

ピーマンうどんこ病菌の侵入および孢子形成と、それらにおよぼす薬剤の影響¹⁾

倉田宗良・斉藤正
(高知県農林技術研究所)

昭和41年, 我国にピーマンうどんこ病 (*Leveillula taurica* (LEV.) ARN.) が発生 (斉藤ら, 1967) して以来, その生態および防除については我国で2, 3の報告 (斉藤ら, 1967, 1969; 倉田ら, 1971, 1972) がなされている。筆者らは, 今回本菌分生孢子の侵入時間, 侵入後孢子形成までの期間およびそれらにおよぼす薬剤の影響について試験を行なったのでその結果を報告する。

材料および方法

ガラス室内で育てたポット (1a/5000) 植えのピーマンを被接種材料とし, 接種源はあらかじめピーマンの葉上に形成させた分生孢子を用いた。接種にあたっては葉の裏側に印をつけ, その部分に罹病部を軽く接触し, 孢子を付着させた。接種後はファイトロン (25℃, RH 40~60%) 内に静置し発病を待った。発病は葉の裏側の菌叢抽出の有無を肉眼的に観察して判断した。検鏡による分生孢子の発育段階は前報 (倉田ら, 1972) に従って区分した。

結 果

1 接種部位 (葉の表裏) と侵入および発病

ピーマン葉の主脈を中心に半葉を表側接種, 他の半葉を裏側接種とした。接種2日後に水を含ませた綿で接種部の分生孢子を洗い流した。調査は接種13日, 19日および26日後に行ない, 葉の表側および裏側への菌叢抽出の有無を観察した。調査数はそれぞれ21~27個所である (第1表)。

その結果, 裏側接種は最終的に100%発病したが, 表側接種は60%が発病したのみであった。表側接種は, 接種19~26日後に発病率が約60%で一定になったことから, 潜伏期間はすぎたものと判断され, 表側接種および裏側接種の最終的な発病率の差は, 侵入の難易によるものであると考えられた。次に表側および裏側接種の潜伏期間の長短は, 接種26日後の最終発病率に対する接種13日後の発病率の比から判断した。前者の発病率の比数は0.25であるのに対して, 後者は0.85で, 裏側接種は表側接種に比較して潜伏期間が短いものと考えられる。

また, 接種後菌叢の抽出してくる部位は, 接種部位に関係なく裏側で最初にみられる。表側への抽出は, 裏側接種の26日後にわずかにみられた。しかし, 表側接種では, 調査期間内には全く

第1表 葉の接種部位 (表裏) と発病率

接種部位 菌叢抽出 調査日	表側接種		裏側接種	
	表側	裏側	表側	裏側
接種13日後	0(%)	148	0	85.2
接種19日後	0	59.3	0	100
接種26日後	0	60.0	12.0	100

1) Studies on penetration and sporulation of *Leveillula taurica* (LEV.) ARN on pepper and on fungicidal effects to the disease. By Munenaga KURATA and Masashi SAITO, Proc. Assoc. Pl. Prot. Sikoku, No.8 : 21-28 (1973)

認められなかった。

2 侵入時間

分生孢子を葉の裏側に接種したのち、5～48時間後まで経時的に接種した胞子を、水を含ませた綿で洗い流した。接種後胞子を洗い流すまでの期間を接種時間とした。発病は、接種9日および14日後に、葉裏面への菌叢の抽出の有無を観察して判断した。調査数はそれぞれ20～26個所である(第1図)。

その結果、接種時間が5時間以内の場合は、全く発病が認められなかった。接種時間が17時間になると約10%の発病が認められ、23時間で約30%、29時間で約90%が発病した。接種時間が34時間以上になると発病率は100%となり、すべての接種部で侵入が終了した。また、接種時間が17～34時間の範囲では、接種後調査までの期間が長くなると、発病率がやや増加する傾向がみられた。

3 接種後の分生子梗および胞子形成過程

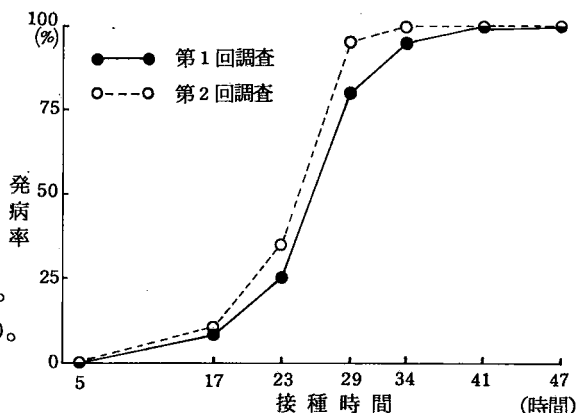
分生孢子を葉の裏面に接種後3～7日まで、接種部を切取って検鏡し、分生子梗の抽出時期を経時的に観察した。切取った組織片上のどこかに分生子梗が認められた場合は、分生子梗形成組織とした。調査組織片数はそれぞれ10～13個である(第2表)。

その結果、接種3日後(接種72時間後)まで、分生子梗の形成された組織は全く認められなかったが、4日後には20%の組織で分生子梗の抽出が観察された。4～5日後にかけては、その形成増加はみられなかったが、5～6日後にかけて急速に形成された。7日後には、大部分の組織片上で分生子梗が観察された。

次に、接種3～5日後まで接種部を切取って検鏡し、分生子梗が認められた場合は、その組織片を分生子梗形成組織、胞子形成が認められた場合は、胞子形成組織として分生子梗および胞子形成の過程を経時的に観察した。調査組織片数はそれぞれ18～22個である(第3表)。

その結果、接種3日後の9時(接種68時間後)までは、いずれの組織上でも分生子梗は認められなかった。4日後の10時には、約74%の組織上で分生子梗が観察され、この23時間の間に形成は急速に進んだ。しかし、胞子の形成はまだ認められず、同日の21時に、はじめて13%の組織片上で観察された。翌日10時には、分生子梗未形成組織率は6%以下となった。しかし、胞子の形成は前日からほとんど進行せず、分生子梗を抽出したままの状態で停止していた。

次に抽出してきた分生子梗上に、胞子が形成される過程を経時的に顕微鏡下で観察した。分生子梗抽出後の胞子形成過程は、前報(倉田ら、1972)に従って区分した。調査分生子梗数は、それぞれ149～523個である(第4表)。



第1図 胞子の接種時間と発病率

第2表 接種後の分生子梗形成

調査項目	接種後日数 (調査時刻)				
	3日 (10時)	4日 (11時)	5日 (10時)	6日 (10時)	7日 (10時)
分生子梗未形成組織率	100 (%)	80.0	80.0	20.0	7.7
分生子梗形成組織率	0	20.0	20.0	80.0	92.3

第3表 接種後の分生子梗および胞子の形成

調査項目	接種後日数 (調査時刻)			
	3日 (9時)	4日 (10時)	4日 (21時)	5日 (10時)
分生子梗未形成組織率	100 (%)	26.3	21.7	5.6
分生子梗形成組織率	0	73.7	65.2	83.3
胞子形成組織率	0	0	13.0	11.1

その結果、接種5日後までは、無隔膜分生子梗のみが抽出したが、6日後には、約23%の分生子梗に隔膜が形成された。7日後には、約32%で未成熟胞子の形成が認められ、ごくわずかであるが成熟胞子に進行しているものも観察された。8日後には、成熟胞子を形成したものが約21%認められ、9～10日後には、50%以上の分生子梗上で成熟胞子が形成された。

第4表 接種後の胞子形成

生育段階	接種後日数 (調査時刻)					
	5日 (10時)	6日 (10時)	7日 (10時)	8日 (10時)	9日 (10時)	10日 (12時)
分生子梗のみ形成	100 ¹⁾	76.7	25.9	20.7	3.3	6.8
分生子梗に隔膜形成	0	23.3	56.0	40.0	42.1	18.5
未成熟胞子形成	0	0	17.6	18.4	9.4	8.8
成熟胞子形成	0	0	0.5	20.9	45.3	65.9

注1) 数字は各生育段階別の%を示す。

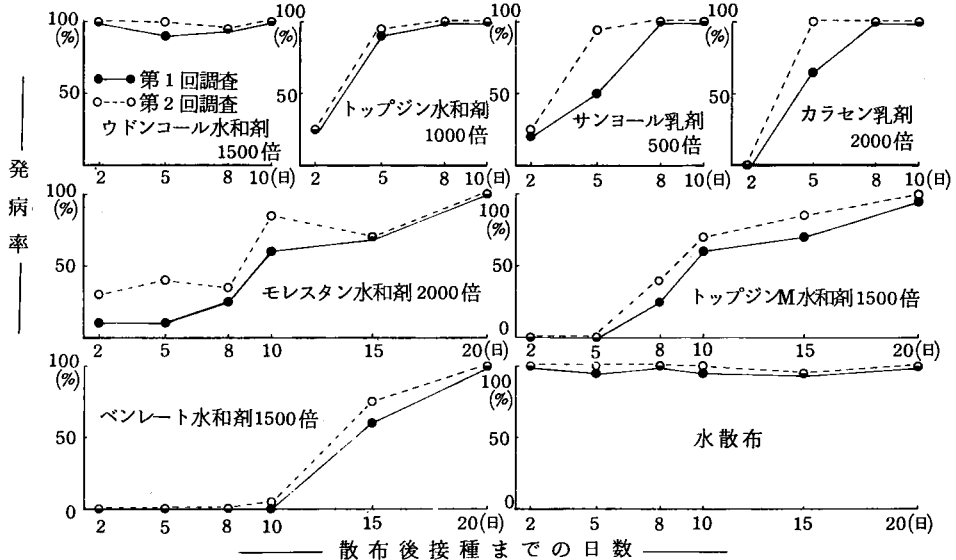
4 接種前に散布した薬剤の効果

第5表で示した各薬剤を、葉の表裏に散布したのち、葉の裏面に2～26日後まで経時的に胞子を接種して、薬剤の予防効果とその持続性を観察した。接種した胞子は、2日後に水で洗い流した。発病調査は2回行ない、第1回目は接種9～11日後、第2回目は接種20～24日後に行なった。また、発病部の菌叢抽出程度を、4段階に分けて、接種10～20日後に調査した。調査個所数は、それぞれ20個所である(第5表および第2図)。

第5表 散布後接種の発病部の菌叢抽出程度

薬剤名	接種日							
	散布2日後接種 調査日 17日後	散布5日後接種 14日後	散布8日後接種 18日後	散布10日後接種 20日後	散布15日後接種 15日後	散布20日後接種 10日後	散布26日後接種 11日後	
ウドンコール水和剤1500倍	+++ ¹⁾	+++	+++	+++	+++			
トップジン水和剤1000倍	+++	+++	+++	+++	+++			
サンヨール乳剤500倍	++	+++	+++	+++	+++			
カラセン乳剤2000倍	+	+++	+++	+++	+++			
モレスタン水和剤2000倍	++	+	+++	+++	+++	+++	++	
トップジンM水和剤1500倍	-	-	++	++	++	++	+++	
ベンレート水和剤1500倍	-	-	-	+	+	+	++	
水散布	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	

注1) ++～+++ は発病部の菌叢抽出程度を示す。-は未発病を示す。



第2図 接種前に散布した薬剤の効果(予防効果)

その結果、ウドンコール水和剤は、散布2日後の接種でも100%発病し、その後も常に90%以上の発病がみられた。また、発病部の菌叢抽出程度も高く、本剤は予防効果がほとんどないか、あっても短期間に急速に失われるものと思われる。

ウドンコール水和剤を除く他の薬剤は、散布2日後接種の発病率が、水散布の100%に対して30%以下で、予防効果が認められた。しかし、効果の持続期間は、薬剤によって異なり、トップジン水和剤、サンヨールおよびカラセン各乳剤は、モレスタン、トップジンMおよびベンレート各水和剤に比較すると短かかった。すなわち、トップジン水和剤は、散布2日後接種の発病率が25%で、菌叢の抽出程度もやや低かったが、散布5日後接種では、発病率が90%以上になり、この間で効果はほとんど低下した。

サンヨールおよびカラセン乳剤も、トップジン水和剤とほぼ同様の傾向を示し、散布2日後までは、発病率および発病部の菌叢抽出程度も低かった。しかし、散布5日後接種では、95%以上の発病率となり、散布2～5日の間で効果は減退した。

一方、モレスタン、トップジンMおよびベンレート各水和剤は、上記3薬剤に比べて効果の持続期間が長く、発病率が95%以上になったのは、散布後20日目からの接種であった。

これらの中では、モレスタン水和剤が比較的早期から発病がみられ、散布2日後接種の第2回調査時の発病率は、トップジン水和剤およびサンヨール乳剤と同程度で、カラセン乳剤よりも高かった。しかし、散布5日後以後の発病率の増加がゆるやかで、また菌叢の抽出程度も低く、効果は徐々に消失した。

これに対して、ベンレート水和剤は、散布10日後接種までほぼ完全な予防効果を示した。しかし、散布10～15日後にかけて発病率は増加し、散布15日後接種の発病率はモレスタン水和剤とほぼ同程度となり、散布20日後接種では、100%の発病となった。しかし、発病率が100%になった散布20日後および26日後の接種でも、発病部の菌叢抽出程度は低く、散布した薬剤の効果が認められた。

トップジンM水和剤の効果は、モレスタン水和剤とベンレート水和剤の中間的で、散布5日後までは高い予防効果を維持し、完全に発病を阻止した。その後発病率は徐々に増加して、散布20日後接種では100%になった。しかし、発病部における菌叢の抽出程度は、散布26日後でも低く、発病率が100%になった後でも薬剤の防除効果が残存していた。

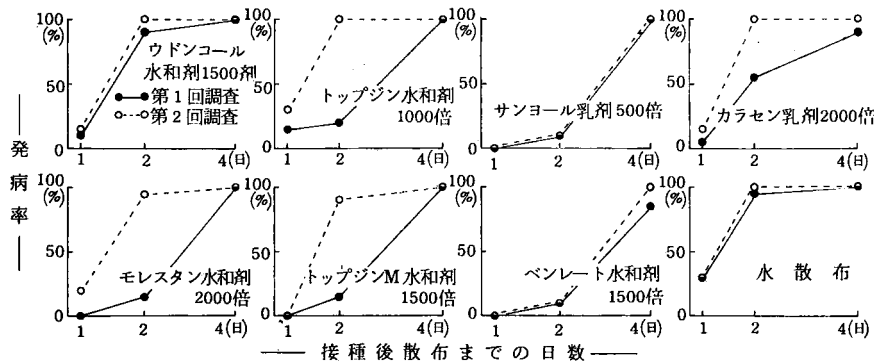
5 接種後に散布した薬剤の効果

葉の裏面に胞子を接種し、その1～4日後に各薬剤を散布した。散布にあたっては、最初各薬剤を含ませた綿で接種部を洗い流し、続いて植物全体に噴霧器で散布した。発病調査はそれぞれについて2回行なった。すなわち、接種1日後散布では、接種日から数えて10日および17日後、接種2日後散布は、8日および18日後、接種4日後散布は、9日および14日後である。また、発病部の菌叢抽出程度を4段階に分け、接種13日～19日後の間にそれぞれ1回行なった。いずれも調査個所数は20個所である。供試薬剤の剤型および濃度は、前試験と同一である(第6表および第3図)。

第6表 接種後散布の発病部の菌叢抽出程度

薬剤名	散布日			
	調査日	接種1日後 接種18日後	接種2日後 接種19日後	接種4日後 接種13日後
ウドンコール水和剤1500倍		+++ ¹⁾	+++	+++
トップジン水和剤1000倍		+++	+++	+++
サンヨール乳剤500倍		-	+++	+++
カラセン乳剤2000倍		++	+++	+++
モレスタン水和剤2000倍		++	++	+++
トップジンM水和剤1500倍		-	+++	+++
ベンレート水和剤1500倍		-	+	+++
水 散 布		+++	+++	+++

注1) ++～+++ は発病部の菌叢抽出程度を示す。-は未発病を示す。



第3図 接種後に散布した薬剤の効果（治療効果）

その結果、接種1日後散布の発病率を、水散布を対照としてみると、第1回および第2回調査とも30%であった。すなわち、接種1日後散布は侵入が十分終わっていない段階への影響と考えられる。接種2日および4日後散布は、いずれも100%発病したが、前者は侵入が終わった段階への影響、後者は分生子梗抽出期にあっていることから、この段階への影響と考えられる。

ウドンコール、トップジン、モレスタン各水和剤およびカラセン乳剤の接種1日後散布の発病率は、水散布と比較するとやや低く、また、カラセン乳剤およびモレスタン水和剤は、菌叢の抽出程度も低く治療効果が認められた。しかし、接種1日後の散布でも、十分な発病阻止がみられなかったことから、これらの薬剤の効果は弱いものと考えられる。接種2日後散布になると、水散布と同様95～100%が発病し薬剤散布効果は全く認められなかった。しかし、これらの中で、ウドンコール水和剤を除く他の薬剤は、第1回調査の発病率が低く、病徴発現の遅延が認められた。また、モレスタン水和剤は菌叢の抽出程度も低かった。接種4日後散布は、発病時期および発病率ともに、水散布との間に差異がみられず、薬剤の効果はほとんど認められなかった。

一方、サンヨール乳剤、ベンレートおよびトップジンM各水和剤は、接種1日後の散布で全く発病がみられなかった。これらの3薬剤は、接種後比較的早い時期であれば、完全な治療効果を示すものと思われる。接種2日後散布でも、前2薬剤は発病率10%以下で、十分に発病を抑制した。とくにベンレート水和剤は、わずかにみられた発病部での菌叢抽出程度も非常に低かった。トップジンM水和剤は、接種2日後散布の第1回調査では、発病率15%で発病抑制効果が高かった。しかし、第2回調査では、発病率90%で効果は完全でなかった。接種4日後散布では、3薬剤とも発病時期および発病率ともに水散布と同様であり、また菌叢抽出程度も高く、効果は認められなかった。

6 接種後散布の胞子形成におよぼす影響

前項の試験で、接種4日後散布では、いずれの薬剤を散布したのもでも、発病抑制効果がみられず、葉裏面へ菌叢が抽出した。しかし、接種部を鏡検すると、抽出している分生子梗上での胞子形成に差がみられたので、これを調査した。

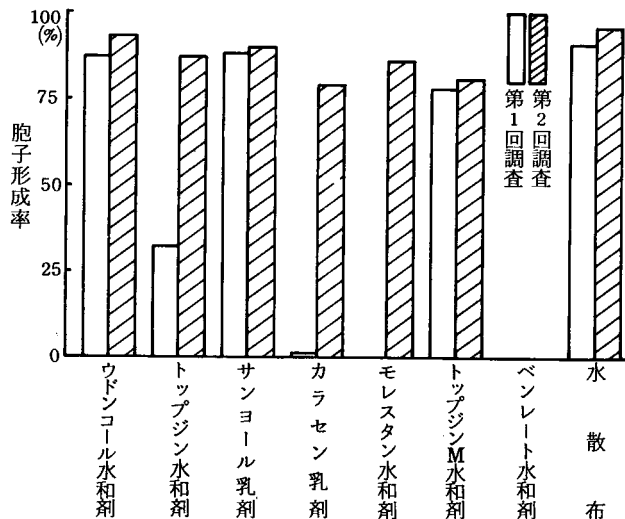
調査は、接種4日後散布葉を材料とし、接種13日後（散布9日後）と接種21日後（散布17日後）の2回、接種部を切取って鏡検し、分生子梗上の胞子の有無で胞子形成率を求めた。調査した分生子梗数は、それぞれ232～467個である（第4図）。

その結果、水散布は、第1回および第2回調査とも、90%以上の分生子梗上で成熟胞子が形成されていた。ウドンコール水和剤およびサンヨール乳剤も水散布とほぼ同様の形成率で、胞子形

成抑制効果は認められなかった。トップジンM水和剤はこれらに比較すると、やや少ない傾向がみられた。

一方、ベンレート、モレスタン各水和剤、カラセン乳剤およびトップジン水和剤の孢子形成抑制は強く、第1回調査でベンレートおよびモレスタン両水和剤は、成熟孢子は全くみられず、分生子梗上に隔膜が形成された段階で停止していた。カラセン乳剤でも成熟孢子はほとんどみられなかった。しかし、生育程度がやや進み、未成熟孢子が形成されているものも観察された。トップジン水和剤は、これらに比べると抑制効果はやや劣り、成熟孢子の形成が30%程度みられた。第2回の調査では、ベンレート水和剤を除く他の薬剤で、成熟孢子形成率が80%以上になり、わずかに抑制効果が認められる程度であった。しかし、ベンレート水和剤は、このときでも強い孢子形成抑制効果を維持し、成熟孢子は全く認められなかった。

なお、ベンレートおよびトップジン両水和剤を散布した材料は、分生子梗の分岐数が通常のものより多く、また太く膨潤して、異状を示すものが多かった。



第4図 分生子梗抽出期に散布した薬剤の孢子形成におよぼす影響

考 察

NOUR (1958) は、トウダイグサ科の雑草 (*Euphorbia heterophylla*) などに、*Leveillula taurica* (LEV.) ARN. の分生孢子を接種した結果などから、本菌の侵入は一般に接種24~48時間後に完了するとしている。筆者らのピーマンに対する試験結果では、接種5時間以内には侵入はみられず、17時間で発病率が約30%、34時間で100%となり、NOUR (1958) の報告に比較してやや短時間で侵入は完了した。侵入時間の長短は、被接种植物、温湿度などにより影響されることが考えられる。しかし、接種部位 (葉の表裏) によっても異なり、ピーマン葉では、葉の表側に比較して、裏側からの侵入がすみやかで、発病までの期間も短かった。

孢子接種後葉面への分生子梗の抽出は、接種4日後から観察され、孢子形成は早いものでは分生子梗が抽出した当日、遅い場合はその2,3日後にみられた。先報で筆者ら (1972) は、すでに発病している病斑部では、孢子形成は大概分生子梗が抽出した当日に行なわれることを報告した。これに比較すると、今回接種後の新病斑でみられた分生孢子の形成期間は、分生子梗抽出後孢子形成までの期間がやや長かった。

次に本病菌の寄主体侵入および孢子形成に対する薬剤の効果を見ると、ベンレート水和剤は、予防および治療効果ともにすぐれ、モレスタンおよびトップジンM各水和剤は予防効果が、サンヨール乳剤は治療効果が、それぞれ他の薬剤に比較してすぐれていた。

齊藤ら (1970) は、本病に対する薬剤の予防効果を自然条件下で検討し、トップジンおよびモレスタン各水和剤は17日以上、ベンレート水和剤は37日以上、その効果が持続する事例を報告した。本試験でも、モレスタンおよびベンレート各水和剤などが高い予防効果を示したが、散布20日後

接種では発病率が100%となり、発病率でみる限り、齊藤ら(1970)の報告に比較して一般に効果の持続期間が短くなっている。こうした両者の違いは、胞子密度が自然感染と本試験のような接種による場合とで、相当異なってくるために生じたものと思われ、薬剤の持続期間は、感染時の胞子濃度によって異なってくることを示唆していると思われる。しかし、発病率では、薬剤の影響がみられなくなった後でも、病斑部の菌叢抽出程度は水散布に比較すると差がみられ、ベンレート水和剤は、散布26日後に接種した場合でも、調査時(散布37日後)の菌叢抽出程度は抑制され、薬剤の影響は残っていた。

一方、胞子接種後経時的に薬剤を散布してみた結果では、サンヨール乳剤およびベンレート水和剤が、他の薬剤に比較して治療効果が高かった。しかし、いずれも接種2日以内の潜伏期間中でないと発病の低下はみられず、接種4日後の分生子梗抽出期の散布では、100%発病がみられた。これらのことから両薬剤を含め供試した薬剤は、いずれも分生子梗形成直前あるいは形成過程のもの、またはすでに形成された分生子梗を枯死させる作用はないものと考えられる。

しかし、分生子梗上での胞子形成の抑制作用は、ベンレート、モレスタン、トップジン各水和剤およびカラセン乳剤で認められ、なかでもベンレート水和剤は、接種4日後の分生子梗抽出期に散布した場合、分生子梗の抽出を余り抑制することなく、胞子形成のみを強く阻害し、接種21日後(散布17日後)でも胞子は全くみられなかった。これらの薬剤の示した胞子形成抑制作用は、肉眼的には菌叢の抽出により発病と認められる場合でも、抽出しているのは分生子梗のみで、胞子形成は一定期間強く阻害されて、2次伝染源となりえないことを示していると思われる。

摘 要

ピーマンうどんこ病菌 (*Leveillula taurica* (LEV.) ARN.) の寄主体への侵入および発病について試験を行ない、次の結果をえた。

- 1 本菌の分生胞子の葉への侵入は、葉表面に比較して葉裏面からが容易で、接種5時間以内では侵入せず、34時間で100%の発病となる。
- 2 接種から葉表面への分生子梗の抽出までは4日程度かかり、胞子形成は速い場合は分生子梗抽出当日にみられ、遅い場合は2,3日後になる。
- 3 モレスタン、トップジンMおよびベンレート各水和剤は高い予防効果を示し、またその効果の持続期間も長く、散布37日後でも発病部の菌叢抽出に対して影響がみられた。
- 4 サンヨール乳剤およびベンレート水和剤は、他の薬剤に比較して高い治療効果を示した。しかし、接種2日以内の潜伏期間中でないと、発病に対する効果は完全でなかった。接種4日後の分生子梗抽出期の散布は、発病に対してほとんど影響がみられなかった。
- 5 ベンレート、モレスタン、トップジン各水和剤およびカラセン乳剤は分生子梗上での胞子形成を一定期間強く阻害し、とくにベンレート水和剤は接種21日後(散布17日後)でも胞子形成は全く認められなかった。

引 用 文 献

- 倉田宗良・斉藤正(1971)：四国植物防疫研究, No.6 : 119~123.
——・——(1972)：四国植物防疫研究, No.7 : 35~43.
NOUR, M. A. (1958) : *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 41 : 17~38.
斉藤正・平田幸治(1967)：植物防疫, 21 : 8~10.
斉藤正・山本磐・倉田宗良(1970)：高知農林技研報, No.2 : 13~24.