月 |
| 4 月：土壌施肥 | | 5, 8, 10 月 | 365円 | 445円 |
| 7 月：省力栽培と病害虫防除 | | 6 月 | 305円 | 3, 5, 8, 10 月 |
| 18 巻 (39 年) | | 5 月：薬剤耐性菌 | | 495円 |
| 11, 12 月 | 145円 | 8 月：緑化樹木の病害 | | 3 月：土壌伝染病 |
| 19 巻 (40 年) | | 10 月：種子伝染性病害 | | 5 月：昆虫の大量増殖 |
| 1~6, 8~12 月 | 145円 | 30 巻 (51 年) | | 8 月：捕食性天敵 |
| 3 月：農薬の混用 | | 3 月 | 365円 | 10 月：疫病 |
| 5 月：農薬の安全使用 | | 5, 8 月 | 445円 | 36 巻 (57 年) |
| 10 月：果樹共同防除の実態と防除施設 | | 3 月：線虫 | | 1, 2, 4~9, 11, 12 月 |
| 20 巻 (41 年) | | 5 月：土壌伝染性ウイルス | | 550円 |
| 7 月 | 145円 | 8 月：農薬の環境動態 | | 3, 10 月 |
| 21 巻 (42 年) | | 31 巻 (52 年) | | 3 月：変色米 |
| 1~5, 7, 9, 11, 12 月 | 175円 | 3, 5, 8, 10 月 | 445円 | 10 月：物理的防除法 |
| 4 月：いもち病 | | 4, 6, 7, 9, 11, 12 月 | 345円 | 37 巻 (58 年) |
| 22 巻 (43 年) | | 3 月：農薬の施用技術 | | 1, 2, 4~9, 11, 12 月 |
| 1, 2, 4, 7, 9, 12 月 | 175円 | 5 月：露地野菜の病害虫 | | 550円 |
| 23 巻 (44 年) | | 8 月：昆虫のホルモン | | 3, 10 月 |
| 3 月 | 195円 | 10 月：果樹のウイルス病 | | 600円 |
| 3 月：リンゴ病害虫防除 | | 32 巻 (53 年) | | 3 月：変色米 |
| 24 巻 (45 年) | | 1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月 | 345円 | 10 月：物理的防除法 |
| 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10 12 月 | 175円 | 3, 5, 8, 10 月 | 445円 | 38 巻 (59 年) |
| 5 月 | 195円 | 3 月：農薬の安全性 | | 1~2, 5~8, 10, 12 月 |
| | | 5 月：作物の細菌病抵抗性 | | 550円 |
| | | | | 3, 5, 11 月 |
| | | | | 600円 |
| | | | | 3 月：線虫 |
| | | | | 5 月：ピシウム菌による病害 |
| | | | | 11 月：鳥害 |
| | | | | 39 巻 (60 年) |
| | | | | 1~12 月 (年間前納) |
| | | | | 6,000円 |

在庫僅少のものもありますので、御希望の方はお早目に振替・小為替・現金など（切手でも結構です）で直接本会へお申込み下さい。

56年1月20日よりの郵便料金改訂に伴い、本誌の郵便料金が1部45円、第36巻(57年)1月号からはページが増えたため1部50円になりました。雑誌には旧郵便料金が印刷されているものもありますが、お含みおき下さい。

イモチ病の発生予察に新しい結露計が開発されました。

自記露検知器 MH-040型

新発売



- 雰囲気(風・塵埃等)の影響を受けずに長時間安定した測定が可能。
- 稲の生育にともない、センサーの高さ、向きを自由にかえることができます。
- 小型・軽量のため、電源のない所にも簡単に設置できます。
- 記録計は入力を6点有しているため、多点測定及び結露に密接な関係をもつ他の気象因子(温度・湿度・日射量等)も同時記録することができます。

仕様

〔センサー部〕

・測定方式 電気伝導方式

・耐用期間 約6ヶ月

〔記録計部〕

・方式 電子平衡式記録計(6打点)

・記録紙 折りたたみ式 有効巾 60mm
全長 10m

・指示記録速度 5、10、20、40m/h可変

・連続記録日数 20~24日

(指示記録速度5mm/hの場合)

・電源(記録計) DC12V

(センサー) DC2.7V(水銀電池)

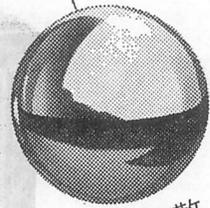
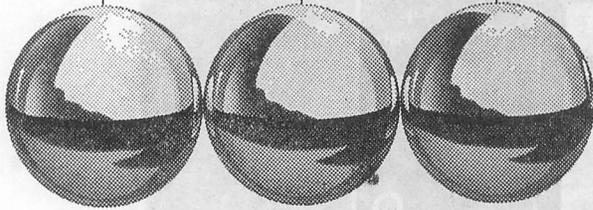
EKO

英弘精機産業株式会社

本社/東京都渋谷区幡ヶ谷1-21-8 ☎03-469-4511-6
笹塚分室(展示室)/渋谷区笹塚2-1-11(東亜ビル1F) ☎03-375-1951
大阪/大阪市東区豊後町5(メディカルビル) ☎06-943-7588-9

自噴霧針器 HM-040 壁

深発売



他病害虫との
同時防除が
やりやすい。

最も
タイムリーに
散布できる。

防除プランが
たてやすい。

散布適期の
幅が
広いから…

幅を効かせて、新登場。

モンカットは、日本農薬の研究所から生まれた、最新の紋枯病防除剤です。治療・予防の両効果とも優れ、しかも残効性が長い。特に、散布適期の幅が広く、安全性の面でも優れているので、使い易さは抜群。単剤には、粉剤・水和剤・顆粒水和剤、いもち病や各種害虫の同時防除の混合粉剤など豊富に揃えました。高い効果・長い残効性・広い散布適期幅と、紋枯病防除に“文句なし”の効きめで、いま颯爽の登場です。

●混合粉剤●モンカットラブサイド／フジワンモンカット／アプロードバッサモンカット／アプロードダイアモンカット／モンカットラブサイドスミ／フジワンモンカットスミ

紋枯病にモン句なし。 モンカット®



モンカットのシンボルマークです。

®：「モンカット」は日本農薬(株)の登録商標です。



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

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

- ❖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

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

キノドール 水和剤80
水和剤40

ブデン 乳剤

- 澄んだ水が太陽の光をまねくノ水田の中期除草剤

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

農業技術 B5判 定価400円(〒45円)
(1年〒共4,800円)

昭和21年創刊 農業技術の月刊総合雑誌

農林水産研究とコンピュータ

斎尾乾二郎他編著 A5判上製 定価3,800円 〒300円

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

新編 農作物品種解説

川嶋良一監修 A5判上製 定価3,000円 〒300円

全国の精鋭育種家92氏が、普通作物・工芸作物の延べ529品種について、来歴・普及状況・特性の概要・適地および栽培上の注意等を詳しく解説

作物試験法(復刻版)

続作物試験法(復刻版)

戸苅義次他編 A5判上製 定価各4,700円 〒350円

本書は昭和38年に第6版で絶版になっていたが、各方面からの要望が多いため原本のまま復刻したものである。作物に関する試験研究方法を各項目別に当時の第一線研究者24氏が解説した最高の手引書として現在も類書がない

実験以前のこゝろ—農学研究序論

小野小三郎著 B6判 定価1,600円 〒250円

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

作物品種名雑考

農業技術協会編 B6判 定価1,800円 〒250円

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

果樹品種名雑考

農業技術協会編 B6判 定価1,800円 〒250円

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

作物—その形態と機能<上・下巻>

北條良夫・星川清親編 A5判上製 定価上巻3,200円

下巻2,700円 上下巻とも300円

作物の一生を、新しい作物学の主張のもとに、種子・花成・栄養体とその形成・生産過程・登熟・生育障害に分けて論述したもので、作物の研究発展と食糧生産に新生面を拓く道標

Pesticides



クミカの農薬

作物も病気になりたくない。

水田に、はびこりだしたら、しつこい病害虫・雑草
軽いうちに見つけだすか、予防するかが防除のポイント
作物も病気には、なりたくないのです。

- 初期水田一発処理除草剤
クサホープ粒剤
- 初期水田体系除草剤
ソルネット粒剤
- 初期一発でも、体系使用でも
幅広く使える水田除草剤
グラノック粒剤
- 稲もんがれ病・園芸・畑作雑防除病害に
バシダック粉剤・DL・水和剤75・ゾル
- 浸透持続型いもち防除剤
ビーム粉剤・DL・水和剤・ゾル・粒剤
ビームジン粉剤DL・ゾル
- いもち・穂いもちに するとい切れ味
コラトップ粒剤
- いもち・もんがれの二大病害防除剤
ビームバシダック粉剤DL
- 稲病害虫仕上防除剤
レルダンバシバツサ粉剤DL



農協・経済連・全農

自然に学び 自然を守る



クミアイ化学工業株式会社

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

いもち病・白葉枯病・粃枯細菌病に…
サッとひとまき強い力がなが〜くつづく

オリゼメート粒剤



- 抜群の防除効果を発揮する
- 根からすみやかに吸収され、
長期間(約45日)効果が持続する。
- 1回の散布で通常の散布剤の2〜
3回分の効果に匹敵する。



明治製薬株式会社
104東京都中央区京橋2-4-16

昭和
二十
四年

九

月

九

日

第

三

種

月

郵

便

物

認

行

可

定
価
五
〇
〇
円
(送
料
五
〇
円)