

## 第1章 緒言

うどんこ病の伝染でよく知られているのは、1847年～1851年にかけてヨーロッパで発生したブドウの例である。それ以前には、ブドウうどんこ病 (Uncinula necator) はアメリカでのみ発生していた病害である。ヨーロッパでは、1847年にイギリスの温室栽培のブドウで初めて発生が確認され、短期間に発生地域が拡大した。1850年にフランスでは、本病の発生によりブドウの収量が平年の4分の1にまで減少したと報告されている (Yarwood 1978)。約8年の間にブドウうどんこ病は4300 kmを伝播し、年平均540 kmを拡大したことになる (Weltzien 1978)。現在、本病は世界76か国のブドウ園で普遍的に発生している。一方、日本でもうどんこ病の伝播の速さが確認されている。その1例として、ピーマンうどんこ病が指摘される。1966年以前には発生していなかったピーマンうどんこ病が、高知県のビニールハウスで初めて確認された (斎藤ら 1969)。その後本病の発生は、数年のうちに日本各地に拡大した。日本において発生が確認されている植物のうどんこ病菌は、11属74種であり760余種の植物に寄生するといわれている (天野 1972)。また、キュウリうどんこ病の病原である Shaerotheca fuliginea は、130種以上の植物に寄生することが知られている (天野 1972)。

うどんこ病によって生じる作物の被害は、①ブドウ、イチゴの果実に対する直接の被害 ②リンゴ、カキ、ナシなど永年作物の生育におよぼす被害 ③ウリ類における葉の枯れ上がりによる収量への被害および ④ピーマンにおける生育の遅れ、果実の肥大抑制などがあげられる。以上のように、うどんこ病は多くの作物に極めて普遍的に発生し、一度発生するとその蔓延が急激なため被害が大きく重要な病害といえる。さらに近年、施設園芸の発達により栽培が周年化し、発病期間が拡大するとともに伝染環のつ

ながりが容易になったため、温室やハウス栽培のウリ類、ナス、ピーマンおよびイチゴなどで発病が多くなり問題になってきている（岡田ら 1969）。

うどんこ病による作物の損傷を防ぐ最初の試みは、19世紀の初めに行なわれた。Bent (1978) によると、硫黄粉剤が初めて果樹のうどんこ病に使用され、その後ブドウのうどんこ病に使用された。以後、本病を防除するために多種多様の殺菌剤が広範囲の作物に使用されるようになった。

農薬の開発動向をその作用機作からみると、1960年が分岐点となる。日本で上市された主要な殺菌剤は年代別に図. 1に示した。1960年代以前に開発された殺菌剤は病原菌の感染に対して予防的に効果を示す性質を保有するものが多い傾向にある。それに対して、1960年代後半以降に開発された殺菌剤は、農薬が処理された部位から植物体内にとりこまれ時には他の部分に移行する性質のある浸透性殺菌剤が多い。前者の薬剤の病原菌に対する作用は、菌の生理機能に幅広く影響するものであり、後者の作用は菌の代謝のごく一部に作用して効果を発揮するものである。このような薬剤の開発動向は、病原菌の薬剤耐性出現に大きく係わっている。

日本における耐性菌の圃場での出現は1971年に初めて確認された。カスガマイシン耐性イネいもち病菌（三浦ら 1973）およびポリオキシシン耐性ナシ黒斑病菌（西村ら 1972）の出現である。これを契機としてチオファネートメチル、ペノミルおよびポリオキシシンなどの薬剤に対し、各地で種々の作物に耐性菌が出現して、防除上大きな問題を生じた。耕種的な防除を基礎とした防除体系および作用機作の異なる薬剤の交互使用などの対策が講じられるとともに、新規薬剤が上市され、耐性菌による防除上の問題は多くの病害で解決したが、うどんこ病と灰色かび病については未解決の問題として現存している。

灰色かび病菌に対する耐性菌出現は、手塚ら (1975) によって初めて報告された。こ

れを契機に、1978年から農薬耐性菌検定事業が各県農試の参画のもとに実施され、参画した全県で耐性菌が捕捉された。一方、ジカルボキシイミド系薬剤（イプロジオン、ピンクロゾリン、プロシミドン）が1980年に農薬登録され、耐性菌問題は解決したと考えられた。しかし、これらの薬剤に対する耐性菌は、本剤が農薬登録される以前から出現していたことが古谷（1979）、竹内ら（1981）によって報告され、しかもこれらジカルボキシイミド耐性菌はベンズイミダゾール系薬剤にも耐性菌であることが、村越ら（1980）、竹内ら（1982）によって明らかにされた。これらベンズイミダゾールおよびジカルボキシイミド耐性菌（多剤耐性菌）の出現が全国的に発生するようになる一方で、ジカルボキシイミド系薬剤に感受性でベンズイミダゾール系薬剤に耐性菌の存在が極端に少ない点に着目した農薬会社は、ベンズイミダゾール系薬剤耐性菌にのみに特異的に効果を示す（負相関交差耐性）薬剤の開発に着手し、ジエトフェンカルブを見出し、現在ベンズイミダゾール系薬剤やジカルボキシイミド系薬剤と混合した薬剤を開発し、各地で試験がなされている。しかし、農薬登録を目前にしてジエトフェンカルブにも耐性を示す灰色かび病菌がすでに出現していることが篠間ら（1989）および野村ら（1990）によって報告されている。同様の報告は諸外国でも認められている。ジカルボキシイミド系薬剤耐性灰色かび病菌は Davisら（1979）によって、ベンズイミダゾール系薬剤とジカルボキシイミド系薬剤とに耐性を示す灰色かび病菌は Katan（1982a）およびジエトフェンカルブ耐性灰色かび病菌は Katan ら（1989）によって報告されている。

うどんこ病菌に対する薬剤の防除効果の低下は灰色かび病菌の場合と同様に生じている。灰色かび病菌は、人工培地上での生育が可能であり、そのため耐性菌の判定が容易に行なわれた。しかしながら、うどんこ病菌は植物体上でしか生育できないために研究

が遅れ、そのため耐性菌出現の確認が困難であった。うどんこ病菌に対する耐性菌出現の報告は、Schroeder ら (1968 ,1969) によってベノミルの効果の低下が紹介された。その後、ベンズイミダゾール系薬剤耐性うどんこ病については、飯田 (1975) 、上杉 (1975) 、Schepers (1984a) によって報告されている。また、ジメチリモールに対する耐性菌はBentら (1971) 、Schephardら (1975) 、Wolfe (1975) および Schepers (1984a) ,キノメチオネートに対する耐性菌および効果の低下は平根 (1975) および飯田 (1975) らによって報告されている。また、エルゴステロール生合成阻害剤 (以下 E B I 剤) に対するうどんこ病菌の感受性低下の報告は1980年を契機に数多く報告されるようになった。これは、耐性菌判別の検定方法が確立されたためで、オオムギうどんこ病菌に対するトリアジメホンおよびトリアジメノールの感受性低下 (Fletcherら, 1981 、Heaneyら ,1984、Buchenauerら ,1984) 、キュウリうどんこ病菌に対するトリホリンの効果低下 (Schepesrs 1983) およびトリアジメホンの効果低下 (大塚ら 1988c) 、カボチャうどんこ病菌に対するフェナリモールの感受性低下 (Huggenbergerら 1984) 、コムギうどんこ病に対するトリアジメホンの感受性低下 (Schulzら 1986) の例が指摘できる。

うどんこ病のように普遍的に発生し蔓延が急激な病害に対しては、薬剤による防除回数が多くなる傾向にあり、また同一薬剤や同一作用機作を示す薬剤の連用により耐性菌が出現したと考えられる。このような薬剤耐性菌の出現の事例はこの20年間に多くなる傾向にあるが、この点についてSchepers (1984a) は1960年代までは保護殺菌剤が主流であったが、以降浸透性殺菌剤が防除薬剤の主流となってきた点を指摘している。一方、耐性菌の出現が多くなる原因として上杉 (1983) は本病や灰色かび病のように世代交替が早く、一代で多数の菌数が増加する点を指摘している。また、病原菌に対する作用機作を同じくする薬剤がほぼ同時期に実用化されることもその背景にあると

考えられる。すなわち、トリアジメホン、トリフルミゾール、ピテルタノールおよびフェナリモールのような、いわゆるE B I 剤（加藤 1979, 1985）が代表的事例である。実用場面ではこれら薬剤の作用機作について十分認識されないままくり返し使用され、その結果耐性菌の出現を早める結果になってきていると考えられる。一方、これらの耐性菌は1 薬剤に対して耐性を示すだけでなく、多くの場合多剤耐性（複合耐性）を示し（Ohtsukaら 1990b）そのため耐性菌の出現を回避するために作用機作の異なる薬剤の交互使用や混合使用が困難となり、ますます防除薬剤が限定され、その時点で有効な薬剤が連続して使用されることも耐性菌の出現を早める原因として考えられる。

精製マシン油乳剤は、ミカンをはじめリンゴ、チャなど永年作物のダニ、カイガラムシの防除薬剤として古くから使用されている。カンキツにおけるケルセン抵抗性ミカンハダニの出現時およびヘキシチアゾックス抵抗性ミカンハダニの出現時には抵抗性対策として本剤の使用が各県の試験場で推奨され使用されている。つまり、本剤は古くから農薬として使用されてきたにもかかわらず現在でも本剤に対する抵抗性害虫の出現事例がないことから、精製マシン油乳剤は抵抗性害虫が出現しにくい薬剤であると考えられる。このような薬剤がうどんこ病の防除薬剤として使用が可能であるなら、耐性菌の出現回避に有効であると考えられる。ダニに有効な薬剤にはうどんこ病にも有効な薬剤が多い。キノメチオネート、ピナパクリルおよびジノカップがその例としてよく知られている。精製マシン油乳剤がうどんこ病に効果を示すならば、ダニ類の防除薬剤と同様に耐性菌出現の可能性がない薬剤として利用できる。本論文ではうどんこ病に対する本剤の適用性の検討ならびにその作用機作について実験を行なった。その結果、精製マシン油乳剤は果樹・野菜のうどんこ病に高い防除効果を示し（大塚ら 1976, 1977）、しかもチオファネートメチル、トリアジメホンおよびジメチリモールに耐性を示すキュウリうどんこ病菌に対し、感受性菌と同様の活性を示すことが明らかとなった。

(Ohtsukaら 1990b)。なお、精製マシン油乳剤に関する本研究の成果に着目した農薬会社は実用化を目的とした試験を行ない、スピンドロン乳剤、スプレーオイル、ハーベストオイルという商品名でキュウリ、ピーマンおよびイチゴのうどんこ病の防除薬剤として農薬登録を行ない、現在実用に供せられている。

本論文をまとめるにあたり、種々のご指導とご助言をいただき、さらに論文の校閲を賜った京都府立大学教授堀野 修博士，同助教授宮田善雄博士，同講師吉川正明博士，ならびに暖かいご助言をいただいた京都府立大学名誉教授正子 朔博士，近畿大学教授江川 弘博士に厚くお礼申し上げます。

なお、本研究を実施する機会を与えられた前全農本所肥料農薬部次長足立明朗氏，現全農営農対策部浅野勝司氏，前研究部部長夏目孝夫氏および現研究部部長山田芳昭氏に謝意を表するとともに、実験中協力をいただいた農薬研究部の諸氏に対し心からお礼を申し上げます。

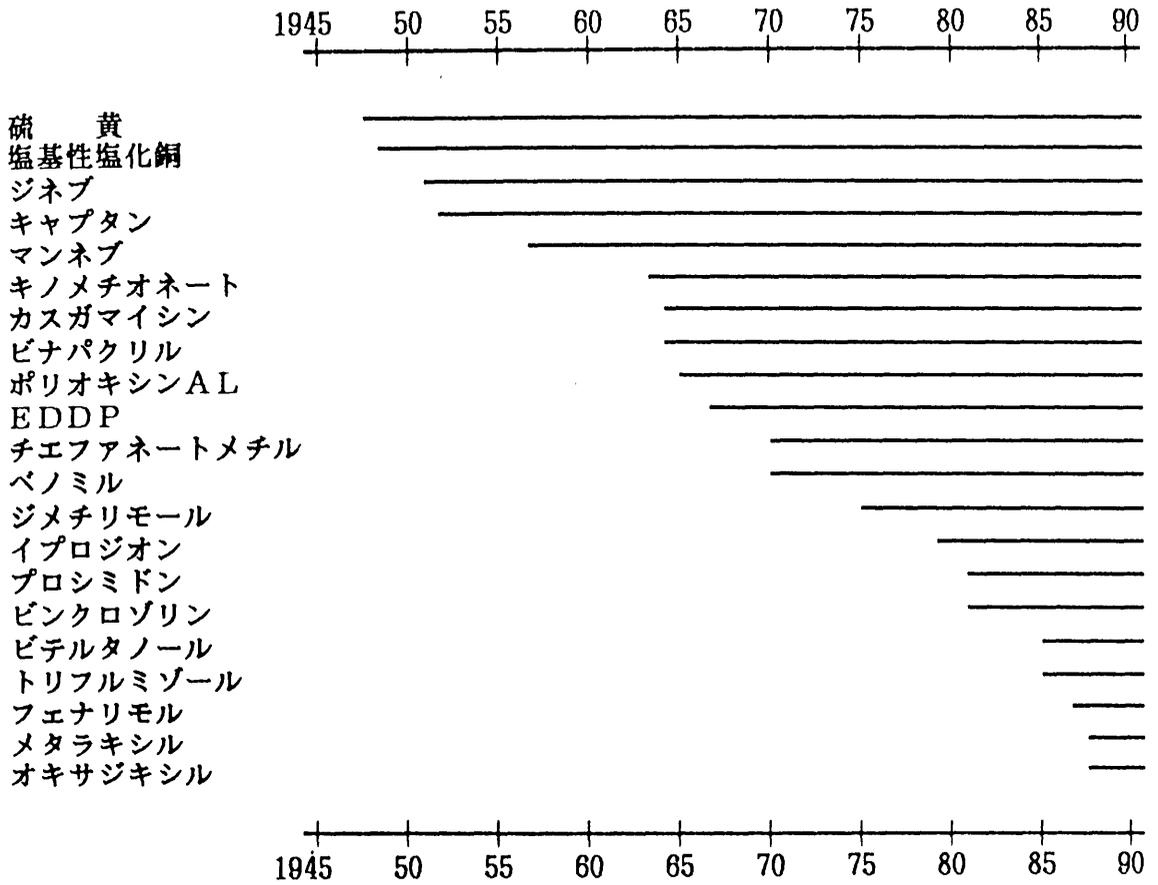


図. 1 主要な殺菌剤の開発動向

## 第2章 精製マシン油乳剤の植物疾病に対する防除効果

### 第1節 各種作物うどんこ病に対する防除効果

精製マシン油乳剤は、ミカンをはじめリンゴ、チャなど永年作物のダニ、カイガラムシの防除薬剤として古くから使用されている。ダニとうどんこ病の防除には両者に防除効果が認められる薬剤が多いことから、本病に対する防除薬剤としての適用性を検討した。

精製マシン油乳剤の各種作物うどんこ病に対する防除効果は、圃場および鉢植えの作物を用いて自然発病あるいは人工接種によって発病させて調査した。

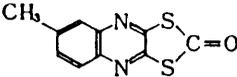
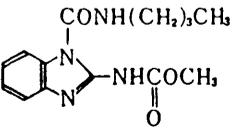
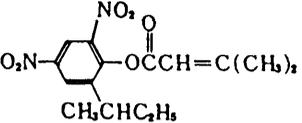
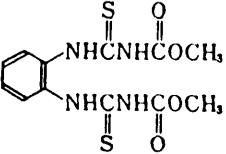
#### 第1項 実験材料

(a) 供試作物 キュウリ Cucumis sativus L. (夏秋キュウリ)、メロン C. melo L. var. makuwa Makino (アイボリーメロン)、ナス Solanum melongena L. var. esulentum Nees (千両二号)、イチゴ Fragaria glandiflora Ehrn (福羽)、オオムギ Hordeum vulgae L. (滋賀八石)、ナシ Pyrus simonii Carr (長十郎)、リンゴ Malus pumila Mill. var. dulcissima koidz (紅玉)、カキ Diospyros kaki L. fil. (富有) およびブドウ Vitis vinifera L. (ベリーA) を供試した。

(b) 供試薬剤 精製マシン油乳剤(北興化学社製)を供試した。供試薬剤の組成はマシン油97.5% (油名;パイオルブSS-90A、平均分子量;300、スルフェン価;7、粘度;37.8℃で90秒のもの)と界面活性剤;2.5% (ソルポール2401 D-3)である。対照薬剤としてキノメチオネート水和剤(バイエル社製)、ペノミル水和剤(デュポンファーイースト社製)、ビナパクリル水和剤(ヘキスト社製)およびチオフアネートメチル水和剤(日本曹達社製)を用いた。これら対照薬剤の有効成分の化学構造式は下記の通りである。

第2-1表 各種作物うどんこ病に供試した対照薬剤とその有効成分,

構造式および化学名一覧

薬剤名	有効成分	構造式	化学名
キノメタレート 水和剤	Chinomethionate 25%		s,s-6-methyl- quinoxaline-2,3- diyl dithiocarbonate
ベンミル 水和剤	Benomyl 50%		methyl 1-(butyl- carbamoyl)-2-benz- imidazolecarbamate
ビナパクリル 水和剤	Binapacryl 50%		2-sec-butyl-4,6- dinitrophenyl 3- methylcrotonate
チオファネートメチル 水和剤	Thiophanatemethyl 70%		dimethyl 4,4'-o- phenylenebis (3-thio- allophanate)

(c) 供試病原菌 それぞれの作物に用いた病原菌はキュウリうどんこ病菌 (*Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtendahl) Pollacci)、メロンうどんこ病菌 (*S. fuliginea* (Schlechtendahl) Pollacci)、イチゴうどんこ病菌 (*S. humuli* (de Candolle) Burrill)、ナスうどんこ病菌 (*Erysiphe cichoracearum* de Candolle)、オオムギうどんこ病菌 (*E. graminis* de Candolle f. sp. *hordei* Em. Marchal)、ナシうどんこ病菌 (*Phyllactinia pyri* (Castagne) Homma)、カキうどんこ病菌 (*P. kakicola* Sawada)、リンゴうどんこ病菌 (*Podosphaera leucotricha* (Ellis et Everhart) Salmon) およびブドウうどんこ病菌 (*Uncinula necator* (Schweinitz) Burrill) である。

## 第2項 実験方法

キュウリうどんこ病に対する防除試験は、圃場に定植したキュウリに肩掛け噴霧器を用いて薬剤散布を行なった。うどんこ病の発病を確認後、10日間隔で3回散布(1区 10株、3連制)し、3回目散布の8日後に発病程度別 ( $n_0$  : 無発病、 $n_1$  : 1-10%の病斑面積、 $n_2$  : 11-20%の病斑面積、 $n_3$  : 21-30%の病斑面積、 $n_4$  : 31-40%の病斑面積、 $n_5$  : 41-50%の病斑面積、 $n_6$  : 51-60%の病斑面積、 $n_7$  : 61-70%の病斑面積、 $n_8$  : 71-80%の病斑面積、 $n_9$  : 81-90%の病斑面積、 $n_{10}$  : 91%以上の病斑面積) に1株当たり10葉を調査し、それぞれの平均値を算出し、病斑面積率および防除価を示した。

$$\text{病斑面積率} = \frac{10n_{10} + 9n_9 + 8n_8 + 7n_7 + 6n_6 + 5n_5 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + 1n_1 + 0n_0}{10N} \times 100$$

$$\text{防除価} = (100 - \text{病斑面積率})$$

メロンうどんこ病に対する防除試験は、鉢植えのメロン（本葉10～13葉期）にガラス・スプレーを用いて薬剤散布を行なった。うどんこ病の自然発病を確認後、7日間隔で2回散布（1区 4鉢、3連制）し、2回目散布の7日後にキュウリと同様の方法で調査を行なった。

イチゴうどんこ病に対する防除試験は、鉢植えのイチゴ（本葉15～20葉期）にガラス・スプレーを用いて薬剤散布を行なった。うどんこ病の自然発病を確認後、7日間隔で3回散布（1区 4鉢、3連制）し、3回目散布の7日後に発病程度別（ $n_0$ ：無発病、 $n_1$ ：1-25%の病斑面積、 $n_2$ ：26-50%の病斑面積、 $n_3$ ：51-75%の病斑面積、 $n_4$ ：76%以上の病斑面積）に1株当たり30～40葉を調査し、それぞれの平均値を算出し発病度および防除価で示した。

$$\text{発病度} = \frac{4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + 1n_1 + 0n_0}{4N} \times 100$$

$$\text{防除価} = (100 - \text{発病度})$$

ナスうどんこ病に対する防除試験は、鉢植えのナス（本葉5～6葉期）に圃場で発病している罹病葉の分生胞子を筆で払い落して接種し、発病を確認後、薬剤散布を行なった。薬剤はガラス・スプレーを用いて7日間隔で2回散布（1区 1鉢、4連制）し、2回目散布の7日後にキュウリと同様の方法で調査を行なった。調査は1鉢当たり4葉を対象に行なった。

オオムギうどんこ病に対する防除試験は、鉢植えのオオムギ（1～2葉期苗）にガラス・スプレーを用いて7日間隔で2回散布（1区 5鉢、3連制）し、2回目散布

の7日後に発病程度別 ( $n_0$  : 無発病、 $n_1$  : 1-10%の病斑面積、 $n_2$  : 11-25%の病斑面積、 $n_3$  : 26-50%の病斑面積、 $n_4$  : 51-75%の病斑面積、 $n_5$  : 76%以上の病斑面積) に1鉢当り10葉を対象に調査し、それぞれの平均値を算出し、発病度および防除価で示した。

$$\text{発病度} = \frac{5n_5 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + 1n_1 + 0n_0}{5N} \times 100$$

$$\text{防除価} = (100 - \text{発病度})$$

リンゴうどんこ病に対する防除試験は、鉢植えのリンゴ (樹高40~50cm) に倉又式噴霧器を用いて薬剤散布を行なった。うどんこ病の自然発病を確認後、7日間隔で2回散布 (1区 1鉢、3連制) し、2回目散布の7日後にイチゴと同様の方法で調査した。調査は1鉢当り50葉を対象に行なった。

ナシおよびカキうどんこ病に対する防除試験は、圃場の成木に肩掛け散布器を用いて薬剤散布を行なった。うどんこ病の自然発病を確認後、7日間隔で2回散布 (1区 1枝、3連制) し、2回目散布の6日後にオオムギと同様の方法で調査した。調査は1枝当り40葉を対象に行なった。

ブドウうどんこ病に対する防除試験は、鉢植えのブドウに肩掛け散布器を用いて薬剤散布を行なった。うどんこ病の自然発病を確認後、7日間隔で2回散布 (1区 1鉢、4連制) し、2回目散布7日後にオオムギと同様の方法で調査した。調査は1鉢当り20葉を対象に行なった。

### 第3項 実験結果

実験結果は表、2-3 ~ 2-11 および図、2-1に示した。精製マシン油乳剤（10000 ppm液散布）のキュウリうどんこ病に対する防除効果は、対照薬剤として用いたキノメチオネート水和剤125 ppm液の散布に比べて明らかに優り、本剤の5000 ppm液散布はやや劣るものの、両濃度とも高い効果を示した（表、2-3）。

イチゴおよびナシうどんこ病に対する本剤の10000 ppm液および5000 ppm液散布の防除効果は、対照に用いたキノメチオネート水和剤125 ppmおよびピナバクリル水和剤333 ppm液散布の防除効果に比べて優り、本剤の2500 ppm液散布は対照の2薬剤とほぼ同等の効果を示した（表、2-5、2-9）。

オオムギうどんこ病に対する本剤の10000 ppm液および5000 ppm液散布の防除効果は、対照に用いたキノメチオネート水和剤125 ppmに優ったが、2500 ppm液散布の防除効果は、対照薬剤に比べて劣った（表、2-7）。

メロン、ナス、カキおよびブドウのうどんこ病に対する本剤の10000 ppm液散布の防除効果は、対照に用いたキノメチオネート水和剤125 ppm液およびチオフアネートメチル水和剤467 ppm液に優ったが、5000 ppm液散布は2対照薬剤とほぼ同等の効果を示した（表、2-4、2-6、2-10~2-11）。

リンゴうどんこ病に対する本剤の10000 ppm, 5000 ppmおよび2500 ppm液散布の防除効果は、対照に用いたペノミル水和剤250 ppm液に優る効果を示した（表、2-8）。

以上のように、精製マシン油乳剤はキュウリをはじめとする野菜、ムギ、果樹類のうどんこ病に対し、対照薬剤に比べ同等以上の高い防除効果を示すことが明らかになった。特に、リンゴおよびイチゴうどんこ病に対しは対照薬剤に比較して著しく高い

防除効果が認められた。図. 2-1には、イチゴうどんこ病に対する防除効果と本剤の散布回数との関係を示したが、本剤は散布回数を増加するにしたがって発病度が低下する傾向が認められた。なお、本剤散布による薬害症状は供試濃度の範囲で、いずれの供試作物にもまったく認められなかった。

## 第2節 うどんこ病以外の各種疾病に対する防除効果

本剤は、キュウリをはじめとする各種作物のうどんこ病に対して高い防除効果を示すことが明らかとなったので、さらに本剤の適用が可能な病害の拡大をはかるために数種作物の主要病害について防除効果の試験を行なった。

### 第1項 実験材料

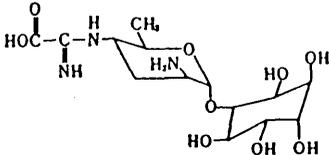
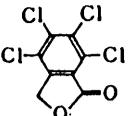
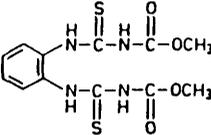
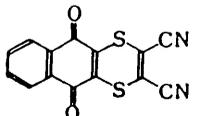
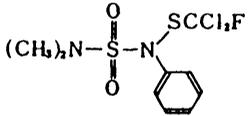
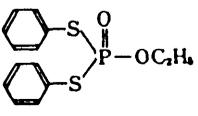
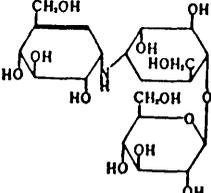
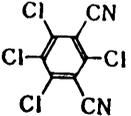
(a) 供試作物 実験に用いた作物は イネ Oryza sativa L. (日本晴)、ミカン Citrus unshiu MARCOUITCH (温州)、ハクサイ Brassica campestris L.

(はまかもめ)、キュウリ Cucumis sativus L. (夏秋キュウリ) およびネギ Allium fistulosum L. (九条ネギ) を供試した。

(b) 供試病原菌 それぞれの作物の接種に用いた病原菌は、イネいもち病菌 (Pyricularia oryzae Cavara)、イネ紋枯病菌 (Rhizoctonia solani kuhn)、イネごま葉枯病菌 (Cochliobolus miyabeanus (S.Ito et Kuribayashi) Drechsler ex Dastur)、キュウリ灰色かび病菌 (Botrytis cinerea Persoon)、キュウリべと病菌 (Pseudoperonospora cubensis (Berkeley et Curtis) Rostowzew)、ネギさび病 (Puccinia alli (de Candolle) Rudolphi)、ハクサイ軟腐病菌 (Erwinia aroideae (Townsend) Holland) およびミカン青かび病菌 (Penicillium italicum Wehmer) の8種である。なお、ネギさび病に対する防除効果は自然発病によって検定したが、その他の病害に対しては人工接種により発病させて検定した。

(c) 供試薬剤 供試薬剤として精製マシン油乳剤を用いた。対照薬剤としてカスガマイシン・フサライド水和剤（北興化学社製）、チオファネートメチル水和剤（日本曹達社製）、ジクロルフルアニド水和剤（日本特殊農薬製）、ジチアノン・銅（八洲化学社製）、EDDP乳剤（日本特殊農薬社製）、バリダマイシン（武田薬品化学社製）およびTPN水和剤（クミアイ化学社製）を供試した。

表2-2 各種疾病に供試した対照薬剤とその有効成分，構造式および化学名一覧

薬 剤 名	有 効 成 分	構 造 式	化 学 名
カスガマイシン・ フザイト水和剤	Kasugamycin 1.4%		Kasugamycin
	Fthalide 20%		4,5,6,7-tetrachloro- -phthalide
チオファネートメチル 水和剤	Thiophanate- methyl 70%		Dimethyl 4,4'-o- phenylenebis (3- thioallophanate)
ジチアノン・銅 水和剤	Dithianon 13%		2,3-dicyano-1,4- dythia-1,4- dyhydroanthraquinone
	Copper oxychloride 42%	$x\text{CuCl}_2 \cdot y\text{CuO} \cdot z\text{H}_2\text{O}$	Copper oxide chloride
ジクロロフルアニド 水和剤	Dichlofluamid 50%		N-(dichlorofluoro- methylthio)-N',N'- dimethyl-N- phenylsulfamide
EDDP乳剤	Edifenphos 30%		O-ethyl diphenyl phosphorodithiolate
バリダマイシン 液剤	Validamycin A 3%		Validamycin A
TPN 水和剤	Chlorothalonil 75%		Tetrachloroiso- phthalonitrile

## 第2項 実験方法

イネいもち病に対する供試薬剤の防除試験には、2～3葉期のイネ苗を供試して行なった。ガラススプレーを用いて薬剤散布し、1日後にいもち病菌の孢子懸濁液を噴霧接種し、26℃の温室とした接種箱に2日間静置し、その後ガラス室に移した。薬剤散布7日後に1区当たり20葉のイネ頂葉に発生したいもち病の病斑数を調査し、平均病斑数から防除価を算出した。

$$\text{防除価} = 100 - \frac{\text{薬剤処理区の平均病斑数}}{\text{薬剤無処理区の平均病斑数}} \times 100$$

ミカン青かび病に対する供試薬剤の防除試験はミカン果実を供試して行なった。ミカン果実を薬液内に5分間浸漬し、自然乾燥後青かび病菌の分生孢子懸濁液を有傷接種し、28℃の接種箱に静置し、7日後に発病程度（ $n_0$ ：無発病、 $n_1$ ：1-10%の発病面積、 $n_2$ ：11-25%の発病面積、 $n_3$ ：26-50%の発病面積、 $n_4$ ：51%以上の発病面積）を調査し、発病度および防除価で示した。

$$\text{発病度} = \frac{4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + 1n_1 + 0n_0}{4N} \times 100$$

$$\text{防除価} = 100 - \text{発病度}$$

ハクサイ軟腐病に対する供試薬剤の防除試験は、5～6葉期のハクサイを供試した。ガラススプレーを用いて薬剤散布し、1日後にハクサイの葉を切り取り、切離葉の中ろく部をメスで付傷し、病原菌懸濁液を1滴付着させて後温室とした塩ビ製の箱に静

置し、その後28℃の接種箱に保持し2日後に生じた病斑の長径を調し、平均病斑長から防除価を算出した。

$$\text{防除価} = 100 - \frac{\text{薬剤処理区の平均病斑長}}{\text{薬剤無処理区の平均病斑長}} \times 100$$

イネ紋枯病に対する供試薬剤の防除試験は、直径9cmのスチロール製鉢に移植したイネ苗（移植後30日苗 草丈24～25cm）を供試し、ガラススプレーで薬剤散布し、1日後にPSA培地上に培養しておいた紋枯病菌の菌叢を5×5cmに切り取りガーゼで周囲を包みイネ苗の周囲にクイックタイで巻きつけて接種し28℃の接種箱に静置し、3日後に生じた病斑の長径を調査し、ハクサイ軟腐病の試験と同様に平均病斑長から防除価を算出した。

イネごま葉枯病に対する供試薬剤の防除試験には2～3葉期のイネ苗を供試して行なった。ガラススプレーで薬剤散布し、1日後にごま葉枯病菌の分生孢子懸濁液を噴霧接種し28℃の接種箱に2日間静置し、その後ガラス室に移した。薬剤処理5日後に1区当たり20葉のイネ頂葉に発生したごま葉枯病の病斑数を調査し、イネいもち病の試験と同様に平均病斑数から防除価を算出した。

キュウリ灰色かび病に対する供試薬剤の防除試験は2～3葉期のキュウリ苗を供試して行なった。ガラススプレーで薬剤散布し、1日後にPSA培地上に培養した灰色かび病菌の菌叢を直径5mmのコルク・ボーラーで打ち抜き、鉢から切り取ったキュウリ葉に接種し温室とした塩ビ製の箱に保持して後20℃の接種箱に静置し、3日後に生じた病斑の長径を測定し、ハクサイ軟腐病の試験と同様に平均病斑長から防除価を算出した。

キュウリべと病に対する供試薬剤の防除試験は2～3葉期のキュウリ苗を供試して行なった。ガラススプレーで薬剤散布し、1日後にキュウリべと病菌の遊走子のうを毛筆で採集し、50%程度間接発芽した遊走子懸濁液をキュウリの葉裏面に噴霧接種し、25℃の接種箱に1日間静置し、その後ガラス室に移した。薬剤処理7日後に発病程度（ $n_0$ ：無発病、 $n_1$ ：1-10%の発病面積、 $n_2$ ：11-25%の発病面積、 $n_3$ ：26-50%の発病面積、 $n_4$ ：51-75%の発病面積、 $n_5$ ：76%以上の発病面積）を調査し、ミカン青かび病の試験と同様に発病度および防除価で示した。

ネギさび病に対する供試薬剤の防除試験は、圃場に定植したネギを供試した。自然発病が認められたネギに、7日間隔で3回肩掛け噴霧器を用いて供試薬剤を散布し、3回目薬剤散布の7日後に発病程度を調査し、ミカン青かび病の試験と同様に発病度および防除価で示した。

### 第3項. 実験結果

イネに発生する3病害、キュウリに発生する2病害、ネギ、ハクサイ、レタスおよびミカンに発生する病害に対する精製マシン油乳剤の防除効果を表、2-12に示した。

イネいもち病に対して、本剤の10000ppm液の散布は、無散布区に比べ発病程度を46.1%抑制したが、5000および2500ppm液の散布は無散布区とほぼ同じ発病程度で、いずれも対照薬剤として用いたカスガマイシン・フサライド水和剤に比べると効果は劣った。

イネ紋枯病およびごま葉枯病に対して、本剤の5000および2500ppm液の散布は薬剤無処理区とほぼ同じ発病程度であり、発病抑制効果は認められなかった。

キュウリ灰色かび病に対して、本剤の5000ppmおよび2500ppm液の散布は無散布区に比べると、20%程度の発病抑制効果が認められたが、対照薬剤のジクロフルアニド水和剤に比べると効果は劣った。

キュウリべと病に対して本剤の10000ppm、5000ppmおよび2500ppm液の散布は、無散布区に比べると30~3%程度の発病抑制効果が認められたが、対照薬剤のTPN水和剤に比べると効果は劣った。

ネギさび病に対して、本剤の10000ppm液の散布は無散布区とほぼ同じ発病程度であり、発病抑制効果は認められなかった。

ハクサイ軟腐病に対して、本剤の5000ppm液の散布は無散布区と同じ発病程度を示し、発病抑制効果は認められなかった。

ミカン青かび病に対して、本剤の5000ppm液の散布は、無散布区に比べると18.2%の発病抑制効果が認められたが、対照薬剤として用いたチオフアネートメチル水和剤に比べると効果は劣った。

以上の結果より、精製マシン油乳剤はイネいもち病に対して発病抑制効果は認められたものの実用的な効果ではなかった。また、キュウリに発生する2病害および本実験で供試した作物に発生する5病害に対していずれも顕著な効果は認められなかった。

### 第3節 キュウリうどんこ病に対する本剤の薬剤散布時期と防除効果

精製マシン油乳剤のうどんこ病防除に対する最も有効な散布時期を決定するために以下の実験を行なった。

#### 第1項 実験材料および方法

うどんこ病が自然発病したキュウリの葉にガラス・スプレーを用いて蒸留水を散布し、病斑上に形成された分生胞子を除去し、24時間以内に再び形成されたキュウリうどんこ病菌 *S. fuliginea* の分生胞子を接種源として鉢植えのキュウリ（本葉2葉期苗、ときわ光3号P型、1区1鉢 3連制）に接種した。精製マシン油乳剤10000ppm液をうどんこ病菌を接種する4日前、2日前および接種直前（薬剤散布後風乾）にガラススプレーを用いて2ml/100cm<sup>2</sup>の割合で散布した。また、本菌を接種して1日後および4日後に同量の薬液をキュウリ葉に散布した。接種7日後にキュウリ葉上に形成された病斑を第2章、第1項、第2節と同じ発病程度に基づいて調査し、病斑面積率から防除価を算出した。

#### 第2項 実験結果

実験結果は表. 2-13および表. 2-14に示した。

接種前散布：接種4日前、2日前および接種直前に精製マシン油乳剤10000ppm液を散布した場合の病斑面積率は、それぞれ37.5%、21.3%、および20.0%であり、無散布区の病斑面積率は52.5%に比べて、それぞれの防除価は28.6、59.4および61.9であった（表. 2-13）。

接種後散布：接種1日後および4日後に本剤を散布した場合の病斑面積率は、それぞれ23.3%、20.0%であり、本試験の無散布区の病斑面積率は81.7%に比べて、それぞれの防除価は74.6、75.5で、散布時期の違いによる防除効果

の差はほとんど認められなかった。

以上の結果より、精製マシン油乳剤は接種前に薬剤散布を行なうよりも接種後に薬剤散布を行なった方が効果が高いことが明らかとなった。その場合、接種1日後および接種4日後に薬剤散布を行なっても防除効果に差は認められなかった。また、接種前に薬剤散布を行なう場合は、薬剤散布から接種までの期間が短いほど発病抑制効果が高くなる傾向が認められた。

#### 第4節 キュウリうどんこ病に対する本剤の薬剤散布液量と防除効果

精製マシン油乳剤のうどんこ病防除に必要な散布液量を決定するために以下の実験を行なった。

##### 第1項 実験材料および方法

第3節、第1項と同様の方法で実験を行なった。精製マシン油乳剤の濃度は10000ppm液とし薬剤自動散布装置（梅谷鉄工所製）を用いてうどんこ病菌接種4日後に薬剤散布を行なった。薬剤散布量は0.4ml, 0.7, 1.3および2.6ml/100cm<sup>2</sup>とした。なお、対照薬剤としてキノメチオネート水和剤125ppm液を1.3ml/100cm<sup>2</sup>を散布した。薬剤散布7日後にキュウリ葉上に形成された病斑を第2章、第1項、第2節と同じ発病程度に基づいて調査し、病斑面積率から防除価を算出した。

##### 第2項 実験結果

実験結果は表. 2-15に示した。

本実験で行なった精製マシン油乳剤の1.3ml/100cm<sup>2</sup>の散布量はキュウリ葉上に薬液が十分付着し、かつ薬液がややしたたり落ちる状態であった。また、

0.7 ml / 100 cm<sup>2</sup>の散布量はキュウリ葉上に薬液が十分付着せず散布むらを生じる状態であった。キュウリの場合、収穫が始る12～13葉期の平均的な薬剤散布量は180～200 l / 10 aであるので、1.3 ml / 100 cm<sup>2</sup>の散布量は130 l / 10 aに相当しやや多めの量であった。

精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病に対する防除効果は、本剤の薬剤散布液量が多いほど高くなる傾向が明らかとなり、2.6 ml / 100 cm<sup>2</sup>は対照のキノメチオネート水和剤125 ppm, 1.3 ml / 100 cm<sup>2</sup>に優る防除効果を示し本剤の1.3 ml / 100 cm<sup>2</sup>は対照のキノメチオネート水和剤と同等の防除効果を示した。0.4 ml / 100 cm<sup>2</sup>の効果はキノメチオネート水和剤に比べて劣りうどんこ病防除には十分でなかった。

## 第5節 本剤の浸透性の検討

### 第1項 実験材料および方法

第3節、第1項と同様の手法で実験をおこなった。2葉期のキュウリ葉表面にキュウリうどんこ病菌を筆で払い落として接種し、その2日後に精製マシン油乳剤10000 ppm液をキュウリ葉の裏面、表面、左半葉およびキュウリ葉の先端部分に、ガラス・スプレーを用いて2 ml / 100 cm<sup>2</sup>の割合で散布した。薬剤散布7日後に第2章、第1項、第2節と同じ発病程度に基づいて調査し、病斑面積率から防除価を算出した。なお、キュウリの左半葉およびキュウリ葉の先端部分に薬剤散布した場合は、無散布部分に形成された病斑面積を調査した。

### 第2項 実験結果

接種時期を同じくし、薬剤の散布部位を変えて本剤の葉内浸透移行性について、検討した結果を図. 2-2に示した。対照の水散布区（以下無散布区と記す）での病斑面積率は25.0%であった。精製マシン油乳剤10000 ppm液をキュウリ葉表

面に薬剤散布した処理区では病斑は認められず高い防除効果を示した。一方、キュウリ葉裏面に薬剤散布をした場合は、無散布区とほぼ同じ病斑面積率を示した。このことは、本剤には葉裏面から葉表面への浸透性はないことを示している。

キュウリ葉の左半葉から右半葉への本剤の浸透性および葉先端部分から基部への本剤の浸透性について検討したが、それぞれの病斑面積率は22.5%および20.0%であり無散布区とほぼ同じ程度であった。葉裏面から葉表面への本剤の浸透性と同様、左→右、先端→基部への浸透性も認められなかった。

## 第6節 考 察

油性物質の植物病害防除に関する報告の多くは、バナナに発生する Sigatoka leaf spot病 (*Cercospora musae* Z.) についてである。熱帯における高所および薬液調整時の水不足のためボルドー液使用の際、油を混合した結果、防除効果が増強したことが報告されている (Klein, 1960、Calpouzusら, 1959、1960)。しかし、各種作物のうどんこ病防除について油性物質の適用はこれまで報告がなされていないようである。一方、アブラムシによって伝染するキュウリモザイクウイルス病に油が有効であるという報告はみられる (Loebensteinら, 1965)。

ここでは、精製マシン油乳剤をうどんこ病の防除薬剤として実用的に使用することが可能かどうかを知るため、各種作物に発生するうどんこ病および数種の作物に発生するうどんこ病以外の病害に対する効果を確認するとともに、うどんこ病防除に対する本剤の散布適期、散布液量と防除効果の関係および浸透性について検討した。

その結果、9種の作物に発生するうどんこ病に対し、本剤の10000ppm液および5000ppm液の散布は、対照薬剤として用いたキノメチオネート水和剤、チオフアネートメチル水和剤、ペノミル水和剤およびビナパクリル水和剤と同等かやや優る防除効果を示し実用性のあることが示唆された。また、本剤の2500ppm液を散布した場合、イチゴ、リンゴおよびナシうどんこ病に対しては対照薬剤とほぼ同等の防除効果を示したが、オオムギおよびナスでは実用的な効果を示さなかった。

以上の結果から、うどんこ病に対しては10000、5000ppm液の散布が実的に使用できる濃度と考えられる。精製マシン油乳剤のうどんこ病以外の病害に対する防除効果については、イネいもち病を除き、無散布区と同程度の発病を示し、効果は認められなかった。しかしながら、イネいもち病に対する効果も対照薬剤の防除効果に比べると劣った。

本剤の組成は、鉱物油97.5%と界面活性剤（ソルポール2401 D-3）2.5%からなる。界面活性剤の一種であるドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム塩は、100ppm液散布でイネいもち病に卓効を示すことが知られており（黄ら1978）、本剤の作用機構としてはいもち病菌の原形質膜の透過機能障害に關与するため（渡部ら1980）、細胞内容物の漏洩を生じる（渡部ら1981）と報じている。精製マシ油乳剤を構成する界面活性剤がいもち病菌の病斑出現を抑制したものと考えられるが対照薬剤のカスガマイシン・フサライド水和剤に比べると効果が劣ったので、実用への応用は困難と判断された。

以上のように、本剤が防除薬剤として実用的に十分使用できる病害としては、うどんこ病だけであることが明らかになった。しかしながら、本剤がうどんこ病の防除に十分な効果を示すためには散布する薬液の散布量が重要で、薬液が作物体全体に付着し、ややしたたり落ちる程度以上の薬液量がないと十分な防除効果が発揮できないことも明らかになった。一方、本剤のうどんこ病防除に対する散布適期を検討するため、薬剤散布から接種までの期間あるいは接種から薬剤散布までの期間を変えて防除効果を比較する実験を行なった。その結果、接種前に薬剤散布を行なっても十分な効果が得られなかったが、接種後に薬剤散布を行なった場合には高い効果が認められた。接種1日後は菌糸伸長期、接種4日後は分生子梗形成期～分生孢子形成初期に相当するが、この時期の薬剤散布が最も有効であった。

一方、本剤のキュウリ葉内における浸透移行性を検討するため、接種時期を同一にし、薬剤散布の部位を変えた場合の防除効果を調査した。本剤をキュウリの葉裏面、葉表面の左半葉およびキュウリ葉の先端部分に散布した場合と、葉表面の接種部位に薬剤散布した場合の病斑面積をそれぞれ測定して防除効果の比較を行なった。この結果、本剤が散布された部分でのみ有効であり、本剤が散布されなかった葉面の病斑面

積率は無処理区とほぼ同じ程度であった。トリアジメホン水和剤やトリフルミゾール水和剤のように、いわゆる浸透移行性を有する薬剤では有効成分が葉内に浸透して効果を発揮するが、本剤はこのような浸透移行性はないものと考えられる。

植物に物理・化学的な刺激を与えると葉内に抗菌性物質が生成され、発病が抑制されることが指摘されている (Sharp ,1965、Fujiwaraら ,1986、山本ら, 1987) が、本剤の葉裏面への散布や葉の片側にのみに散布しても無散布区と同程度の病斑面積率であることから、本剤の薬剤散布によりキュウリ葉内には病斑形成を抑制するような抗菌性物質はまったく生じないと推察される。

表. 2-3 キュウリうどんこ病に対する精製マシン油乳剤の防除効果

供 試 薬 剤	濃 度 (ppm)	病斑面積率 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	1.7	97.7
	5000	14.2	80.9
	2500	38.0	48.9
	1250	63.9	14.1
	625	81.9	0.0
キノメチオネート 水和剤	125	9.1	87.9
無散布	-	74.4	0.0

表. 2-4 メロンうどんこ病に対する精製マシン油乳剤の防除効果

供 試 薬 剤	濃 度 (ppm)	病斑面積率 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	2.2	95.3
	5000	4.5	90.4
	2500	18.8	59.7
キノメチオネート 水和剤	125	6.7	85.7
無散布	-	46.7	0.0

表. 2-5 イチゴうどんこ病に対する精製マシン油乳剤の防除効果

供 試 薬 剤	濃 度 (ppm)	発病度 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	1.9	95.7
	5000	3.9	91.1
	2500	10.0	72.2
	1250	24.4	44.3
	625	27.6	37.0
キノメチオネート 水和剤	125	13.1	70.1
無散布	-	43.6	0.0

表. 2-6 ナスうどんこ病に対する精製マシン油乳剤の防除効果

供試薬剤	濃度 (ppm)	発病度 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	0.0	100.0
	5000	2.1	97.7
	2500	30.8	65.9
キノメチオネート 水和剤	125	0.6	99.3
無散布	-	90.4	0.0

表. 2-7 オオムギうどんこ病に対する精製マシン油乳剤の防除効果

供試薬剤	濃度 (ppm)	発病度 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	16.0	81.8
	5000	20.0	77.3
	2500	34.0	61.4
キノメチオネート 水和剤	125	24.0	72.8
無散布	-	88.0	0.0

表. 2-8 リンゴうどんこ病に対する精製マシン油乳剤の防除効果

供試薬剤	濃度 (ppm)	発病度 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	5.0	92.0
	5000	6.2	90.0
	2500	24.7	62.0
ペノミル水和剤	250	36.0	44.0
無散布	-	64.8	0.0

表. 2-9 ナシうどんこ病に対する精製マシン油乳剤の防除効果

供試薬剤	濃度 (ppm)	発病度 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	19.0	74.2
	5000	29.5	60.0
	2500	36.2	50.9
ビナパクリル水和剤	333	32.2	56.6
無散布	-	73.7	0.0

表. 2-10 カキうどんこ病に対する精製マシン油乳剤の防除効果

供試薬剤	濃度 (ppm)	発病度 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	3.2	93.6
	5000	8.3	83.4
チオファネート メチル水和剤	467	8.1	83.8
無散布	-	49.9	0.0

表. 2-11 ブドウうどんこ病に対する精製マシン油乳剤の防除効果

供試薬剤	濃度 (ppm)	発病度 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	0.4	98.2
	5000	1.4	93.6
チオファネート メチル水和剤	467	4.1	81.3
無散布	-	21.9	0.0

表. 2-1 2 糖型マシンの油乳剤の各種作物病害に対する防除効果

供 試 薬 剤	濃 度 (ppm)	イ		ネ		キユウリ		ネギ		ハクサイ		ミカン	
		いもち病	紋枯病	こま葉枯病	灰色かび病	べと病	さび病	軟腐病	青かび病				
糖型マシンの油乳剤	10000	46.1	5.4	-	-	27.8	0.0	-	-	-	-	-	-
	5000	20.3	4.4	0.0	20.7	20.9	-	0.0	-	-	-	18.2	-
	2500	16.4	2.2	0.0	25.6	3.4	-	9.1	-	-	-	0.0	-
カスガマイシン・ フサライド水和剤	214	100.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
バリタマイシン液剤	50	-	95.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDDP乳剤	300	-	-	50.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ジクロルアルテニド 水和剤	1000	-	-	-	80.7	-	-	-	-	-	-	-	-
TPN水和剤	875	-	-	-	-	97.6	-	-	-	-	-	-	-
ジネゾ水和剤	1875	-	-	-	-	-	91.9	-	-	-	-	-	-
ジチアノン・銅水和剤	760	-	-	-	-	-	-	-	100.0	-	-	-	-
チオアブネートメチル 水和剤	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.6	-

表. 2-13 精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病に対する  
接種前処理の防除効果

供試薬剤	濃度 (ppm)	処理時期	病斑面積率 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	接種4日前	37.5	28.6
		接種2日前	21.3	59.4
		接種1時間前	20.0	61.9
無散布	-		52.5	0.0

表. 2-14 精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病に対する  
接種後処理の防除効果

供試薬剤	濃度 (ppm)	処理時期	病斑面積率 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	接種1日後	23.3	74.6
		接種4日後	20.0	75.5
無散布	-		81.7	0.0

表. 2-15 精製マシン油乳剤の散布量がキュウリうどんこ病  
防除におよぼす影響

供試薬剤	濃度 (ppm)	散布量 (ml/100cm <sup>2</sup> )	病斑面積率 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	10000	2.6	13.3	86.2
		1.3	16.7	82.7
		0.7	28.3	70.7
		0.4	63.3	34.5
キノメチオネート 水和剤	125	1.3	16.7	82.7
無散布	-	-	96.7	0.0

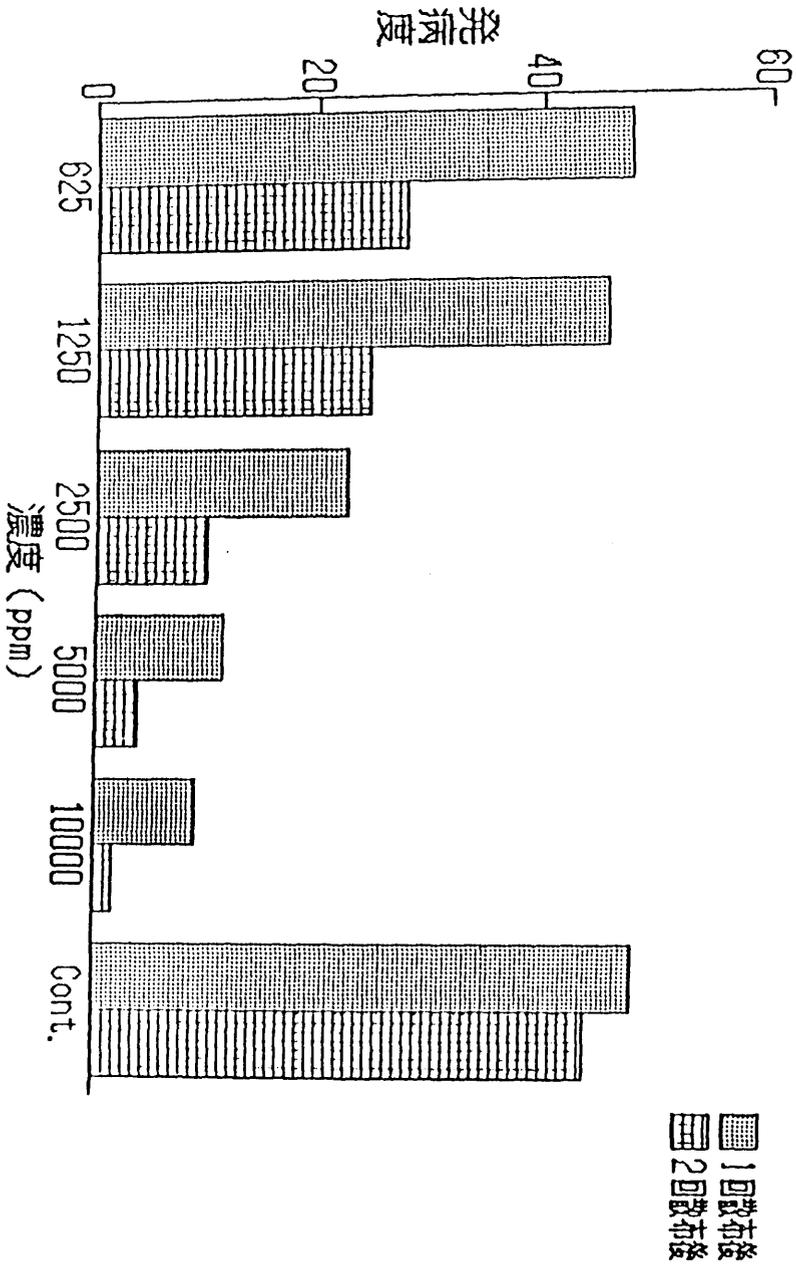


図. 2-1 精製マシン油乳剤の散布回数とイチゴうどんこ病の発病度との関係

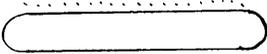
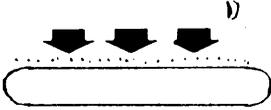
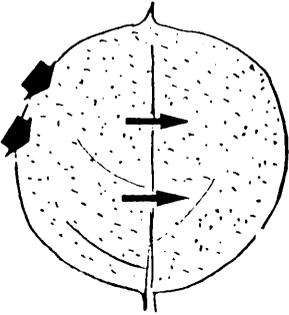
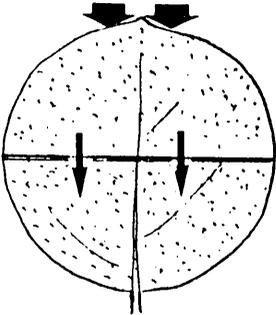
	薬剤処理部位	病斑面積率 (%)	防除価
	水散布	25.0	0.0
	葉表面	0.0	100.0
	葉裏面	27.5	0.0
	左半葉	22.5 <sup>3)</sup>	10.0
	葉先端	20.0 <sup>4)</sup>	20.0

図. 2-2 精製マシン油乳剤のキュウリ葉内移行性  
 1); 矢印 (大) は薬剤処理部位を示す  
 2); 矢印 (小) は薬剤葉内移行方向を示す  
 3); 右半葉での病斑面積率を示す  
 4); 葉基部での病斑面積率を示す

### 第3章 薬剤耐性菌に対する精製マシン油乳剤の防除効果

各種作物のうどんこ病の防除薬剤として、ベノミル水和剤，チオファネートメチル水和剤，キノメチオネート水和剤，ポリオキシシリンAL水和剤およびジメチリモール液剤などすでに実用化されている。さらに、最近ではトリアジメホン水和剤，トリフルミゾール水和剤，ピテルタノール水和剤およびフェナリモール水和剤が新たに登録された。しかしながら、ベノミル水和剤，チオファネートメチル水和剤キノメチオネート水和剤およびジメチリモール液剤などの薬剤に対して薬剤耐性を示すうどんこ病菌が出現し、実用場面で防除効果の低下を生じ、深刻な問題となっている。

ここでは、上記の数種薬剤に耐性を示すうどんこ病菌に対する精製マシン油乳剤の感受性および防除効果を検討した。

#### 第1節 薬剤感受性の検定

##### 第1項 実験材料および方法

供試した作物は播種10～14日後のキュウリ（ときわ光3号P型）子葉を用いた。また、供試薬剤は、精製マシン油乳剤（北興化学社製），トリアジメホン水和剤（バイエル社製），キノメチオネート水和剤（バイエル社製），チオファネートメチル水和剤（日本曹達社製）およびジメチリモール液剤（ICI社製）を用いた。検定に供試したキュウリうどんこ病菌は表. 3-1に示した5菌株とした。まず、異なる5圃場から採集したキュウリうどんこ病菌を、無発病のキュウリに接種した。接種10～14日後に、キュウリ葉上に形成された分生胞子を接種源として用いた。直径8mmのコルクボーラーで、播種10～14日後のキュウリ子葉を打ち抜いた葉片に、直径10.5cm，高さ35cmの塩ビ製の円筒上より均一に分生胞子が飛散するように振動を与えて接種した。その後、所定の濃度（1000ppmから1/2希釈して調整した）に希釈した薬液を直径60mmのペトリ皿当り5ml加用し、接種した葉片

5枚を浮遊させた。精製マシン油乳剤およびキノメチオネート水和剤はキュウリ子葉にうどんこ病菌を接種後、所定濃度（10000ppmから1/2希釈して調整した）に希釈した薬液をガラス・スプレーを用いて2.0ml/100cm<sup>2</sup>の割合で散布した。薬液が自然乾燥した後、前述したペトリ皿当り5mlの蒸留水を加用後、水面上に葉片を浮遊させた。その後、ペトリ皿のふたを閉めさらに塩ビ製の箱内にペトリ皿を保持し、19~20℃の7000~8000Lux.の照明下（12時間照明、12時間暗黒）の人工気象器に移した。接種7日後、キュウリ葉上に形成された病斑を第2章、第1節、第2項と同じ発病程度に基づいて調査し、平均の防除価から回帰計算によりEC<sub>50</sub>（うどんこ病の発病を50%抑制する濃度）およびEC<sub>90</sub>（うどんこ病の発病を90%抑制する濃度）値を算出した。

表3-1 感受性検定に供試した菌株の種類とその採集地

菌株名	採取場所	薬剤の使用歴
S-2	福島県いわき市錦町落合 (呉羽化学錦研究所より分譲)	トリアジメホン、キノメチオネートの使用歴がない。
S-1	神奈川県平塚市東八幡 (全農・農業技術センター圃場より採取)	主にキノメチオネートにより防除がなされてきた。
N-1	神奈川県平塚市東八幡 (全農・農業技術センター圃場より採取)	トリアジメホンにより年に4~5回防除がなされてきた。
N-2	神奈川県平塚市東八幡 (全農・農業技術センター圃場より採取)	N-1菌にトリアジメホンを散布して得た菌株
K-1	京都府綾部市	うどんこ病の防除歴がない地域から採集した菌株

## 第2項 実験結果

イネいもち病菌やキュウリ灰色かび病菌のように、人工培地上で培養できる病原菌は比較的容易に薬剤に対する感受性検定ができるが、うどんこ病菌のような絶対寄生菌は人工培養ができないので、感受性検定を行なう場合には種々の制限要因がある。そのため、絶対寄生菌の薬剤に対する感受性検定方法についてこれまで種々検討がなされている。Schoederら（1969）は薬液を土壤に施用して植物体内に吸収させ、うどんこ病の被害度を測定して感受性の検定を行なっているが、土性による薬剤の吸着について改良の余地があり、しかも浸透移行性のない薬剤については検定が困難である。平根（1975）は、薬剤の種類によってはうどんこ病菌の分生胞子が異常発芽をする場合があるが、タマネギリん片上で分生胞子を発芽させて薬剤感受性を検定する方法を提唱している。しかし、ピーマンうどんこ病菌のように接種2～3時間で70～80%の発芽率を示すものとは異なり（Hommaら 1980）、キュウリうどんこ病菌の分生胞子発芽率は一般に低く（遠藤, 1977、石崎ら, 1977）、また、トリアジメホン水和剤のように分生胞子発芽に阻害作用を示さない薬剤もあるので、タマネギリん片上での検定は困難である。そこで本試験では、Schepers（1984a）の方法に従って供試薬剤の感受性の検定を行なうこととした（図. 3）。

実験結果は表. 3-2に示した。

京都府綾部市から採集したキュウリうどんこ病菌（K-7菌株）は、うどんこ病の防除歴がない地域から採取した病原菌であるため、供試した薬剤に対する感受性値は5種類の病原菌の中でも最も低く、トリアジメホン水和剤に対する $EC_{50}$ 値は0.01ppm、チオファネートメチル水和剤に対する $EC_{50}$ 値は0.03ppm、ジメチリモール液剤に対する $EC_{50}$ 値は0.03ppm、キノメチオネート水和剤に対する $EC_{50}$ 値は1.27ppmおよび精製マシン油乳剤に対する $EC_{50}$ 値は

1109.64 ppmであつた。

S-1 菌株は、K-1 菌株に比べチオファネートメチル、ジメチリモールおよびトリアジメホンに対する感受性が低下していた。特に、チオファネートメチルに対しては25000倍以上、ジメチリモールに対しても200倍以上の感受性低下が認められ、トリアジメホンに対しては60倍近く感受性は低下していた。一方、キノメチオネートは約4倍感受性が低下していた。しかし、精製マシン油乳剤のEC<sub>50</sub>値は954.3 ppmでK-1 菌株とほぼ同程度の値を示した。

S-2 菌株はK-1 菌株に比べチオファネートメチルおよびジメチリモールの感受性が低下していた。両薬剤に対しS-1 菌株と同様の傾向が認められ、チオファネートメチルは約20000倍、ジメチリモールは100倍以上の感受性低下が認められ、またキノメチオネートも約4倍感受性が低下していた。しかし、トリアジメホンおよび精製マシン油乳剤の感受性値はK-1 菌株とほぼ同じ値を示した。

N-1 菌株の各薬剤に対する感受性はS-1 と同様の傾向を示した。つまり、チオファネートメチルに対しては25000倍以上、ジメチリモールに対しても約200倍の感受性低下が認められ、また、キノメチオネートは約4倍感受性が低下していた。しかしながら、トリアジメホンに対する感受性低下の程度はS-1 菌株以上で、K-7 菌株に比べ約100倍の感受性低下が認められた。一方、精製マシン油乳剤に対する感受性値はK-1, S-1 およびN-1 とほぼ同程度であつた。

N-2 菌株の各薬剤に対する感受性はS-1 菌株およびN-1 菌株と同様の傾向を示した。つまり、チオファネートメチルに対しては25000倍以上、ジメチリモールに対しても約200倍の感受性低下が認められた。キノメチオネートの感受性の低下は顕著ではなく、約3倍感受性が低下していた。しかしながら、トリアジメホンに対する感受性低下程度はN-1 菌株以上で、K-1 菌株に比べ570倍の感受性低下

が認められた。一方、精製マシン油乳剤に対する感受性値は供試した他の4菌株とほぼ同程度の値を示した。

以上の結果から、トリアジメホン水和剤に対しN-1菌株およびN-2菌株は明らかに感受性が低下したうどんこ病菌であり、チオファネートメチルに対してはK-7菌株を除くといずれのうどんこ病菌も感受性が極端に低下したうどんこ病菌であった。ジメチリモール液剤に対してもチオファネートメチルほどの感受性の低下は認められなかったが同様の傾向を示した。キノメチオネートに対しては、感受性低下の程度は低く、最も感受性が低下していたS-1菌株と最も感受性の高いK-7菌株の感受性値の差は約4倍以内であった。一方、精製マシン油乳剤に対する感受性値はいずれの菌株の場合でもほぼ一定の値を示し、 $EC_{50}$ 値は911.31~1109.64ppmで感受性値の変動幅は小さかった。

## 第2節 薬剤耐性菌に対する本剤の防除効果

### 第1項 実験材料および方法

実験は第2章、第3節、第1項に準じて行なった。供試薬剤は、トリアジメホン水和剤、チオファネートメチル水和剤、キノメチオネート水和剤、ジメチリモール液剤および精製マシン油乳剤を用いた。供試したうどんこ病菌は表. 3-1に示した5菌株とし、自然界に存在するうどんこ病菌と混合しないよう30×30×30cmの塩ビ製の箱で隔離して継代培養を行なったものを使用した。隔離培養しておいた各うどんこ病菌を無発病のキュウリ葉に接種した。接種14日後に、キュウリ葉上に形成された分生胞子を本葉1~2葉期のキュウリに筆で払い落として接種し、その後自然界に存在するうどんこ病菌と混合しないよう30×30×30cmの塩ビ製の箱に保持した。接種4日後から7日間隔で2回所定濃度に希釈した薬液をガラススプレーで散

布した。2回目の薬剤散布10日後に葉上に形成された病斑を第2章、第1節、第2項に準じた発病程度によって調査し、それぞれの病斑面積率から防除価を算出した。

## 第2項 実験結果

実験結果は、表. 3-3に示した。

無散布区の発病程度は、S-1菌株を接種した場合は98.8%、S-2菌株を接種した場合は72.5%、N-1菌株を接種した場合は98.8%、N-2菌株を接種した場合は98.3%、K-7菌株を接種した場合は48.9%であった。

S-1菌株を供試してトリアジメホン水和剤25ppm、チオファネートメチル水和剤467ppm、ジメチリモール液剤62.5ppm、キノメチオネート水和剤125ppmおよび精製マシン油乳剤10000ppm液を7日間隔で2回散布し、それぞれの病斑面積率から防除効果を算出した。トリアジメホン水和剤散布区の病斑面積率は7.5%で、供試した薬剤の中で最も高い効果を示した。トリアジメホン水和剤に次いで高い効果を示した薬剤はキノメチオネート水和剤であった。一方、チオファネートメチル水和剤散布区の病斑面積率は88.8%で無散布区とほぼ同程度の発病を示し、防除効果は認められなかった。また、ジメチリモール液剤散布区は無散布区の50%程度発病を抑制したが、防除薬剤としては不十分な効果であった。精製マシン油乳剤散布区はキノメチオネート水和剤とほぼ同等の高い効果が認められた。

S-2菌株を供試した場合、トリアジメホン水和剤散布区は発病がまったく見られず高い防除効果を示した。キノメチオネート水和剤散布区の病斑面積率は6.3%でトリアジメホン水和剤につぐ高い防除効果が認められた。一方、チオファネートメチル水和剤散布区の病斑面積率は76.8%で、無散布区とほぼ同程度の発病を示し防除効果は認められなかった。また、ジメチリモール液剤散布区は無散布区の50%程

度発病を抑制したが、防除薬剤としては不十分な防除効果であった。精製マシン油乳剤散布区の病斑面積率は6.3%であり、キノメチオネート水和剤と同等の防除効果を示した。

N-1菌株を供試した場合、トリアジメホン水和剤散布区の病斑面積率は23.6%を示しS-1, S-2を接種した場合に比べると防除効果がやや低下する傾向が認められた。キノメチオネート水和剤散布区はトリアジメホン水和剤に優る高い防除効果を示した。一方、チオフアネートメチル水和剤散布区の病斑面積率は93.8%で無散布区とほぼ同程度の発病を示し、防除効果は認められなかった。また、ジメチリモール液剤散布区は無散布区の50%程度発病を抑制したが、防除薬剤としては不十分な防除効果であった。精製マシン油乳剤散布区の病斑面積率は10.0%であり、キノメチオネート水和剤とほぼ同等の防除効果を示した。

N-2菌株を供試した場合、トリアジメホン水和剤散布区の病斑面積率は53.3%を示しN-1菌株を供試した場合よりもさらに防除効果が低下し、本菌株によって発生するうどんこ病を防除するためには本剤の使用は不十分と考えられた。キノメチオネート水和剤散布区の病斑面積率は5.0%を示し高い防除効果を示した。一方、チオフアネートメチル水和剤散布区の病斑面積率は86.7%で無散布区とほぼ同程度の発病を示し、防除効果は認められなかった。また、ジメチリモール液剤散布区の病斑面積率は51.7%で無散布区の50%程度発病を抑制したが、防除薬剤としては不十分な防除効果であった。精製マシン油乳剤散布区の病斑面積率は8.3%であり、キノメチオネート水和剤とほぼ同等の防除効果を示した。

K-7菌株を供試した場合、トリアジメホン水和剤散布区の病斑面積率は0.6%キノメチオネート水和剤散布区の病斑面積率は1.7%、チオフアネートメチル水和剤散布区の病斑面積率は1.1%、ジメチリモール液剤散布区の病斑面積率は0.6

%でいずれの薬剤も無散布区に比べ90%以上発病を抑制し、高い防除効果を示した。精製マシン油乳剤散布区の病斑面積率は1.1%であり、他の薬剤と同様に高い防除効果を示した。

以上の結果から明らかなように、チオファネートメチル水和剤およびジメチリモール液剤は、供試したキュウリうどんこ病菌の5菌株中1菌株(K-7菌株)を除く4菌株に対して防除薬剤としては不十分な効果であり、特にチオファネートメチル水和剤は無処理区と同程度の発病であった。トリアジメホン水和剤はS-1, S-2およびK-7菌株に対しては明らかな防除効果を示したが、N-1菌株を供試した場合には効果はやや低下し、N-2菌株を供試した場合には極端に効果の低下が見られた。キノメチオネート水和剤および精製マシン油乳剤は供試したいずれのうどんこ病菌に対しても高い防除効果を示した。

### 第3節 考察

薬剤耐性菌の圃場での出現は、山形県におけるカスガマイシン剤に耐性を示すイネいもち病菌（三浦ら，1973、Miuraら，1976）および鳥取県におけるポリオキシシン剤に耐性を示すナシ黒斑病菌（西村ら 1972）が、日本で初めて報告された事例である。これらの病原菌の出現が病害防除上重要な問題となり、その対策に現在でも苦慮している（木曾ら，1983、中田，1987）。飯田（1975）は、日本植物防疫協会が都道府県の農業試験場に対して行なった全国における薬剤耐性菌に関するアンケート調査を集約したが、その中でキノメチオネート水和剤，チオファネートメチル水和剤およびベノミル水和剤が、キュウリ，メロンうどんこ病菌に対して防除効果が低下していることから、薬剤耐性菌の出現を報じている。同様の報告は、上杉（1975）や西（1979）も報告している。

このような薬剤耐性菌の出現の事例は日本だけの特殊な現象ではなく、諸外国でも認められている（Schroederら，1968、上杉，1975、Bentら，1971、Schephardら，1975、Wolfe，1975、Schepers，1983，1984a，1984b）。最近では、農薬登録されて数年のうちに新農薬に対する耐性菌が出現した事例も報告されている（Huggenberger，1984、Buchenauerら，1984、Cooke 1986、Kendallら，1984）。筆者らも農薬登録後間もなく、トリアジメホン水和剤、フェナリモル水和剤およびトリフルミゾール水和剤に対するキュウリうどんこ病菌の感受性低下を確認している（1988c）。

Schepers（1984a）は1960年代までは保護殺菌剤が主流であったが、以降浸透性殺菌剤が防除薬剤の主流となってきたために、圃場の耐性菌が出現する現象が生じていることを指摘している。また、上杉（1983）は選択的作用を示す殺菌剤の多

くは病原菌に対する作用点が限定されているため、病原菌がわずかな変異を起こしても薬剤は効力を発揮しなくなり、これが耐性菌出現の背景となっていることを指摘している。

一方、上記の耐性菌出現の様相も単純耐性から多剤耐性の方向に発展してきている。病原菌に対する作用機構が類似する薬剤が多く開発される傾向にあることがその要因として考えられる。すなわち、交差耐性を示す事例として、すでにトリアジメホンに耐性を示すうどんこ病菌はフェナリモル、プロピコナゾール、ビテルタノール、イマザリルやトリフルミゾールなどの薬剤にも耐性を示し (Schepers, 1985a, 1985b, Buchenauerら, 1984, Heaneyら, 1984, Huggenbergerら, 1984, Enisz, 1988, Ohtsukaら, 1988c, 1990b)、また、メタラキシルに耐性を示す疫病菌やべと病菌はオキサジキシルやサイプロフラムに耐性を示す (Davidseら, 1981, Gergopoulousら, 1981, Cohenら, 1984, Walkerら, 1986, Kozlouskiyら, 1988, 大塚ら, 1990a, 竹内ら, 1990) ことが報告されている。前者の薬剤はE B I剤に属する薬剤間に生じている現象であり、後者はフェニルアマイド系薬剤間に生じている現象である。

薬剤耐性菌は、同一薬剤の連続散布と突然変異により出現するといわれている (Miuraら 1976)。カスガマイシン耐性イネいもち病菌、ベンズイミダゾール耐性灰色かび病菌、ベンズイミダゾール耐性ナシ黒星病菌およびジカルボキシイミド耐性灰色かび病菌などでは、同一薬剤の散布回数と耐性菌出現の頻度、耐性菌出現機構および耐性菌の消長について多くの報告がなされている (斎藤ら, 1978, 山口, 1979, 古谷, 1980, 石井ら, 1982, 木曾ら, 1983)。耐性菌が出現しても当該薬剤を使用し続けると耐性菌の頻度が高まり、その薬剤の防除効果は期待できなくなり (斎藤ら, 1978, 山口, 1979, 古谷, 1980)、耐性菌が出現する頻度は薬剤の使用回数が多いほ

ど高くなることが報告されている（木曾ら 1983）。また、耐性菌出現に關与した薬劑および作用機作の類似する薬劑の使用を中止すると徐々にその薬劑に対する感受性が回復し（山口, 1979、石井ら, 1982）、実用に供することができる事例も報告されている（山口, 1979）。しかしながら、耐性菌が出現した薬劑を再び繰り返して使用すると耐性菌が出現して防除できなくなる。このことは、耐性菌が消滅するのではなく薬劑の淘汰がない条件下では耐性菌は感受性菌に比べ環境適合力が弱いため徐々に減少するが、再度薬劑を使用するとその耐性菌の割合が多くなることを現わしていると考えられる。一方、ベンズイミダゾール耐性菌の場合は一度耐性菌が出現するとその使用を長期間中止しても感受性の回復は見込めない場合もある（Schepers, 1984a）。耐性菌出現以降では使用できる薬劑の種類や回数が限定されるため、耐性菌の出現前から薬劑の使用方法を十分に考慮する必要がある、作用機作の異なる数種の薬劑を使用することが重要と考えられる。

精製マシン油乳劑は、農薬として登録されて以来休眠期におけるカイガラムシやハダニ類の防除薬劑として使用されてきた。最近では、病原菌の薬劑耐性問題と同様にハダニ類の薬劑抵抗性が大きな問題となりその対策に苦慮している。この薬劑抵抗性を獲得したハダニ類の防除薬劑として精製マシン油乳劑が注目されている。精製マシン油乳劑は農薬登録されて以来長期間使用されているが、松永（1976）は害虫に対するマシン油乳劑の特性に関する記述の中で、現在まで抵抗性が発達した害虫が発見されていないとしている。本実験では、供試薬劑に対する感受性が異なる5種のキュウリうどんこ病菌を供試したが、チオファネートメチル水和劑、ジメチリモール液劑およびトリアジメホン水和劑は、供試した薬劑感受性の異なるうどんこ病菌の種類によっては防除効果が極端に低下することが明らかになった。しかしながら、精製マシン油乳劑はいずれの菌株によって発生したうどんこ病菌に対しても安定した防除効果を

示した。今後、さらに多くの薬剤耐性菌を用いて実験を行なう必要はあるが、ハダニ類に対する作用と同様に耐性菌が出現しにくい作用を保有する可能性があり、本剤のうどんこ病菌に対する作用機作を解明することは、耐性菌の出現を防止する上でもきわめて重要である考えられる。

表. 3-2 各種キユウリウどんこ病菌の薬剤感受性

供 試 薬 剤	感 受 性 値 (ppm)									
	S-1		S-2		N-1		N-2		K-7	
	EC50	EC90	EC50	EC90	EC50	EC90	EC50	EC90	EC50	EC90
トリアジメホソ水和剤	0.06	-	0.02	0.03	0.97	-	5.70	11.42	0.01	0.09
チオアラネートメチル 水和剤	679.71	2270.03	497.12	1662.29	680.98	2296.20	719.38	2848.61	0.03	0.31
ジメチリモール液剤	7.36	30.36	4.64	28.83	6.60	26.99	6.45	39.86	0.03	0.31
キノメチオネート 水和剤	5.52	55.09	4.95	53.88	4.83	23.95	3.35	12.97	1.27	3.97
精製マシソ油乳剤	954.31	7063.50	1027.49	7470.31	926.58	7338.36	911.31	6298.79	1109.64	5055.27

表. 3-3 各種キユウリうどんこ病菌に対する精製マシソ油乳剤の防除効果

供試薬剤	濃度 (ppm)	S-1		S-2		N-1		N-2		K-7	
		病斑面積 率 (%)	防除価	病斑面積 率 (%)	防除価	病斑面積 率 (%)	防除価	病斑面積 率 (%)	防除価	病斑面積 率 (%)	防除価
トリアジメホソ水和剤	25.0	7.5	92.4	0.0	100.0	23.8	76.0	53.3	45.8	0.6	98.8
チオアラネート メチル水和剤	466.7	88.8	20.1	76.8	0.0	93.8	5.1	86.7	11.9	1.1	97.8
ジメチリモール液剤	62.5	50.0	49.4	32.5	55.2	50.0	49.4	51.7	47.4	0.6	98.8
キノメチオネート 水和剤	125.0	16.3	83.5	6.3	91.3	8.8	91.1	5.0	94.9	1.7	96.5
精製マシソ油乳剤	10000.0	14.0	85.8	6.3	91.3	10.0	89.9	8.3	91.6	1.1	97.8
無散布	-	98.8	-	72.5	-	98.8	-	98.3	-	48.9	-

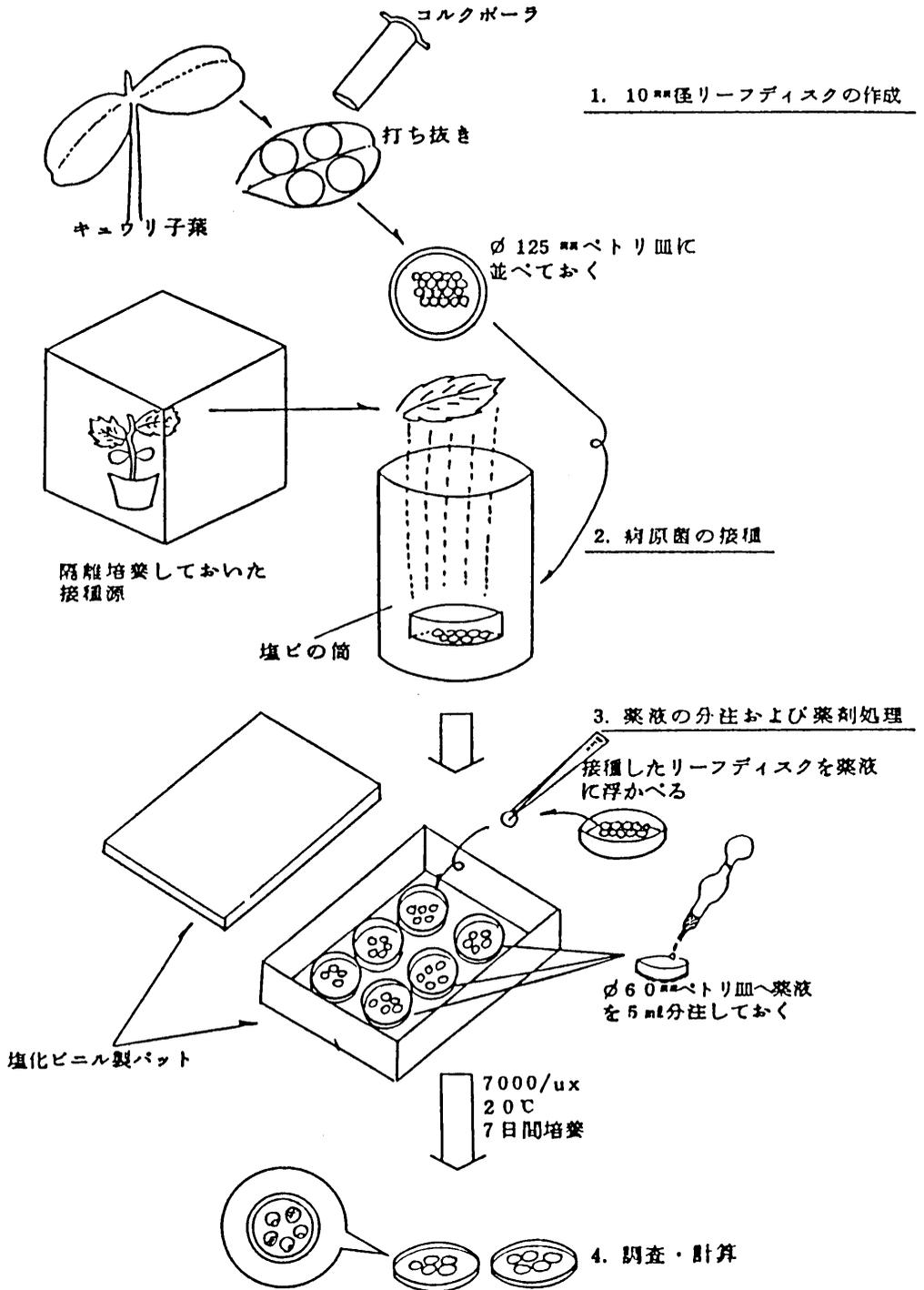


図. 3 薬剤のキュウリうどんこ病菌に対するEC<sub>50</sub>値検定方法

## 第4章 精製マシン油乳剤を構成する各成分のキュウリうどんこ病菌に対する

### 防除効果

#### 第1節 各構成成分の防除効果

精製マシン油乳剤は、各種作物のうどんこ病に対して高い防除効果を示すことが明らかとなった。本剤は、鉱物油97.5%（油名：パイオルブ SS-90A）と界面活性剤2.5%（ソルポール 2401 D-3）から構成される薬剤である。ここでは、本剤を構成する各成分中でどの成分が防除効果の主体であるかを明らかにする目的で以下の実験を行なった。

#### 第1項 実験材料および方法

実験は第2章、第3節、第1項に準じて行なった。供試薬剤は、精製マシン油乳剤、パイオルブ SS-90A（大協石油社製）およびソルポール 2401 D-3（東邦化学社製）を供試した。キュウリうどんこ病が自然発病した鉢植えのキュウリに、所定濃度に希釈した薬液をガラススプレーを用いて7日間隔で2回散布（1区 2鉢、3連制）した。マシン油（パイオルブ SS-90A）は希釈に要する相当量の蒸留水を計量し、所定量のマシン油を加用してホモジナイザーで十分攪拌した後、直ちに散布した。2回目薬剤散布の7日後に第2章、第1節、第2項に示した発病程度に基づいて調査し、病斑面積率を算出し防除価で示した。

#### 第2項 実験結果

実験結果は表. 4-2に示した。

精製マシン油乳剤およびパイオルブ SS-90Aは、いずれも本病に対して高濃度ほど高い防除効果を示す傾向が見られたが、ソルポール 2401 D-3は供試した濃度の範囲では高濃度処理区と低濃度処理区とでは防除効果に差は認められなかった。また、供試した薬剤の中では精製マシン油乳剤が最も高い防除効果を示し、本剤の10000ppmおよび20000ppm液散布では、対照の無散布区に比べ病

斑面積率が約90%に低下した。

パイオルブ SS-90Aの10000ppmおよび20000ppm液散布では無散布区に比べ病斑面積率が約80%に低下した。

ソルポール 2401 D-3の250ppmおよび500ppm液散布は無散布区に比べると病斑面積率は低く、防除効果は認められたものの供試した3薬剤の中では最も低い防除効果であった。

## 第2節 粘度の異なる鉱物油の防除効果

精製マシン油乳剤をダニの防除薬剤として用いる場合、油の粘度の高いものほど高い防除効果を示すといわれている。しかしながら、うどんこ病菌に対する防除効果と本剤の粘度との関係については、これまで明らかにされていない。そこで、マシン油の成分を一定にして、粘度を種々異にした場合のキュウリうどんこ病に対する防除効果を比較検討した。

### 第1項 実験材料および方法

実験は第2章、第3節、第1項に準じて行なった。供試薬剤は、粘度の異なるマシン油（大協石油社製）を供試し表、4-1に示した粘度となるようにそれぞれのマシン油を混合して調整し実験に供試した。対照薬剤としてキノメチオネート水和剤を用いた。薬剤は所定濃度に希釈しガラススプレーを用いて7日間隔で2回散布（1区2鉢、3連制）した。なおマシン油は希釈に要する相当量の蒸留水を計量し、所定量のマシン油を加用してホモジナイザーで十分攪拌した後、直ちに散布した。2回目薬剤散布の7日後に第2章、第1節、第2項に示した発病程度に基づいて調査し、病斑率を算出し防除価で示した。

表. 4-1 実験に供したマシン油の種類と粘度

種 類	油分 (%)	粘 度 (SUS)
マシン油 B	97.2	50.1
マシン油 D	97.2	70.7
マシン油 O	97.2	80.4
マシン油 I	97.2	130.0
マシン油 J	97.0	160.0
マシン油 K	97.0	185.0
マシン油 Q	97.0	200.0

## 第2項 実験結果

実験結果は表. 4-3および図. 4に示した。

供試したマシン油は、10000ppm, 5000ppm, 2500ppmになるように調整し、7日間隔で2回散布した。7種類の薬剤とも無散布に比べて高い防除効果を示した。供試した薬剤の中で粘度の高いJ, KおよびQは10000ppm液散布でそれぞれ防除価95以上の高い効果を示しキノメチオネート水和剤125ppm液散布と同程度の防除効果を示した。7種の薬剤の中で粘度の低いB, D, OおよびIの4種の10000ppm液散布は、キノメチオネート水和剤125ppm液散布に比べて防除効果はやや低下した。また、キュウリうどんこ病に対するマシン

油の防除効果は、いずれの濃度においてもその粘度が高くなるほど防除効果も高くなる傾向が認められた。粘度200.0のマシン油Q, 5000ppm液散布は粘度50.1のマシン油B, 10000ppm液散布とほぼ同程度の防除効果を示し、うどんこ病防除にはマシン油の粘度がきわめて重要であることが明らかとなった。特に、上記の傾向はマシン油の濃度を10000ppmに調整した液を散布した場合に顕著であった(図. 3)。マシン油10000ppm液の粘度とうどんこ病の発病抑制効果との間には、

$Y = 11.45 - 0.05X$  (  $Y = \text{発病度}(\%)$  ,  $X = \text{マシン油の粘度(SUS)}$  )  
の関係式で表わされることが明らかとなった。

供試したいずれのマシン油を散布した場合にもキュウリに薬害症状は観察されなかった。

### 第3節 界面活性剤の防除効果

精製マシン油乳剤に含まれる界面活性剤のソルポール 2401 D-3は、キュウリうどんこ病に対してある程度の発病抑制効果が認められた(表. 4-2)。そこで、農業用に使用されている各種界面活性剤の本菌におよぼす影響を明らかにするため、以下の実験を行なった。

#### 第1項 実験材料および方法

実験は第2章, 第3節, 第1項に準じて行なった。供試薬剤はノニオン系界面活性剤としてノニポール40, ノニポール120(三洋化成社製)およびカチオン系界面活性剤としてトキサノン PW-S46, トキサノンPWS-200(東邦化学社製)の4種類を供試した。対照薬剤としてソルポール 2401 D-3を使用した。調査は第2章, 第1節, 第2項に示した発病程度に基づいて病斑面積率を算出し防除価で示した。

## 第2項 実験結果

実験結果は表. 4-4に示した。

ノニオン系界面活性剤2種およびカチオン系界面活性剤2種を用いて実験を行なった。その結果、ノニオン系、カチオン系および対照に用いたソルポール 2401D-3のいずれの界面活性剤も高濃度になるほど、うどんこ病の病斑面積を抑制する傾向が顕著であった。供試した4種の界面活性剤の2000ppm液散布では、無散布に比べて病斑面積が60~80%に低下した。なお、精製マシン油乳剤10000ppm液中に含まれる界面活性剤の濃度は250ppmである。本実験で用いたいずれの界面活性剤も、250ppm液散布では無散布に比べて病斑面積が10~39%に低下したにすぎなかった。したがって、本病の発病抑制には、界面活性剤の加算的効果も働くため精製マシン油乳剤が顕著な防除効果を発揮するものと推察される。

供試したいずれの界面活性剤を散布した場合にもキュウリに薬害症状は観察されなかった。

### 第4節 界面活性剤加用マシン油の防除効果

第4章、第2節では鉱物油単独、第4章、第3節では各種界面活性剤のキュウリうどんこ病に対する防除効果を検討した。両実験結果からそれぞれを単独に散布した場合のキュウリうどんこ病に対する防除効果は精製マシン油乳剤の防除効果に比べて低いことが明らかとなった。そこで、マシン油に種々の割合で界面活性剤を加用した場合のキュウリうどんこ病に対する防除効果を明らかにするため以下の実験を行なった。

#### 第1項 実験材料および方法

実験は第2章、第3節、第1項に準じて行なった。供試薬剤は、精製マシン油乳剤、マシン油（パイオルブ SS-90A）および界面活性剤（ソルポール 2401D-3）を供試した。マシン油は希釈に要する相当量の蒸留水を計量し、所定量のマシ

ン油を加用してホモジナイザーで十分攪拌した後、直ちに散布した。マシン油に界面活性剤を加用して薬剤散布する処理区は、薬液を調整する前にマシン油に界面活性剤を1.0～10.0%になるように加用し、その後所定濃度に調整して薬剤散布を行った。調査は第2章，第1節，第2項に示した発病程度に基づいて病斑面積率を算出し防除価で示した。なお、対照薬剤には精製マシン油乳剤を用いた。

## 第2項 実験結果

実験結果は表. 4-5に示した。

いずれの処理区も無散布区に比べると高い防除効果が認められた。その中でもマシン油に界面活性剤を種々の割合で加用した処理区の中では、界面活性剤を1.0%および2.0%になるように加用した処理区で最も顕著な防除効果が認められた。しかし、界面活性剤の加用する割合を2.0%以上に増加させるとうどんこ病に対する防除効果は徐々に減少する傾向が認められ、界面活性剤を10%加用した処理区の防除効果は最も低かった。一方、マシン油を単独で散布した場合の防除効果は界面活性剤を1.0～4.0%加用した処理区に比べるとやや劣った。

なお、精製マシン油乳剤10000ppm液散布区の病斑面積率は5.0%で、マシン油97.5%に界面活性剤2.5%を加用した処理区およびマシン油96.0%に界面活性剤4.0%を加用した処理区と同程度の防除効果が認められた。

## 第5節 考察

精製マシン油乳剤は前述したように、鉋物油97.5%と界面活性剤2.5%から構成される薬剤である。両成分をそれぞれ単独に供試してキュウリうどんこ病に対する防除効果を検討したところ、鉋物油（パイオルブ SS-90A）の10000 ppm液および界面活性剤（ソルポール 2401 D-3）の250 ppm液を単独に散布した場合はいずれも精製マシン油乳剤10000 ppm液散布の防除効果に比べて明らかに低かった。

これまで、鉋物油の病害防除に関する実験は、バナナのSigatoka leaf spot病以外にはなく、Mukherjee (1974) が Fusarium solani , Helminthosporium oryzae などを対象に行なった in vitro の結果が報告されているにすぎない。なお、これらの報告では、供試した油の種類、組成および物理化学的性質が明らかにされていない。

筆者は油の成分と濃度を変えずに、粘度を変えた場合のうどんこ病に対する防除効果を検討した。その結果、粘度と防除効果との間には粘度が高いほどうどんこ病の発病抑制効果が顕著であり、 $Y = 11.45 - 0.05X$ （ $Y =$ 発病度、 $X =$ 鉋物油の粘度）の関係式が得られた。

一方、ミカンハダニに対する精製マシン油乳剤の防除効果と粘度との関係について、松永 (1976) は本剤の粘度がSUSで61秒以上では防除効果の差異はほとんど認められず、カイガラムシに対しては、SUSで68秒前後が最も高い防除効果を示すことを明らかにしている。ハダニ類やカイガラムシに対する精製マシン油乳剤の作用はこれらの虫の気門を塞ぐため死滅させるとされているが、本剤のうどんこ病菌に対する防除の作用機構と害虫防除に対する作用機構が同一のものか異なるものかを明らかにすることはきわめて重要と考えられる。

界面活性剤の各種植物病害防除に対する試験については、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム塩に関する報告が多く、キュウリ、オオムギうどんこ病（阿久津ら 1980）、イネいもち病、イネごま葉枯病、キュウリ炭そ病（黄ら 1979）、ミカン青かび病、黒かび病（刈米 1983）、TMV、CMVなどウィルス病に対する効果（Takagiら、1978、黄ら、1978、渡部ら、1979）が明らかにされている。本実験では、ノニオン系2種、カチオン系2種の界面活性剤を2000～250ppmの範囲で異なる4濃度の液を作成し、うどんこ病に対する防除効果を検討したところ高濃度液の散布では、阿久津ら（1980）と同様の結果が得られ発病が抑制されたものの、実用的な効果を示すには至らなかった。

精製マシン油乳剤を構成する各成分のうどんこ病におよぼす影響を検討した。その結果、精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病に対する顕著な防除効果を得るためには、鉱物油と界面活性剤との両作用が必要であると考えられる。そこで、両者を種々の割合で混合して検討を行なった。その結果、鉱物油に界面活性剤を1～2%加えて薬剤散布を行なった場合、最も防除効果が高く、この混合割合は市販の精製マシン油乳剤のそれとほぼ同じであることが明らかになった。

Hommaら（1981b）は、炭酸水素ナトリウムは数種の植物病害を防除する効果はあるが、植物体上で結晶化するので安定した防除効果を示さず、食品添加物用の乳化剤を加えると安定的に高い効果が認められたことを報じている。精製マシン油乳剤の場合も鉱物油を単独で散布する場合は、薬剤散布直前にホモジナイザーで攪拌して直ちに薬剤散布を行なわないと油が加用した蒸留水の上に浮遊するが、マシン油に界面活性剤を1%でも加用すると油の浮遊は認められないことを観察している。精製マシン油乳剤がうどんこ病の防除に顕著な効果を示すためには、ごく少量の界面活性剤の加用が必要であり、そのものの防除効果は高いものではないがマシン油を安定的に懸濁させる作用が重要であると考えられる。

表. 4-2 精製マシン油乳剤を構成する各成分の  
キュウリうどんこ病に対する防除効果

供 試 薬 剤	濃 度 (ppm)	病斑面積率 (%)	防除価
精製マシン油乳剤	20000	5.0	94.0
	10000	10.8	87.0
パイオルブ SS-90A	20000	13.3	84.0
	10000	18.9	77.3
ソルポール 2401 D-3	500	57.5	31.0
	250	58.3	30.0
無 散 布	-	84.2	0.0

表. 4-3 粘度を異にするマシン油の  
キュウリうどんこ病に対する防除効果

供試薬剤	粘度 (SUS)	マシン油濃度 (ppm)	病斑面積率 (%)	防除価
マシン油B	50.1	10000	9.4	83.6
		5000	18.3	68.0
		2500	30.0	47.6
マシン油D	70.0	10000	6.7	88.3
		5000	19.4	66.1
		2500	28.4	50.3
マシン油O	86.4	10000	8.3	85.5
		5000	20.6	64.0
		2500	26.7	53.3
マシン油I	130.0	10000	6.1	89.3
		5000	11.7	79.5
		2500	27.2	52.4
マシン油J	160.0	10000	2.8	95.1
		5000	13.3	76.7
		2500	20.0	65.0
マシン油K	185.0	10000	1.7	97.0
		5000	16.1	71.9
		2500	22.2	61.2
マシン油Q	200.0	10000	1.1	98.1
		5000	9.7	83.0
		2500	15.6	72.7
キノメチオネート 水和剤	-	125	1.1	98.1
無散布	-	-	57.2	0.0

表. 4-4 界面活性剤の  
キュウリうどんこ病に対する防除効果

供 試 薬 剤	濃 度 (ppm)	病斑面積率 (%)	防除価
ノニポール40	2000	17.5	79.0
	1000	33.8	59.4
	500	71.7	13.9
	250	75.0	10.0
ノニポール120	2000	23.3	72.0
	1000	41.3	49.0
	500	45.3	45.0
	250	60.8	27.0
トキサノン PW・S64	2000	28.3	66.0
	1000	41.3	50.4
	500	47.5	43.0
	250	65.0	22.0
トキサノン PW・S200	2000	33.3	60.0
	1000	40.0	52.0
	500	50.8	39.0
	250	50.8	39.0
ソルポール 2401 D-3	2000	23.3	72.0
	1000	35.3	57.6
	500	47.5	43.0
	250	58.3	30.0
無 散 布	-	83.3	0.0

表. 4-5 マシン油と界面活性剤の混用による  
キュウリうどんこ病に対する防除効果

処 理 区		マシン油 濃 度 (ppm)	病斑面積率 (%)	防除価
マシン油 (%)	界面活性剤 (%)			
100.0	0.0	10000	7.5	87.8
99.0	1.0	10000	3.3	94.7
98.0	2.0	10000	3.3	94.7
97.5	2.5	10000	5.8	90.6
96.0	4.0	10000	5.8	90.6
95.0	5.0	10000	7.5	87.8
90.0	10.0	10000	10.8	82.5
精製マシン油乳剤		10000	5.0	91.9
無 散 布		-	61.7	0.0

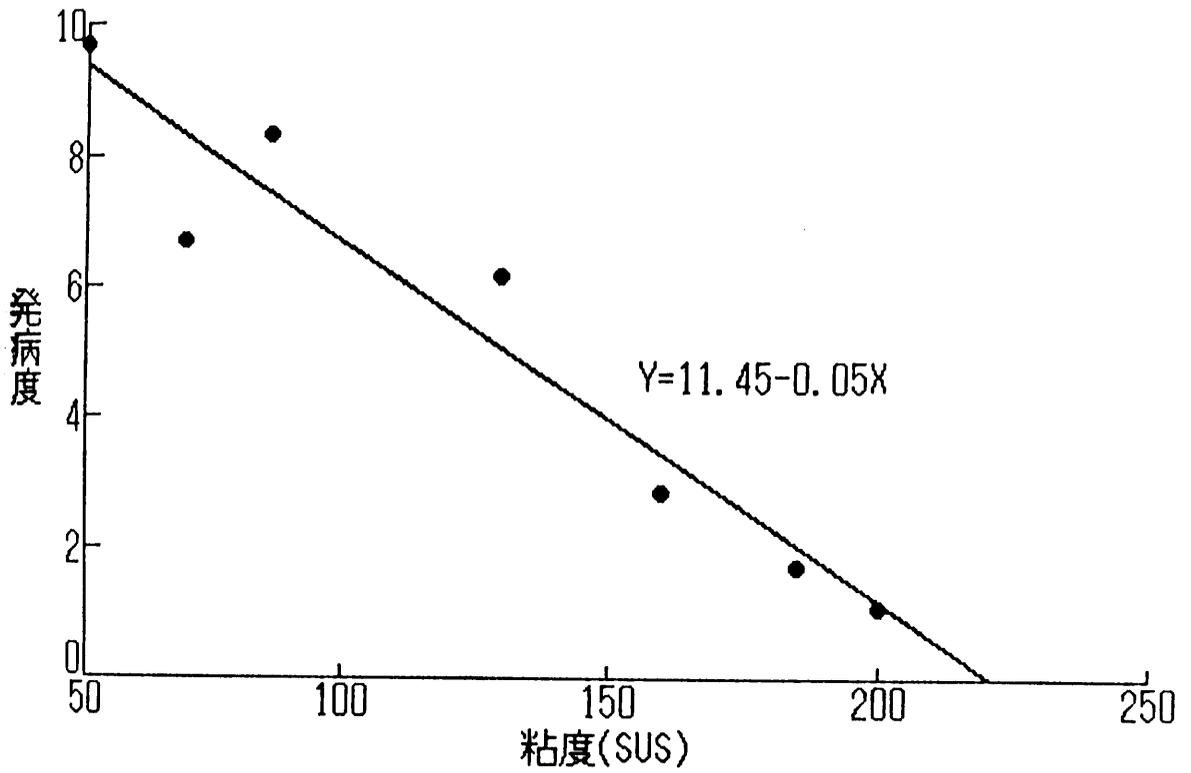


図. 4 精製マシン油乳剤 (10000ppm) の粘度とキュウリうどんこ病発病度との関係  
 $Y$  = 発病度,  $X$  = マシン油の粘度 (SUS)

## 第5章 キュウリうどんこ病菌の各生育過程におよぼす精製マシン油乳剤の影響

精製マシン油乳剤は、果樹・野菜のうどんこ病に対して優れた防除効果を示すことが、第2章の実験結果で明らかになった。本剤は、鉱物油97.5%と界面活性剤2.5%とで構成される薬剤であるが、十分に防除効果を発現させるためには、両成分が混合されていることが必要であり、鉱物油が96~97.5%、界面活性剤が4.0~2.5%の混合比率で、最も効果が顕著であることが第3章の実験から明らかになった。ここでは、精製マシン油乳剤の作用機作を解明するため、まずキュウリうどんこ病菌の各生育過程におよぼす本剤の影響について検討した。

### 第1節 分生孢子発芽におよぼす影響

#### 第1項 実験材料および方法

実験は第2章、第3節、第1項に準じて行なった。播種6日後のキュウリ子葉を供試し、接種1日前および接種直後に精製マシン油乳剤10000ppm液をガラススプレーを用いて1.3ml/100cm<sup>2</sup>の割合で散布した。調査は、接種1日後に子葉を70%エチルアルコールに浸漬して葉緑素を除去し、コットンブルーでうどんこ病菌の分生孢子を染色し、1子葉当り200個の分生孢子について発芽の有無を顕微鏡（日本光学社製 万能顕微鏡 アポフォト）下で調査した。なお、1回の実験には4枚の子葉を供試し、3回実験を反復して、平均値で示した。

#### 第2項 実験結果

分生孢子的発芽は表.5-1に示し、また接種1日後の発芽した分生孢子的顕微鏡写真は、図.5-1に示した。

接種前に蒸留水を散布した場合の発芽率は31.3%であった。これに対し、本剤を接種1日前に散布した場合の発芽率は16.1%で、本剤の無散布区に比べて48.6%の阻害率を示した。

接種後に蒸留水を散布した場合の発芽率は24.8%で、接種前に蒸留水を散布した場合に比べ発芽率が低下していたが、これは蒸留水散布による影響と考えられる。これに対し、接種直後に本剤を散布した場合には、発芽した分生胞子は全く認められず、顕著な発芽阻害が認められた。

つまり、精製マシン油乳剤の分生胞子発芽におよぼす影響は、接種前に散布するよりも接種後に散布したほうが顕著に抑制することが明らかとなった。

## 第2節 菌糸伸長におよぼす影響

### 第1項 実験材料および方法

実験は第5章、第1節、第1項に準じて行なった。本項では、1子葉当り20個の発芽した分生胞子の菌糸長を顕微鏡下で測定した。

### 第2項 実験結果

蒸留水を散布した後に本菌を接種した場合、伸長した菌糸の長さは接種1日後で0.28mm(表.5-2)。これに対し、供試薬剤を散布した場合の菌糸長は、接種1日後で0.22mmであり、蒸留水散布区に比べると21.1%の菌糸伸長抑制が認められた。一方、接種後に蒸留水を散布した場合の菌糸の長さは0.23mmであった。これに対し、接種後に供試薬剤を散布した場合は発芽した分生胞子が全く観察されず、菌糸長は0mmであった。なお、接種後に蒸留水を散布した場合の菌糸長は、接種1日前に蒸留水を散布した場合の菌糸長に比べて、17.9%短かった。

つまり、精製マシン油乳剤の分生胞子発芽におよぼす影響は、接種前に散布するよりも接種後に散布したほうが顕著に抑制することが明らかとなった。

### 第3節 侵入におよぼす影響

#### 第1項 実験材料および実験方法

実験は第5章、第1節、第1項に準じて行なった。本項では、薬剤散布はうどんこ病菌の接種1日前に行なった。病原菌接種24時間後に子葉を切り取り、以下の方法により、葉緑素を脱色したのち、本菌の侵入部位を観察した。まず、子葉の葉緑素を脱色（96%メタノールと99%酢酸3:1の混合液に10分間加熱・浸漬）後、1.0N水酸化ナトリウム溶液に45分間浸漬した。その後、再び水洗し、アニリンブルー（pH6.6リン酸バッファーで0.1%液に調整）で染色し、蛍光顕微鏡（オリンパス社製BH-TRFK型、BG-12 exciter filter 345 $\mu$ , L-435 barrier filter 435 $\mu$ を使用）で蛍光を発色する侵入箇所を1子葉当たり50個の発芽した分生孢子について調査した。なお、調査には各区とも6枚の子葉を供試し、その平均値で示した。

#### 第2項 実験結果

実験結果は表. 5-3に示した。

分生孢子から伸長した発芽管が、キュウリ子葉に侵入している状態を図. 5-2に示した。図. 5-2から明らかなように、キュウリ子葉内に本菌が侵入している部分のみが蛍光を明瞭に発することがわかった。

発芽した分生孢子1個あたりの侵入箇所を蛍光顕微鏡で調査した。蒸留水を散布した場合の侵入箇所は1分生孢子当たり1.24個であった。これに対し、精製マシン油乳剤10000ppm液を散布した場合は、1分生孢子当たり1.18個で、蒸留水とほぼ同じ値を示した。うどんこ病菌の宿主侵入を阻害する本剤の作用は顕著には認められなかった。

## 第4節 分生孢子形成におよぼす影響

### 第1項 実験材料および実験方法

実験は第5章、第1節、第1項に準じて行なった。接種はキュウリうどんこ病菌の分生孢子を本葉2～3葉期のキュウリに筆で払い落として行なった。薬剤は接種5日後にガラススプレーを用いて1.3ml/100cm<sup>2</sup>の割合で散布した。調査は、薬剤散布1日後および2日後に子葉を切り取り、50mlの三角フラスコ内に6枚を入れ、蒸留水10mlを加用し、十分振とうしたのち、Thoma血球計算器を用いて分生孢子数を測定した。測定後葉面積計（林電工社製 AAM-7型）を用いて子葉の葉面積を各処理区ごとに測定し、1cm<sup>2</sup>当りの分生孢子数を算出した。

### 第2項 実験結果

接種5日後に蒸留水および精製マシン油乳剤を散布し、その1日後および2日後に新たに形成された分生孢子の数を測定し、その結果を表. 5-4に示した。

蒸留水を散布した場合の分生孢子数は、1日後に比べると2日後の方がやや多かったが4000～6000個/cm<sup>2</sup>形成された。これに対し、本剤10000ppm液を散布した場合は、1日後および2日後ともほぼ同程度の分生孢子形成が観察されたが、その数は極端に少なく分生孢子形成を顕著に抑制した。本剤の散布は、対照の蒸留水散布に比べ分生孢子形成を1日後で96.3%，2日後で97.2%それぞれ阻害した。また、蒸留水散布の場合は2日後の分生孢子形成量は1日後に比べて増加していたのに対し、本剤を散布した場合には、1日後と2日後の分生孢子形成量に明らかな差は認められなかった。

## 第5節 子のう殻形成におよぼす影響

キュウリうどんこ病菌の子のう殻は、ごくまれにしか形成されないので、本項では子のう殻形成が比較的容易に認められるナシうどんこ病菌を供試して実験を行なった。

### 第1項 実験材料および実験方法

ナシ（長十郎）の成木を用いた。子のう殻形成前のナシ成木に、精製マシン油乳剤の10000ppm, 5000ppm, 2500ppm液を肩掛け噴霧器を用いて7日間隔で2回散布（1区 1枝, 3連制）し、2回目散布の7日後に1区40葉について子のう殻の形成程度および形成葉率を調査した。なお、子のう殻の形成程度は、表. 5-5の欄外に示したように、0~3の4段階で調査して百分率で表した。

### 第2項 実験結果

実験結果は、表. 5-5に示した。

対照としての蒸留水散布の場合は、1葉当り50個以上の子のう殻を形成している葉が50%近くも認められ、子のう殻の形成程度は98.3%であった。これに対し本剤を散布した場合の子のう殻形成葉率は、本剤の濃度が高いほど少なかった。特に、10000ppm液を散布した区では、対照の蒸留水散布に比べて子のう殻形成程度は90%以上抑制され、しかも子のう殻の形成が認められた葉でも、その形成数は明瞭に少なかった。

## 第6節 分生孢子離脱におよぼす影響

### 第1項 実験材料および方法

実験は第5章, 第1節, 第1項に準じて行なった。接種6日後に形成された病斑部を、コルクボーラー（φ12mm）で切り取り、湿室にしたペトリ皿内に静置した。1日後、分生孢子が病斑部からできるだけ飛散しないようガラススプレーの噴口を上

にむけ薬液を葉片に落下させて散布した。なお、薬剤散布は $1.3\text{ ml}/100\text{ cm}^2$ の割合で行なった。散布後は、ペトリ皿のふたを開けたまま室温に保持した。24時間後に葉片をスライドグラス上3cmの距離に保ち、葉片を指先で軽く30回たたき、分生胞子の離脱を図った。その後、顕微鏡(50倍)下で、1葉片当り30視野について離脱した分生胞子を測定した。薬剤処理区と蒸留水散布区との分生胞子離脱数を比較し、薬剤による離脱阻害率を算出した。なお、各区で供試した葉片は6枚で分生胞子離脱数は平均値で示した。

## 第2項 実験結果

実験結果は表、5-6に示した。

分生胞子の離脱数は、顕微鏡下で、1葉片当り30視野で測定した分生胞子の総数で示した。

蒸留水散布の場合の離脱分生胞子は225.5個で、無散布の場合の離脱分生胞子278.8個に比べると19.1%少なかった。本剤10000ppm液を散布した場合の離脱分生胞子は31.0個であり、無散布に比べ88.9%，蒸留水散布に比べると86.3%の阻害率であり、本剤の分生胞子離脱抑制効果は顕著に認められた。

## 第7節 分生胞子の病原性におよぼす影響

### 第1項 実験材料および実験方法

実験は第5章、第6節に準じて行なった。薬剤散布24時間後にペトリ皿から葉片を取り出し、うどんこ病の発生していないキュウリ子葉上に3cmの距離から指先で30回軽くたたいて接種した。接種7日後に子葉上のうどんこ病の発病を第2章、第1節、第2項に示した発病程度に従って調査し、病斑面積率を算出した。

## 第2項 実験結果

実験結果は、表. 5-7に示したように無散布区の病斑面積率は33.3%であり、蒸留水散布区の病斑面積率は26.7%であった。これらに対し、本剤10000ppm液を散布した場合の病斑面積率は1.7%であった。本剤の散布により、無散布に比べ94.9%、蒸留水散布に比べ93.6%の発病抑制が認められ、うどんこ病菌分生胞子の病原性が著しく低下していることが明らかになった。

## 第8節 考察

キュウリうどんこ病菌におよぼす水の影響についての報告は多く、降雨により分生胞子の形成量は抑制され（遠藤 1977）、キュウリの葉表面が水でぬれると一部の菌叢は消失することが明らかにされている（我孫子, 1976、遠藤, 1977）。

本菌におよぼす水散布の影響は、本実験で行なった分生胞子発芽、菌糸伸長および分生胞子形成の結果でも明瞭に認められた。すなわち、蒸留水散布を行なった場合は、無散布に比べて分生胞子の発芽は6.5%, 菌糸伸長は17.9%, 分生胞子形成は19.1%それぞれ抑制された。このように、キュウリうどんこ病菌は他の植物病原菌に比較して水散布の影響を強くうけるが、その理由として本菌はその生活環のほとんどを表皮細胞上に露出しているため水や薬剤などの影響を受けやすいものと考えられる。

精製マシン油乳剤は、各種作物のうどんこ病に対して高い防除効果があるが、予防的に散布するよりも治療的に散布する方が、高い防除効果を示すことはすでに明らかにされている（大塚ら 1988 a）。

本章では、キュウリうどんこ病菌の各生育過程における精製マシン油乳剤の影響を検討した。その結果、本剤の阻害作用が顕著に認められるのは、うどんこ病菌を接種した後に散布した場合であることがわかった。特に、接種後散布の場合、分生胞子の発芽および分生胞子形成におよぼす本剤の作用が顕著であった。本剤の10000 ppm液を散布した場合には分生胞子の発芽はまったく観察されなかった。本剤の発芽抑制作用のつぎに顕著な阻害作用がみられたのは、分生胞子形成、子のう殻形成および分生胞子離脱に対してである。分生胞子形成は96.3%, 子のう殻形成は88.1%阻害され、分生胞子の離脱も88.9%阻止された。また、キュウリの病斑部に形成された分生胞子に本剤を散布しその分生胞子をキュウリに接種すると、病

斑形成は極めて少なかった。このことは、病斑上に形成される分生孢子数が、極端に少なくなり、同時に分生孢子的多くが死滅したか、または病原力を示さなかったことによるものと考えられる。このような、薬剤散布による分生孢子離脱阻害作用や病原力阻害作用の例は、大豆レシチンをキュウリうどんこ病に散布した場合にも観察され (Hommaら 1977)、Hommaら (1977) は分生孢子的周囲に形成される大豆レシチンの被膜による作用であるとしている。精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病菌におよぼす作用についてさらに詳細な検討が必要であると考えられる。

遠藤 (1977) は、キュウリうどんこ病の伝染環における子のう殻の役割の重要性を指摘している。予備実験の結果、キュウリうどんこ病菌の子のう殻形成はきわめて少なかったので本実験では、ナシうどんこ病菌の子のう殻形成に対する精製マシン油乳剤の影響について検討したところ、子のう殻形成が顕著に抑制されることが認められた。上記のように、本剤は宿主侵入時を除くうどんこ病菌のすべての生育過程で明らかな抑制作用を示し、その結果うどんこ病に顕著な防除効果を発現するものと考えられる。

表. 5-1 精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病菌  
分生孢子発芽におよぼす影響

供試薬剤	濃度 (ppm)	発芽率 (%) <sup>1)</sup>	
		接種1日前 薬剤散布	接種直後 薬剤散布
精製マシン油 乳剤	10000	16.1 (48.6) <sup>2)</sup>	0.0 (100.0) <sup>2)</sup>
蒸留水	-	31.3	24.8

1) : 接種24時間後に測定した。

2) : 蒸留水散布に対する阻害率を示す。

表. 5-2 精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病菌  
菌糸伸長におよぼす影響

供試薬剤	濃度 (ppm)	菌糸長 (mm) <sup>1)</sup>	
		接種前 薬剤散布	接種直後 薬剤散布
精製マシン油 乳剤	10000	0.22 (21.1) <sup>2)</sup>	0.0 (100.0)
蒸留水	-	0.28	0.23

1) : 接種24時間後調査

2) : 蒸留水散布に対する阻害率を示す。

表. 5-3 精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病菌  
宿主侵入におよぼす影響

供試薬剤	濃度 (ppm)	1分生孢子当り 侵入部位形成数 (個) <sup>1)</sup>	同左阻害率 (%)
精製マシン油 乳剤	10000	1.18	4.8
蒸留水	-	1.24	-

1) : 接種24時間後に測定した。

表. 5-4 精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病菌  
分生孢子形成におよぼす影響

供試薬剤	濃度 (ppm)	分生孢子形成数 (個/cm <sup>2</sup> )	
		薬剤散布1日後	薬剤散布2日後
精製マシン油 乳剤	10000	0.16 × 10 <sup>3</sup> (96.3) <sup>1)</sup>	0.17 × 10 <sup>3</sup> (97.2) <sup>1)</sup>
蒸留水	-	4.31 × 10 <sup>3</sup>	6.12 × 10 <sup>3</sup>

1) : 蒸留水散布に対する阻害率を示す。

表. 5-5 精製マシン油乳剤のナシうどんこ病菌  
子のう殻形成におよぼす影響

供試薬剤	濃度 (ppm)	子のう殻形成 葉率 (%)	子のう殻形成 程度 (%) <sup>1)</sup>	同左 阻害率 (%)
精製マシン油 乳剤	10000	11.7	4.5	94.1
	5000	49.2	17.8	76.7
	2500	63.3	25.6	66.5
蒸留水	-	98.3	76.4	-

$$1): \text{子のう殻形成程度} = \frac{3n_3 + 2n_2 + 1n_1 + 0n_0}{3N} \times 100$$

n<sub>0</sub>: 子のう殻形成が認められない, n<sub>1</sub>: 1葉あたり1-9個, n<sub>2</sub>:  
1葉あたり10-49個, n<sub>3</sub>: 1葉あたり50個以上

表. 5-6 精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病菌  
分生孢子離脱におよぼす影響

供試薬剤	濃度 (ppm)	分生孢子 離脱数 (個)	同左 阻害率 (%)
精製マシン油 乳剤	10000	31.0	88.9
蒸留水	-	225.5	19.1
無散布	-	278.8	0.0

表. 5-7 精製マシン油乳剤のキュウリうどんこ病菌  
分生孢子の病原性におよぼす影響

供試薬剤	濃度 (ppm)	病斑 面積率 (%)	同左 阻害率 (%)
精製マシン油 乳剤	10000	1.7	94.9
蒸留水	-	26.7	19.8
無散布	-	33.3	0.0

図. 5-1 キュウリうどんこ病菌の分生孢子発芽の状態。  
キュウリ子葉に接種して1日後。  
(光学顕微鏡 80倍)

図. 5-2 キュウリうどんこ病菌の分生孢子発芽および侵入部位。  
キュウリ子葉に侵入した部位で観察される蛍光(矢印)。  
(光学顕微鏡 66倍)



图. 5-1

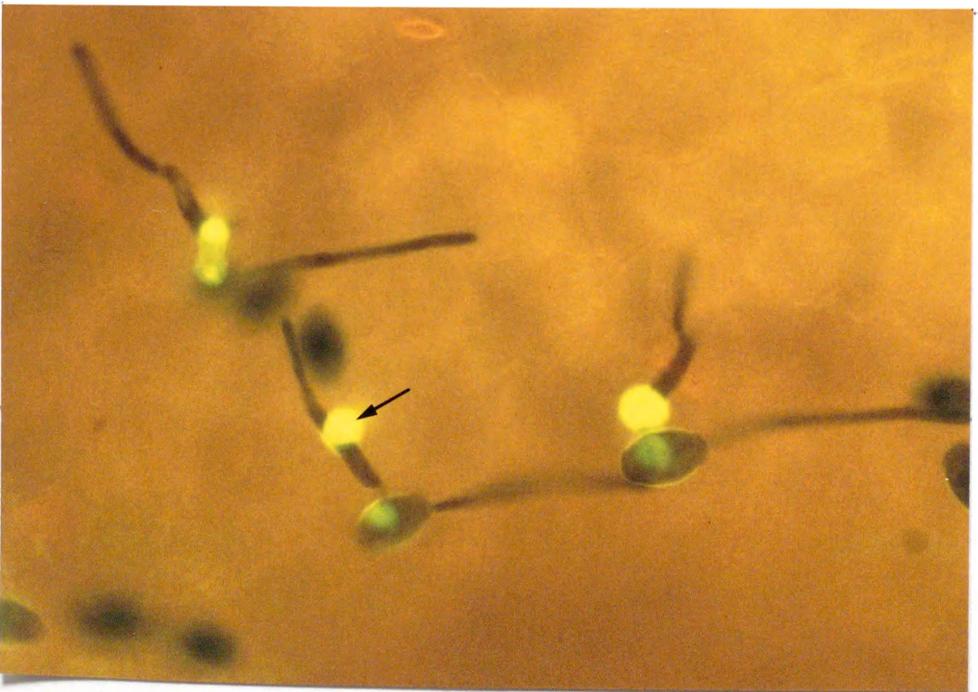


图. 5-2