

育苗箱内におけるイネ馬鹿苗病の発生特徴

渡 部 茂

Occurrence of "Bakanae" Disease of Rice Plant
in Nursery Flat of Rice Seedlings.

by

Shigeru WATANABE

目 次

I 緒 言	5. 各種人工培土の馬鹿苗病菌分生孢子透過能力
II 育苗箱内における馬鹿苗病の発生実態	IV 種籾の浸漬時における再感染に関する調査
1. 播種前の種子消毒と発病の実態	1. 消毒種子浸漬液中における分生胞子の発芽
2. 育苗箱中における病株の偏在、集団化の実態	2. 消毒種子浸漬液中における健・病籾混合浸漬と感染
3. 種子の保菌程度、播種量と集団発病の実験	3. 種子消毒前・後の罹病籾混入と浸種中の感染
III 箱内における二次感染に関する調査	V 総 合 考 察
1. 育苗箱の型式と発病	VI 摘 要
2. 病原からの水平距離と感染能力	引 用 文 献
3. 箱内における発病の推移	
4. 接種原からの距離と発生症状	

I 緒 言

水稻の稚苗機械移植栽培法は1970年ころから本格的に普及したが、これに伴ってそれまで発生が目立たなかった馬鹿苗病 *Gibberella fujikuroi* (sawada) S. Ito が急増して問題となった。とくに農協等で運営している育苗センターでは、種子の取扱量が多く、また、こゝで育成された苗はこれを農家に販売される「商品」であるところから、その品質低下の影響は大きく、このことを背景に早急に問題の解決を求める声があがった。

岩手県において、この当時種子消毒法として広く一般に用いられた方法としては、(1).ウスプルン、ルベロン(何れも商品名)等の水銀剤による浸漬消毒、(2).ホルマリン50倍液による浸漬と被覆法による消毒であった。³⁾

本病の防除は、種子消毒が唯一の防除手段であるので、この時以来より有効な消毒法の確立をめざして、試験を実施してきた。また、いっぽうではこれと同時に、箱育苗法での多発生要因の解明を行うこととし、さらに合理的な防除法樹立のための基礎資料を得るようあわせて検討を行ってきた。

その結果、薬剤使用による種子消毒法に関する試験については、問題解決の緊急性から、その試験成果はその都度実用対策技術として、県病害虫防除基準に登載され、普及に移されてきた^{4), 5)}。また、これらに関する詳細は本研究報告21号¹⁰⁾や、その他で発表して速やかにその技術の滲透をはかってきたところである^{12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22)}。さらに、本病の箱内における発生相や、原因の解明について多くの成果をえてきたが、その一部を除い

ては未発表のまま経過した。これらに関して今回総合的にとりまとめる機会を得たので報告し、大方のご批判を得たいと思うものである。

本報告をまとめるに当り、試験実施について種々のご配慮を賜った大森秀雄元環境部長（現岩手県農産普及課長）、小川勝美専門研究員の両氏に対し深甚なる謝意を表す。

II 育苗箱内における馬鹿苗病の発生実態

水稻の稚苗機械移植栽培法の開発研究は、1968～'69年ころから小規模な実験で行われてきた。病害虫の発生については、本法の試験拡大とともに1970年から本格的に行われたが、それまでの予備調査から、箱内では馬鹿苗病が特異的に多発生し、徒長苗が多くなることが指摘された。このことから県内のいわゆる育苗センターといわれる施設育苗において、本病の発生調査を行い、その実態把握につとめてきた。

1. 播種前の種子消毒と発病の実態

調査方法

a. 調査場所；1970年共同育苗施設を建設

して、農家から育苗の受託事業を行っている次の3カ所を調査地として選定した。

- (1) 石鳥谷町新堀共同育苗施設
- (2) 紫波町上平沢共同育苗施設
- (3) 雫石町御所共同育苗施設

b. 調査時期；1970年5月6～7日

c. 調査項目；使用した種子の由来、播種前の種子消毒の方法、育苗様式、馬鹿苗病発病株数。なお発病調査以外は現地におけるききとり調査である。

調査結果

調査した各地育苗施設の使用種子及び塩水選時の状況は次のとおりである。

- (1) 石鳥谷町新堀共同育苗施設

使用した種子；品種トヨニシキ、レイメイとともに水沢市採種は場産と、地元石鳥谷町産種子である。

育苗様式その他の項目；いずれもポーメ比重1.13で塩水選を行ったが、この際浮上種子が多く、全量の10～20%にも達した。また、脱稈粒が多く、玄米混入が目立だった。1回の播種量は240kgである。1箱当りの播種量は、催芽種子で450mlで

第1表 各施設における種子消毒と発病状況

1970年5月6～7日調査

調査場所	調査箱数	種子消毒法	発 病 状 況			
			レイメイ		トヨニシキ	
			徒長苗数	1箱推定 病 苗 率	徒長苗数	1箱推定 病 苗 率
			本	%	本	%
石鳥谷町新堀 育苗センター	1	水漬け2日間の後ホルマリン 50倍液に20分間浸漬、3時間 ビニール被覆による。	60	0.67	12	0.13
	2		31	0.34	10	0.11
	3		16	0.18	14	0.16
	4		31	0.34	19	0.21
	5		36	0.40	24	0.27
	平均	34.8	0.39	15.8	0.18	
紫波町上平沢 高橋作夫氏 管理育苗ハウス	1	水10ℓにルベロン6錠加溶液 に8時間浸漬。	72	0.80	/	/
	2		10	0.11	/	/
	3		24	0.26	/	/
	4		18	0.20	/	/
	5		19	0.21	/	/
	平均	28.6	0.32	/	/	
紫波町上平沢 小田中等氏 管理育苗ハウス	1	ホルマリン50倍液に20分浸漬、 6時間ビニール被覆による。	/	/	9	0.10
	2		/	/	11	0.12
	3		/	/	6	0.07
	4		/	/	2	0.02
	5		/	/	6	0.07
	平均	/	/	6.8	0.08	
雫石町御所 育苗センター	1	水10ℓにルベロン6錠加溶液 に12時間浸漬。	25	0.28	/	/
	2		18	0.20	/	/
	3		22	0.24	/	/
	4		28	0.31	/	/
	5		31	0.34	/	/
	6		12	0.13	/	/
	平均	22.7	0.25	/	/	

注. 両品種とも1.8ℓの粒数36,000粒とし、1箱当り9,000粒の播種粒数として発病率を計算した。

育苗箱内におけるイネ馬鹿苗病の発生特徴

あるという。育苗様式はヤンマー折込み方式である。

(2) 紫波町上平沢共同育苗施設

使用した種子；品種トヨニシキ、レイメイとともに水沢市採種は場産種子である。

育苗様式及びその他の項目；1箱当りの播種量は、催芽種子で450 ml、育苗様式はカンリュウ折込方式である。

(3) 雫石町御所共同育苗施設

使用した種子；品種レイメイで水沢市採種は場産種子である。

育苗様式及びその他の項目；いずれもボーメ比重1.13で塩水選したが、浮上種子多く、全量の20～40%にも達した。1箱当りの播種量は、催芽種子で450 ml、育苗様式はバラまき方式である。

各地における種子消毒法と発病状況とをとりまとめた結果は第1表のとおりである。

以上の調査結果から、各地点とも実施した種子消毒法は、当時の県防除基準に準ずるか、やゝそのレベルを上廻る方法で実施されており、このことから消毒法に欠点はとくに見当らない。平均発病率は第1表に示したとおり、それぞれ0.18、

0.39、0.08、0.32、0.25%であって必ずしも高率の発生とは言えないが、しかし、この方法ではこれまで保温折衷苗代、畑苗代ではほとんど発病をみていない事実から、この箱育苗方式では、発病を助長する何等かの要因が存在するものゝように推察される。

2. 育苗箱中における病株の偏在、集団化に関する実態調査

前項に述べた3地点の発病実態調査の中で、紫波町上平沢、雫石町御所の共同育苗施設と、農業試験場における試験区の育苗箱では、病株が同一場所に数株づゝ複数で発生している事実を確認した。このことはそれまでには全く観察したことがない現象であり、きわめて注目すべきことがらと考えたのでこのことについて調査を行った。調査は1箱単位で行い、あらかじめ徒長の明瞭な株をマークしておき、その箱の発病地点として記録した。そのあとこの株を中心に数株を同時に掘取って、この中の徒長株数、萎ちょう株数、枯死株数を調査して発病株とした。この結果は第2表に示したとおりである。

第2表 育苗箱中における発病状況（同一場所に複数で発病している事例）

調査場所	型式	箱No.	同一場所で発病している株数						発病カ所計	発病株計	一箱株の推定*	病株の胞子、菌糸形成状況
			1株のみ	2株同時	3株同時	4株同時	5株同時	6株同時				
本場	バラ播き方式	No.1	カ所25	カ所33	カ所9	カ所1	カ所0	カ所0	カ所68	株122	%1.36	いずれも紫紅色菌糸のみ、のち室内保存で胞子形成
		2	16	18	1	2	0	0	37	63	0.70	
紫波町	カンリュウ折込み	No.1	1	1	2	0	0	1	5	5	0.17	1株のみ地際部に大、小型分生胞子あり。
雫石町	バラ播き方式	No.1	5	5	2	1	0	0	13	25	0.28	大部分紫紅色の菌糸のみ形成、胞子形成は認めない、のち室内保存でFusarium型分生胞子多数形成。
		2	3	4	1	1	0	0	9	18	0.20	
		3	0	5	4	0	0	0	9	22	0.24	
		4	1	4	5	1	0	0	11	28	0.31	
		5	5	4	3	1	1	0	14	31	0.34	
6	1	4	1	0	0	0	6	12	0.13			
各株の占める割合(百分比)			%33.1	%45.3	%16.3	%4.1	%0.6	%0.6	カ所172	/	/	

注 *は1箱9,000粒播種として換算したものの。

これによれば、各調査箱とも例外なく発病株は相接して存在している事実のあることがわかった。調査した9箱の平均値は、病株が1株のみの単独

で発生しているのは全体の約1/3にとゞまり、その他はすべて2株以上の複数で発病していた。この中で最も多い同時発病は2株で、これに次いで3

株、4株、5～6株であり、多数株の発生頻度は順次低くなっている。

このように多数の苗が相接しながら罹病していることは、播種に際して病初が偶然に相接して播種されたとは考えにくく、むしろこの中の少数の病初から播種後に二次的に感染して罹病し、周辺株に拡大したものと解釈するのが妥当であろう。このことに関する実験は次項3.で述べることにする。

3. 種子の保菌程度、播種量と集団発病の実験

前項2.で述べた箱内の集団発生は、主として現地における発病の実態調査から得られた結果であるが、このような事実は何処でも常時みられる現象か否かを知り、また、その再現性について確認するために、若干の条件設定を行って検討してみた。設定した条件は、保菌量と播種量であり、これと集団発生量の多少について試験を行った。

試験方法

a. 供用種子；①.保菌種子は1976年出穂期に孢子浮遊液を噴霧接種して得た品種ササミノリで、この種子の罹病程度は、箱内に200g播種した場合の発病率が80%以上に達し、保菌率はきわめて高い種子である。

②.健全種子は1976年無発生ほ場から採種したもので、この種子に対し、ホルマリン消毒（50倍液20分浸漬、6時間ビニール被覆）と、ベンレート水和剤消毒（300倍液24時間浸漬）の二重消毒をして得た品種ササミノリを用いた。

b. 種子の保菌量の差の設定；上記種子を次の割合に混合して保菌量に差をつけて播種した。

①. 病初少量混合区～保菌種子30%と健全種子70%（重量比）の混合によりつくった。

②. 病初多量混合区～保菌種子70%と健全種子30%の混合によりつくった。

c. 播種量；箱当り200、150、100gとした。

d. 使用した培土；①.粉状培土（鉄興社製）、

②.粒状培土（呉羽化学製）、③.火山灰土壤（農試畑土壤）

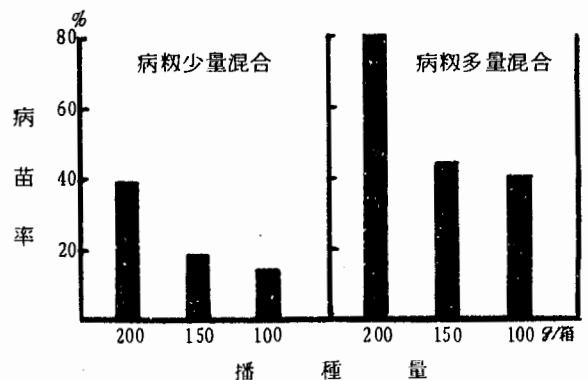
e. 播種様式と播種期；バラ播き方式、1977年4月18日

試験結果

この結果は第1～2図に示した。その内容を要約すると、(1).保菌率の異なる種子の播種量と発病率の関係は、保菌種子を高率に含む場合も、低率の場合もほぼ同じ傾向で、密播すると病苗が多くなり、薄播きで少発生となる。全体の発生量は当然ながら保菌種子の多い場合に発生が多くなる。

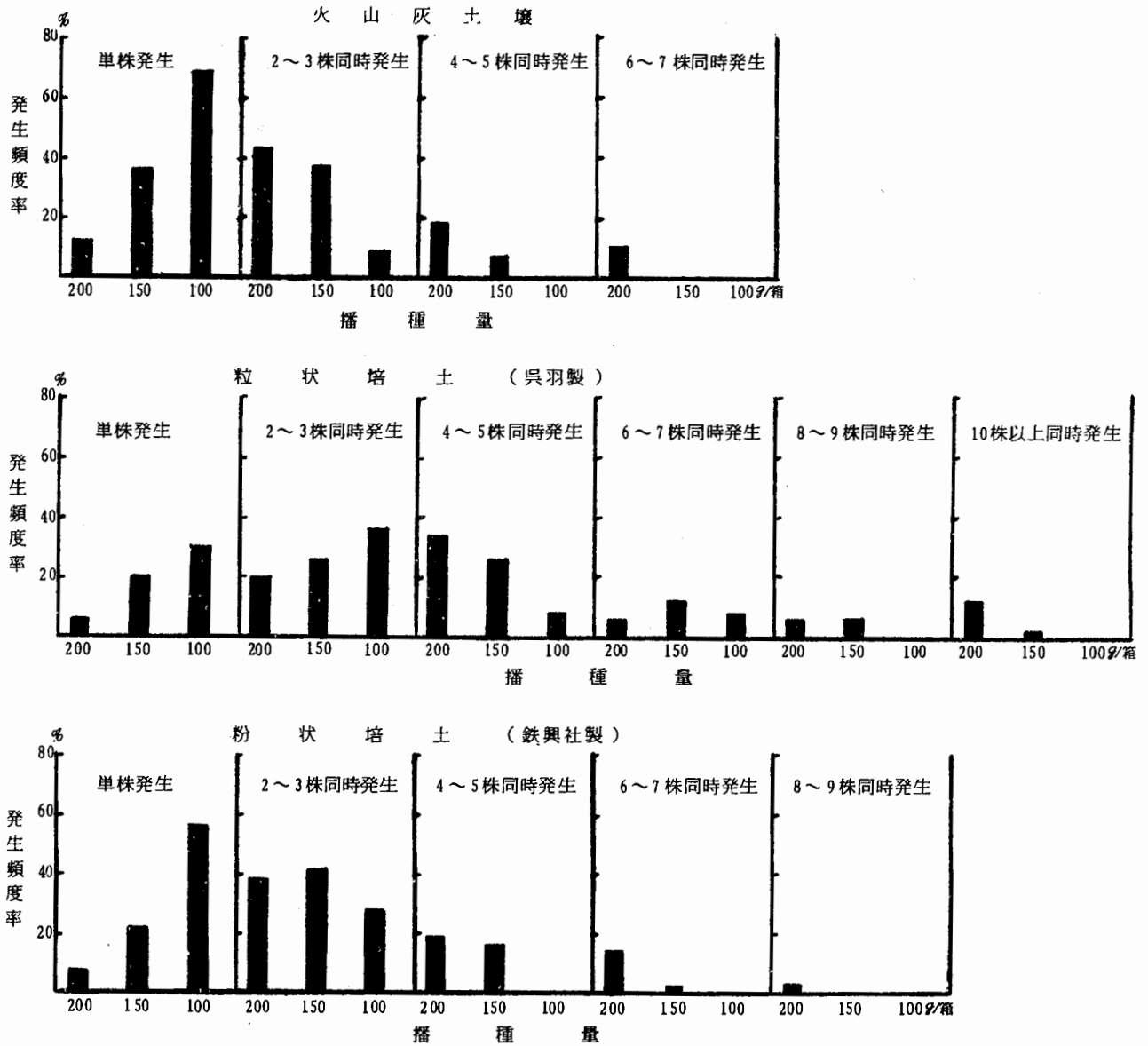
(2). 播種量と集団発病の関係を各培土毎にみると、各培土とも病株が単独で発生しているものは少量播種（100g/箱）の場合であり、2株以上が同一場所に集団で発生しているのは多量播種（200～150g/箱）のときであり、とくに200g/箱播種の場合は4～5株以上も同時に発病している事例が多かった。これは種子間の接触がきわめて密なため、病原菌の伸長が容易であり、健全種子に移行しやすく、多数の種子にまん延したことによるものとみられる。とくに人工培土のうち粒状培土でこの傾向が顕著であるが、これは火山灰土壤や粉状の人工培土にくらべて、菌の伸長、灌水時の移動などが容易であるためとみられる。

以上から、第2表に示したような現地における箱内の集団発病の現象は、箱育苗と云う特殊な環境下における発病の特徴としてこれをみるべきであろう。



第1図 播種量と病苗率（火山灰土壤）

育苗箱内におけるイネ馬鹿苗病の発生特徴



第2図 播種量、培土の種類と集団発生状況 (病糞少量混合区)

III 箱内における二次感染に関する調査

育苗箱内における馬鹿苗病の発生様相は、前項の発生実態調査から明らかなように、同一場所に複数株で発病する。これはそれまでの保温折衷苗代、畑苗代の育苗では全く見うけられなかった現象で、特異な発生状態である。この原因は極端な厚まき、出芽のための加温、箱内外の温湿度条件等多くの要因によってもたらされたものとみられる。この同一場所における複数株の発病は、箱内全苗数の0.1~1%の罹病率で比較的低率である実態からみて、保菌種子が偶然に発病株数つつそこに同時に播種されたとみるのは不自然であり、むしろごく少量の保菌種子から播種後に二次感染

し、周辺の感染株が発病して徒長や枯死症状を呈したか、保菌種子の産生するGibberellinの吸収による現象とみるのが妥当と考える^{9,10)}。このように箱育苗法は、従来の苗代様式ではみられなかった二次感染を誘起する点で極めて注目される。この点については、育苗資材や播種法などを組合わせた実験で解析したので、以下に述べることにする。

1. 育苗箱の型式と発病

近年になって箱育苗の様式は次第に統一整理されて、その大半は散播方式となったが、本試験を実施した1969年当時は、各種の播種様式や培土等があって、育苗型式は複雑であった。このような

条件の中から、2～3の型式のものを供試して検討したものである。

試験方法

a. 育苗箱の型式と播種量；苗ひも方式として、(1).ヤンマー式油紙溝切り方式、(2).キセキ式4条仕切板毛糸折込み方式、(3).カンリュウ式ビニール折込み方式、散播方式としてサトウ式を用い計4種類で行った。播種量は、(1).ヤンマー式油紙溝仕切り方式では、1箱当り0.27、0.36、0.45ℓの3段階とし、その他の型式ではすべて0.36ℓとして行った。

b. 供用種子；品種南栄を用い、塩水選（比重1.13）後、1969年当時の標準種子消毒法であるウスプルンを水10ℓに6錠加溶し、20℃の液温で24時間浸漬してから催芽して播種した。

c. 病原菌の接種方法；各型式とも常法で播種した後、馬鹿苗病菌培養粉（100 ml容三角フラスコに適量の粉と水を加えて加圧殺菌し、これで3週間培養して、大・小型分生孢子形成の旺盛なもの……以下すべてこれに準ずる）を接種源とし、溝まき方式では1箱中の1本の溝に1粒を、散播方式では1箱の任意の場所4カ所に各々1粒づつを置床し接種した。この病粒定置後は全区同様の覆土を行い、その後接種源の位置が判別できるようにその覆土上に標識を置いた。

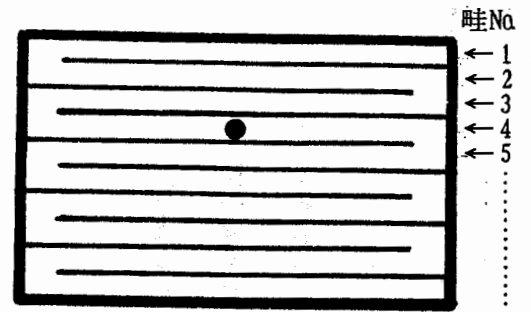
d. 発病調査；発病をみてから、溝まき方式では畦毎に全株を掘りおこし、接種源の病粒とその周辺株の発病状況を、散播方式では接種源の病粒を中心として、直径6.2cmの円内の発病苗をそれぞれ調査し、病粒をおかない同円内の対照区と

A苗ひも方式

(1). ヤンマー式油紙溝切り方式の発病

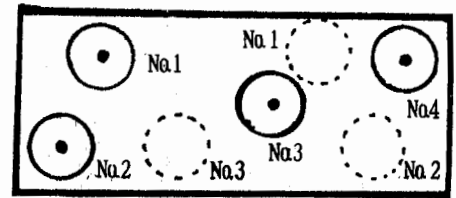
第3表 接種源に隣接した畦、隔離した畦の発病状況（1969年）

播 種 量	接種源の位置ならびに対照の位置		畦内の総 苗(粒)数 株	徒長・生育 不良苗率 %	
0.27ℓ/箱播き	1畦に1病粒を接種源としておき、この畦と左右隣接畦の計3畦における発病の状況(3畦の平均値)	a	116.0	10.1	
	接種源を置いた畦から3畦以上離れた位置における3畦の発病の状況(3畦の平均値)	b	105.5	0.0	
0.36ℓ/箱播き	同	上	a	132.3	16.1
	同	上	b	137.7	0.0
0.45ℓ/箱播き	同	上	a	181.3	14.3
	同	上	b	166.3	0.0



●は接種病粒の位置

第3図 溝まき方式と畦、接種源の位置の模式図



接種源 → ● ～接種源周辺区(直径6.2cm)
○ ～接種源遠隔区(同上)

第4図 散播方式における接種源、ならびに標本の調査位置

比較した。これらの関係は第3～4図に示した。

試験結果

各型式別に接種源の位置、罹病株の位置、罹病程度を第3表～第6表にまとめて示す。なお、前述のとおり、A苗ひも方式は3方式、B散播方式は1方式である。

(2). キセキ式 4 条仕切板毛糸折込み方式の発病

第 4 表 接種源に隣接した畦、隔離した畦の発病状況 (1969 年)

播 種 量	接種源の位置ならびに対照区の位置	畦内の総 苗(粒)数	徒長苗率
0.36ℓ/箱播き	1 畦に 1 病粒を接種源としておき、この畦と左右隣接畦の計 3 畦における発病の状況 (3 畦の平均値)	株 128.3	% 3.1
	接種源を置いた畦から 3 畦以上離れた位置における 3 畦の発病の状況 (3 畦の平均値)	117.5	0.0

(3). カンリュウ式ビニール折込み方式の発病

第 5 表 接種源に隣接した畦、隔離した畦の発病状況 (1969 年)

播 種 量	接種源の位置ならびに対照区の位置	畦内の総 苗(粒)数	徒長・生育 不良苗率
0.36ℓ/箱播き	1 畦に 2 病粒を接種源としておき、この畦と左右隣接畦の計 3 畦における発病の状況 (3 畦の平均値)	株 141.3	% 6.1
	1 畦に 1 病粒を接種源としておき、この畦と左右隣接畦の計 3 畦における発病の状況 (3 畦の平均値)	158.0	0.2
	接種源を置いた畦から 3 畦以上離れた位置における 3 畦の発病の状況 (3 畦の平均値)	133.4	0.1

B. 散播方式

(1). サトウ式ばら播き方式の発病

第 6 表 接種源を中心とした円内の発病状況

区 別	調査地点	総 粒 数	生育不良粒率	徒長粒率	健全粒率
接種源周辺区	№ 1	104 粒	17.3 %	1.9 %	80.8 %
	2	133	3.0	12.0	85.0
	3	120	2.5	10.8	86.7
	4	102	20.6	5.9	73.5
	平均	114.8	10.9	7.7	81.4
接種源遠隔区	№ 1	81	1.2	0.0	98.8
	2	123	0.8	0.0	99.2
	3	124	0.0	0.0	100.0
	平均	109.3	0.7	0.0	99.3

(1). ヤンマー式油紙溝仕切り方式での発病結果は第 3 表のとおりである。油紙で仕切った畦内に培養した病粒 1 粒を置床した場合、その畦内はもちろん、それををさんだ両側の畦内にも発病苗がみられた。溝仕切りでも二次感染量はこの 3 畦の平均で 10.1 ~ 16.1 % にも達した。播種量の多少による差は明らかでなかった。

(2). キセキ式 4 条仕切板毛糸折込み方式での発病結果は第 4 表のとおりである。この方式でも発病率は低率であるもののヤンマー式油紙溝仕切りと同様で、病粒を置床した畦ををさんでその両側の畦内においても発病がみられた。

(3). カンリュウ式ビニール折込み方式の発病結果は第 5 表に示した。この試験では 1 本の溝内に病粒を 2 粒と 1 粒を置床した場合について検討したが、2 粒では 6.1 %、1 粒では 0.2 % の発病率を示し、2 粒接種区で多発生した。

以上 3 種の苗ひも方式の材質は、ヤンマー式は仕切り板が油紙製であり、他は合成樹脂であるがともに接種した畦を越えて隣接畦へも感染している事実から、菌の伸長はこれらの資材によって大差はなく、いずれもほぼ同様の発生傾向を示した。

(4). ばら播き方式 (サトウ式) での隣接株への影響を病原を中心に径 6.2 cm の範囲内と、この範

圃外に分けて調査した結果は第6表のとおりである。その結果、病原を中心とした円内では平均18.6%の徒長、生育不良苗率を示し、病原から遠い円内の0.7%に比して著しく高い発生となっている。このことから、ばら播き方式においても、病原粒から順次周辺株に感染して発病してゆくものと判断される。

2. 病原からの水平距離と感染能力に関する試験

これまでには箱内の発病現象として、数株ずつ集団で同一場所に発病すること、2~3の異なる育苗様式においてもこの傾向は同じであること等について述べたが、この際、病原からの距離や感染の経時的な関係について明らかにするため以下に示す実験を行った。

1) 試験1.

試験方法

a. 供試品種；品種ササニシキを水漬け2日後、ホルマリン50倍液に20分間浸漬し、のち4時間ビニールで被覆して消毒。催芽は鳩胸程度とした。

この種子を第5図に示したように播種し、所定日数後にとり出して、ジャガイモ煎汁希釈培地に移植した⁷⁾

b. 伝染源；自然発病根で、内・外顆の縫合

部に鮭肉色の孢子塊の形成したものを選び、これを12時間水漬けして吸湿させ、前記供用種子とともに播種した。

c. 供試土壌；畑土壌（火山灰土）を用い、オートクレーブで120℃、30分間殺菌したもの。

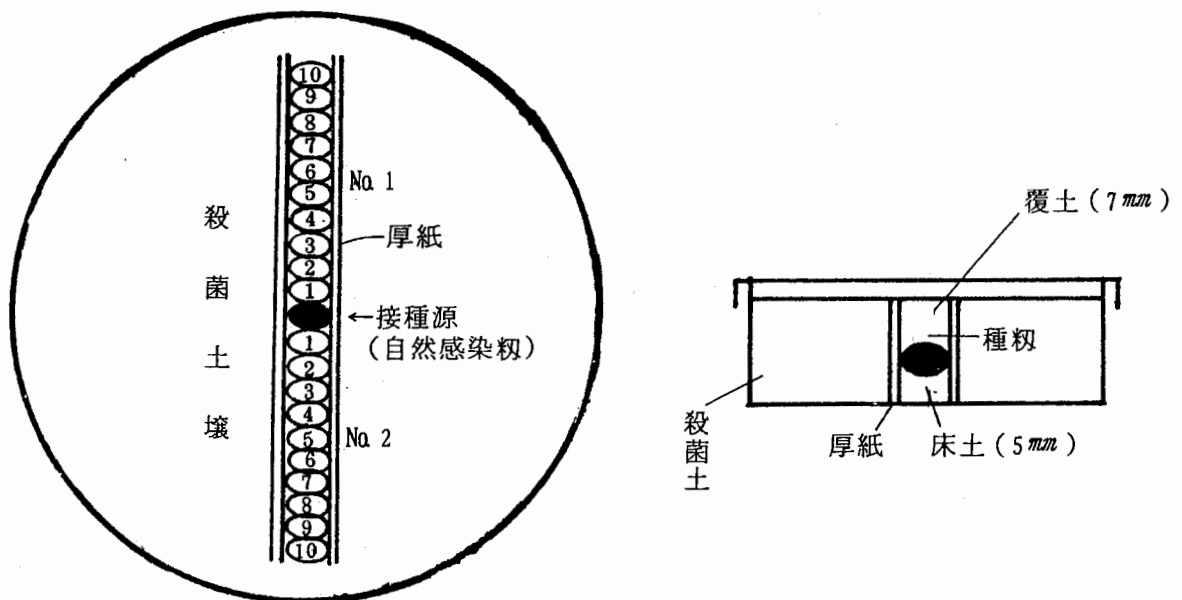
d. 処理方法；径9cmシャーレーに第5図に示したように、厚紙（表紙程度のもの）を2枚、1.5cmの間隔で並行にならべ、この間に土壌を0.5cmの厚さにしき、その上に種子をまき、さらにその中央部に接種源をおき、覆土して30℃の恒温器（採光式）に定置した。発芽後幼芽が地上部に達してからは20℃に保温した。

湿度は通常稚苗移植の育苗箱で実施する方法に準じ、十分に灌水しておいた。

e. 処理時期；播種は1970年6月22日。

f. 調査方法；処理した日から2日後、5日後、10日後、15日後、20日後の5回にわたり、播種したもみの位置ごとにとり出して、そのままジャガイモ煎汁希釈培地に移植し、25℃に保温、これから菌そうが形成するか否かによって感染の有無を判定した。

なお、播種5日後区から以後のものにあっては、根の伸長が多くなり、地下部で交錯したので、根は約1cmの長さで切断、また、芽も伸長したので鞘葉を残して切断し、これを培地上に移植した。



第5図 接種源と被接種源のおかれた位置及び播種状況の模式図

試験結果

示した。

経時的にみた接種源と着菌粒の位置を第7表に

第7表 接種源、被接種源の位置と着菌状況

播種後培地移植までの日数	健全もみのおかれた位置(病もみからの位置)	ジャガイモ煎汁希釈培地移植直前の被接種源の地下部の状況										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2日後	No. 1	○	○									とくに変化なし。
	No. 2	○	○	○								
5日後	No. 1	○										淡紅色菌そうの発育をみとめ、隣接もみにも着色をみとめた。
	No. 2	○	○	○								
10日後	No. 1	○	○	○								地上部にも菌そう形成をみる。被害株の鞘葉は褐変がみられる。孢子形成
	No. 2	○	○	○	○							
15日後	No. 1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	もみは淡紅紫色に着色、大・小型孢子形成多、隣接株で枯死が目立つ。
	No. 2	○	○	○	○	○	○					
20日後	No. 1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	大半の株が枯死、立枯となり、小型孢子の形成多、地上部菌そう多。
	No. 2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

注. ○印は、ジャガイモ煎汁希釈培地上で *Fusarium* 型菌そう形成を認めた被接種源(播種した健全種子)

殺菌土壌と云う条件下ではあったが、病籾と健全籾を2日間接触させた場合、すでに病籾から2~3番目の健全籾に着菌が認められ、以後この接触時間を長びかせたときに、菌の伝播距離が拡大してゆく。標準育苗日数に近い20日後では病籾の前後にならべた10粒全部に菌が伸長し、しかも感染株は枯死している状態であった。

以上のことから、保菌籾が混在して播種された場合には、これを中心に順次感染発病し、あるいは保菌苗となって本田に持込まれる可能性があり、また、前述の実態調査で明らかにされたように、病株が同一場所に複数でみられる場合もこのような接触によって感染し発病してゆくものと考えられる。

2). 試験 2.

試験方法

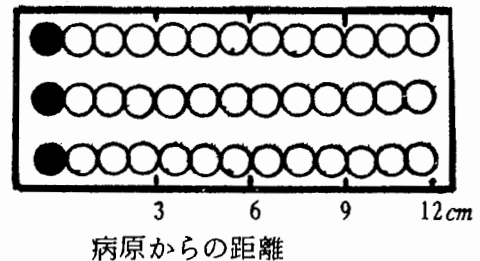
- a. 供試土壌; ①粒状人工培土(三井東圧製)
②火山灰土壌(農試畑土壌)
- b. 土壌消毒の区別; 上記土壌を70℃で1時間加熱殺菌した区を設けた。なお粒状人工培土はその製造過程で高熱処理が行われているようであるが、使用時までの間に微生物の混在も考えられたので、改めて殺菌して供用した。
- c. 供用種子; ホルマリン50倍液で20分浸漬、5時間ビニールで被覆して消毒したササミノリを

使用した。

d. 操作; 図示したように15.5×11.5×3cmのポリプロピレン製容器に上記土壌をつめ、これに消毒種子を相互に接触させながら1列に播種した。そのあと、その列の一端に籾培養菌の1粒を接着させて覆土し、常法どおり出芽させ、以後温室で管理した。

- e. 処理時期; 第1回1975年10月30日播種
第2回1975年11月21日播種

f. 調査法; 接種源からそれぞれ3、6、9cmの距離をマークし、この範囲内における苗数と発病苗数(徒長+萎ちよう、枯死苗)を調査して発病率を求めた。



凡 例

- 健全粒
- 病菌培養粒

第6図 健全粒の播種と接種源の位置

試験結果

第8表 接種源からの距離と健全粒の発病状況(10月30日播種)

床土の区分	病原からの距離と感染量		
	3cm以内の病苗率	3~6cm内の病苗率	6~9cm内の病苗率
	%	%	%
粒状人工培土殺菌	52.2	0.0	0.0
同上 無殺菌	53.0	0.0	0.0
火山灰土壌殺菌	40.5	0.0	0.0
同上 無殺菌	11.8	0.0	0.0

第9表 接種源からの距離と健全粒の発病状況(11月21日播種)

床土の区分	病原からの距離と感染量		
	3cm以内の病苗率	3~6cm内の病苗率	6~9cm内の病苗率
	%	%	%
粒状人工培土殺菌	65.8	0.0	0.0
同上 無殺菌	73.8	0.0	0.0
火山灰土壌殺菌	41.4	0.0	0.0
同上 無殺菌	48.4	0.0	0.0
同上 無殺菌	29.4	0.0	0.0
同上 無殺菌	33.2	0.0	0.0

注. 上段~播種15日後調査、下段~播種20日後調査。2区平均値。

試験結果について、第8表および第9表に示す。これによれば両回とも接種源から3cmの範囲内の種子のみ感染発病し、これ以上の距離では発病をみていない。発病量と土壌殺菌との関係では、火山灰土壌で殺菌した場合に発生多く、無殺菌土壌ではこのほぼ $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{2}$ 程度にとどまっている。この理由については、別に検討しないと明確な判断が出来ないが、土壌中の微生物による拮抗現象が原因ではないかと考えられる。今後の検討課題であろう。人工培土では殺菌(70℃)による差はみられないが、これは前述のようにこの培土の製造過程ですでに高熱処理がなされているためではないかと考えられるが詳細は不明である。

3). 試験3.

試験方法

a. 供試培土; 粒状人工培土(三井東圧製) 火山灰土壌(農試畑土壌)

b. 操作; 各供試土壌を15.5×11.5×3cmのポリプロピレン製容器につめ、第7図に示した

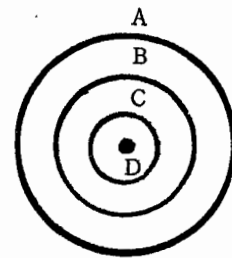
ように半径2.7cm、1.8cm、1.0cmのA、B、C円をつくり、この円周上に健全種子を相互に接触させながら播種した。さらにこの円の中心には接種源として初培養菌を1粒おき、健全種子4粒を同様接触させて定置した。

播種後は覆土して30℃の出芽室に格納、以後は温室で常法どおり管理した。

c. 供用種子; 品種ササミノリ、ホルマリン50倍液に20分間浸漬し、その後5時間ビニールで被覆消毒した種子を使用した。

d. 播種期; 1975年10月7日

e. 区制; 1区につき上記容器1コを使用、この容器中において2反覆で実施した。



凡 例

- A円の半径2.7cm(円周上の播種粒数~31粒)
- B " 1.8cm(" 19 ")
- C " 1.0cm(" 11 ")
- D " 0cm(中心に病原と接触して~4 ")

●は接種源

第7図 接種源と健全種子の播種された位置並びにその粒数

f. 調査法; 10月29日全苗を抜取り徒長苗数を調査するとともに、着菌の有無をみるために全株の株元を細断して、駒田培地上⁸⁾で27℃2週間培養し、この上に発生する*Fusarium moniliforme*菌の在否を調査した¹¹⁾

試験結果

試験結果については第10表に示す。

これによれば、火山灰土壌では徒長苗の発生はみられないが、粒状培土では病原と接触したD円はもちろん、病原と隔離しておかれたC円、B円上でも若干ながら発病を認めた。いっぽう徒長現象は呈しないが、接種源に由来する病菌は、外見上健全と思われる株からも分離できた。その量も火山灰土壌では接種源と接触した種子のみであったが、粒状培土では多数にのぼり、病原と接触

第10表 病原からの位置と感染との関係

培土の種類	健全種子の播種された位置	供試粒数	徒長苗数	徒長苗率	着菌粒数調査		備考
					粒数	粒率	
火山灰土壌	D円(完全接触区)	4	0.0	0.0	2.0	50.0	発病調査は10月29日 着菌粒数調査は11月13日に 行なった。
	C円上	11	0.0	0.0	0.0	0.0	
	B円上	19	0.0	0.0	0.0	0.0	
	A円上	31	0.0	0.0	0.0	0.0	
粒状人工培土 (三井東圧製)	D円(完全接触区)	4	3.0	75.0	2.5	62.5	
	C円上	11	2.0	18.2	2.0	18.2	
	B円上	19	0.5	2.6	0.5	2.6	
	A円上	31	0.0	0.0	0.0	0.0	

注. 2区平均値

しない条件でも徒長株とは同数が分離された。このことから、粒状培土では土壌粒子間がきわめて粗であることにより、例えば灌水により孢子、菌糸等が移動し、播種後の二次感染に関与するものと思われる。なお、培土中の孢子の移動に関しては後述Ⅲ-5項の各種人工培土の馬鹿苗菌分生孢子透過能力に関する試験で実験結果を述べることにする。

以上播種後の二次感染、とくに病原からの水平距離と感染能力について行なった試験1~3の結果について述べた。その結果を要約すると、試験1では、殺菌火山灰土壌中で、播種2日後で接触2~3粒まで、同20日後では接触10粒まで菌の着生が認められた。試験2では、接触粒は病原から3cmの範囲内で着菌がみられること、この場合粒状培土では火山灰土壌より病苗数が多いこと、火山灰土壌では土壌殺菌で多発生の傾向を示すこと等が明らかにされた。試験3では、試験2と同様粒状培土では火山灰土壌に比較して徒長苗、着菌粒数とも多く、また、病原と接触のない場合でも僅かに徒長苗や着菌粒がみられたことなどがそれぞれ明らかにされた。

3. 箱内における発病の推移

前項2の試験では殺菌土壌中で病粒と連続して接触させた健全粒10粒の着菌状況を、播種2日後から20日後にかけて経時的に調査した結果について述べた。その結果20日後にはこの10粒からはすべて*Fusarium*菌が検出され、病粒から二次的に伝染する可能性が示唆された。また、試験2~3の火山灰土壌やある種の人工培土中では、病粒か

ら接触した3cm以内の種子や、病粒を中心とし、これから半径1.8cm離れた円上に置いた種子でも発病(徒長現象)を認めることができた。この場合培土の物理性により感染株の拡大が左右される可能性が指摘されたので、さらに培土の種類を追加して、罹病株の拡大について経時的に調査することとした。

試験方法

a. 処理方法; 15.5×11.5×3cmのポリプロピレン製容器に図示した播き幅1cmの溝を10cm間隔で2本設け、この中にホルマリン50倍液20分間浸漬、5時間ビニール被覆して消毒したキヨニシキの種子を2列に並べて播種した。そして、その列の一端に初培養した菌叢形成粒を1粒おいて接種源とし、覆土して常法どおり管理した。その模式図を第8図に示す。

b. 接種源; 200ml容量の三角フラスコに粗約半量を入れ、これに適量の水を加えて加圧殺菌し、馬鹿苗病菌を移植し培養した。小型分生孢子的形成の旺盛な培養粒を1粒づつとり出し、これを接種源として使用した。

c. 供試土壌;

粉状培土(いなほ化工製)~記号A

“(鉄興社製)~記号B

粒状培土(呉羽化学製)~記号C

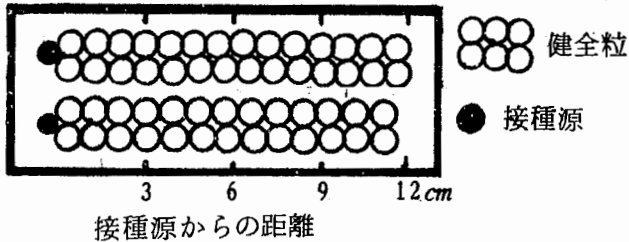
“(三井東圧製)~記号D

火山灰土壌(農試畑土壌)~記号E

d. 区制; 1区につき上記育苗容器2コを使用し、その平均値をもって表示した。

e. 調査方法; 接種源から3、6、9、12cm以内の距離における総苗数、徒長苗数、徒長を伴

った枯死苗数を調査し、その合計値から接種源からの距離別の発病苗率を求めた。調査は初発時から継続して3回行ない、そのあと外見健全苗を全株抜取り、別に準備した畑土壌(34×44×15cmポリ容器)に1株ごと隔離して移植し、苗の徒長を調査して、移植前のそれを加えて発病苗率とした。

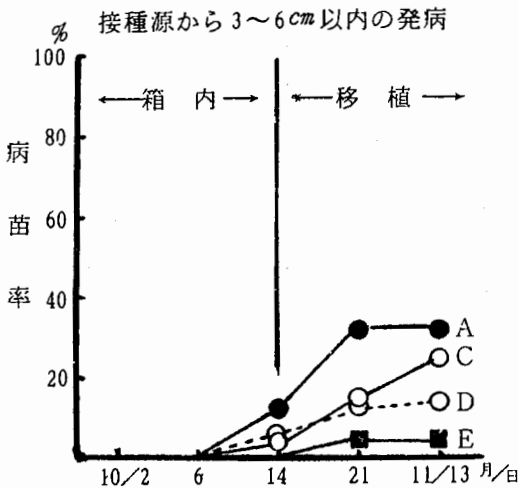
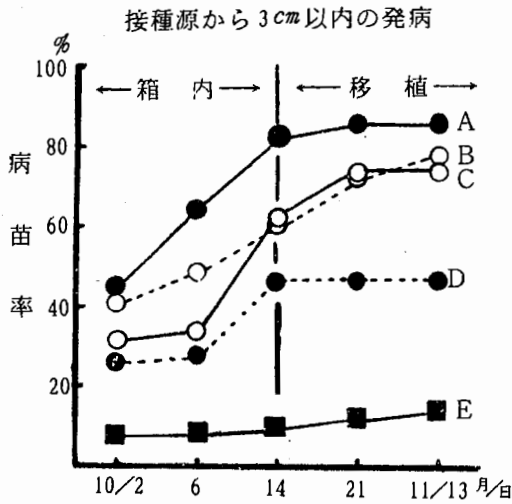


第8図 育苗箱内における健全粒の播種と接種源の位置

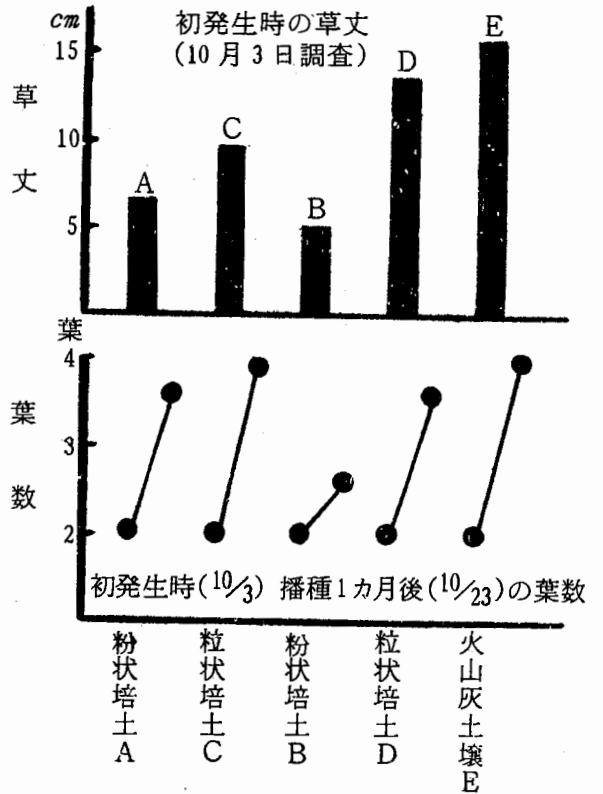
f. 播種期; 1975年9月23日

試験結果

この結果については第9図および第10図に示すとおりである。



第9図 培土の種類と箱内における発病苗率、生育の推移



凡 例

- A~粉状培土(いなほ化工製)
- B~ " (鉄興社製)
- C~粒状培土(呉羽化学製)
- D~ " (三井東圧製)
- E~火山灰土壌(農試畑土壌)

第10図 培土の種類と箱内における生育の推移

播種後約20日間は箱内で育苗し、このあと1カ月間火山灰土壌に各個体別に移植(相互に接触しないよう一定の間隔をおく)した場合の発病(徒長、徒長後枯死)状況は次のとおりである。

(1). 接種源から3cm以内における発病は、初発時から移植時に至るまでの期間育苗箱内で漸増する。

(2). この期間に徒長、枯死症状を示さない外見健全とみられる苗を抜取って、別に用意した火山灰土壌に移植した場合、移植1週間の調査で粉状培土で育苗した1例を除いて、徒長苗の増加が認められた。

このことから、移植時(播種20日後)の10月14日には、外見上健全であっても、感染して保菌状態になったか、ジベレリンを吸収していたものがあったとみられる。

(3). 接種源から3~6cm内にあるものでは、全般に低率ではあるが、3cm内の発病の延長で徒長、枯死の認められたものが多かった。この発病は3cm以内の発病より時期がおそく、播種20日以内ではごく少量しか認められず、大部分は移植後に発生した。

本実験に使用した4種類の培土中には、草丈、葉数で顕著な差がみられ、中には生育の劣る培土があった。しかし、それと発病率の間には明らかな差は認められない。

4. 接種源からの距離と発生症状

播種後に感染して発病した苗を観察すると、徒長、生育遅延、発芽後枯死など様々な症状を呈し必ずしも同一状態を示すとは限らない。こゝでは接種源を中心にして接触させて播種した場合に、接種源からの距離でどのような症状を呈するかについて観察した。

試験方法

a. 供用種子；昇こう1000倍液に5分間浸漬して表面殺菌し、水洗い後さらにホルマリン50倍液に20分間浸漬、30℃で6時間ビニール被覆して殺菌した。このあとは水洗いして常法どおり催芽して播種した。

b. 播種法；これまでと同様にポリエステル

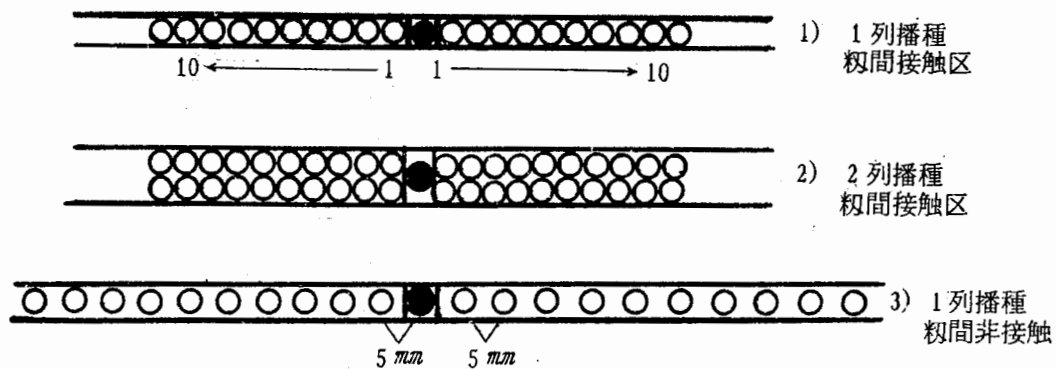
製容器に人工培土3種を個別につめ、第11図に示したように播種し、30℃で3日間加温出芽させ、緑化に移してから温室内で管理した。

c. 接種源；前項同様糶培養菌を用い、この病粒1粒を健全種子の播種列の中央において接種源とした。

d. 播種期；1975年8月25日

e. 調査法；各症状別に接種源との距離関係を図示し、両者の関係を明らかにしようとした。播種10日後に発病の症状を次の基準により類別して行った。なお、夏季の育苗のため全般に生育が早く、苗令が進み調査時には2~2.5葉に達していた。

- ④~幼芽(鞘葉)が覆土中で枯死し不出芽となる。播種時に催芽した幼芽上には *Fusarium* 属菌の菌糸伸長が旺盛である。
- ⑤~幼芽(鞘葉)は地上部に達してから枯死、地下部の糶上には同上の菌糸伸長が旺盛である。
- ⑥~徒長苗か生育不良苗となり、地下部は④と同様である。
- ⑦~地上部の生育は正常であるが、地下部は⑤と同様である。
- ⑧~健全で糶に着菌なし。



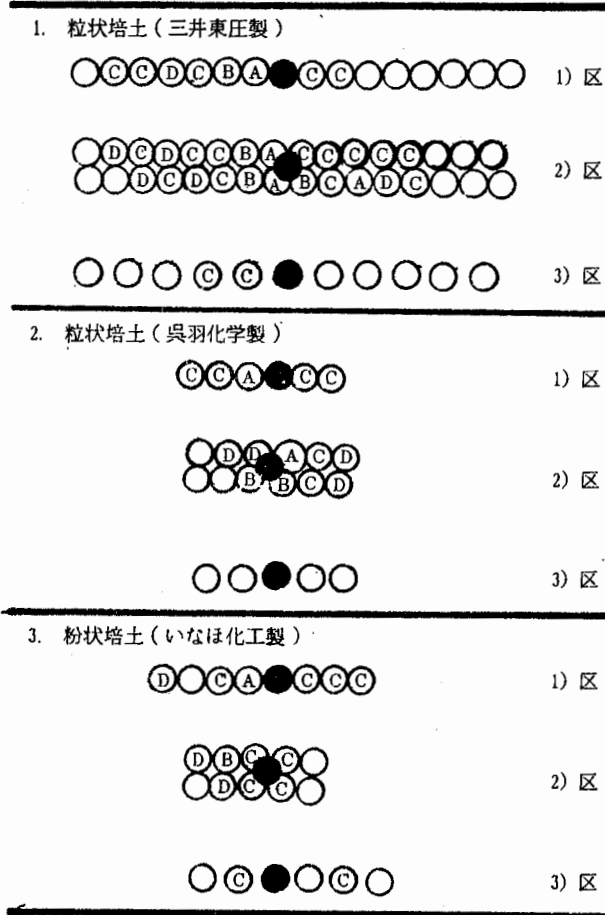
第11図 接種源の位置と健全種子の配置状況

試験結果

供試した各人工培土別の発病状況は第12図に示したとおりである。

これによれば、両人工培土とも糶間が接触した場合には罹病が多く、その発生は連続的であるの

に対し、相互に接触のない場合は、発生が全く認めないか、発病してもごく少数であった。さらに培土別では粒状培土のある種のもの(三井東圧製)でとくに多発の傾向を示し、粉状培土では少発生の傾向であった。



第12図 接種源からの位置と発生症状

病原からの距離と発病程度では、接近した場合ほどA、Bに属する発病、すなわち、地中、地上部での枯死型が多く、病原から遠ざかるにしたがってC、D型の徒長、生育不良、または単なる根部着菌苗が多くなり、接近区に比較して症状は全般に軽度のものとなる。

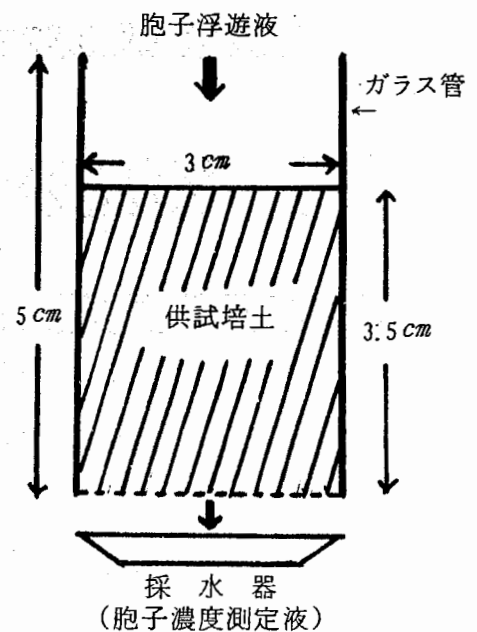
5. 各種人工培土の馬鹿苗病菌分生孢子透過能力

箱育苗法では、自然土壌のほか各種のいわゆる人工培土が広く使用されているが、この人工培土は銘柄によって、物理性、化学性に著しい差がみられる。これまでに述べた培土による発病の差異は、その発生理由の一つに、銘柄毎にみられる粉状、粒状等の土壌粒子の大小があり、これが土中における病原菌の増殖、移動等に差を生ずるためではないかと推定した。以上の背景から現在一般に用いられている代表銘柄数種を選定し、これらの中における胞子の移動性について実験を行った。

1). 試験 1.

試験方法

- a. 供試土壌；供試した人工培土は市販品7種で、その銘柄、形態は次のとおりである。
 - ① 粒状培土（三井東圧製、合成培土）
 - ② 粉状培土（片倉チッカリン製、パールマット）
 - ③ 粒状培土（呉羽化学製、粒状培土）
 - ④ “ （東邦製、トーホー培土）
 - ⑤ 粉状培土（いなほ化工製、いなほ培土）
 - ⑥ “ （鉄興社製、専用培土）
 - ⑦ “ （三和製、こがね培土）
 - ⑧（対）、火山灰土壌（農試畑土壌）
- b. 供試菌；本場保存菌を初培地（乾初40g + 蒸留水50ml加圧殺菌）25℃で培養し、小型分生胞子の旺盛に形成したものを使用した。
- c. 処理時期；1975年8月1日
- d. 操作；第13図に示したようなガラス管（3×5cm）の一端をガーゼで包みセロテープで固定し、この管内に供試土壌を3.5cmの深さに充填した（供試培土は各々の比重が異なるので、重量で統一しなかった）。このあと胞子浮遊液を各々20mlづつ静かに注入して、下方からその透過液を採集し、この液中の胞子数を血球計算器で算出した。
- e. 胞子濃度の測定法；はじめに初培地をとり出して蒸留水中でよく振とうして胞子を離脱させ、ガーゼで濾過して血球計算器で測定した。こ



第13図 培土中の胞子浮遊液透過処理の方法

のあと20 mlづつ1管に注入してその透過液をとり、再び血球計算器で孢子数を計測した。測定は1区3管を供用し、1管につき5回採液して調査し、これを1管の数値とし、3管の平均値でその孢子

数とした。

試験結果

以上の処理結果は第11表に示した。

第11表 各培土と孢子液の透過性(1 mm³中の孢子濃度)

培土の種類	測定標本番号			3区の平均値	培土の透水性の良否	備考
	1	2	3			
1 粒状培土(三井東庄)	5,150	5,300	5,000	5,150	ごく良	透水性は処理時の観察による。 注入前の孢子濃度は1 mm ³ 中6,080コであった。
2 粉状培土(片倉チッカリン)	650	550	550	583	良	
3 粒状培土(呉羽化学)	3,500	4,550	3,600	3,883	ごく良	
4 " (東邦)	3,950	2,900	3,900	3,583	"	
5 粉状培土(いなほ化工)	0	0	0	0	不良	
6 " (鉄興社)	0	0	0	0	"	
7 " (三和)	0	0	0	0	"	
8 火山灰土壌(農試圃場)	200	150	150	167	やゝ良	

これによれば、厚さ3.5 cmの各人工培土を通過する孢子浮遊液は、その透過に際して粒状培土ではその大部分がそのまま通過するが、粉状で粒子の細かいものであっては全く孢子の通過が不可能であり、培土そのものがフィルターの役割をなして、濾過性が良好である。このような培土では土中における孢子の移動は粒状にくらべてかなり少ないものと考えられる。

2). 試験2

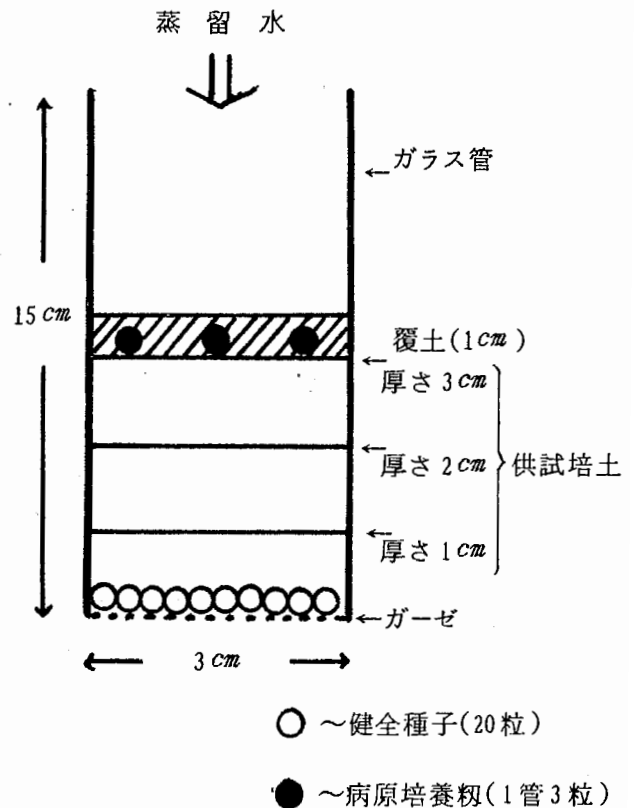
試験方法

a. 供試土壌;

- ① 粒状培土(三井東庄製合成培土)
- ② 粉状培土(鉄興社製専用培土)
- ③ 火山灰土壌(農試畑土壌)

b. 供試菌; 前項と同様であるが、第14図に示したように1管につき3粒を置床した。

c. 操作; 15 × 3 cmのガラス管の一端をガーゼで包みセロテープで固定させ、その中に供試培土をそれぞれ1、2、3 cmになるよう充填した。このガーゼの上には殺菌した種子(ホルマリン50倍液に20分間浸漬し、その後5時間ビニール被覆して消毒)を1管20粒定置した。いっぽう充填した培土上には小型分生孢子の旺盛に形成した菌培養物を1管3粒づつ置き、その上に1 cm覆土した。このようにして装置したあと、上部から1管あたり充填した培土の2倍量の蒸溜水を注入し、この水が充填土壌表面から完全に消失したのちに、こ



第14図 孢子浮遊液の培土透過処理試験の処理装置

のガラス管を25℃と30℃に17時間おいた。このあと被接種源の健全種子(1管20粒)をとり出し、駒田選択培地に移植して25℃で培養し、この種子上に菌そう形成があるか否かを調査した。

- d. 処理時期；1975年8月22日、培地への移植、8月23日、菌そう形成調査 9月1日
 e. 区制；1区につきガラス管2コ供用（種子合計40粒）、その平均値を求めた。
 試験結果
 試験結果について第12表に示す。

第12表 人工培土中における菌の移動に関する調査

培土の種類	接有種源の無	菌そう(接種源)と健全種子(被接種源)の距離(培土の深さ)	被接種源の培養温度	駒田培地上における発生状況			備考	
				播種粒数	菌そう発育粒数	同左率		
くみあい合成培土 (三井東圧製 ……粒状)	接種区	1 cm	25	20	20	100.0	火山灰土区は無消毒のまま使用したため、 <i>Fusarium</i> 属が多数生育し、判別困難となったため、調査は中止した。	
		2	"	20	20	100.0		
		3	"	20	20	100.0		
	無接種区	接種源配置せず 1 cm	30	20	0	0		
		2	"	20	0	0		
		3	"	20	0	0		
	くみあい専用培土 (鉄興社……粉状)	接種区	1 cm	25	20	0		0
			2	"	20	0		0
			3	"	20	0		0
無接種区		接種源配置せず 1 cm	30	20	0	0		
		2	"	20	0	0		
		3	"	20	0	0		

大型粒状で透水性の良い人工培土として三井東圧製合成培土と、粉状で透水性の悪い人工培土として鉄興社製専用培土を使用して、それぞれの床土深を1~3cmとしたときの馬鹿苗病菌小型分生胞子の透過性を検討した。小型分生胞子を豊富に形成した粉培地を上に置き、これに蒸留水を注入して下部の健全種子に胞子が到達するか否かを調査したが、その結果透水性のよい粒状培土では胞子、菌糸等の移動が容易で、下層の健全種子に接種菌が付着し、その結果この種子を移植した平面培地上で菌そうの発育を認めることができる。いっぽう透水不良土ではこの現象は認められなかった。このことは試験1の結果とよく一致した。

IV 種籾の浸漬時における再感染に関する調査

石井¹⁾によると、健全種子に保菌種子を混合し

て浸種すると、浸種中に感染して発病するというが、今日では薬剤の登録条件で明らかのように、浸種前の消毒が主体であるところから、たとえ保菌種子の混入があったとしても、薬剤の付着した種籾へは容易に感染がおこるとは考えにくい。例えば、乾燥粉衣法のように、浸種中に籾からの薬剤離脱の大きい処法では、この浸種液そのものがある濃度の薬液となるので、この液中での胞子発芽や菌糸伸長は抑制的であろうし、いっぽう籾への付着率の高い吹付け法、湿粉衣法では浸漬液中への薬剤溶出は少ないので、^{16,18)}液中における胞子発芽、菌糸伸長は可能としても、種子への着菌は付着薬剤によって阻止される可能性が強いと解される。このような推定から、現在普及している浸種前消毒法による種籾を使用して、浸種時の再感染の可能性について実験し、その仮説を実証しようとした。

1. 消毒種子浸漬液中における分生胞子の発芽

試験方法

a. 供試菌；当场保存菌を 100 ml 容三角フラスコ中の籾培養基（籾 50 ml + 水 50 ml、120°C 30 分間加圧殺菌）で 2 週間培養して得た小型分生胞子を使用した。

b. 操作；①. 種籾は第 13 表に示した薬剤処

理を行ったのち、風乾して 2 週間放置した。このあと各区 100 ㄱづつ秤量し、これを籾 1：水 5（容量比）で浸漬し、浸漬 2 日後にこの水を採取して、この液で分生胞子のけん濁液をつくった。②. 発芽試験：ホールスライドを用い、26°C 24 時間後に発芽調査を行った。③. 処理時期：1976 年 6 月 17 日、2 回の反覆で行った。

試験結果

第 13 表 消毒種子を浸漬した液中における分生胞子の発芽

使用薬剤と種子消毒の区別		胞子総数	発芽数	発芽率	調査時の分生胞子発芽状況
ベンレート水和剤	1. 0.5% 湿籾粉衣	368.0	6.5	1.8	
	2. 0.5% 乾籾粉衣	1045.0	0.0	0.0	
	3. × 500、24時間浸漬	798.5	82.5	10.3	
	4. × 7.5、種子重の 3% 吹付け	1165.0	0.0	0.0	
ベンレート T 水和剤 20	5. 0.5% 湿籾粉衣	400.0	0.0	0.0	
	6. 0.5% 乾籾粉衣	1000.0	0.0	0.0	
	7. × 200、24時間浸漬	530.0	37.0	7.0	
	8. × 7.5、種子重の 3% 吹付け	1000.0	0.0	0.0	
無処理		493.5	250.5	50.8	

結果を第 13 表に示す。

これによると液中で胞子発芽を認めたものは、ベンレート消毒では、0.5% 湿籾粉衣法と 500 倍液 24 時間浸漬法、ベンレート T 水和剤 20 消毒では、200 倍液 24 時間浸漬法で処理した種子を浸漬した液であった。その他の薬剤処理種子の浸漬液中では胞子発芽を認めなかった。両剤の 500、200 倍液浸漬種子の浸漬液中での胞子発芽は、先に薬液浸漬した際の薬剤付着の絶対量が、粉衣法や吹付け法に比較して少ない¹⁸⁾ことに起因しているものと考えられる。

2. 消毒種子浸漬液中における健・病籾混合浸漬と感染

1) 試験 1.

試験方法

a. 接種源とした罹病種子；1975 年の出穂期に胞子けん濁液を 2 日間連続噴霧接種して得たもので、内、外穎縫合部に鮭肉色の胞子塊を明瞭に認めたものを使用した。

b. 操作；健全種子はホルマリン、昇こうの二重消毒を行ってつくり、これを各区 10 ㄱづつ秤量して前記罹病種子の 2 粒とともにガーゼに包み、第 14 表に示した方法で消毒した種子を 2 日間浸漬した液中に 3 日間浸漬した。その後ガーゼ内の種子を駒田培地⁸⁾と畑土壌（17°C で 30 分間殺菌）に播種して、菌そう発育、徒長、枯死苗の発生状況を調査した。

試験結果

これによると、消毒種子を 2 日間浸漬した液中での罹病種子と健全種子の同時浸漬では、2 薬剤 4 処理方式で実施した消毒法のいずれでも、健全種子に着菌や発病がみられた。このことから浸漬に際し、消毒種子から薬剤が溶出した程度の液中では、罹病種子からの感染がおり、容易に発病することが認められた。このような中でも、消毒種子からの薬剤離脱の最も容易な乾籾粉衣法では、着菌量が他に比して少なく、発病率、菌そう発育粒数も少なかった。他の消毒法では各区ともほぼ同程度で、消毒法による差異は認めら

第14表 消毒種子浸漬後の液中における病粒混合浸漬と感染

使用薬剤	種子消毒の方法	殺菌土壌播種法					駒田培地播種法		
		総苗数	徒長苗数	同左率	枯死苗数	同左率	播種粒数	菌そう発育粒数	程度
ベンレート水和剤、	1. 0.5%乾米粉衣	本 165	本 5	% 3.0	本 1	% 0.6	粒 20	16	+
	2. 0.5%湿米粉衣	175	20	11.4	5	2.9	20	20	+
	3. ×500、24時間浸漬	191	38	19.9	6	3.1	20	20	+
	4. ×7.5、種子重の3%吹付け	164	15	9.1	1	0.6	20	20	+
ベンレートT水和剤20	5. 0.5%乾米粉衣	203	1	0.5	0	0.0	20	11	+
	6. 0.5%湿米粉衣	177	12	6.8	0	0.0	20	20	+
	7. ×200、24時間浸漬	164	9	5.5	6	3.7	20	20	+
	8. ×7.5、種子重の3%吹付け	180	8	4.4	0	0.0	20	20	+
9. 無消毒種子	154	32	20.8	19	12.3	20	20	+	
10. 水道水、病粒非混入	180	0	0.0	0	0.0	20	0	-	

注. 殺菌土壌播種法 1976年6月19日調査
駒田培地播種法 1976年6月4日調査

れなかった。

2) 試験2.

試験1.と同様の内容で反復試験を試験2で実施した。

試験方法

a. 供用種子の消毒方法；試験1.に準ずる。

b. 操作；種子は各薬剤に処理して1カ月風乾した。この種子10gを粉1：水2の容量比で浸

漬し、その1日後に殺菌種子（昇こう1000倍液3分間浸漬とホルマリンの二重消毒）を5gと、前試験同様の罹病種子（いわゆる赤粉）1粒をガーゼに包み2日間浸漬した。このあと殺菌土壌（三井東庄製粒状培土、殺菌法は試験1.に同じ）と、駒田培地に播種した。播種時期は1976年6月21日。

試験結果

試験結果について第15表に示す。

第15表 消毒種子浸漬後の液中における病粒混合浸漬と感染

使用薬剤	種子消毒の方法	殺菌土壌播種法					駒田培地播種法		
		総苗数	徒長苗数	同左率	枯死苗数	同左率	総粒数	菌そう発育粒数	同左率
ベンレート水和剤	1. 0.5%乾米粉衣	本 320	本 61	% 19.1	本 21	% 6.6	粒 25.0	粒 24.0	% 96.0
	2. 0.5%湿米粉衣	348	84	24.1	43	12.4	25.0	25.0	100.0
	3. ×500、24時間浸漬	317	100	31.5	66	20.8	25.0	25.0	100.0
	4. ×7.5、種子重の3%吹付け	296	144	48.6	37	12.5	25.0	25.0	100.0
ベンレートT水和剤20	5. 0.5%乾米粉衣	361	0	0.0	0	0.0	25.0	0.0	0.0
	6. 0.5%湿米粉衣	317	17	5.4	5	1.6	25.0	10.5	42.0
	7. ×200、24時間浸漬	297	25	8.4	22	7.4	25.0	8.0	32.0
	8. ×7.5、種子重の3%吹付け	223	39	17.5	11	4.9	25.0	25.0	100.0
9. 無消毒種子	315	148	47.0	56	17.8	25.0	25.0	100.0	
10. 水道水、病粒非混入	318	0	0.0	0	0.0	25.0	0.0	0.0	

注. 駒田培地播種法はシャーレー2コノの平均値
調査は1976年7月17日

この試験では、ベンレートT水和剤20の乾粉粉衣消毒種子を浸漬した液中で着菌、発病を認めなかったほかは、各消毒種子浸漬区とも着菌や発病があり、試験1と同様の傾向を示した。

以上試験1、2の結果は前項第13表に示した消毒種子浸漬液における孢子発芽試験とは異なるものであった。

すなわち、13表ではベンレート0.5%湿粉粉衣、ベンレート500倍、ベンレートT-20・200倍液浸漬消毒種子を浸漬した後の液中で、それぞれ孢子発芽を認めたのみであったが、試験1、2では、全区で健・病種子の同時浸漬で健全種子に発病や着菌を認めている。これは前項では裸出した分生孢子の液中における発芽であるのに対し、試験1、2では孢子塊形成の旺盛な罹病糶であることがその理由ではないかと推定される。

3. 種子消毒前・後の罹病糶混入と浸種中の感染

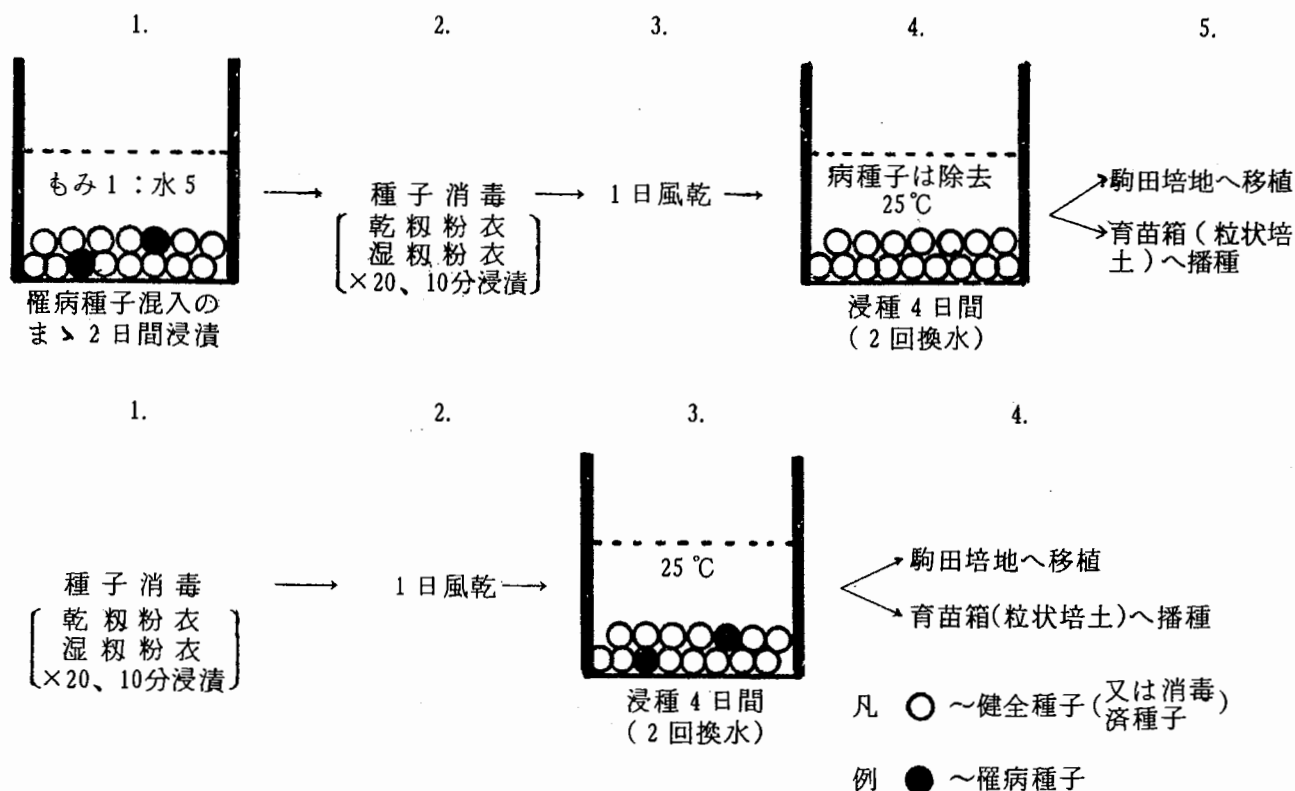
試験方法

a. 種子消毒の方法；第16表にも示したとおり、0.5%乾粉粉衣、同湿粉粉衣、20倍液10分間浸漬法とした。使用薬剤はベンレートT水和剤20である。

b. 接種源としての罹病糶；前項に準ずる。

c. 供用種子；試験に用いた健全種子は、昇こう1,000倍液に3分間浸漬、その後ホルマリンによる消毒（常法）を行い、二重消毒により作成した。

d. 操作；処理の順序は第15図に示したように行ったが、前項同様の罹病種子は各々2粒ずつを加えて接種源とした。



第15図 種子消毒前・後の罹病糶混入と浸種中の感染試験処理行程

試験結果

試験結果について第16表に示す。

これによると、種子消毒前に罹病種子を混入して浸種し、そのあと薬剤の粉衣法、濃厚液短時間浸漬法（20倍液10分間浸漬）の種子消毒を実施すると、播種後に若干の発病を認めることがある。

とくに種糶への付着性において劣る乾粉粉衣法でこの傾向を認めた。これに対し、すでに事前に消毒して、糶上に薬剤を付着させたものにおいては、罹病種子を混入して浸種しても、どの消毒法でも感染はおこらなかった。また、対照区の罹病種子を混入して浸種し、それを無消毒のまま播種した

第16表 罹病種子混入前後の種子消毒と浸種中の感染

病初混入、種子消毒の条件	種子消毒法	総苗数	徒長苗		枯死苗		駒田培地移植後の生育
			苗数	苗率	苗数	苗率	
罹病種子混入浸種 →種子消毒	No.1. 0.5%乾米粉衣	本 155	本 6	% 3.9	本 2	% 1.3	—
	No.2. 0.5%湿米粉衣	155	0	0.0	0	0.0	—
	No.3. ×2.0、10分間浸漬	155	0	0.0	0	0.0	—
種子消毒→罹病 種子混入浸種	No.4. 0.5%乾米粉衣	199	0	0.0	0	0.0	—
	No.5. 0.5%湿米粉衣	219	0	0.0	0	0.0	—
	No.6. ×2.0、10分間浸漬	180	0	0.0	0	0.0	—
(対)種子消毒→罹 病種子非混入浸種	No.7. 0.5%乾米粉衣	207	0	0.0	0	0.0	—
	No.8. 0.5%湿米粉衣	165	0	0.0	0	0.0	—
	No.9. ×2.0、10分間浸漬	188	0	0.0	0	0.0	—
(対)罹病種子混入浸 種→無消毒	No.10. —————	214	153	71.5	28	13.1	+ 30/30

場合は、71.5%（徒長苗率）、13.1%（枯死苗率）と高率の発病を示した。これはすべて浸種中の感染によるものであり、したがってこのような種子の浸種後の消毒では、第16表の試験No.1の乾米粉衣区にみられるような若干の発病がある。このような消毒効果の劣る薬剤や処理法では、浸種後消毒の場合に完全防除は困難なものとなる。今日一般に実施されている消毒は、登録条件に明らかのように、浸種前の消毒であるから、第16表の試験区No.4、5、6がこれに相当する。この結果は発病が全く認められていないところから、現在採用されている消毒法はたとえ若干の保菌種子が混在したとしても、消毒効果に影響少なく、ほぼ完全消毒が期待できると解される。

V 総合考察

水稻の稚苗機械移植栽培が1970年ころから本格的に普及したが、これに伴って育苗箱内におけるイネ馬鹿苗病の発生が目立ち、併せて本田発生も増加して問題となった。とくに育苗箱での発生はそれがやがて商品として農家に販売されるため、その商品としての品質低下に関連して、関係者からは問題解決について強い要望がなされたところである。

このことに関しては、当時それまで種子消毒剤として広く使用されていた水銀剤の使用禁止と時期が一致したため、その代替薬剤の開発や、使用法の研究が精力的に行なわれ、その要望にこたえるための努力がなされた。このような防除法の研

究とともに、箱内における発生生態の解明についても併行して試験が行なわれ、総合的な防除法の確立を目ざして研究が進められてきた。

これの箱内の発生実態調査は、現地のいわゆる育苗センターを対象に調査したが、それによると全体の発病苗率は必ずしも高率とは云えないが、発病株が同一場所に2株以上がたまって発生するというこれまでに全く経験したことのない新しい事実が認められた。このことは、これを調査した農業試験場と、育苗センター2カ所のみのも例外的な現象であり、普遍性のない特異なものとするのは妥当でないと考え、床土の種類、播種量、種子の保菌程度等の条件を組入れて慎重に検討したところ、全く同一の現象を再現することができた。このような同一場所における複数株の発病は、保菌種子が偶然に複数粒でそこに播種された結果とみるよりはむしろ、ある保菌種子から菌の発育があって周辺種子に伸長し、これによって感染して2株以上が同時に発病したか、単数の保菌株が出す徒長物質（ジベレリン）を隣接株が吸収して、複数株の徒長となると判断したほうがよいと思われるが、夏目ら⁹⁾もほぼ同様の見解を示している。同氏らはこれは箱内の特異な環境条件、すなわち、高温、多湿、密播その他の要素が関与していると推察した。このうち、高温が多発生の要因になることについては、梅原⁹⁾も指摘しており、浸種時、催芽時、播種～硬化時の温度では、高温で多発生の傾向を示す事実を明らかにしている。しかし、同一場所における複数株の発病については何等ふ

れてはいない。

以上から箱育苗法は、その育苗特性からみて、保温折衷苗代、畑苗代等従来の育苗様式に比較して多発しやすいので、馬鹿苗病での唯一の防除手段である種子消毒に際しては、より効果の高い消毒法の確立が必要であると考えられる。この消毒に当って、もし若干でも保菌種子が残存すると仮定すれば、それは箱内において数倍にも拡大し、発病苗を増加させ、苗質やその商品価値をも低下させるからである。このような箱育苗の特異性に基づいて、より精度の高い消毒法の確立については、幸にも1973年頃にベノミル剤、チウラム・ベノミル剤等の登録が相次ぎ、使用方法もこれまでにない湿粉衣法、濃厚液短時間浸漬法などの処法が開発され、簡便な操作で有効な消毒法が確立されて、前述したような現場の要望に対し、対応することができたものである^{13, 14)}。

さて、箱内の発病の特異性、すなわち、集団発病の現象は、播種様式、培土の種類、播種量などによってかなりの差異がみられるが、播種後に病原からその周辺に拡大し、早期枯死、萎ちょう、徒長現象の発生が確認できた。それらの結果を要約すると、(1).みぞまき方式、散播方式とも接種源を中心にその周辺に発病が拡大する。(2).殺菌土壌ではあるが、病粒を中心に左右に健全種子を10粒づつ並べて播種したが、播種20日後には全粒に着菌が認められた。また、人工粒状培土と同様に播種した場合は、病粒から3cm以内の種子に発病を認めた。(3).箱内では病原に近いほど発病程度が高く、出芽前後に枯死するものが多く、これより遠い場合ほど軽症となった。(4).播種10日後ころから発病し、30日後においても病苗は増加する。播種20日後に外見上健全苗を他の畑土壌に移植すると徒長現象のみられる場合がある。(5).人工培土の種類により発病率にかなりの差異があり発病の多い培土と少ない培土がある。(6).人工培土には粉状、粒状など物理性の著しく異なったものが多数市販されているが、この培土中の胞子の移動についても明らかな差異が認められ、粉状で粒子の細かい培土では、胞子の透過が悪く、粒状ではその移動が容易である等々である。

以上の諸実験は、その接種源としては糞培養菌を使用した場合が多く、したがって実際場面のように、消毒の不完全に基因する残存保菌種子によって生ずる伝染に比較して菌量がきわめて多く、

したがって、全体的にみてかなり拡大された発病現象としてとらえられているものとみなされる。これらに関する実験は、著者以外には石井¹⁾、夏目ら⁹⁾の研究がある。その結果では、石井は土中での健全種子への伝染は、きわめて少範囲であるとし、著者の培養菌使用の結果に比較して、少量の感染にとどまっているようである。夏目らも人工培土のある種のもので多発し、また、保菌糞に接近した苗で徒長するが、それはGibberellin分泌に関連があると推論している。

以上の知見から、伝染範囲、量の多少はともかくとして、伝染傾向はほぼ同じであるところから、この量的な差異は、種子の保菌量の多少(伝染量の多少)、育苗様式、管理方法の差異等環境条件によって左右されるものと解される。したがって、この現象それ自体に注目し、種子消毒法の改善、育苗管理の改善等に配慮し、健苗育成につとめる必要があると考えられる。

浸種中の感染については、石井^{1, 2)}の報告があるが、この試験は現在の種子消毒剤の登録条件にも明記されている浸種前消毒の操作は行われていない。その実験はすべて罹病種子と健全種子の混合による同時浸漬の試験である。したがって、本県のように浸種前消毒実施率100%と高い地域においては、この試験結果はそのまま適用はできない。このことから、著者は消毒実施後の種子を使用し、あるいはこの条件を加えて2~3の試験を実施した。その結果、(1).消毒後の種子を2日間水に浸漬したあと、この水中において胞子の発芽状況を試験したが、種子消毒の処法の差によって胞子発芽に差異がみられる。例えば、ベンレート水和剤では500倍液24時間浸漬と、0.5%湿粉衣法で、ベンレートT水和剤20では200倍液24時間浸漬消毒種子の浸漬液中では発芽し、0.5%乾粉衣法、同湿粉衣法、7.5倍液吹付け法ではその浸漬液中で発芽しなかった。これは種子における薬剤附着性の差によるもので、これが浸漬液中への溶出差となり、薬剤濃度が発芽に影響したものとみられる。(2).同様に消毒種子を2日間浸漬した液中に、健全種子と多量に保菌した赤糞を混入して3日間浸漬した場合は、両剤とも0.5%乾粉衣、同湿粉衣、200倍、500倍液24時間浸漬、7.5倍液吹付け消毒等大多数の消毒種子浸漬液で発病と着菌が認められた。ただし、浸漬時に種子からの薬剤流出が最も多いとみられる乾粉衣法にお

いては、発病や初着菌を阻止したものがみられ、とくにベンレートT水和剤20を使用した場合にその傾向がつかかった。この試験で孢子発芽阻止のみられた消毒種子浸漬液と、赤粉、健全種子混合浸漬時の健全種子の着菌・発病した浸漬液では第13表と第14、15表の対比でわかるように、種子の消毒法で一致しない。その理由は、分生孢子発芽試験は液中における孢子の発芽の有無の検定であるのに対し、他方では種子そのものゝ浸漬であり、かつ孢子形成の旺盛な赤粉の浸漬によるためであって、両者の孢子量の差や液中におかれた状態のちがいが大きいと推察される。(3). 実際場面で最もおこりうる事例を想定して、①. 消毒後の種子(水洗いせず)に保菌種子(不完全消毒で保菌種子としたもの)を混入して4日間浸漬した場合は、消毒種子では全く発病がみられなかった。②. 健全種子に罹病種子を混入して2日間浸漬した後にとり出し、健全種子のみを消毒した場合は、薬剤付着の劣る乾粉衣法で発病を認めた。このことは、浸種中の2次感染種子に対しては、消毒効果の高い湿粉衣法、吹付け法等によって入念に行う必要のあることを示唆している。また、石井^{1,2)}の指摘したとおり、消毒前の種粉の浸漬は、その中に保菌種子が混在する場合は、発病増加につながるので十分な注意が必要である。

以上浸種中の感染に関して述べたが、前記3項の結果のように、本県では現在慣例的な作業となっている種子消毒後の浸種法(消毒後水洗いせず1~2日風乾してから浸漬する)では、たとえ若干の保菌種子が混在しても、それによって消毒種子に対し容易に2次感染がおこるとは考えにくい。

VI 摘 要

1. 著者は水稻の稚苗機械移植栽培のための箱育苗法において、イネ馬鹿苗病の特異な発生様相すなわち、同一場所で複数株が同時に発病する現象について調査し、その原因について若干の解析を行ない成果をえた。

2. 現地の育苗箱内における馬鹿苗病の発生実態調査を行なった結果、所定の種子消毒後播種した場合の発病率は0.08~0.39%の範囲内であり必ずしも高率とは云えない。しかし、同様の方法で播種した保温折衷苗代、畑苗代ではそれまではほとんど発病していない事実から、箱育苗法は発生を助長する要因があるように推察した。

3. 農試及び現地2カ所の育苗箱の発病調査から、箱内の発病が同一場所に2~6株と複数である事実を確認した。その内容は1株のみで発病している割合が全発病カ所の33.1%であるのに対し、2株以上で発病している割合が66.9%にも達していた。

4. 馬鹿苗病罹病種子の混入程度と播種量をかえて育苗した結果は、病粉混入率の高低にかゝらず播種量の多いときほど多発した。また、この場合当然ながら病粉混入率の高い場合ほど多発した。さらに使用した床土3種類で発病程度に差がみられ、粒状培土で複数発病株数が多い傾向を示した。

5. 同一場所に2株以上の罹病株が存在することは、播種後に若干の保菌種子から周辺種子に二次感染したためであろうと推定したが、この二次感染について育苗箱の型式によって差がみられるか否かについて調査を行った。

6. その結果、ヤンマー式油紙溝仕切り方式、キセキ式4条仕切板糸折込み方式、カンリュウ式ビニール折込み方式、サトウ式散播方式など様々の播種様式について、罹病種子(粉培養菌)の位置と周辺株の発病を調査したが、いずれも接種源の周辺で罹病株が多く発生した。

7. 病原種子(自然感染粉)を中央におき、この左右に連続して各々10粒づつを接触させて播種し、経時的に種子への着菌状況を調査した。播種5日後で病原より1~3粒まで、10日後で3~4粒まで、15日後で6~10粒まで、20日後で10粒まで着菌がみられ、それらはすべて*Fusarium*型の菌糸と分生孢子であることが確認された。

8. 菌糸伸長が旺盛で孢子形成の顕著な病原菌培養粉を列の一端におき、健全種子を接触させて播種したときの発病状況をくらべた。その結果、接種源から3cm以内の位置にあたる種子のみが発病し、それ以遠のものは発病がみられなかった。

9. 病原菌培養粉を中心点におき、これから半径1.0、1.8、2.7cmの円周上に健全粒を連鎖状に播種して、それぞれの円周上の種子の発病状況を調査した。この結果、培土として用いた火山灰土壌ではどの位置でも発病苗(徒長苗)を認めなかったが、人工粒状培土では半径1.8cmの円周上の種子まで発病を認めた。

10. 箱内における発病は経時的に増加するが、培土によりかなり顕著な差異がみられる。しかし

大半の培土では、(1). 箱内の発病は育苗期間中は発病率は増加する。(2). 箱内で外見上健全株とみられるものでも、移植後に新に発病するものも認められる。(3). このことから箱内では病原菌の潜伏状態の苗か、ジベレリン吸収苗が存在するものとみられる等々の結果が得られた。

11. 接種源からの距離と二次感染株の発生症状について調査した結果では、病原に近い場合ほど枯死型が多く、遠ざかるに伴って症状の軽い徒長や生育不良型、または根部の着菌はあるが発病に至らないものなどが多くなった。

12. 各種の人工培土を用い、この中における馬鹿苗病菌分生胞子の移動について試験した。直径3cmのガラス管内に厚さ3.5cmに培土をつめ、この上方から分生胞子浮遊液を注入し、底部からその透過液を採取して、この液中の孢子数を調査した結果、粒状培土ではその大部分が通過したが、粉状培土で土壌粒子の細かいものにおいては孢子は全く通過しなかった。この傾向は培土の底部に健全種子を置き、上部に病根をおき覆土上から灌注したのち、この種子を駒田培地に移植した結果ともよく一致し、粒状培土では菌の発育がよく、粉状培土では発育しなかった。

13. 種根の浸漬時における感染に関し若干の実験を行った。先づベンレート水和剤、ベンレートT水和剤20を用い、種子量の0.5%湿粉衣、同乾粉衣、500倍、200倍液24時間浸漬、7.5倍液種子重の3%吹付け等の種子消毒を行った。この種子を2日間水漬けした後とり出し、この浸漬液中において馬鹿苗病菌分生胞子の発芽状況を調査した。この結果、浸漬消毒法を行った種子と、ベンレート水和剤による湿粉衣消毒を行った種子を浸漬した液中では孢子の発芽が認められたが、その他の消毒種子を浸漬した液中では発芽しなかった。

14. 同様に各種の消毒種子を浸漬した液中に赤粉と健全種子を同時に浸漬すると、いずれも健全種子に感染がみられた。しかし、種子に対し薬剤付着の悪い乾粉衣法では、その液中への薬剤流出が多いため、この液中においては感染がみられなかった。

15. 若干の罹病種子の混入したものを2日間浸漬したあと消毒した場合は、薬剤付着の悪い乾粉衣法で発病した。また、種子消毒後に病根を混入して4日間浸漬したあと、この病根を取り除い

て播種した場合は発病がなく、駒田培地上における菌の発育も認めなかった。

引用文献

- 1). 石井正義(1975);イネ馬鹿苗病罹病もみから健全もみへの感染発病に関する2、3の試験、近畿中国地域共同研究成果集録6号、8～15.
- 2). _____(1975);浸種中におけるイネ馬鹿苗病の感染とその後の発病、日植病報、41、3、246.
- 3). 岩手県(1970);昭和45年度農作物病害虫防除基準・除草剤使用基準、6～7.
- 4). _____(1973);昭和48年度農作物病害虫防除基準・除草剤使用基準、1～2.
- 5). _____(1974);昭和49年度農作物病害虫防除基準・除草剤使用基準・農薬安全使用基準、7～8.
- 6). 梅原吉広(1973);施設育苗におけるイネ馬鹿苗病の多発要因について(1)発生と予措(浸種、催芽)および播種後の温度との関係、日植病報、39、3、189.
- 7). 駒田 且(1964);病原菌の検出と定量、*Fusarium Oxysporum f. raphani*の定量法、日植防協、土壤病害の手引(Ⅱ)、1～7.
- 8). _____(1975);*Fusarium Oxysporum*の選択分離培地とその利用、植物防疫、29、4、5～10.
- 9). 夏目孝男・山田芳昭・小塚宝右エ門・大塚範夫(1975);人工培土におけるばか苗病の発病生態について、日植病報、41、3、246.
- 10). 本蔵良三・山中達(1977);イネ馬鹿苗病に関する研究(4)菌株によるジベレリン及びフザリン酸産生量と稚苗期の症状との関係、日植病報、43、3、315.
- 11). 松尾卓見(1975);病原菌の分離と同定、*D. Fusarium* 菌、日植防協、土壤病害の手引、57～67.
- 12). 渡部 茂(1971);いね馬鹿苗病の生態と防除、岩手県農業試験場70年史、168～175.
- 13). _____(1972);馬鹿苗病の粉衣消毒、今月の農薬10、40～45.
- 14). _____(1972);イネ馬鹿苗病に関する研究第6報、ベノミル剤による新しい殺菌法、北日本病虫研報、23、96.

- 15). _____(1973) ; 箱育苗における種子消毒の重要性、今月の農薬 12、17 ~ 23.
- 16). _____(1976) ; イネの種子消毒法の改善とくに薬剤吹付け法による消毒効果、北日本病虫研報、27、59.
- 17). _____(1977) ; ベンレートT水和剤20による種モミ大量消毒法、今月の農薬21巻4号、最新防除技術第2集 290 ~ 293.
- 18). _____(1977) ; 種子消毒における薬害発生とその対策、岩手農試研究報告20、91-104.
- 19). _____(1977) ; 種籾の大量消毒システム、農薬春秋No.34、10 ~ 14.
- 20). _____・小川勝美(1978) ; 種籾の大量消毒法の開発、岩手農試研究報告21、85 ~ 118.
- 21). 渡部 茂(1979) ; 水稻種子の大量消毒法、農業および園芸 54、1、29 ~ 34.
- 22). _____(1979) ; 水稻種モミの吹付け大量機械化消毒法、今月の農薬 1、14 ~ 20.