

Ⅲ 壺状菌防除対策試験

壺状菌の防除対策としては

(A) 管理操作による方法

(B) 耐病性の強い品種の選択

(C) 化学・物理療法

等が考えられるが(A)については右田²⁾は室内実験で干出の多少によって寄生率に差はみられず長時間干出しても強い抵抗性を示すことを報告している。さらに当水試の漁場実験¹⁾でもノリ網の高吊りにより、壺状菌の寄生率は低い傾向を示すが、壺状菌を死滅させることはできず、今回のところ漁場で壺状菌寄生網を通常の管理操作で防除することは不可能と考えられる。(B)については当水産試験場¹²⁾や福岡県有明水産試験場の試験結果⁸⁾からミドリ芽やおおばグリーン種が壺状菌に対して耐病性が強いとされている。当海域の場合では商品性に問題がみられている。従って何んらかの化学療法・物理療法による防除技術の開発を図る必要がある。

そこで、壺状菌の防除対策試験として、pH、紫外線、農薬が壺状菌に与える影響について試験を行ない、その可能性について検討した。

1. pHの変化が壺状菌、菌体の生長・成熟に及ぼす影響

壺状菌、菌体の生長、成熟に及ぼすpHの影響について基礎試験を行なった。

方 法

○ pHの区分

海水にクエン酸ソーダと苛性ソーダを加えて、100ccのビーカーにpH2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 8.0, 10.0, 11.0の海水を作成した。pHは変化するのでその都度調整した。

○ 菌体の浸漬時間

短時間試験区：1～6時間までは1時間間隔で6区分。

長時間試験区：12～78時間まで6時間間隔で12区分。

○ 観察方法

遊走子液で感染させたノリ葉体(約1cm²)をpH区分ごとに所定時間浸漬後、直ちに3枚ずつ取りあげ、染色検鏡し、生長・成熟の状況を観察した。

但し、短時間試験区は菌体が小さく測定が困難なので、所定時間浸漬後、普通海水(15℃, 16.5‰)に戻し、試験開始から42時間後に染色検鏡した。

結果および考察

pH区分別の壺状菌の生長については図-43、成熟については図-44に示す。

まず、壺状菌、菌体の生長については、pH 8.0の海水を対照とみて、pH 5, 10, 10.5, 11を比較してみると、ノリ葉体内における菌体の成熟時の大きさを11μmとすると、pH 8.0では、その大きさに36時間で到達している。これに対して、pH 10では、対照と比較すると生長は遅く、42時間後に10μmに達しているが、それ以上の生長はみられなかった。また、pH 5, 10.5, 11では、ともに類似した生長曲線を示しており、極端に生長が悪く、pH 10.5

では 48 時間後でも $8.8 \mu m$ の生長しかみられなかった。
 pH 2, 3, 4 の 12 時間後の観察では、ノリ細胞が枯死し、菌体も確認されなかったので壺状菌感染葉体の浸漬時間を短くして試験を行なった。結果は表-16 に示す。

pH 2 の海水で 1 時間浸漬したものは、42 時間後にはノリ細胞は白色化し枯死していた。菌体はよく染色されたが長径は $8.3 \mu m$ と小さく、顆粒は形成されず、放出細胞もみられなかった。pH 3 で 1 時間浸漬したものは、ノリ細胞の約 30 ~ 50 % が白色化しているが、菌体は $10.6 \mu m$ に生長し、放出細胞は 60 % の割合でみられ、新たな壺状菌の感染も認められた。2 時間浸漬したものは約 95 % のノリ細胞が枯死したが、残りの生細胞には壺状菌の寄生がみられた。それには、ほとんど菌体が顆粒を形成しているが、遊走子を放出した菌体はまだ認められなかった。

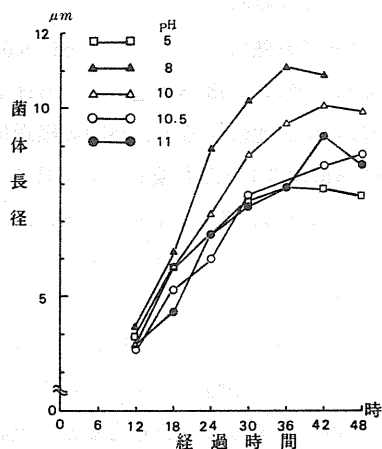


図-43 pHが壺状菌の生長に及ぼす影響

表-16 pH 2, 3, 4 海水の短時間処理による壺状菌の変化

浸漬時間 項目 pH	1 時間		3		4		5		6	
	菌体の長径	放出細胞の割合	菌体の長径	放出細胞の割合	菌体の長径	放出細胞の割合	菌体の長径	放出細胞の割合	菌体の長径	放出細胞の割合
2	$8.3 \mu m$	0 %							9.5	0
3	10.6	60								
4			11.2	79	10.9	75	10.8	68	10.0	59

pH 2 の海水で 1 時間浸漬したものは、42 時間後にはノリ細胞は白色化し枯死していた。菌体はよく染色されたが、長径は $8.3 \mu m$ と小さく、顆粒は形成されず、放出細胞もみられなかった。pH 3 で 1 時間浸漬したものはノリ細胞の約 30 ~ 50 % が白色化しているが、菌体は $10.6 \mu m$ に生長し、放出細胞は 60 % の割合でみられ、新たな壺状菌の感染も認められた。2 時間浸漬したものは約 95 % のノリ細胞が枯死したが、残りの生細胞には壺状菌の寄生がみられた。それには、ほとんどの菌体が顆粒を形成しているが、遊走子を放出した菌体はまだ認められなかった。

pH 4 の海水で、3 時間浸漬したものは、菌体は $11.2 \mu m$ に生長し、遊走子をした放出細胞も 79 % みられたが、それ以上に浸漬時間が長くなると生長が

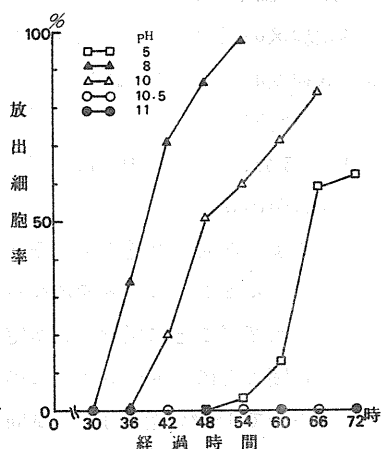


図-44 pHが壺状菌の成熟に及ぼす影響

遅れ、成熟細胞も少なくなる傾向がみられた。

つぎに成熟についてみると pH 8.0 の海水では、放出細胞率は感染後 36 時間目では 34%，54 時間後には 98% に達した。pH 10.0 では 36 時間後から放出がはじまり、その後の放出傾向は対照と比較すると、時間の経過につれて遊走子の放出は緩慢であり、48 時間後で 51%，84% には 66 時間も要した。pH 5.0 では 54 時間後になって、やっと放出がはじまり、66 時間後で 59%，72 時間後でも 62% と少なかった。pH 10.5，11 では大半の細胞は死滅するもの若干生き残った細胞に寄生した菌体についてみると顆粒は形成されず、遊走子放出細胞はみられなかった。

以上の結果から、対照区以外の各試験区ともかなりのノリ細胞の枯死をとまなっており、また残りの生細胞でも活性が弱くなっていることも推測されることから前述のように壺状菌が活物寄生であることを考えると、上記の結果についてはかなりの問題があり、今後とも詳細な検討を加える必要がある。

2. 紫外線が壺状菌の生長・成熟に及ぼす影響

壺状菌感染ノリ葉体を、直射光線下と近紫外線除去フィルムで乾燥させた場合、壺状菌の生存率は後者において高く、紫外線の殺菌効果が推定されることを前述した。そこで紫外線照度や照射時間の違いが壺状菌遊走子と感染初期菌体におよぼす影響を明らかにし、実用化技術の開発を図るために以下の試験を実施した。

1) 紫外線が壺状菌の生長・成熟に及ぼす影響

方 法

○紫外線

紫外線ランプ 15 W (波長 250nm) を使用した。

○照度区分

20 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，70 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，330 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，対照区 (紫外線を照射しない)。

各試験区の照度は、紫外線ランプからの距離によって調節した。なお、紫外線照度の測定は紫外線強度計 (UVR-254 型，東京光学機械 KK) により行なった。

○照射時間

0，15 分，30 分，45 分，1 時間，2 時間，3 時間

○壺状菌の観察

常法により作成した遊走子液 50ml を入れたテルモシャーレ (90 ϕ × 20mm) 3 個を各照度区ごとに配置し、所定の照射時間ごとにシャーレからピペットを用いて 15ml の遊走子液を試験管に移した。さらに、この試験管にはノリ葉体 (約 1 cm^2) 2 枚を投入し水温 15 $^{\circ}\text{C}$ で 42 時間培養後、壺状菌

表-17 紫外線照度の違いによる壺状菌寄生数の変化 (遊走子)

照射時間 \ 紫外線照度	対 照	20 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	70 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	330 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
0	17,370個					
15 分	12,820	705	5	0.5	0	0
30	8,153	63	0	0	0	0
45	6,109	28	0	0	0	0
1 時間	6,594	62	4	0	0	0
2	1,986	16	2	0	0	0
3	268	0	0	0	0	0

(ノリ葉体 1 cm^2 当り)

寄生数を調べた。

結 果

紫外線照度の違いによる照射時間ごとの壺状菌寄生数の変化については表-17に示す。対照区は試験開始時には17,370個の壺状菌の寄生がみられているが、15分後に12,820個と試験開始時の74%に減少している。その後、寄生数は、1時間後まではゆるやかに減少しているが、3時間後には試験開始時の1.5%に急減した。これに対して20 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は、15分後に705個と対照区の5.5%に急減している。30分後には63個に減少し、その後、2時間後では横這いを示しているが対照区と比較すると寄生数は1%弱と極端に少なく、紫外線の影響が強くあらわれている。50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は、15分後にわずか5個、1時間後に4個、2時間後に2個みられたのみであった。また、70 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区でも15分後にわずかに0.5個みられたのみであった。

100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区、330 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区では、壺状菌の寄生は全く認められなかった。

2) 紫外線が壺状菌菌体に及ぼす影響

(1) 紫外線低照度が感染初期菌体に及ぼす影響

方 法

○紫外線

前項と同じ

○紫外線照度

前項と同じ

○照射時間

0, 15分, 30分, 1時間, 1時間30分, 2時間

○壺状菌の観察

常法により作成した感染初期ノリ葉体(約1 cm^2)18枚宛を、各照度区分ごとに海水を含ませた濾紙に張り付け、所定の照射時ごとに供試ノリ葉体3枚宛をとりあげて0.16.5%の無菌海水を入れた試験管に移し、恒温室(15°C)で42時間培養後、壺状菌寄生数を調べた。

結 果

紫外線照度の違いによる照射時間ごとの壺状菌寄生数の変化については表-18に示す。

対照区における壺状菌寄生数は、試験開始時から試験終了の2時間までは1,893個~1,545個の範囲で推移し、顕著な変化はみられていない。20 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区では15分後に208個、30分後に249個とあまり変化はみられ

ていないが、1時間後になると6個に急減し、2時間後には寄生はみられなくなった。

50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は、15分後に28個、30分後に8個の寄生がみられたが、2時間後になるとみら

表-18 紫外線照度の違いによる壺状菌寄生数の変化(感染初期菌体)

紫外線 照射 時間	対 照	20 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	70 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	330 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
0	1,893個					
15分	1,791	208	28	39	1	0
30分	1,572	249	8	0	0	0
1時間	1,601	6	0	0	0	0
1時間30分	1,598	9	1	0	0	0
2時間	1,545	0	0	0	0	0

(ノリ葉体1 cm^2 当り)

れなくなった。70 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は、15分後に39個、また、100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は15分後にわずか1個の寄生がみられたのみであった。330 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は、各照射時間ともに寄生は全くみられなかった。

(2) 紫外線高照度が成長段階別菌体に及ぼす影響

壺状菌に対する紫外線照射効果の判定については、生育段階別に次のような方法で行なった。

○感染初期菌体

紫外線照射後15°C、16.5%の海水で42時間培養し、核染色法により菌体を検鏡計数し対照と比較した。

○生長期菌体

紫外線照射後15°C、16.5%の海水で48時間培養し、核染色法により菌体の生長と成熟の状況を観察し、生長の停止がみられ、遊走子放出がみられない菌体を枯死とした。

○成熟期菌体

生長はほぼピークに達しており、生長による生死の判定は不可能であるため紫外線照射後15°Cで24時間培養し、核染色法により菌体の成熟状況を観察し、遊走子放出がみられない菌体を枯死とした。

なお、補足的に各区分ごとに非感染ノリ葉体を投入して48時間後における壺状菌の感染の有無について調査した。

(a) 感染初期菌体に対する照射効果

方 法

○紫外線

紫外線ランプ15W（波長250nm）を使用した。

○紫外線照度

500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、2000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、対照区（紫外線を照射しない）

各試験区の照度は紫外線ランプからの距離によって調節した。なお、紫外線照度の測定は紫外線強度計（UVR-254型、東京光学機械KK）により行なった。

○照射時間

15秒、30秒、45秒、60秒

○壺状菌の観察

常法により作成した初期感染葉体（約1 cm^2 ）を、海水を含ませた濾紙に張り付け、各照度区分ごとに供試ノリ葉体を3枚宛、所定の時間ごとにとりあげ、Cl 16.5%の殺菌海水を入れた試験管に移し、恒温室（15°C）で42時間培養後、壺状菌寄生数を調べた。

結 果

紫外線照度の違いによる照度時間ごとの壺状菌寄生数の変化については表-19に示す。

表-19 紫外線照度別・照射時間ごとの壺状菌寄生数の変化

（感染初期菌体）

照射時間 照度	15秒	30秒	45秒	60秒
対 照	65,000	65,000	65,000	65,000
500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	1,053	125	48	0
1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	0	0	0	0
2000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	0	0	0	0

500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区では 15秒後には 1053 個と対照区の 1.6%に急減し、60 秒後には認められなかった。つぎに 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, 2000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区ではいずれも 15 秒後には壺状菌の寄生は全く認められなかった。

以上のように紫外線は壺状菌に対して強い殺菌作用を示した。

(b) 生長期菌体に対する照射効果

方 法

- 紫外線
前項と同じ
- 紫外線照度
前項と同じ
- 照射時間

15 秒, 30 秒, 45 秒, 1 分, 2 分, 3 分

- 壺状菌の観察

常法により作成した生長期菌体(約 1 cm^2)を, 海水を含ませた濾紙に張り付け, 各照度区分ごとの供試ノリ葉体 3 枚宛, 所定の照射時間ごとにとりあげ, Cl 1 6.5%の殺菌 海水を入れた試験管に移し, 紫外線照射 24時間後(感染後 48 時間目)と 48時間後(感染後 72 時間目)における菌体の生長・成熟の状況を観察した。

また, 紫外線照射後の壺状菌の生死を判定するために, 各区分ごとに非感染のノリ葉体 1 枚を投入して 48 時間目に壺状菌の感染の有無について調査した。

結 果

紫外線照射 24 時間, 48 時間後における菌体の生長・成熟の状況については図-45, 壺状菌の感染試験については表-20 に示す。

(イ) 500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区

まず生長についてみると, 紫外線照射 24 時間後には対照区の 11.1 μm に比べ 15 秒, 30 秒照射区ではそれぞれ 10.9 μm , 10.7 μm とほぼ類似した生長を示した。

これに対して, 45 秒以上の照射区では生長の抑制がみられ, 特に 3 分照射区では 7.2 μm と生長が停止している。しかし, 48 時間後の観察では 3 分照射区を除く各照射区とも若干の生長が認められた。

つぎに, 成熟についてみると, 紫外線照射 24 時間後には, 放出細胞率は対照区で 2% の値を示したが, 他の照射区では放出した細

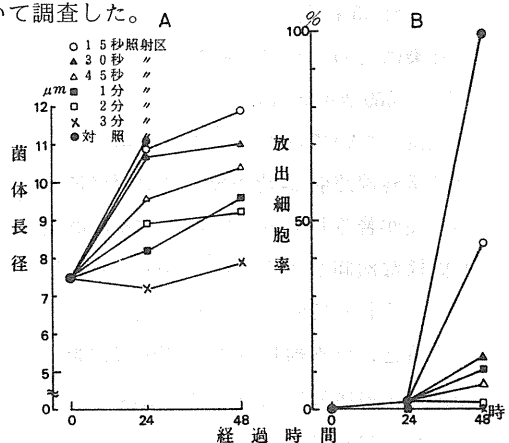


図-45 紫外線が壺状菌の生長(A), 成熟(B)に及ぼす影響 (500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$)

表-20 紫外線照射後の壺状菌の感染

照射 照度	照射 時間	照射時間					
		15 秒	30	45	1分	2	3
対 照		+++	+++	+++	+++	+++	+++
500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$		+++	+	++	+	±	-
1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$		+++	+	-	-	-	-
2000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$		±	-	-	-	-	-

胞は認められなかった。

その後、紫外線照射 48 時間後には対照区で放出細胞率は 99% に達したが、15 秒照射区では 44% と対照区の約 1/2 の値を示した。30 秒以上の照射区では放出細胞率は極端に少なく、紫外線の影響が強くあらわれた。また、3 分照射区では非感染ノリ葉体には感染が認められなかった。

(ロ) 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区

生長についてみると図-46 に示すように紫外線照射 24 時間後には対照区の 11.3 μm に比べて 15 秒照射区では 9.2 μm 、30 秒照射区では 8.6 μm と生長の抑制がみられ、特に 1 分以上の照射区では顕著であった。その後、48 時間後になると 15 秒照射区では 11.4 μm と生長を示したが 30 秒、45 秒照射区は逆に縮少している。

つぎに成熟についてみると、48 時間後には放出細胞率は対照区の 94% に比べ、15 秒照射区では 11% と極端に少なく、30 秒照射区でわずか 1% であった。45 秒照射区では放出した細胞は認められなかった。また 45 秒以上の照射区では壺状菌の感染は認められなかった。

(ハ) 2000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区

生長についてみると、図-47 に示すように紫外線照射 24 時間後には対照区に比べ生長が著しく劣っており、48 時間後も同様な傾向が認められ紫外線の影響が強くあらわれている。つぎに成熟についてみると、紫外線照射 48 時間後には 30 秒以上の照射区では放出した細胞は全く認められなかった。

以上のように紫外線照射後の放出細胞率、また非感染ノリ葉体を用いての感染試験の結果から紫外線照度 500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ では 3 分、1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ では 45 秒、2000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ では 30 秒の照射で非感染葉体に対する感染が認められなくなることから、壺状菌菌体は死滅するものと考えられる。

(c) 成熟期菌体に対する照射効果

方 法

- 紫外線

前項と同じ

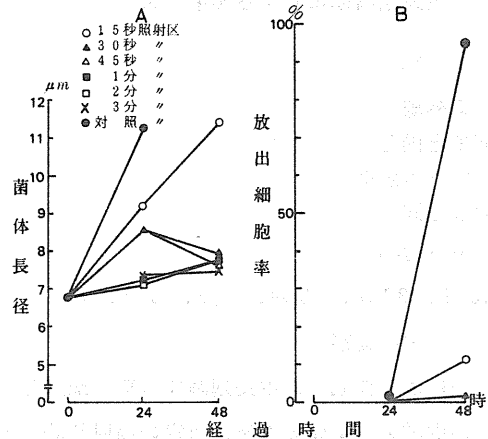


図-46 紫外線が壺状菌の生長(A),成熟(B)に及ぼす影響 (1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$)

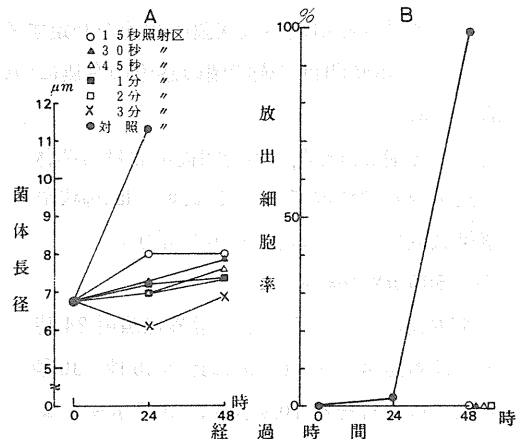


図-47 紫外線が壺状菌の生長(A),成熟(B)に及ぼす影響 (2000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$)

◦紫外線照度

前項と同じ

◦照射時間

15秒, 30秒, 45秒, 1分, 2分, 3分

◦壺状菌の観察

常法により作成した成熟期菌体(約1cm²)を海水を含ませた濾紙に張り付け、各照度区分ごとの供試ノリ葉体3枚宛、所定の照射時間ごとにとりあげ、Cl 16.5%の無菌海水を入れた試験管に移し、紫外線照射24時間後(感染後72時間目)における菌体の成熟の状況を観察した。

また、紫外線照射後の壺状菌の生死を判定するために、各区分ごとに非感染のノリ葉体1枚を投入して48時間目に壺状菌の感染の有無について調査した。

結 果

各区分ごとの紫外線照射24時間後における菌体の成熟状況については表-21、また壺状菌の感染試験については表-22に示す。

(イ) 500 μW/cm²区

紫外線照射24時間後には放出細胞率は対照区で100%に達したが、15秒照射区では73%と少なく、その後30秒、45秒照射区では60%を示し、1分照射区では7%と急激に減少し、2分以上の照射区では放出した細胞は認められていない。また1分以上の照射区では非感染葉体に壺状菌の感染がみられなかった。ただ、1分照射区で放出細胞率が7%みられるものの、壺状菌の感染がみられなかったのは放出された遊走子の感染能力が紫外線照射により弱くなっていることも考えられる。

(ロ) 1000 μW/cm²区

紫外線照射24時間後には放出細胞率は15秒照射区では19%の値を示すが、30秒以上の照射区では放出細胞は認められなかった。また壺状菌の感染は15秒照射区でわずかにみられたのみであった。

さらに紫外線照度2000 μW/cm²では全照射区とも放出した細胞は認められなかった。また、壺状菌の感染もみられなかった。

以上の結果から紫外線照度500 μW/cm²では2分、1000 μW/cm²では30秒、2000 μW/cm²では15秒の照射で壺状菌菌体は死滅するものと思われる。

(3) 紫外線がノリ葉体に及ぼす影響

紫外線は殺菌作用がある反面、長時間照射するとノリ細胞が障害を受け死細胞が増加することが明らかにされている¹²⁾。そこで20~330 μW/cm²の低照度下と、500~2000 μW/cm²の高照度下におけるノリ葉体の障害度の変化について調査した。

表-21 紫外線が壺状菌の成熟に及ぼす影響

照射時間 照度	15秒	30	45	1分	2	3
対 照	100%	100	100	100	100	100
500 μW/cm ²	73%	60	62	7	0	0
1000 μW/cm ²	19%	0	0	0	0	0
2000 μW/cm ²	0%	0	0	0	0	0

表-22 紫外線照射後の壺状菌の感染

照射時間 照度	15秒	30	45	1分	2	3
対 照	++	++	++	++	++	++
500 μW/cm ²	++	+	+	-	-	-
1000 μW/cm ²	±	-	-	-	-	-
2000 μW/cm ²	-	-	-	-	-	-

表-23 紫外線照射による赤色死細胞の変化

紫外線照度 照射時間	20 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	70 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	330 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
15分	赤色死細胞は みられない	みられない	みられない	ノリ葉体3枚中 2枚が赤変した。 (他の1枚は稀)	ノリ葉体3枚中 1枚が赤変した。 (他の2枚は散在)
30分	同上	稀にみられる	散在してみられ る	ノリ葉体3枚中 2枚が赤変した。	ノリ葉体が赤変し た。 (葉体の約70% が赤色死細胞)
1時間	稀にみられる	同上	同上	ノリ葉体が赤変 した。 (葉体の約90% が赤色死細胞)	(葉体の約90% が赤色死細胞)
1時間30分	同上	散在してみら れる	ノリ葉体が赤変 した。 (葉体の約30% が赤色死細胞)		(葉体の100%が 赤色死細胞)
2時間	約10%に増加 した	約10%に増 加した	ノリ葉体が赤変 した。 (葉体の約60% が赤色死細胞)		

(a) 紫外線低照度がノリ葉体に及ぼす影響

表-23から照度区分別・照射時間別にノリ葉体の障害度をみると、20 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は1時間後に赤色死細胞が稀にみられはじめ、2時間後になると葉体面積の約10%に増加した。50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は30分後に稀にみられはじめ、2時間後になると約20%に増加した。70 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は30分後に赤色死細胞が散在してみられ、1時間30分後になるとノリ葉体の全面が赤変した。100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は15分後にノリ葉体3枚中2枚が全面にわたって赤変し、1時間後には3枚とも赤変した。330 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区は30分後に3枚とも赤変した。

(b) 紫外線高照度がノリ葉体に及ぼす影響

紫外線照度の違いによる照射時間ごとの障害度の変化については図-48に示す。障害度の表示は紫外線照射2日後にノリ葉体3枚の任意の10ヶ所を鏡検して一視野(40×20)における正常細胞と枯死細胞を数え、枯死細胞の全細胞に対する障害度(%)で表わした。500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区では1分間の照射までは変化はみられないが、その後2分間の照射では障害度は3%の値を示し、5分間照射では10%に増加した。1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区では500 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区とはほぼ類似した傾向を示すが、5分間の照射では細胞間隙が広くなると共に障害度も急速に高まり約30%に達し、12分間の照射ではノリ葉体全面が赤変した。2000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 区では1分間の照射ではあまり変化はみられないが、その後、枯死細胞は増加し、2分間の照射では7%の値を示し、5分間の照射では50%に達した。

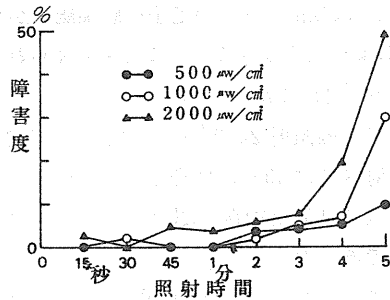


図-48 紫外線照射によるノリ細胞の障害度

考 察

紫外線が壺状菌に及ぼす影響において紫外線照度 $50 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ (6月上旬の晴天時実測値)では遊走子は15分、初期菌体については30分の照射で死滅することを明らかにした。一方、紫外線は殺菌作用があると同時に長時間照射すると、ノリ芽、葉体に障害を与えるといわれている。¹²⁾

この実験では処理時間の短縮化を図るためにさらに照度を強くし、照射時間を短かくして生育段階別の菌体に及ぼす影響について比較検討した。その結果、感染初期菌体は $500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で60秒、 $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、 $2000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で15秒の照射で死滅した。

つぎに、生長期における菌体は $500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で3分、 $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で45秒、 $2000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で30秒、また感染後48時間目の菌体は $500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で2分、 $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で30秒、 $2000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ では15秒の照射で死滅した。

以上のように壺状菌は生育段階によって、紫外線に対する抵抗性が幾らかずつ違うことを示している。即ち、紫外線に対する抵抗性を比較すると遊走子<感染直後の菌体<成熟期の菌体<生長期の菌体という序列が考えられる。

紫外線を実際に防除対策として使用する場合には下記の2項目が考えられる。

(イ) 壺状菌が幼葉期に寄生した場合は冷凍入庫時に紫外線を照射する。

(ロ) 壺状菌の寄生したノリ原藻からフリー糸状体を作製する場合に紫外線を照射する。

ところで紫外線照度が強くなると、短時間でノリに対する障害度も大きくなるので、照射時間については十分な注意が必要で、この点を考慮して $500 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で3分、 $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で45秒、 $2000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ で30秒の照射が一応の目安と考えてよいと思われる。

3. 各種農薬の壺状菌に対する殺菌効果

1) 農薬による壺状菌の防除について…………… (その1)

農薬として用いられている7種類の殺菌剤を用い、壺状菌に対する効果について以下の試験を行った。

方 法

○ 農薬の種類

エクロメゾール剤、キノキサリン系剤、TPN剤、ベノミル剤、チオファネートメチル・マンネブ混合剤、ピンクロズリン系剤、ヒドロキシイソキサゾール剤

○ 濃度区分

25, 50, 100 ppmの3区分

○殺菌効果の判定

常法により作成した感染初期菌体 2 枚ずつを各濃度区で 24 時間培養後それぞれとりあげ、WITTMAN の核染色法により固定後染色し、菌体の長径を測定した。同時に各濃度区分におけるノリ葉体の障害の程度についても観察した。なお培養は恒温室で行い、培養条件は水温 15℃ cℓ 16.5% , 照度 4000 lux とした。

結 果

各濃度の各濃度区に処理した結果を表 24 に示した。TPN 剤, ベノミル剤, ピンクロゾリン系剤, ヒドロキシソキサゾール剤の 4 種類では、いずれも壺状菌の長径は 4.1 μm 以上と対照に比べ、生長に大差はみられず、当該濃度での殺菌効果は少ないと考えられる。しかし、キノキサリン系剤, チオファネートメチル・マンネブ混合剤の各濃度区では、壺状菌の菌体を確認できず効果があると思われた。

ノリ葉体に与える影響については表 25 に示すようにエクロメゾール剤の 50, 100ppm 区, チオファネートメチル・マンネブ混合剤, ヒドロキシソキサゾール剤の 100ppm 区で葉体が赤変する障害がみられた。他の農薬による障害はなかった。

以上の結果から壺状菌に対する殺菌効果があり、ノリ葉体への障害も少ないと思われるキノキサリン系剤とチオファネートメチル・マンネブ混合剤の 2 種類の農薬についてさらに詳細な検討を以下に行った。

2) 農薬による壺状菌の防除について…………… (その 2)

前項で壺状菌に対して殺菌効果がみられたキノキサリン系剤とチオファネートメチル・マンネブ混合剤を用いて、さらに詳細な実験を行った。

方 法

○農薬の種類

キノキサリン系剤, チオファネートメチル・マンネブの混合剤

○農薬の濃度区分, 浸漬時間

低濃度区では 5, 10, 20 ppm の 3 区分で浸漬時間は 24 時間高濃度区では 100, 200, 400

表 24 農薬が壺状菌に及ぼす影響

24時間農薬浸漬後の壺状菌の長径 (μm)

種類 濃度 (ppm)	エクロ メゾー ル剤	キノキ サリン 系剤	TPN 剤	ベノ ミル 剤	チオファ ネートメ チル・マン ネブ混合 剤	ピンク ロゾリ ン系剤	ヒドロキ シンソ キサゾ ール剤	対照
25	4.1 μm	0	5.6	4.9	0	4.8	4.9	5.0
50	+	0	5.0	4.4	0	4.6	4.2	
100	+	0	5.2	4.1	+	4.4	+	

+ . ノリ葉体に障害

表 25 農薬が葉体に及ぼす影響

種類 濃度 (ppm)	エクロ メゾー ル剤	キノキ サリン 系剤	TPN 剤	ベノ ミル 剤	チオファ ネートメ チル・マン ネブ混合 剤	ピンク ロゾリ ン系剤	ヒドロキ シンソ キサゾ ール剤
25	-	-	-	-	-	-	-
50	+	-	-	-	-	-	-
100	+	-	-	-	+	-	+

- . 健全体 + . 若干障害
処理後 5 日間培養し検鏡

ppmの3区分で浸漬時間は10, 30, 60分とした。

○ 供試壺状菌

常法により感染初期菌体, 生長期菌体, 成熟期菌体を作り実験に供した。

○ 殺菌効果の判定

各生長段階別の菌体を各濃度区分ごとに所定時間浸漬後2枚ずつとりあげ, 直後および1~5日間経過ごとにWITTMANの核染色法により固定し, 生長・成熟の状況を観察した。生長・成熟は前項と同様にあらわした。同時に各濃度区分におけるノリ葉体の障害の程度についても観察した。

結果および考察

(1) 低濃度処理が菌体に及ぼす影響

(a) 感染初期菌体に与える効果

感染初期菌体の観察は浸漬直後と96時間後に行なった。結果は図-49に示した。キノキサリン系剤について5, 10ppm区のものは, 対照に比べ菌体の生長に差はみられず, 影響は少なかったが, 20ppm区では浸漬して96時間後の放出細胞率は27%と低い値であった。チオファネートメチルマンネブ混合剤については全濃度区で浸漬して96時間後の放出細胞率は10%以下の低い値でいずれも抑制効果がみられた。

(b) 生長期菌体に与える効果

生長期菌体の観察は浸漬直後と72時間後に行なった。結果は図-50に示した。キノキサリン系剤の5ppm区のものでは抑制効果はみられなかったが, 他の濃度区では浸漬して72時間後の放出細胞率は約50%以下と効果が認められた。チオファネートメチル・マンネブ混合剤では, 濃度を高くするほど放出細胞率は低くなっており, 農薬は成熟を抑制していると思われる。

(c) 成熟期の菌体に与える効果

成熟期菌体の観察は浸漬直後と48時間後に行なった。結果は図-51に示した。キノキサリン系剤について, 各濃度区で浸漬して48時間後の放出率は66%以下と低く, 抑制効果がみられた。チオファネートメチル・マンネブ混合剤ではキノキサリン系剤と同様に浸漬して48時間後の放出細胞率は66%以下と低く, 抑制効果はみられた。

また, 供試菌体の生育段階別に農薬が与える効果は, 菌体が成熟しているほど大きいと思われた。

なお, 薬剤がノリ葉体に与える影響については各濃度区とも, 24時間浸漬ではノリ葉体への影響は認められなかった。

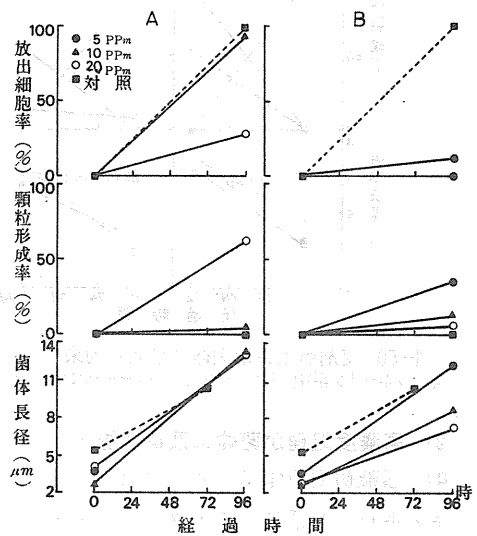


図-49 薬剤が感染初期菌体に与える効果 (A:キノキサリン系剤, B:チオファネートメチルマンネブ混合剤)

以上の結果から低濃度区に浸漬処理したものでは壺状菌の生長・成熟に対して抑制効果はみられた。しかし浸漬処理した葉体を3～5日間培養して非感染葉体への感染を観察してみると全ての濃度区でわずかではあるが壺状菌の感染がみられ、壺状菌を完全に死滅させるには至っていない。

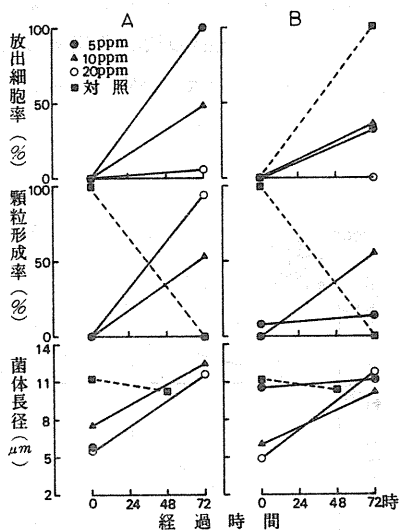


図-50 薬剤が生長期菌体に与える効果
(A: キノキサリン系剤, B: チオファネートメチル・マンネブ混合剤)

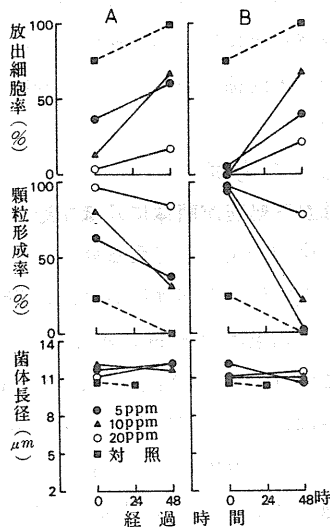


図-51 薬剤が成熟期菌体に与える効果
(A: キノキサリン系剤, B: チオファネートメチル・マンネブ混合剤)

(2) 高濃度処理が菌体に及ぼす影響

(a) 感染初期菌体に与える効果

キノキサリン系剤、チオファネートメチル・マンネブ混合剤に浸漬処理した結果は図-52, 53に示した。壺状菌の長径は24時間後に対照では $6.3 \mu\text{m}$ に達するが、両剤の各浸漬時間区、各濃度区における菌体の長径は $5.1 \mu\text{m}$ 以下で生長の遅れが顕著であった。また、両剤の顆粒形成率が最高値を示し遊走子を放出するまでに100 ppm区では対照より24時間の遅れがみられ、かなりの抑制効果があると思われる。

さらに両剤で浸漬時間を長く、濃度を高くするにつれて放出細胞率は低くなっており、効果は増大している。

(b) 生長期菌体に与える効果

キノキサリン系剤、チオファネートメチル・マンネブ混合剤に浸漬処理した結果は図-54, 55に示した。壺状菌の長径は24時間後において対照に比べチオファネートメチル・マンネブ混合剤の100, 200 ppmの各浸漬時間区で差はみられなかったが、キノキサリン系剤では200, 400 ppmの各浸漬時間区で対照との差が顕著にみられた。

両剤ともに各浸漬時間区、各濃度区で顆粒形成率が最高値を示すまでに対照と比べ24時間から48時間の遅れがみられ、加えて放出細胞率は低率となっているので抑制効果はあると思われる。さらに浸漬時間を長くし、濃度を高くするにつれて抑制効果の増大がうかがわれた。

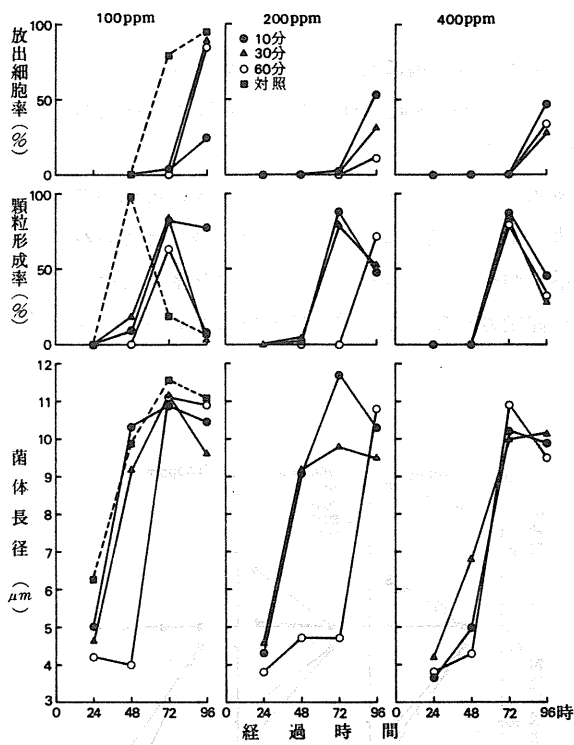


図-52 キノキサリン系剤が感染初期菌体に与える効果

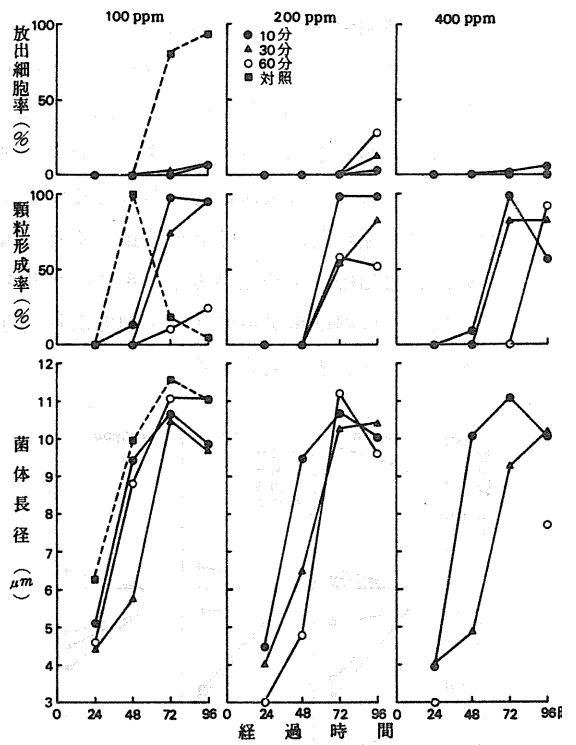


図-53 チオフェネートメチル・マンネブ混合剤が感染初期菌体に与える効果

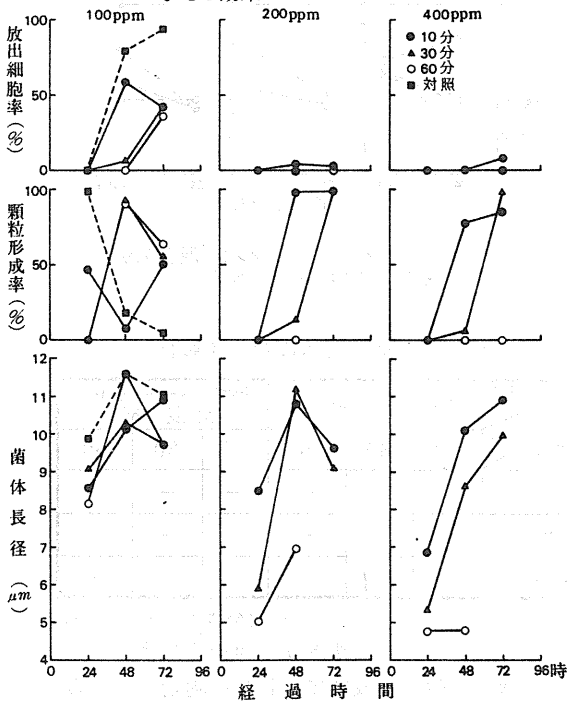


図-54 キノキサリン系剤が生長期菌体に与える効果

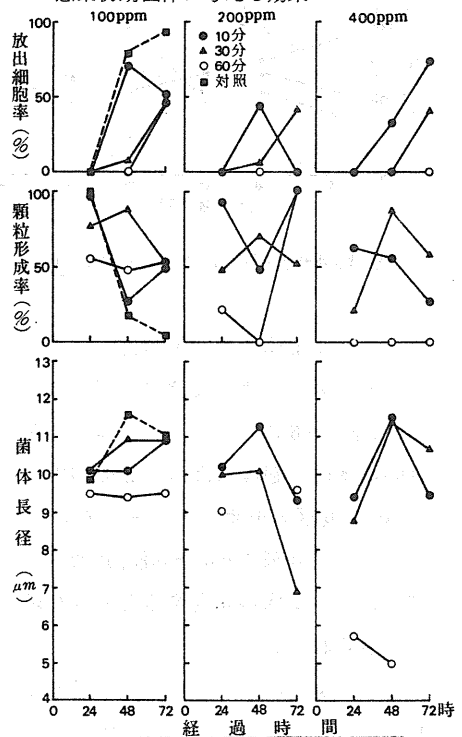


図-55 チオフェネートメチル・マンネブ混合剤が成長期菌体に与える効果

(c) 成熟期菌体に与える効果

キノキサリン系剤，チオファネートメチル・マンネブ混合剤に浸漬処理した結果は図-56，57に示した。両剤処理区とも菌の生長は対照と比べ24～48時間遅れた。さらに放出細胞率も同様に対照区と比べると，いずれも低く成熟抑制がみられた。

このように，供試菌体に農薬が与える効果は菌体が生長・成熟しているほど大きいと思われる。両剤の壺状菌に与える効果を比べると，菌体の生長，抑制について，大きな差は認められないが，放出細胞率を比べると，キノキサリン系剤がチオファネートメチル・マンネブ混合剤より低く，成熟はキノキサリン系剤でより大きく抑制されている。従って効力はキノキサリン系剤の方が強いと考えられる。

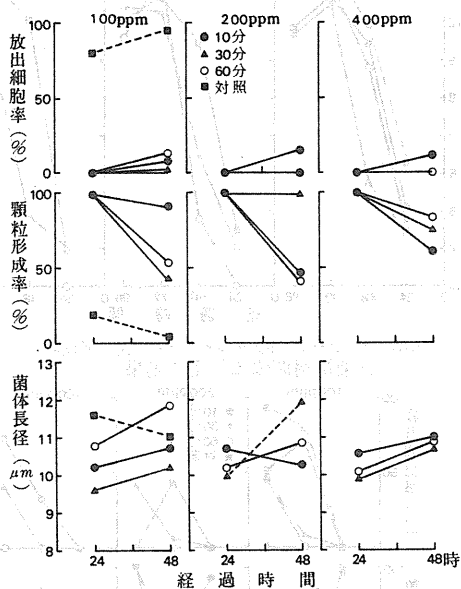


図-56 キノキサリン系剤が成熟期菌体に与える効果

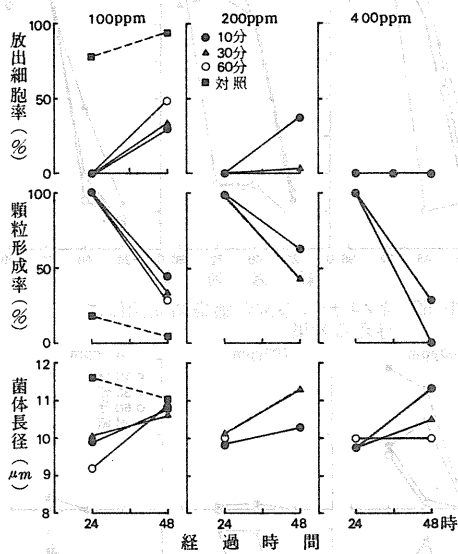


図-57 チオファネートメチル・マンネブ混合剤が成熟期菌体に与える効果

(d) ノリ葉体に及ぼす影響

農薬がノリ葉体に及ぼす影響については，表-26に示すように処理して5日間培養後の観察によると200，400ppm濃度区のチオファネートメチル・マンネブ混合剤に60分間浸漬したものでは，ノリ葉体が赤変するといった障害がみられた。

以上のように，高濃度で浸漬処理したものでは壺状菌の生長・成熟に対して抑制効果はみられた。しかし浸漬処理した葉体を3～5日間培養して非感染葉体への壺状菌の感染を観察して

表-26 農薬が葉体に及ぼす影響

濃度 ppm	種類 時間 (分)	キノキサリン系剤			チオファネートメチル・マンネブ混合剤		
		10	30	60	10	30	60
100		-	-	-	-	-	-
200		-	-	-	-	-	+
400		-	-	-	-	-	+

- 健全体 + 若干障害
処理後5日間培養し検鏡