

渡部：イネ馬鹿苗病の発生生態並びにその防除技術の改善に関する研究

岩手県農業試験場研究報告

第25号 1 - 73 (1985)

イネ馬鹿苗病の発生生態並びにその  
防除技術の改善に関する研究

渡 部 茂<sup>\*</sup>

Studies on Epidemiology of BAKANAE—Disease of Rice Plant and  
Improvement of Its Control Method

by

Shigeru WATAMABE

---

\* 現花巻農業改良普及所

目 次

<p>緒 言</p> <p>I 苗代期における発生実態</p> <p>1. 保温折衷苗代および畑苗代における発生</p> <p>    a. 苗代様式と発生</p> <p>    b. 播種量と発生</p> <p>    c. 被害わら敷込み土壌における発生</p> <p>2. 育苗箱における発生</p> <p>    a. 農家の育苗箱における発生</p> <p>    b. 育苗箱における集団発病の実態調査</p> <p>    c. 種籾の保菌程度および播種量と集団発病</p> <p>II 伝染機構</p> <p>A 苗代期における感染発病</p> <p>    1. 土壌伝染</p>	<p>    a. 有機物と発病</p> <p>    b. 本田刈株上での本菌の生存</p> <p>    c. 土壌中での本菌の生存</p> <p>2. 育苗箱における感染発病</p> <p>B 本田における感染発病</p> <p>    1. 罹病苗移植による発病</p> <p>    2. 発病株の伝染源としての評価</p> <p>    3. 収量および品質におよぼす影響</p> <p>III 防除技術の改善</p> <p>    A 効率的防除法の確立</p> <p>    B 種籾の大量消毒法の開発</p> <p>総合考察</p> <p>摘 要</p> <p>引用文献</p>
---	--

緒 言

*Gibberella fujikuroi* (sawada) S.Ito に起因するイネ馬鹿苗病は古くからその発生が知られていたが、水苗代で育苗した時代には発生量が少なく、被害程度も軽かった。戦後保温折衷苗代の普及とともに多発生し各地で問題となった。その後、山間高冷地に普及したビニール畑苗代においてさらにその傾向が顕著となり、また、1970年ころから機械移植栽培が普及し、この箱育苗法の増加に伴い各地で再び多発生が注目された。これら保護苗代における育苗環境は、高温多湿、極端な厚まきなど水苗代とは著しく条件が異なるため、このことと発生との関係を明らかにし、併せて本田移植後の推移について解明することは、実用場面において緊急を要する問題であった。またこのような多発生の実態から、より有効で能率的な防除法の確立も急がれた。

本論文はこのような問題解決を目的として、主に1970年以降に岩手県立農業試験場環境部で検討した実験結果をとりまとめたものである。

本稿を草するに当たり、前東北大学教授 山中 達博士からは御懇切な指導と御校閲を、また、元岩手県立農業試験場環境部長 大森秀雄氏には試験

実施上の種々の御配慮を賜った。試験実施に当っては農業試験場環境部小澤龍生、小川勝美、諏訪正義、築地邦晃の各氏に全面的な御協力を頂いた。さらに、防除技術の改善に関する試験では県経済農業協同組合連合会藤巻竹千代氏、県農産物改良種苗センター 川村賢司氏、株式会社丸山鉄工所丸山治政氏、北興化学工業株式会社その他多数の関係者の御協力を得た。

これらの方々に対し厚く御礼を申し上げる次第である。

栽培法と発生並びに防除に関する既往の研究

1. 栽培法と発生に関する研究

*Gibberella fujikuroi* (sawada) S.Ito に起因するイネ馬鹿苗病は古くからその発生が知られ、日本農書全集7、農業余話(小西篤好著、文政11年)に秕苗として記載されている(農文協、昭55)。本病の生態については昭和初期に入ってから伊藤・木村(1931)<sup>19)</sup>、瀬戸(1928、'32)<sup>61,62)</sup>、逸見・瀬戸(1932)<sup>5)</sup>、島田(1932)<sup>56,57)</sup>らによる生態学的研究や徒長物質の検索等が行われた。

戦後保温折衷苗代の普及とともに馬鹿苗病の多発生が各地で問題となった。その後、さらに山間

高冷地帯に普及したビニール畑苗代においてさらにこの傾向が顕著となり、本病の多発生が次第に注目されるようになった。<sup>17, 27)</sup> (第1表) その発生原因については、催芽種子を播種するという特殊な播種法にその理由があった。すなわち、催芽に当って種子を加温した後、種子の冷却を防ぐ目的で保温材料として稲わら、籾殻等で被覆するため、これらと伸長した幼芽が接触することにより、稲わら、籾殻上に存在する本病菌に感染して発病に至るものとみられている。<sup>15, 71)</sup>

川瀬<sup>26)</sup>は各種苗代に同一種子を播種した場合に、畑苗代>保温折衷苗代>水苗代の順に多発生し、さらにポット試験で播種後湛水した場合は、無湛水区に比較して少発生であることを実証した。高坂<sup>29)</sup>はその理由として本菌は好気性菌であり、水中では増殖しないためであると推察した。この後1969~'70年頃から機械移植栽培が普及し、この箱育苗法の増加に伴い各地で再び多発生が注目され、これを契機に防除法、発生機構等に関する研究が数多くみられるようになった。すなわち、農林水産省の地域農業試験場が中心となり、その地域の公立農業試験場との共同研究、あるいは日本植物防疫協会が研究会を組織して、生態防除等の研究が実施された。<sup>36-41)</sup>

一方、佐々木<sup>52-55)</sup>は発生生態を検討し、水田内における本病の動向に関する新知見を発表している。また、本蔵<sup>11-14, 70)</sup>らは生育異常型と菌株の関係、病徴と感染経過、病徴と本菌代謝物質、病徴型と菌侵入部位等について検討し、箱内における徒長、早期萎ちょう株の発生原因について解析した。

## 2. 防除法に関する業績

本病の防除に関する研究は伊藤・木村<sup>19)</sup>が、種粒をホルムアルデヒド剤(ホルマリン液)の100倍

液に1時間か50倍液に30分間浸漬する方法が有効であると述べたのが最初である。後に1937年にドイツから水銀製剤1号(塩化フェニル水銀、商品名ウスプルン)が輸入され、1000倍液に1~6時間浸漬する方法が実用化された。<sup>59)</sup>

1974年に至り水銀剤の使用が禁止されると共に、その代替剤として、ベノミル剤、チウラム・ベノミル剤、チウラム・チオファネートメチル剤が実用化された。このうち最も早くから供試されたベノミル剤(商品名ベンレート水和剤)は薬液に種粒を浸漬する方法のほか、新たに種子粉衣法、スラリー法、瞬間浸漬後風乾処理等の簡便法が登場し、大量種子を取扱う現場の実態に対応できるよう防除技術の改善が行われた。<sup>9, 69)</sup>その後、チウラム・ベノミル剤(商品名ベンレートT水和剤20)、チウラム・チオファネートメチル剤(商品名ホームマイ水和剤)等が実用化され、今日に至っている。

## I 苗代期における発生実態

保温折衷苗代およびビニール畑苗代さらに箱育苗の普及拡大に伴って、従来水苗代ではほとんど問題とならなかったイネ馬鹿苗病が多発して注目されるようになった。このように新しい育苗方法の採用と共に顕著となった本病の発生の要因を解析するため2、3の検討を行った。

### 1. 保温折衷苗代および畑苗代における発生

#### a. 苗代様式と発生

##### 実験方法および結果

供試種子：供試品種トワダ、前年の多発は場産種子。これを井戸水で水洗し浮上した糞を除去し、7日間水漬けした。その後30℃で催芽し直ちに播種した。

第1表 苗代様式と発病

苗代様式	苗代時の発病		本 田 時 の 発 病					
	総 苗 数	病 苗 率	総 苗 数	完 全 枯 死 株 数	茎 一 部 枯 死 株 数	徒 長 株 数	病 株 合 計	病 苗 率
水 苗 代	2,712本	0.1%	178本	0本	1本	0本	1本	0.6%
保温折衷苗代	3,866	4.2	849	2	15	19	36	4.2
畑 苗 代	1,610	11.7	862	1	9	1	11	1.3

育苗様式：畑苗代、保温折衷苗代、および水苗代。

調査方法：各苗代とも田植前日に全株拔取り、発病状況を調査すると共に、健全と思われる苗を選抜して本田に移植した。本田での調査は出穂期（8月18日）に実施した。

この結果、畑苗代の発病率が最も高く、次いで折衷苗代、水苗代の順であった。発病状況をみると、畑苗代では、苗代における発病率が高く、本田における発病率は低い。これに対し、折衷苗代では苗代時の発病率と、本田での発病率が同一であった。このことから畑苗代では発病時期が早く、

折衷苗代では遅いと考えられる。水苗代は何れの場合も発病は少なかった。

b. 播種量と発生

実験方法および結果

供試種子：品種トヨニシキ、大東町多発生は場産。無消毒のまま、はとむね程度に催芽して播種。

調査方法：苗代3葉期に徒長苗、枯死苗数を調査した。

多発は場産種子を無消毒のまま播種量をかえて播種し、さらにこれを折衷苗代および畑苗代の条件下において馬鹿苗病の発生状況を調査した。その結果は第2表に示したが、これによると各様式

第2表 苗代様式別播種量と発病（2区平均値）

区 別		総 苗 数	徒 長 苗 率	枯 死 苗 率	発 病 苗 率	備 考
育苗様式	播 種 量					
保温折衷苗代	100g/m <sup>2</sup>	926.5 本	7.3 %	0.1 %	7.4 %	標準播種量 84g/m <sup>2</sup>
	120	969.0	13.5	0.5	14.0	
	150	1,112.0	15.6	0.6	16.2	
畑 苗 代	100 /m <sup>2</sup>	1,053.0	14.5	0.6	15.1	110g/m <sup>2</sup>
	120	1,289.5	23.3	1.2	24.5	
	150	1,361.5	23.0	1.0	24.0	
稚苗箱育苗	200 /箱	1,671.0	12.7	0.7	13.4	200g/箱

注 発病苗率は徒長苗率、枯死苗率の合計

とも100g播種で発病が少なく、120g、150gではほぼ同程度の発生であった。様式別では畑苗代方式が全般に多発した。播種量が100gで少発だった理由は、他と比較して初間の接触が少ないためと推察された。また、折衷苗代方式で少発だった理由は、5月1日以降の湛水による影響と考えられた。

c. 被害わら敷込み土壌における発生

自然条件下で越冬した被害わら、刈株を土壌に敷込み育苗した場合、保温折衷苗代および畑苗代で発生に影響がみられるか否かについて検討した。

実験方法および結果

供試被害わら：株元の葉鞘に大型および小型分生胞子を豊富に形成し、ほ場で完全に枯死した株。

供試土壌：岩手農試畑土壌（火山灰土）。

処理：被害わらを約3cmの長さで切断し、土壌

に混入し播種したあとは、ビニールで被覆し、本葉1葉期までそのまま育苗した。ビニール除去後は、折衷苗代区では播種面上水深約1cmに達するように常時灌水した。

供試種子：供試品種フジミノリ。比重1.13で塩水選し、その後常法によるホルマリン消毒を行い、このあと30℃に加温し催芽播種した。

調査方法：11月5日に全株を抜取り徒長、萎縮苗、不発芽でもみ上に菌そうの形成しているもの等に分けて調査した。この菌そうは室内自然光の下において分生胞子の形成を促し、その形成状況を検鏡して本病であることを確認した。

この結果は第3表に示したとおりである。すなわち、罹病株を細断して敷込んだ畑苗代で多発生し、保温折衷苗代では畑苗代の約1/2の発生であった。また、畑苗代では徒長苗が多発生し、保温折衷苗代では萎ちよう苗が多発した。

第3表 罹病株（切断）の敷込み土壌における苗代様式と発生量

土 壌 処 理 区 別	総 苗 数	病 苗 数			
		徒 長 苗 数	萎 ち ょ う 苗 数	不 発 芽 ( 胞 子 形 成 ) 数	合 計 数 ( 発 病 苗 率 )
保温折衷苗代、わら敷込み	261 本	2 本	38 本	23 本	63本(24.1%)
畑 苗 代、わら敷込み	156	17	16	32	65 (41.7 )
保温折衷苗代、無敷込み	137	0	0	0	0 ( 0 )
畑 苗 代、無敷込み	143	1	0	0	1 ( 0.7 )

2. 育苗箱における発生

a 農家の育苗箱における発生状況

農家から育苗の委託を受けている次の3共同育苗施設における本病の発生状況を調査した。

- 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

調査は、播種前の種子消毒の方法、育苗様式、馬鹿苗病発病株数について行った。各地における種子消毒法と発病状況を取りまとめた結果は第4表のとおりである。

これらの調査結果から、各地点とも実施した種子消毒法に欠点は特に見当らなかった。平均発病苗率は0.1～0.4%であって必ずしも高率の発生とは言えない、しかし、この種子消毒法では従来保温折衷苗代や畑苗代ではほとんど発病をみていない事実から、この箱育苗方式それ自体に発病を助長する何等かの要因が存在するものと推察された。

b. 育苗箱における集団発病の実態調査

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

第4表 各育苗施設における種子消毒と発病 1970年5月調査

調 査 場 所	種 子 消 毒 法	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
石鳥谷町新堀育苗センター	ホルマリン50倍液20分浸漬、3時間ビニール被覆	34.8本	0.4%	15.8本	0.2%
紫波町上平沢高橋氏育苗ハウス	水10ℓにルベロン6錠加溶液に8時間浸漬	28.6	0.3	—	—
同上 小田中氏育苗ハウス	ホルマリン50倍液20分浸漬、6時間ビニール被覆	—	—	6.8	0.1
雫石町御所育苗センター	水10ℓにルベロン6錠加溶液に12時間浸漬	22.7	0.3	—	—

注 両品種とも1.8ℓの籾数36,000粒とし、1箱9,000粒播種として病苗率を計算した。

場における育苗箱では、病株が同一場所に数株ずつ複数で発生している事実が認められたので、このことについて調査を行った。徒長株、萎ちょう株および枯死株の合計を発病株とした。この結果は第5表に示した。

これによれば、各調査とも相接して発病する株の多いことがわかった。すなわち、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にとどまり、その他はすべて2株以上の複数で発病していた。この中で最も多い発病は2株で、これに次

第5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	一病箱の推定率*	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	15	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 <i>Fusarium</i> 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。

いで3株、4株および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て罹病している現象は、播種後に2次的に感染して、周辺株に拡大したものと解釈するのが妥当であろう。

c. 種籾の保菌程度および播種量と集団発病前項(b)の発病の実態調査から集団発生という現象が得られたので、保菌量および播種量と集団発生量との関係について試験を行った。

実験方法および結果

供試種子：①保菌種子。出穂期に胞子浮遊液を噴霧接種した品種ササミノリで、この種子は、箱内に20g播種した場合の発病率が80%以上を示す保菌率の高い種子である。②健全種子。無発生は場から採種し、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)の二重消毒した品種ササミノリを用いた。

種子の保菌量の差の設定：①病籾少量混合区。保菌種子30%と健全種子70%(重量比)との混合。②病籾多量混合区。保菌種子70%と健全種子30%

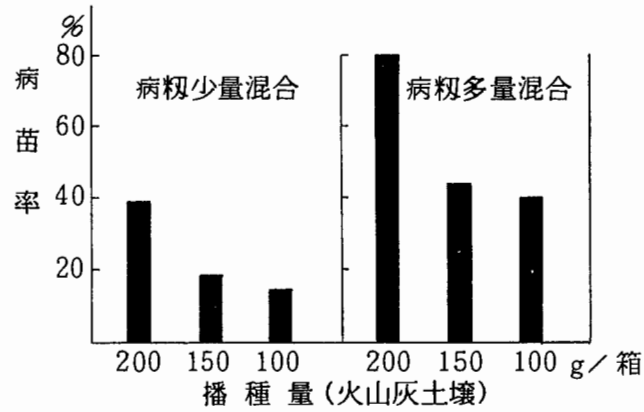
との混合。

播種量：箱当り200、150および100g。

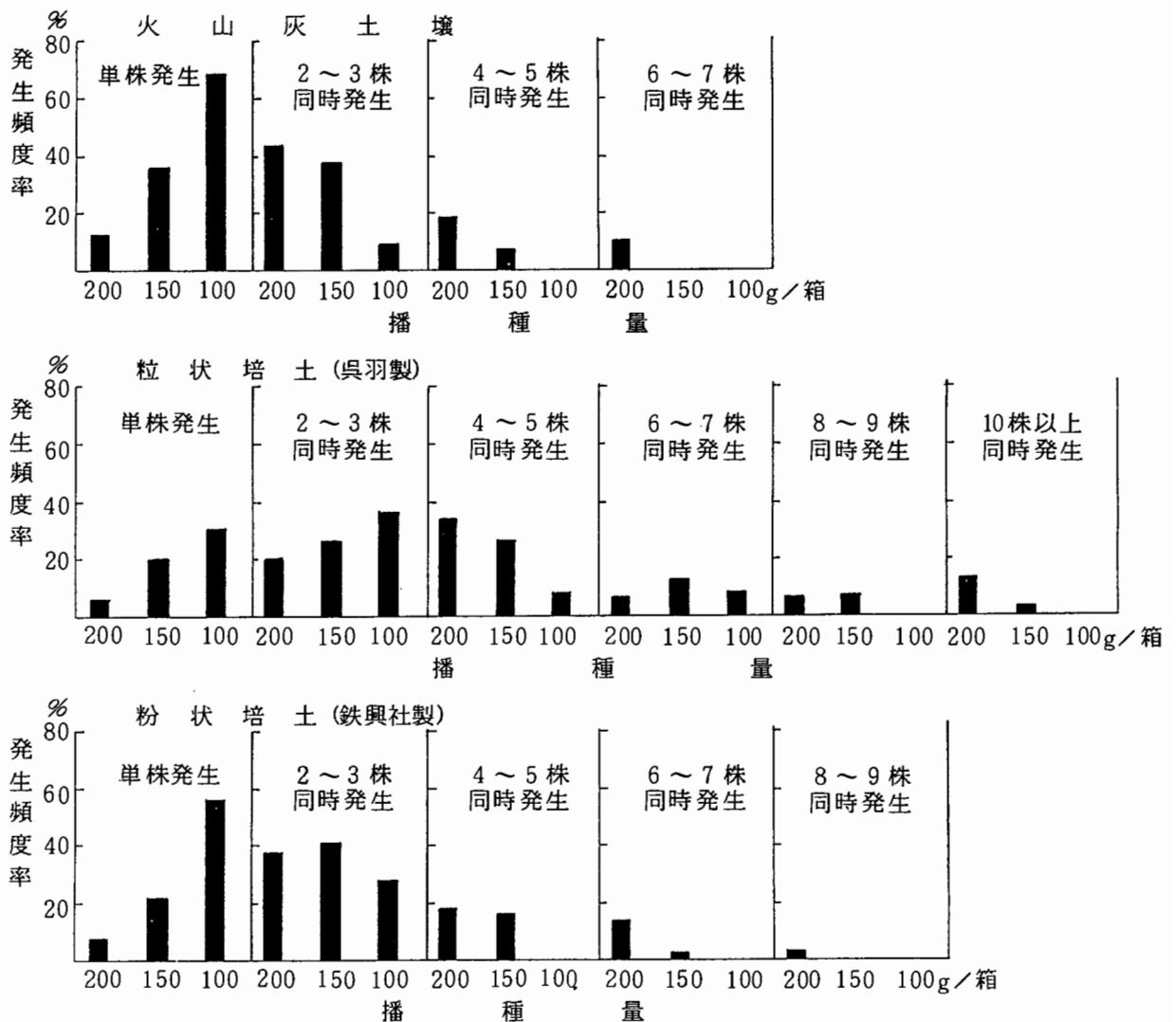
使用した培土：①粉状培土(鉄興社製)②粒状培土(呉羽化学製)③火山灰土壌(農試畑土壌)

この結果は第1~2図に示した。その結果保菌種子を高率に含む場合も、低率の場合も共に、密播すると病苗が多くなり、薄播きで少発生となる。全体の発生量は保菌種子の多い場合に発生が多くなる。

播種量と集団発生と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区(100g/箱)に多く、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区(150~200g/箱)に多かった。とくに200g/箱播種の場合は4~5株以上も集団で発病する事例が多かった。これは種子の接触がきわめて密なため、罹病種子から菌糸が伸長し、周囲の健全種子に伝播、発病したことによるとみられる。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、これは火山灰土壌や粉状の人工培土に比べて、菌の伸長、灌水時の移動などが容易であるとみられる。



第1図 播種量と病苗率 (火山灰土壌)



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)

以上の結果から、育苗箱内の本病の集団発病の現象は、箱育苗と言う特殊な環境下における発病の特徴と考えられる。

考 察

水稻の育苗は、古くから水苗代によって行われてきた。戦後1950年頃に油紙被覆による保温折衷苗代が開発普及され、また、1956年からはビ

ニール被覆による畑苗代が山間高冷地帯に普及することによって、早春期寒冷な東北地方の水稻育苗は、著しくその安定性を増し、健全育苗に大きく貢献した。しかし、それとともに水苗代時代には少発生であったイネ馬鹿苗病が多発生する結果となった。この現象を実証するため、両苗代における発生の実態を調査した。

その結果、畑苗代では苗代末期に徒長苗の発生が多く、さらに移植時外見健全とみられた苗の本田移植後の発病も認められて、水苗代に比して約20倍の多発生となった。保温折衷苗代でも畑苗代ほど顕著ではないが、水苗代よりは明らかに多発生した。また、播種量が多いほど多発生し、罹病わら敷込みでも発生量が増加した。このことから苗代様式が変った1950年、1956年頃の本病多発生の一般の観察は、そのことが事実であることを実証できた。この現象は川瀬<sup>26)</sup>もほぼ同時期に観察し、同一品種を播種した場合、水苗代く保温折衷苗代く畑苗代の順に発生率が高くなり、さらに被害わらを土壌中に敷込んだ場合も同様に伝染源となり、多発生すると述べている。この原因について高坂<sup>29)</sup>は、本菌が好気性であること、26℃以上の高温を好むことがその理由であろうと述べている。

1970年代はじめから機械移植栽培が本格的に普及したが、これに伴って育苗箱内での発生程度は、前記の保温折衷苗代、畑苗代普及当初よりも顕著であった。箱育苗の普及当初は水銀剤の使用規制時期とほぼ一致し<sup>23, 58)</sup>、したがって、これまで一般に用いられていた水銀剤と、古い時代に使用されていたホルマリン液による種子消毒が併行されていた時期である<sup>23)</sup>。これらの方法はともに完全殺菌は困難で若干の保菌種子が残存するものと考えられる。ただそれまでの苗代様式では発生環境が不適当なために、発病が強く抑制されたものと考えられる。しかし、箱育苗では、好適な発生環境によって発病が増幅されるので、より消毒効果の高い殺菌剤の開発や、消毒方法の考案が期待されることである。また、箱育苗ではその発生様相にきわめて特異的な現象が認められた。すなわち、集団的な発生である。この集団発病は通常数株でみられるが、時には10株以上も集団発生する

場合がみられる。これは播種量が多いほど、また、保菌種子量が多いほど顕著であった。箱育苗では、他の苗代様式に比較して著しく播種量の多いのが特徴である。この播種量の多い場合の多発生は、来島<sup>27)</sup>もこれを認め、箱当り360 ml播種で33.1%、270 mlで23.3%、180 mlで11.5%、90 mlで4.9%の徒長苗率を報告している。

以上のような発生特徴について、その原因を解析し、より有効な防除法を確立して、箱育苗法の安定技術を樹立することは重要なことと考えられる。

## II 伝染機構

### A 苗代期における感染・発病

馬鹿苗病における種子伝染<sup>2, 3, 5, 19, 20, 25)</sup>および被害わらからの伝染<sup>19, 26)</sup>は古くから知られている。さらに本病常発地土壌(苗代跡)から*Fusarium moniliforme*菌を検出し、イネ苗に発病させたという報告もみられる<sup>67)</sup>。しかし、本菌は厚膜胞子を形成しないこと、菌糸や分生胞子の土中生存期間が短いこと、土壌中で腐生生活をしないこと等の理由から土壌伝染を否定する報告<sup>68)</sup>もある。そこで本章では土壌伝染の可能性について種々検討した。

#### 1. 土壌伝染

##### a. 有機物と発病

##### 1) 土壌中の粗大有機物と菌の発育

土壌中に各種の有機物を添加し、これに本病菌を接種して、その発育状況を調査した。

##### 実験方法および結果

供試菌株：日本特殊農薬株式会社、滝元氏より分譲された馬鹿苗病菌E・F・G・Iの4菌株。

区別：①有機物無添加土壌 ②完熟堆肥100 g添加土壌 ③稲わら10 g添加土壌 ④フスマ50 g添加土壌 ⑤イネ科牧草根120 g添加土壌

処理方法：畑土壌(地表から1 m下層の有機物含有の少ない土壌)を各区200 g秤量し、これに上記有機物と井戸水400 ccを加え、これを径9 cm腰高シャーレーに入れ、加圧殺菌した後、馬鈴薯寒天培地で2週間培養した各菌株の菌叢を接種し24℃で13日間培養した。

調査方法：調査基準は次のようにした。



- ……菌叢の発育伸展がほとんど認められない。
- ± ……添加物上に僅かに菌糸が発育する。
- + ……同上に菌糸がかなり発育伸展する。
- ++ ……同上に極めてよく発育伸展する。

- +++ ……シャーレー全面に菌叢が発育する。  
これによると各菌株とも添加有機物中でよく発育伸長した。特にフスマ添加の場合最も発育よく次いで完熟堆肥、牧草根などであった。無添加区では土壤中での発育は認められなかった。

第6表 粗大有機物上における菌の発育

区 別	菌 系	菌叢発育程度	区 別	菌 系	菌叢発育程度
無 添 加	E	—	牧 草 根 添 加	G	+
完 熟 堆 肥 添 加	E	+	完 熟 堆 肥 添 加	F	++
稲 わ ら 添 加	E	±	稲 わ ら 添 加	F	+
フ ス マ 添 加	E	+++	フ ス マ 添 加	F	++
牧 草 根 添 加	E	+	牧 草 根 添 加	F	+
無 添 加	G	—	完 熟 堆 肥 添 加	I	+
完 熟 堆 肥 添 加	G	+	稲 わ ら 添 加	I	+
稲 わ ら 添 加	G	±	フ ス マ 添 加	I	+
フ ス マ 添 加	G	++	牧 草 根 添 加	I	+

2) 有機物添加土壌における苗の発病

第7表 接種粗大有機物上における苗の発病

区 別	総 苗 数	罹 病 苗 数	発 病 率	苗 の 生 育 状 況	
				草 丈	本 葉 数
無 添 加 土 壌	170 株	0 株	0 %	14.2 cm	1.0 葉
菌培養完熟堆肥添加土壌	147	147	100	24.3	1.0
“ 稲わら添加土壌	207	205	99.0	22.0	1.0
“ フスマ添加土壌	184	184	100	28.4	1.0
“ 牧草根添加土壌	180	179	99.4	23.2	1.0

前項の有機物を添加した土壌に健全種子を播種し、本病の発生について調査した。

実験方法および結果

供試種子：農林17号、0.1%昇汞で5分間殺菌して催芽、前記菌増殖土壌を添加した $1/5000a$ ワグネルポットに播種した。

調査方法：播種後19日目に草丈、本葉数および発病株数を調査した。

病菌は土壌中の各種有機物中でよく伸長するがこのような土壌に播種した場合、何れの有機物材料を用いても殆ど100%発病した。この中、徒長程度の最も顕著だったのはフスマ培養区で、無処

理区の約2倍の草丈を示した(第7表)。

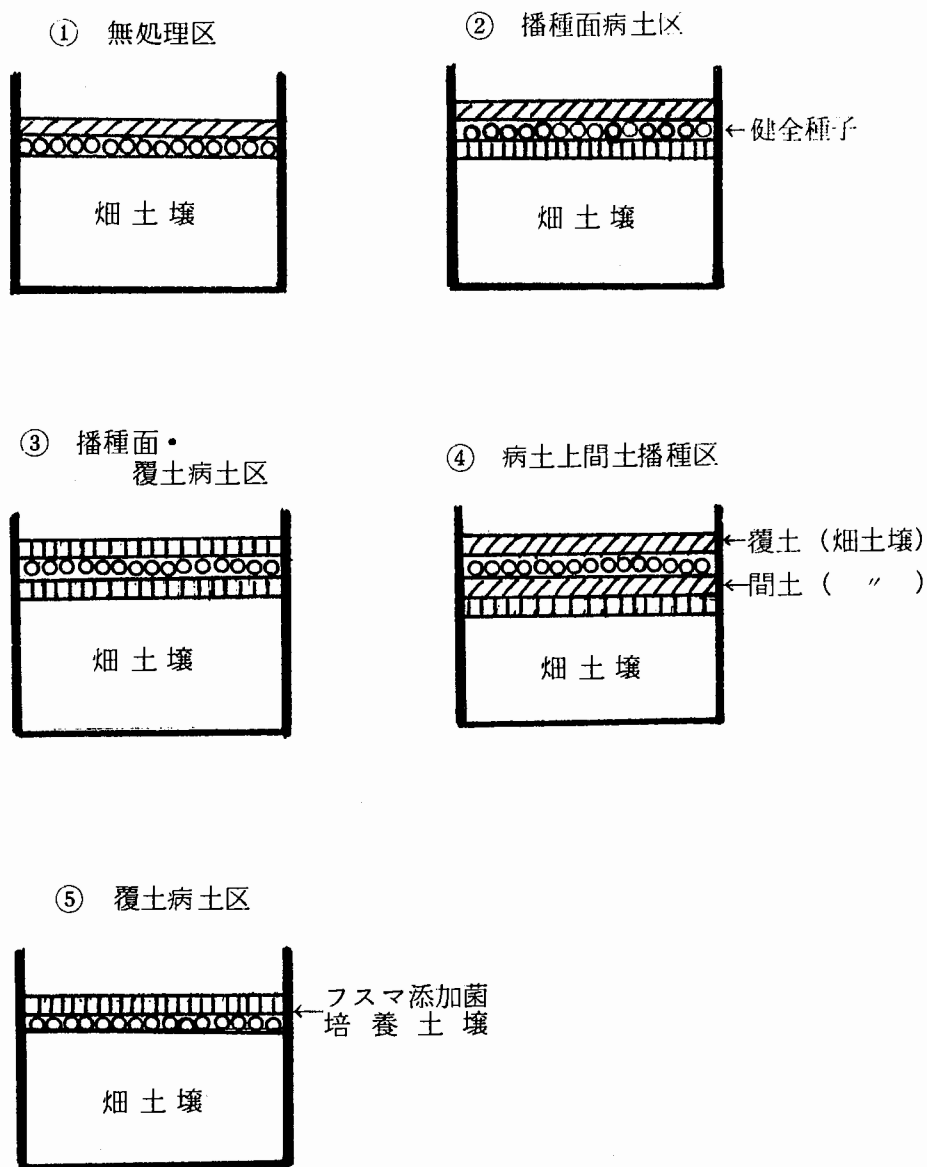
3) 病原土壌および種子の位置と発病との関係

有機物添加病原培養土壌(病原土壌)および健全種子の位置と発病との関係について調べた。

実験方法および結果

腰高シャーレー(径9cm)を用いて病原土壌(畑土壌200g+フスマ50g、加圧滅菌後24℃、28日間培養)と種子の位置を次の示すように処理した。

供試種子：農林17号を昇汞0.1%液5分間表面殺菌後、28℃で芽長1mmに催芽した。



第3図 病原土壤と種子の位置

第8表 接種粗大有機物・種子の位置と発病

区 別	総 苗 数	罹 病 苗 数	発 病 率	苗 の 生 育 状 況	
				草 丈	本 葉 数
無 処 理 区	70 株	0 株	0 %	9.9 cm	1.0 葉
播 種 面 病 土 区	75	75	100	18.8	1.0
播 種 面 ・ 覆 土 病 土 区	72	72	100	19.1	1.0
病 土 上 間 土 播 種 区	52	29	55.8	15.6	1.0
覆 土 病 土 区	62	62	100	20.9	1.0

これによると、病原土壌の存在する場合は、その位置の如何にかかわらず発病した。播種面、或は覆土中に病菌が存在する場合の発病は病菌と種子とが接触するので、発病は当然と考えられるが間土をして種子と直接接触をさせた場合でも徒長苗の発生がみられることは注目される(第3図, 8表)。

4) 被害物(わらくず、もみがら等)混合土壌における苗代設置と発病

ほ場に残るもみがら、わらくずおよび刈株などが伝染源となり、発病がみられるか否か試験した。

実験方法および結果

敷込み材料の越冬条件：①紫波町産罹病わら、屋内貯蔵 ②紫波町産わら屑、バインダーで刈取後、水田上に2月まで放置。その後、敷込み時まで室内貯蔵 ③陸前高田市産もみがら、屋外に放

置、降雪なく、乾燥状態を保持 ④陸前高田市産わら屑、同上 ⑤水沢市産刈株およびわら屑、水田放置、冬季は積雪下 ⑥本場産罹病わら、屋内貯蔵。

材料の敷込みと苗代作成方法：上記材料を細断し、水および土壌(火山灰土)をよく混合して保温折衷苗代作成の方法で苗代をつくった。そのあと、健全種子を180 ml/ml播種、もみがら燻炭で覆土し、さらにビニールを幌状に被覆した。区間は板で仕切った。

供試種子：フジミノリ比重 1.13 で塩水選し、そのあと常法どおりホルマリンで消毒した。

その結果、自然条件下に放置したわら屑、もみがら等を敷込んだ土壌に播種すると感染発病することがわかった(第9表)。

第9表 被害物の土壌敷込みと発病との関係

敷 込 材 料 の 区 別	総 苗 数	病 苗 率
1. 紫波町産、罹病わら、敷込み	9,600 本	0.76 %
2. "、わら屑、"	10,800	0.09
3. 陸前高田市産もみがら "	6,750	0.59
4. " わら屑 "	8,703	0.16
5. 水沢市産株刈、わら屑 "	6,900	0.03
6. 本 場 産、罹病わら "	6,843	3.13
7. 無 敷 込 み	5,760	0.01

b. 本田の刈株上における本菌の生存

1) 自然条件下での生存

本田で罹病した株の刈株上での自然条件下において病菌の越冬について試験した。

実験方法および結果

病株の由来：土壌接種により発病徒長した苗を本田に移植した。その後は常法通り栽培管理し9月末に刈取った。刈取った後の刈株はそのまま田圃で翌年まで自然条件下で越冬させた。翌年春季(4月7日)にこの刈株を採取して細断し、これ

を土壤中に深さ 5 cm に敷込みこれに健全種子を播種し、発病の有無を調査した。なお、越冬期間の根雪期間は 124 日間であった。

操作方法：上記材料を 5 cm に細断して敷込んだ畑苗代に播種した場合と同様にして室内のバットに播種した場合に分け、これらの条件下での発病

状況をみた。同時にこの刈株から分離した *Fusarium* 菌をフスマ培養し、これを畑土壌に混合接種し、この上での苗の発病状況について調査した。

供試種子：トワダを用い、ウスプルン 6T/10ℓ、24 h 消毒後催芽 (24 h、30℃) し播種した。

この結果から明らかに自然条件下における罹病

第10表 病原菌の刈株上における越冬

① 越冬刈株の敷込み土壌における苗の発病

播種方法	区別	総苗数	病苗数	病苗率
(1) バット播種法	刈株敷込土壌区	305 本	67 本	22.0 %
	無処理区	376	0	0
(2) 畑苗代播種法	刈株敷込土壌区	110.0	5.5	5
	無処理区	150.0	0.0	0

注 (2)は、4区平均値

② 刈株より分離した *Fusarium* 菌の病原性

区別	総苗数	徒長苗数	徒長苗率
<i>Fusarium</i> 菌フスマ培養 添加土壌播種区	171 本	13 本	7.6 %
無添加土壌播種区	169	0	0

株の刈株上で越冬できることがわかった。

2) 室内条件下での生存

ほ場において収穫期に稈が黄変枯死し、葉鞘表面に菌叢の形成を認めた稈を刈取り、これを室内

に保存してこの上での菌の生存期間を調査した。

実験方法および結果

供試材料：本田で株全体が菌叢を形成して黄変枯死した2株を選び、これを実験室で保存した。

第11表 病原菌のわら上における生存期間

菌の分離時期	シャーレー番号					収穫時からの 通算生存日数	備考
	No. 1	2	3	4	5		
1964 10. 3	+	+	+	+	+	3 日	+は菌叢発生 -は無発生を示す
1965 3. 23	+	+	+	+	+	174	
5. 30	+	+	+	+	+	242	
7. 30	+	+	+	+	+	303	
9. 28	+	+	-	-	-	362	
11. 10	-	-	-	-	-	-	
11. 30	-	-	-	-	-	-	
12. 10	-	-	-	-	-	-	

処理方法：上記材料を一定時期毎にとり出し、細断して表面殺菌を行ったのち、Richard 培地上における本菌菌叢の発育の有無によって生死を判定した。

生存期間の長短はわらの貯蔵によってかなり左右されるものと考えられるが、普通の室内貯蔵であれば約1か年は生存可能とみられる。

c. 土壌中での本菌の生存

1) 処理2年後の状況

1963年10月22日にフスマ培養菌を本場火山灰土壌に混合接種し、1964年4月17日に健全種子を畑苗代に播種したところ13.4～15.6%の感

染苗率を得た。1965年は再びこの土壌を用い健全種子を播種して、発病の有無を調査し、処理2年後の生存について検討した。

操作方法：1965年4月、上記土壌の表土5cmを採取し、これを27×37×5cmのバットにつめ、ウスプルン6T/10ℓ、24h消毒し、催芽(30℃、24h)した健全種子を播種した。以後は水道水を時々灌水しながら育苗管理した。なお、イネのほかには指標作物としてトウモロコシ<sup>63)</sup>を播種して観察した。

この結果、1964年(次年度)は13.4～15.6%とかなり高い発病率を示した土壌であったが、

第12表 土壌中における生育状況

1963年10月22日の土壌接種の条件	1964年の発病状況(イネ病苗率)	1965年5月14日の発病並びに生育状況			
		イネ病株率	イネ草丈	トウモロコシ病株率	トウモロコシ草丈
1. 堆肥+病菌接種	13.4 %	0 %	3.0 cm	0 %	10.3 cm
2. 稲わら+病菌接種	15.4	0	3.2	0	10.2
3. フスマ+ "	13.9	0	3.3	0	9.9
4. 病菌単独接種	15.6	0	2.5	0	9.7
5. 無添加、無接種	0.0	0	3.0	0	9.3
※6. 畑土壌	-	0	3.0	0	8.0
対照区 7. 畑土壌+病菌接種	-	100	5.9	100	15.5

注 ※ 6は、1965年4月採集の健全畑土壌  
7は、同上にフスマ培養菌を接種したもの。

1965年には何れにおいても発病は認められなかった。したがって、接種2年後においては土壌中の病原は死滅したか、あるいは、感染力を失ったものと推定される。

2) 大型および小型分生胞子の土壌中における行動調査

一般にFusarium菌の分生胞子が土壌中におかれると、発芽および種によっては厚膜胞子の形成を認めるが、馬鹿苗病菌の場合にはどのような行動を示すかを知らうとした。

実験方法および結果

供試菌および処理方法：岩手農試保存菌でフスマ培地で20日間培養し、常法に従って分生胞子を形成せしめた。まず井戸水(殺菌水)で大型分生

胞子浮遊液(20×10、1視野平均値173コ)、および小型分生胞子浮遊液(同341コ)をそれぞれ作成し、これらの1滴をそれぞれスライドガラス上におき風乾した。このスライドを供試土壌をつめた300mlの腰高シャーレーに埋没し、25℃の定温器内においた。スライドを一定時期毎にとり出して、ローズベンガル液を滴下して染色し、分生胞子の発芽状況を調査した。

供試土壌：①無殺菌土壌 農試畑土壌で火山灰土、②殺菌土壌 上記土壌を120℃、20分、オートクレーブで殺菌。

土壌水分は飽和含水量の45%になるよう水分を加え、充分混合かく拌して使用した。なお水分の蒸発を防止するため密閉した。

第13表 殺菌土壌埋没区の分生胞子の発芽

処理後の日数	大型分生胞子		小型分生胞子	
	発芽率	発芽状況	発芽率	発芽状況
埋没時	88.9%		75.6%	
5日	-*	菌糸の伸長良好	71.6	菌糸の伸長良好
10日	97.8	菌糸伸長大で錯そうしている。	31.0	菌糸の伸長良好
15日	93.9	発芽管は短小である。	75.7	発芽管は短小である
30日	19.2	発芽の判定困難となる 発芽管短小	19.9	発芽管の存在不明
60日	9.1	胞子の空胞化目立つ	3.1	発芽胞子数僅少

\*は、調査を実施しなかった。

第14表 無殺菌土壌埋没区の分生胞子の発芽

埋没後の日数	大型分生胞子		小型分生胞子	
	発芽率	発芽状況	発芽率	発芽状況
5日	-%	埋没15日後の調査で発芽率 16.9%を示したほかは発芽 を認めることが出来なかった。	33.6%	埋没5日後で発芽率33.6%、 同15日後で18.1%を示した。
10日	-		-	
15日	16.9		18.1	
30日		胞子の検出が不能であった。		胞子の検出が不能であった。
60日				

調査時期：スライド埋没時、以後5、10、15、30および60日目にそれぞれ発芽状況を調査した。

大型および小型分生胞子の殺菌および無殺菌土壌中における発芽状況を中心とした動向について埋没5、10、15、30および60日後に検鏡し調査した。殺菌土壌中においては大型分生胞子は埋没15日後までに大部分のものは発芽し、発芽管の伸長も旺盛であった。しかし、30日以降になると発芽率も激減し、発芽管も短少になり、また、崩解する胞子数も多く認められた。

以上のことから、大型分生胞子は15日後ころまでは大部分が発芽し、これ以後においては胞子は崩解、消失の過程をたどると推察された。小型分生胞子もほぼこれと同様の傾向を示した。

無殺菌土壌においては、大、小型分生胞子とも埋没処理15日ころまでは発芽を確認出来たが、そ

れ以後は胞子検出ができなかった。また、無殺菌土壌では殺菌土壌と比べて急激に胞子が減少した。

#### 考察

種子伝染以外の伝染方法について検討した報告は従来それほど多くない。その内容をみると、被害わらを土壌中に敷込み、それに健全種子を播種して発病状況を調査しているもの、北海道では水田<sup>17, 26, 62)</sup>地表面および地中に放置した被害茎、<sup>19)</sup> 籾上の菌糸は次年度までに大部分死滅するが、野外の樹木に懸垂したもので次年度まで生存するので、<sup>67)</sup> 籾わら処分が大切であると指摘したものなどである。また、<sup>67)</sup> 渡辺は常発地苗代から菌の検出を行い、また、この土壌に播種して発病をみたことから、自然条件下においては少量ではあるが土壌を介して病発することがあると考察している。

著者の一連の試験の結果、被害わらの敷込み、病株の刈株等が残存した場合にその土壤に畑苗代あるいは保温折衷苗代を設置すると発病する事実から、渡辺の結果と同様に自然条件下では発病の可能性を有するものと推察される。

分生胞子は寄主体から離脱するとその生存期間が短かく、次年度への伝染源とはなり得ないものと思われるが、被害株上では生存期間が約1か年認められる（乾燥状態、室内保存）。したがってこれらを持込んだ土壤に苗代を設置した場合は発病の危険はあるが、その頻度はごく少ないと考えられる。これらに対し、被害残渣以外の土壤伝染については、高坂は、①本菌は土壤中腐生生活をしな。②土壤中厚膜胞子をつくらない。③菌糸、分生胞子は短期間に死滅するの3点をあげその可能性を否定している。

前述のように被害残渣の敷込みによって発病の可能性があることは、今後十分考慮することが肝要であろう。

## 2. 育苗箱における感染発病

育苗箱内における馬鹿苗病の発生病相は、前述の発生生態から明らかなように、同一場所に複数で発病することが多い。これは保温折衷苗代や畑苗代の育苗では全く見られなかった現象で、特異な発生病相である。この現象は極端な厚まき、出芽のための加温、過度の温湿度条件等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0.1～1.0%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集団で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2次感染し、その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。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2次感染を誘起する点で極めて注目される。ここでは育苗資材や播種法などと2次感染との関係について解析した。

### a. 播種型式と発病

1) 溝まき方式および散播方式と発病  
溝まき方式および散播方式と発病との関係について試験した。

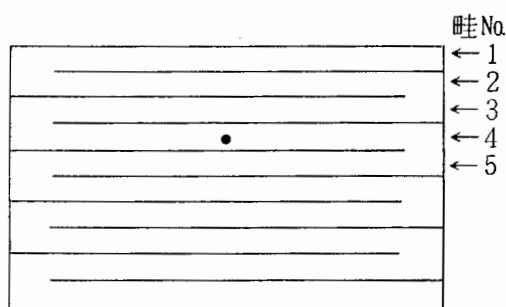
#### 実験方法および結果

育苗箱の型式と播種量：①溝まき方式としてヤンマー式油紙溝切り方式を、②散播方式としてサトウ式を用い、播種量は溝まき方式では、1箱当り0.27、0.36、0.45 $\ell$ の3段階とし、散播方式では、0.36 $\ell$ とした。

供試種子：品種南栄を用い、塩水選（比重1.13）後種子消毒し、催芽して播種した。

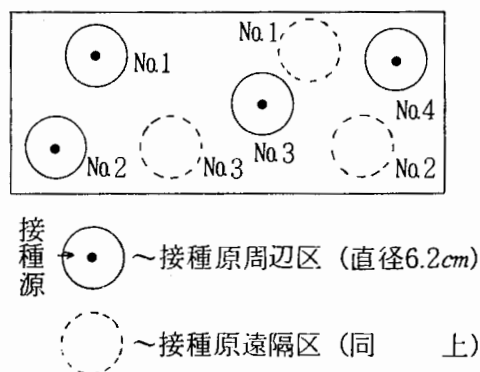
病原菌の接種方法：馬鹿苗病菌培養粉（100ml容三角フラスコに適量の粉と水を加えて加圧殺菌し、3週間培養して、大型および小型分生胞子形成の旺盛なもの……以下すべてこれに準ずる）を接種原とし、溝まき方式では1箱中の1本の溝に1粒を、散播方式では1箱の任意の場所4か所にそれぞれ1粒ずつを置床し接種した。

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起こし、接種原周辺株の発病状況を、散播方式では接種原の病粒を中心に、直径



●は接種病粒の位置

第4図 溝まき方式と畦、接種原の位置の模式図



第5図 散播方式における接種原、ならびに標本の調査位置

6.2 cmの円内の発病苗を調査し対照区と比較した。

各型式別に接種原の位置、罹病株の位置、程度を第4～5図に示した。

(1) ヤンマー式油紙溝切り方式での発病結果は第15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株がみられた。溝仕切りでも2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) 散播方式での隣接株への影響を病原を中心径6.2cmの円内と、円外に分けた調査結果は第16表のとおりである。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、散播方式においても病原粒から順次周辺株に感染してゆくものと判断される。

第15表 ヤンマー式油紙溝切り方式における隣接畦および隔離した畦の発病

播種量	接種原の位置並びに対照の位置			
	A		B	
	畦内の総苗数	徒長・生育不良苗率	畦内の総苗数	徒長・生育不良苗率
0.27 ㍓/箱まき	116.0 本	10.1 %	105.5 本	0 %
0.36 ㍓/箱まき	132.3	16.1	137.7	0
0.45 ㍓/箱まき	181.3	14.3	166.3	0

注 接種原、対照の位置

A～接種原を置いた畦と左右隣接畦の3畦における発病

B～接種原を置いた畦から3畦以上離れた位置の3畦の発病

第16表 サトウ式散播方式における接種原を中心とした円内の発病

区別	総粒数	生育不良粒率	徒長粒率	健全粒率
接種原周辺区	114.8 粒	10.9 %	7.7 %	81.4 %
接種原遠隔区	109.3	0.7	0	99.3

注 4 調査並びに3 調査地点平均値

## 2) 病原からの水平距離と感染

これまでには箱内の発病現象として、集団で同一場所に発生すること、2・3の異なった育苗様式でも同一傾向であることを述べたが、この際、病原からの距離や感染の経時的関係を明らかにするため、以下の実験を行った。

### 実験1 殺菌土壌における感染

#### 実験方法および結果

供試品種：品種ササニシキを水に浸漬、2日後ホルマリン消毒を行った。この種子を第6図に示したように播種した。

伝染原：自然発病病で、内外穎の縫合部に鮭肉色の孢子塊を形成した種子を12時間水に浸漬した

後供試種子とともに播種した。

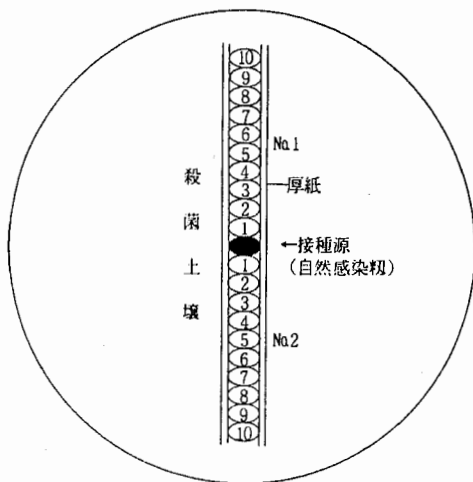
供試土壌：畑土壌（火山灰土）をオートクレーブで120℃、30分間殺菌した。

処理方法：径9cmのシャーレーに第6図に示したように、厚紙を2枚、1.5cm間隔に平行に置きこの間に土壌を0.5cm敷きこの上に播種、さらにその中央に接種原を置き、覆土して30℃の定温器（採光式）内に置いた。発芽後は20℃に保温した。

調査方法：処理した日から2・5・10・15および20日後の5回にわたり、播種した粉をジャガイモ煎汁希釈培地に移植し、これから菌そうが形成するか否かで感染の有無を判定した。

接種原の位置による健全もみの着菌状況を第17





第6図 接種原と被接種原のおかれた位置及び播種状況の模式図

第17表 接種原の位置による健全もみの着菌

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原の地下部の状況										
		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と、被害株の鞘葉には褐変がみられた。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種子

実験2 殺菌土壌における感染

実験方法および結果

供試土壌：①粒状人工培土（三井東圧製）、②火山灰土壌（岩手農試畑土壌）

土壌消毒の区別：上記土壌を70℃で1時間殺菌した。

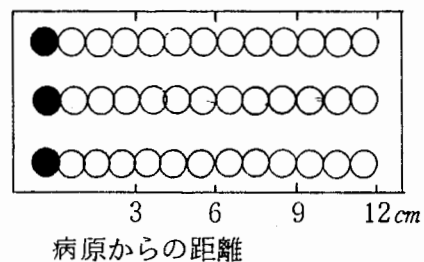
供試種子：ホルマリン消毒したササミノリ。

操作方法：第7図に示したように11.5×11.5×3cmのポリプロピレン製容器に上記土壌をつめてこれに消毒種子を相互に接触させて1列に播種した。このあと、列の一端に粉培養菌を接触させて覆土し、温室で管理した。

表に示した。

殺菌土壌で病粒と健全粒を2日間接触させた場合、病粒から2～3番目の健全粒に着菌が認められ、以後この接触時間が長くなると菌の伝播距離が拡大する。標準育苗日数に近い20日後では病粒の前後の10粒全部に菌が伸長し、しかも感染株は枯死した。

以上から、保菌粒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る。また、病株が同一場所に複数でみられることは、このような接触によって感染し発病すると考えられる。



凡例

- 健全粒
- 病菌培養粒

第7図 健全粒の播種と接種原の位置

調査方法：接種源からそれぞれ3・6および9 cmの距離をマークし、この範囲内における発病苗数（徒長、萎ちょう、枯死苗の合計）を調査して発病率を求めた。

調査結果は第18および19表に示した。これらによれば、接種原から3 cmの範囲内の種子でのみ感染発病し、これ以上の距離では発病がみられな

第18表 接種原からの距離と健全粒の発病状況

床土の区分	病原からの距離と感染量		
	3 cm以内の病苗率	3~6 cm内の病苗率	6~9 cm内の病苗率
粒状人工培土殺菌	52.2	0	0
同上 無殺菌	53.0	0	0
火山灰土壌 殺菌	40.5	0	0
同上 無殺菌	11.8	0	0

った。発病量と土壤殺菌との関係では、火山灰土壌で殺菌した場合に多く、無殺菌土壌ではその1/4~1/2程度にとどまっている。この理由は土壌中の微生物による拮抗現象が原因と考えられる。人工培土では殺菌（70℃）による差はみられないが、これは培土の製造過程ですでに高熱処理がなされているためと考えられる。

第19表 接種原からの距離と健全粒の発病状況

床土の区分	病原からの距離と感染量		
	3 cm以内の病苗率	3~6 cm内の病苗率	6~9 cm内の病苗率
粒状人工培土殺菌	65.8	0	0
同上 無殺菌	73.8	0	0
火山灰土壌 殺菌	41.4	0	0
同上 無殺菌	48.4	0	0
同上 無殺菌	29.4	0	0
同上 無殺菌	33.2	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。

3) 箱内における発病の推移

前項の試験の結果、合成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みられたので、さらに多種類の培土を供試し、培土の種類と発病について経時的に調査した。

実験方法および結果

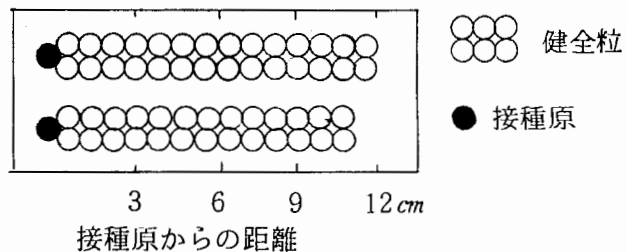
処理方法：前記のポリプロピレン製容器に播き、幅1 cmの溝を10 cm間隔で2本設け、この中に消毒したキヨニシキの種子を2列に並べて播種した。そして、列の一端に接種原を置いた。その模式図を8図に示した。

接種原：200 ml容量の三角フラスコに約約半量を入れ、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。小型分生胞子の形成の旺盛な培養粒を接種原とした。

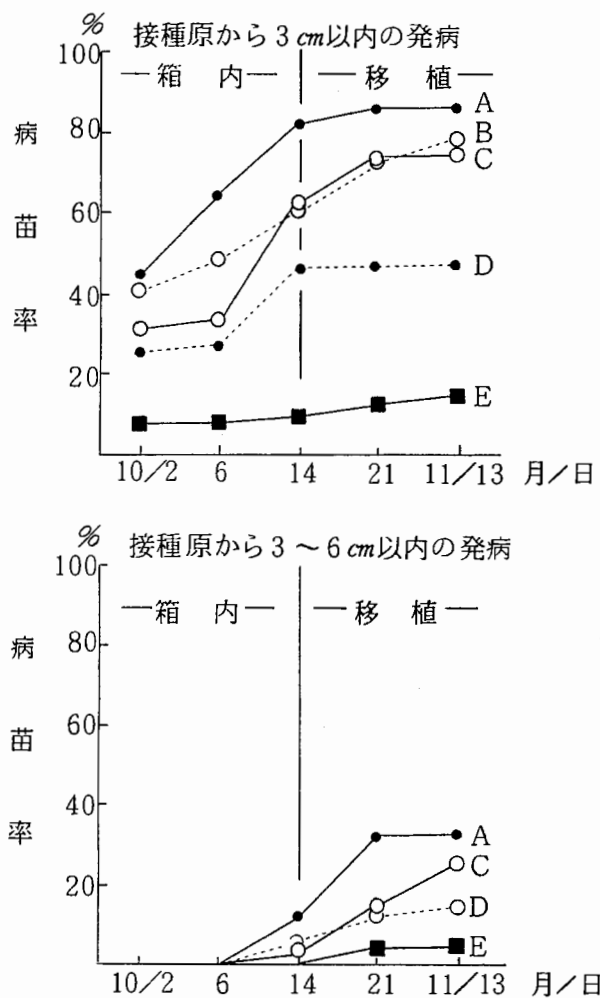
供試土壌：①粉状培土（I社製）～記号A、②粉状培土（T社製）～記号B、③粒状培土（K社製）～記号C、④粒状培土（M社製）～記号D、⑤火山灰土壌（岩手農試畑土壌）～記号E

調査方法：接種原から3、6、9および12 cm以

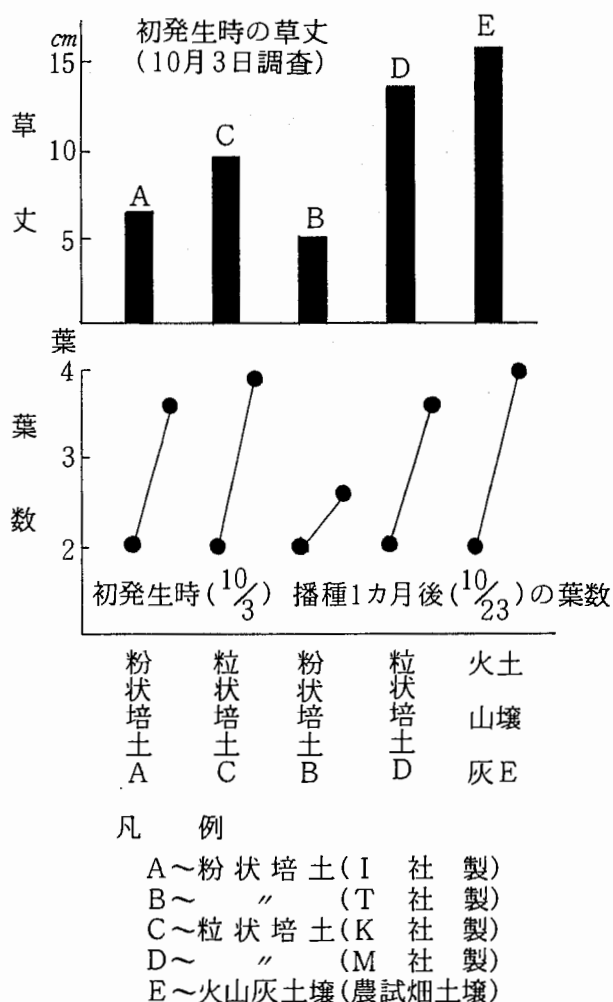
内の距離における総苗数、徒長苗数、徒長を伴った枯死苗数を調査し、接種原からの距離別の発病苗率（徒長苗と徒長後枯死苗の合計）を求めた。調査は初発時から継続して3回行い、その後外見健苗を全株抜きとり、別に準備した畑土壌（34 × 44 × 15 cm ポリ容器）に1株ごと隔離して移植し、移植後に発生した徒長苗を調査し、移植前の病苗に加えて発病苗率とした。



第8図 育苗箱内における健全粒の播種と接種原の位置



第9図 培土の種類と箱内における発病苗率、生育の推移



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か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置く）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) 接種原から 3 cm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。

以上の結果から、移植時（播種20日後）には外見上健全であっても、感染して保菌していたか、あるいはジベレリンを吸収していた株があったと

みられる。

(3) 接種原から 3 ~ 6 cm内にあるものでは、低率ではあるが徒長、枯死の認められるものがあった。この発病は 3 cm内よりおそく、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病した。

本実験に使用した4種類の培土中には、草丈、葉数に顕著な差がみられ、中には生育の劣る培土があった。しかし、その生育の良否と発病との間には明らかな関係は認められなかった。

#### 4) 接種原からの距離と発生症状

播種後に感染発病した苗を観察すると、徒長、生育遅延、発芽後枯死などさまざまな症状を呈し、必ずしも同一症状を示すとは限らない。ここでは接種原を中心にして接触して播種した場合に、そ

の距離と症状との関係について観察した。

実験方法および結果

供試種子：昇こうで表面殺菌し、水洗後さらにホルマリンで殺菌した。このあと水洗して常法どおり催芽して播種した。

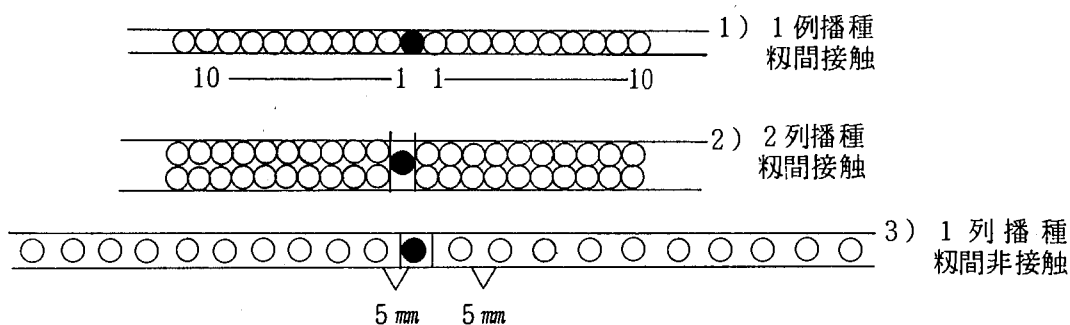
播種方法：ポリ容器に粒状2種、粉状1種の培土をそれぞれ別個につめ、第11図に示したように播種し、30℃で3日間加温出芽させ、緑化してから温室内で管理した。

接種原：前項同様粉培養菌を用い、この病粒1粒を健全種子播種列の中央において接種原とした。

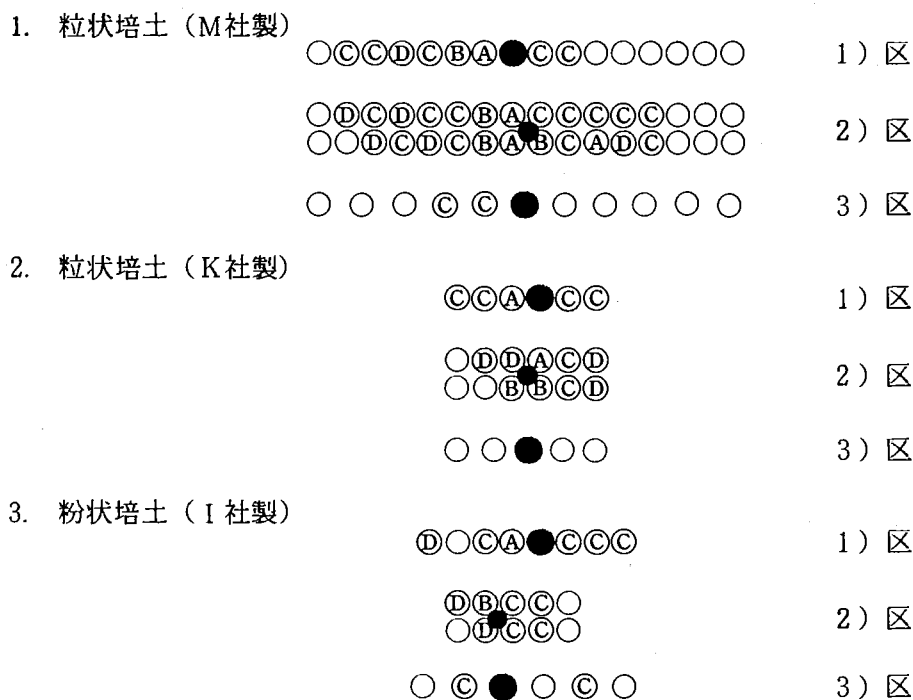
調査方法：播種10日後苗令2～2.5葉の発病の

症状を次の基準により類別した。

- ① 幼芽(鞘葉)が覆土内で枯死し不出芽となる。幼芽上には *Fusarium* 菌の菌糸伸長が旺盛である。
- ② 幼芽(鞘葉)は地上に達してから枯死、地下部の根上には *Fusarium* 菌の菌糸伸長が旺盛である。
- ③ 徒長苗が生育不良苗となり、地下部は②と同様である。
- ④ 地上部の生育は正常であるが、地下部は②と同様である。
- ⑤ 健全で根に着菌なし。



第11図 接種原の位置と健全種子の配置状況



第12図 接種原からの位置と発生症状

供試した各人工培土別の発病状況は第12図に示した。これによれば、両人工培土とも粉が接触した場合に罹病が多く、その発生は連続的であるのに対し、相互に接触しない場合は、発生を全く認めないか、発病してもごく少数であった。さらに培土別ではある種の粉状培土では少発生の傾向であった。

病菌からの距離と発病程度では、接近した場合ほどA、B型の発病、すなわち、地中、地上部での枯死型が多く、病菌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、単なる粉部着菌苗が多くなり、その症状は接近区に比較して軽度であった。

#### 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、これは銘柄によって物理性、化学性に著しい差がみられる。前述の培土による発病の差異は、その理由の一つに銘柄間に土壌粒子に大小があり、これが土中における病原菌の増殖、移動等に差異を生ずるためではないかと推定された。そこで現在一般に用いられている代表銘柄数種を選定し、孢子の移動性について実験を行った。

#### 実験1

#### 実験方法および結果

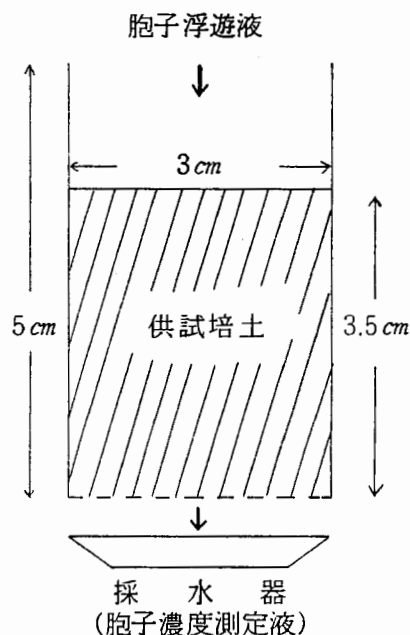
供試土壌：供試した人工培土は市販7種で、その形態は次のとおりである。

- 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（対照）火山灰土壌（岩手農試畑土壌）

供試菌：保存菌を粉培地（乾粉40g + 蒸留水50ml加圧殺菌）25℃で培養し、小型分生孢子が旺盛に形成されたものを使用した。

操作方法：第13図に示したようなガラス管（3 × 5 cm）の一端をガーゼで包みセロテープで固定



第13図 培土中の孢子浮遊液透過処理の方法

第20表 各培土と孢子液の透過性（1 cc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（三井東圧）	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 cc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	

し、この管内に供試土壌を 3.5 cm 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)。このあと孢子浮遊液をそれぞれ 20ml ずつ静かに注入して、下方からその透過液を採集し、この液中の孢子数を血球計算器で算出した。

孢子濃度の測定法：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孢子を離脱させ、ガーゼで濾過して血球計算器で測定した。このあと 20ml ずつ 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 管を供試し、1 管につき 5 回採液して調査し、3 管の平均値でその孢子数とした。

以上の処理結果は第20表に示した。

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、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は全く孢子の通過が不可能であった。すなわち、粉状の培土での土中における孢子の移動は、粒状に比べてかなり少ないものと考えられる。

### 実験 2

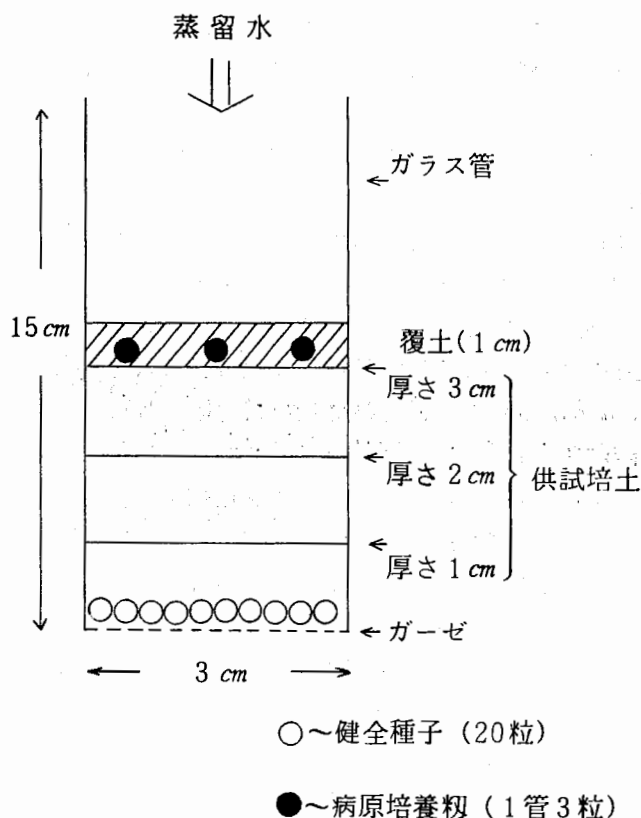
#### 実験方法および結果

供試土壌：①粒状培土 (三井東圧社製)、②粉状培土 (鉄興社製)

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。

操作方法：15×13cm 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 および 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 (ホルマリン消毒) を 1 管 20 粒定置した。一方、充填した培土上には小型分生孢子が旺盛に形成された菌培養粉を 1 管 3 粒ずつ置き、その上に 1 cm 覆土した。このように装置したあと、上部から 1 管あたり充填した培土の 2 倍量の蒸留水を注入し、この水が充填土壌表面から完全に消失したのちに、このガラス管を 25 および 30℃ にそれぞれ 17 時間おいた。このあと健全種子 (1 管 20 粒) をとり出し、駒田選抜培地<sup>30)</sup>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。

区制：1 区につきガラス管 2 コ供試 (種子合計 40 粒) し、その平均値を求めた。



第14図 孢子浮遊液の培土透過処理試験の処理装置

試験結果は第21表に示した。

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 1～3 cm としたときの馬鹿苗病菌小型分生孢子の透過性を検討した。小型分生孢子を豊富に形成した初培地を上置き、これに蒸留水を注入して下部の健全種子に孢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孢子、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た。一方、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。

6) 土壌温度および土壌湿度と菌の発育  
箱育苗法では播種後に保菌種子と接触している健全種子に菌が伸長して 2 次感染し、集団発生の

第21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	接の種有原無	菌そう（接種原）と健全種子（被接種原）の距離（培土の深さ）	被接種原の培養温度	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	1 cm	25 °C	20 粒	20 粒	100 %	火山灰土区は無消毒のまま使用したため、 <i>Fusarium</i> 属菌が多数生育し、判別困難となったため、調査は中止した。
		2	"	20	20	100	
		3	"	20	20	100	
	区	1 cm	30	20	20	100	
		2	"	20	20	100	
		3	"	20	20	100	
	無接種区	接種原配置せず 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	1 cm	25 °C	20	0	0	
		2	"	20	0	0	
		3	"	20	0	0	
	区	1 cm	30	20	0	0	
		2	"	20	0	0	
		3	"	20	0	0	
	無接種区	接種原配置せず 1 cm	30	20	0	0	
		2	"	20	0	0	
		3	"	20	0	0	

原因となる。この場合、土壌水分と温度が播種後隣接種子への伸長にどのような関係があるかを検討した。

実験方法および結果

供試土壌：105 °Cで乾熱殺菌した岩手農試火山灰土壌を用いた。

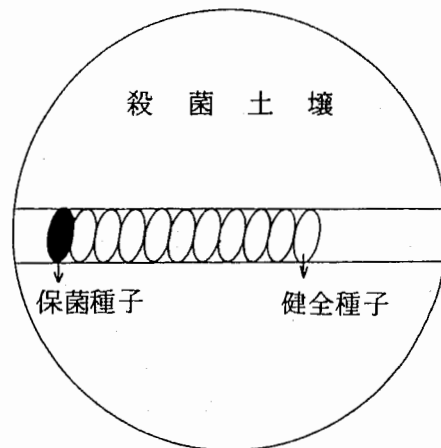
供試種子：病原種子として出穂期に孢子けん濁液を噴霧接種して、内、外穎縫合部に孢子塊を形成した品種フジミノリの種子を用いた。健全種子は無病の採種圃場より採種したもので、ホルマリン消毒した品種ササニシキの種子を用いた。

処理方法：第15図に示したように、保菌種子を一端におき、これに接触して健全種子を連続10粒殺菌土壌に播種した。播種後所定温度に7日間保存し、このあと素寒天培地に1粒ずつ隔離して移植し、菌の発育状況を調査し、土壌中の位置との関係を明らかにした。

土壌湿度の区別：供試土壌の仮比重は 0.75 で

あり、最大容水量84として計算しそれにより湿度100、90、80、70および60%になるよう調節した。

土壌温度：30、25、および20°Cの定温器中に定置した。



第15図 殺菌土壌に播種した保菌種子と健全種子の配置状況

第22表 土壌中で着菌した種子の位置と土壌温、湿度との関係

土 壌 温 度	土 壌 湿 度	接 種 原 か ら の 位 置					
		No. 1	2	3	4	5	6~10
30 °C	100%	○	○	○	○	○	○
	90	○	○	○	○	○	○
	80	○	○	○	○	○	○
	70	○	○	○	○	○	○
	60	○	○	○	○	○	○
25 °C	100	●	●	○	○	○	○
	90	●	○	○	○	○	○
	80	●	●	○	○	○	○
	70	●	●	●	○	○	○
	60	●	○	○	○	○	○
20 °C	100	●	○	○	○	○	○
	90	○	○	○	○	○	○
	80	●	○	○	○	○	○
	70	●	○	○	○	○	○
	60	○	○	○	○	○	○

注 ●～培地上で *F. moniliforme* の発育種子

○～病菌の発育しない種子

この結果は第22表に示した。これによると、30℃ではいづれの種子にも着菌が認められなかった。25℃では100～60%の範囲で1～3粒まで着菌し、湿度70%区が最も多かった。20℃では湿度90および60%を除いてそれぞれ1粒の着菌がみられた。

以上のことから、温度では25℃での着菌が最も多く、湿度では70～80%で最も多かった。

#### 考 察

水稻の稚苗機械移植栽培が1970年頃から本格的に普及するに伴い、育苗箱内および本田での馬鹿苗病が多発生して問題となった。とくに育苗箱での発生は、苗が商品として農家に販売されるため、商品としての品質低下に関連して関係者から問題解決の強い要望がなされた。当時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時期と一致したため、その代替剤の開発や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され、総合的な防除法の確立をめざして研究が進められてきた。

箱内の発生実態調査は、現地の育苗センターを対象としたが、それによると、全体としての発病率はずしも高率とはいえないが、発病株が同一場所に2株以上かたまって発生するという新しい事実が認められた。このことから、床土の種類、播種量、種子の保菌程度等を組み入れて検討したが、接種して得られた保菌種子を用いても、自然発病と同様な集団発病することが認められた。

この箱内の集団発病と播種様式、培土の物理性、播種量等との関連について検討した結果を要約すれば次のとおりである。

(1) 溝まき方式、散播方式とも接種原を中心にその周辺に発病が拡大する。

(2) 殺菌土壌中で病粒を中心に左右に健全種子を10粒ずつ接触して播種したが、播種20日後には全粒に着菌した。また人工粒状培土では病粒から3cm以内の種子で発病した。

(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であった。



(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日後に外見上健全とみられる苗を他の畑土壤に移植すると、徒長現象がみられる。

(5) 人工培土の種類により発病程度に差が認められる。

(6) 人工培土では粒子の細かいものでは培土中の胞子の透過が悪いが、粒子の大きい培土ではその移動が容易である等である。

石井<sup>16)</sup>によると土中における健全種子への伝染は、少範囲ではあるがみられるとし、夏目<sup>33)</sup>は人工培土のある種のものでは多発生し、また、保菌糞に接近した苗で徒長するが、それは病菌から分泌されたGibberellinに関連すると推論している。

箱内の土壤温度および湿度と菌の発育については、25℃で土壤水分60～100%で発育し、中でも70%で最もよく発育した。次いで20℃では、100、80および70%で発育し、30℃では発育しなかった。この結果は伊藤・木村<sup>19)</sup>の実験とよく一致する。

## B 本田における感染発病

### 1. 罹病苗移植による発病

畑苗代、育苗箱内における徒長現象は、本葉第2葉抽出後に次第に明瞭になる。この徒長苗は移植時にその症状が明らかなものであっても、本田で回復して、外見上健全株と区別できない場合がしばしば認められる。また、これとは逆に移植時には健全苗と判定されるものでも、移植後徒長し、枯死する場合も観察される。

ここでは罹病苗の本田における症状の推移を明

らかにするため、感染時期と発病および罹病苗の本田での発病推移等について、2・3の試験を行った。

### 1) 畑苗代における感染時期と発病

#### 実験方法および結果

供試品種：フジミノリ、種子接種区以外の供試種子は、あらかじめベンレート100倍液に3日間浸漬殺菌したものをを用いた。

接種方法：①供試菌、岩手農試保存菌株をフスマ培養(25℃、14～30日間培養)し、接種に供した。②接種法、種子接種区の種子は前年の出穂期に胞子浮遊液を連続3日間噴霧器で散布接種したものである。催芽時接種区は催芽種子(約1mm長)を胞子浮遊液に2時間浸漬して播種した。径30cm素焼鉢に育苗した苗(播種期、4月19日)を各Stageごと井戸水で洗浄し、根と根を露出させた。これを300mlの井戸水でよくもみほぐした前記フスマ培養菌を1ポット当たり75g均一に根に灌注した。その後畑土壤(火山灰土)を覆土して、これを25℃に24時間おき、再び畑苗代にもどして常法どおり管理した。

調査方法：苗代期および本田期における発病状況を調査した。

苗代末期(田植前日)における発病状況は第23表のとおりである。

さらに苗代期に発病しなかった本葉4、5葉期接種苗と、種子接種、催芽時接種区の外見上健全と思われる株、および種子接種区の発病株を移植し、以後の発病状況を調査した。

(第24、25表)

第23表 接種期を異にした場合の苗代期の発病状況

接種時期(生育ステージ)	苗代期(田植前日)における発病状況
1. 種子接種区	徒長苗顕著に認む。
2. 催芽時(鞘葉抽出期)接種区	同 上
3. 不完全葉抽出期接種区	苗の発病最も多く、枯死株多い。
4. 本葉第1葉期接種区	徒長苗顕著に認む。
5. " 第2葉期 "	接種1週間後に発病認む、黄変徒長苗
6. " 第3葉期 "	同 上
7. " 第4葉期 "	} 発病を認めず。
8. " 第5葉期 "	

第24表 各接種期別苗の本田移植後の発病状況

接種時期	移植時の外見上の健・病の別	同左の移植本数	同左のうち本田発病株数		同左の発病株率	
			移植1か月後(7月7日)	穂揃期(8月14日)	移植1か月後(7月7日)	穂揃期(8月14日)
1. 健全種子区	健全株	164株	0株	0株	0%	0%
2. 種子接種区	健全株	72	4	14	5.6	19.4
3. "	徒長株	60	25	39	41.7	65.0
4. 催芽時接種区	健全株	124	12	19	9.7	15.3
5. 本葉4葉期 "	健全株	108	0	0	0	0
6. 本葉5葉期 "	健全株	121	0	0	0	0

注 本田で発病した株数は7月7日、8月14日調査の累積株数を示す。

第25表 本田発病株の病徴と株数の推移

病株の症状	接種時期 調査時期	種子接種区(健株移植)		種子接種区(徒長株移植)	
		7月7日	8月14日	7月7日	8月14日
1. 株は徒長し、黄変、枯死せず		4	0	21	0
2. 株元に菌そう形成、枯死せず		0	0	0	25
3. 株の数茎は枯死、菌そう形成		0	14	1	9
4. 株の全茎枯死、菌そう形成		0	0	3	5
病株合計		4	14	25	39

病株の症状	接種時期 調査時期	催芽時接種健株移植		本葉4葉期接種(健株移植)	
		7月7日	8月14日	7月7日	8月14日
1. 株は徒長し、黄変、枯死せず		0	0	0	0
2. 株元に菌そう形成、枯死せず		0	0	0	0
3. 株の数茎は枯死、菌そう形成		2	7	0	0
4. 株の全茎枯死、菌そう形成		10	12	0	0
病株合計		12	19	0	0

第26表 移植時の症状別苗の本田移植後の発病推移

区別	移植時の外見上の区別	移植株数	移植約1か月後(7月7日)調査(A)				穂揃期調査(B)					移植約1か月後から穂揃期までに新たに発病した株(B)-(A)
			健全株	徒長株及び一部茎枯死株	完全枯死株	病株率	健全株	徒長株及び一部茎枯死株	完全枯死株	病株率	病状不明で回復した株	
接種種子、無消毒播種	健全株	121株	116株	5株	0株	4.1%	112株	9株	0株	7.4%	0株	4株
同上	徒長株	107	57	43	7	48.1	59	16	32	44.9	6	4
無接種種子、消毒播種	健全株	146	146	0	0	0	146	0	0	0	0	0

これによると、3葉期まで接種されたものは、発病も早く、すでに苗代期でかなりの発病を認めた。また、苗代期に外見上健全とみられる株を移植したところ、催芽時までの接種区では穂揃期まで発病がみられた。一方、本葉4～5葉接種区では、苗代期、本田期共に発病は認められなかった。

## 2) 接種種籾の本田における発病 実験方法および結果

供試種子：品種フジミノリ。前年の出穂期に連続3日間孢子浮遊液を噴霧器で散布接種したほ場から採種した。対照区は無接種ほ場から採種し、ベンレート100倍液に3日間浸漬殺菌したものを供試した。

操作方法：4月19日畑苗代に播種し、5月31日移植した。移植時に外見上健全株と徒長の明らかな株とに類別し、同一圃場に定植した。

調査方法：各株毎に本田での発病推移状況を観察した。

この結果は第26表に示した。

これによれば、本田における病株の推移は、かなり後期まで変動がみられた。すなわち、穂揃期ころまでに新たに病徴を示す株もみられ、また、逆に外見上症状が消失して健全株と区別ができない株もみられた。一般に移植時に徒長した株は、移植約1か月後で約 $\frac{1}{2}$ の株に全体あるいは一部の茎の枯死がみられた。また、移植時健全株とみられた中には、移植約1か月後で4.1%の株に発病がみられ、さらに穂揃期までに新たに症状を示した株が若干みられた。

## 3) 箱育苗、畑苗代様式における発病苗の 本田移植後の発病状況

### 実験方法および結果

供試苗の育成：各苗代様式別に次のような処理で供試苗を育成した。

①畑苗代発病株、前年の多発生ほ場産種子を無消毒のまま播種し、明らかに徒長した株。

②畑苗代外見健全株、同様に播種した中で外見上健全苗とみられた株。

③箱育苗集団発病株、同様に種子を育苗箱に播種し、1か所に集団で発病した株。

④箱育苗外見健全株、上記箱内で外見上健全株と認められた株。

⑤ Gibberellin 吸収株、ベンレートおよびホルマリンの二重消毒種子を播種した後、1葉、2葉期に協和発酵社製ジベレリン 200 ppm 液 150 ml をかん注して徒長させた株。

⑥ 播種時接種苗、2週間フスマ培養した菌そう 40 g を井戸水 600 ml に入れてほぐし、サランネットで篩別してけん濁液をつくり、これを1ポット 300 ml かん注して接種した株。

⑦ 同上菌 1 葉期接種株、1 葉期に⑥に準じて接種した株。

⑧ 同上菌 2 葉期接種株、2 葉期に⑥に準じて接種した株。

⑨ 無接種健全株、前述の二重消毒種子を健全種子として育苗した株。

播種・育苗方法：径 15 cm 素焼鉢に播種し、常法どおり温室内で育苗管理した。

移植方法： $\frac{1}{5000}$  a ワグネルポットに1区 10 株、1 株 1 本植として移植、移植後は温室内で収穫期まで管理した。

区制：1 区 5 ポットを供用。

調査方法：移植 1 および 2 か月後に徒長株、枯死株、茎の一部枯死株数を、また、登熟期に完全枯死株数、登熟株数をそれぞれ調査した。移植時には各苗の保菌の有無を知るために、各区から 45～60 本ずつを鞘葉を中心に 5 mm に切断、これを駒田培地<sup>30)</sup>に移植し、27°C で培養した。この後発育した *Fusarium* 菌叢が、イネ馬鹿苗病菌 *F. moniliforme* であるか否かを確認するため、再びこれを素寒天培地上<sup>63, 65)</sup>に移植し、これにレタス種子を播種し、徒長の有無によってこれを判定した。

この結果は第27表に示した。要約すると次のとおりである。

(1) 移植時に発病株と判定された株からの本菌分離率は畑苗代株で 77.8%、箱内集団発病株で 39.1%であった。さらに両育成苗株で外見上健全株とみられるものでもそれぞれ 15.6 および 31.1%の保菌率を示した。また、1・2葉期にフスマ培養菌を株元にかん注接種した区でもそれぞれ 10.6 および 8.3%の保菌株を認めた。これに対し、畑苗代で Gibberellin 200 ppm かん注した区および播種時にフスマ培養菌かん注接種した区では病菌は分離されなかった。

第27表 移植時の苗の素性と以後の消長

供試株の区別	移植時の草丈対健全比	同左葉数対健全比	苗の保菌状況		移植1か月後の状況				移植2か月後の状況				登熟期の状況				出穂時期	
			移植時	移植1か月後	外見上健全苗率	徒長苗率	完全枯死苗率	一部茎枯死苗率	外見上健全苗率	徒長苗率	完全枯死苗率	一部茎枯死苗率	外見上健全苗率	徒長苗率	完全枯死苗率	登熟株率	健全株	徒長株
1. 畑苗代・発病株	166	88	77.8%	84.4%	50.0%	26.0%	18.0%	6.0%	40.0%	10.0%	48.0%	2.0%	40.0%	12.0%	48.0%	40.0%	7月29日	7月27日
2. " 外見健全株	104	117	15.6	24.4	88.0	12.0	0	0	86.0	2.0	8.0	4.0	88.0	4.0	8.0	88.0	28	27
3. 箱育苗・集団発病株	147	51	39.1	60.9	62.0	24.0	10.0	4.0	50.0	10.0	40.0	0	50.0	6.0	44.0	50.0	28	8. 2
4. " 外見健全株	134	63	31.1	17.8	82.0	14.0	2.0	2.0	72.0	4.0	24.0	0	70.0	6.0	24.0	70.0	31	7. 28
5. Gibberellin吸収株	152	78	0	0	91.8*	91.8*	0	8.2	100	0	0	0	100	0	0	100	8. 1	—
6. 播種時接種株	117	83	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	100	7. 30	—
7. 1葉期接種株	119	73	10.6	19.1	98.0	0	0	2.0	100	0	0	0	100	0	0	100	31	—
8. 2葉期接種株	88	78	8.3	6.7	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	100	27	—
9. 無接種健全株	100	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	100	27	—

\*は他区の徒長苗症状と異なり、茎葉の黄変現象、細長化は伴っていない。

このため菌の寄生による症状とは区別することが適当と思われる。

(2) 移植後の発病消長をみると、畑苗代で発病した徒長株は1か月後26%であったが、2か月後には10%に減少した。しかし、枯死株は18%から48%に増加し、移植後2か月までは症状は進展した。その後収穫期まで病株の増加がみられないことから、畑苗代育苗株で移植時発病したものは、移植後2か月の間に大部分のものは病勢が進展し、以後停滞するものとみられる。

(3) これに対し、育苗箱内で発病した徒長株は1か月後24%から2か月後10%に減少し、枯死率は24%から40%に増加し、畑苗代育苗株と同様の経過をたどった。

(4) 一方、播種時かん注接種では移植時の保菌もみられなかった。1～2葉期接種では移植時保菌苗が認められ、移植1か月後に一部茎葉枯死がみられたが、ほとんど発病しなかった。すなわちこの時期の接種では大部分未感染に推移したものと思われた。

(5) Gibberellin 200 ppm 液かん注区では徒長が明瞭に認められるが、移植2か月後には消失し、出穂期はやや遅延したものの登熟は正常であった。ただし、このGibberellin 吸収株は移植後2か月の期間内に分けつが異常となり、母株の株元から匍伏茎が発生し、明らかに分けつに異常がみられた。これはGibberellin 吸収による奇形とみられる。

#### 考 察

畑苗代様式における接種時期と苗代末期における発病状況は第23表に示した。前年の出穂期接種種子と催芽時、不完全葉抽出時、本葉1～3葉期接種区で発病し、本葉4、5葉期接種では発病しなかった。これらの中から種子接種区で発病した苗と移植時に外見上健全とみられた苗、および催芽時接種区の外見上健全苗、苗代末期に発病しなかった本葉4、5葉期接種区の苗を本田に移植し、以後の推移を調査した。畑苗代で発病苗と混在していた外見上健全苗は、移植1か月後に5.6～9.7%、穂揃期までに15.3～19.4%発病した。苗代末期までに発病しなかった本葉4、5葉期接種区では本田でも発病しなかった。また、出穂期に接種して得た種子を播種し、移植時に外見上健

全とみられた苗と徒長苗を本田に移植した結果、移植約1か月後では外見上健全苗が4.1%発病し、徒長苗では48.1%発病し、51.9%は病徴が消失した。穂揃期調査では外見上健全苗の発病率が7.4%となり、移植1か月後から新たに4株発病した。これに対し移植時徒長苗は新たに4株発病し、6株は病徴を消失し、回復した。

育苗箱内で集団発病した苗の本田移植1か月後における外見上健全株率は62%に達したが、同2か月後には50%に減少し、いったん病徴の消失した株が再び発病した。また、育苗箱内で外見上健全と認められた苗の移植1か月後の発病株率は18%となり、同2か月後に28%、登熟期には30%に増加した。

本田移植時の徒長苗が本田期に病徴を消失して、外見上健全株となる回復現象は、古くは伊藤・木村が1本植すると収穫期までに38%回復したと報告している<sup>19)</sup>。また、近年では箱育苗で堀内ら<sup>6,7)</sup>が次のような観測結果を報告している。すなわち、(1)苗代で外見健全株であったものも本田後期に発病した。しかし、種子消毒した場合はその発病は僅少である。(2)苗代初期徒長苗は苗代後期に回復し、本田で発病しない。(3)徒長苗で茎葉が細く貧弱なものでは本田で生ずる分けつ茎は無病徴となる。(4)草丈高く、頑健で生育旺盛なものは、本田発病率が高いなどである。

青木<sup>1)</sup>らは徒長苗の *Fusarium moniliforme* 分離率は胚部>メソコチール>鞘葉節部で、徒長の著しいものほど鞘葉節部からの分離率が高いから、移植後の外見健全株はこの部位の保菌に関係があらうと推察した。

夏目<sup>33)</sup>らは箱内の徒長苗は2次感染とともにジベレリン吸収によるものであり、これは移植後に回復すると述べている。このような回復現象について本蔵、山中<sup>11, 12, 13, 14, 70)</sup>は菌の侵入部位から検討し、(1)発芽時の葉鞘感染が軽微の場合に徒長型、甚で生育抑制、枯死型となる。(2)徒長で生育旺盛な苗は外胚葉、胚状体の一部が侵されている。(3)徒長で生育不良な苗は上記のほか葉鞘節が侵害された。(4)生育抑制苗は胚状体、種子根に菌糸が多量に存在する。(5)胚乳感染はここに多量の菌糸が存在し、生育抑制が顕著となる。(6)感染が部分的な場合に徒

長型となる。(7)病徴回復現象の一因は菌は胚乳、胚状体に多いが、生長とともに離脱すること、下位節間の異常生長によって胚芽部、茎葉部から離脱するためと推定した。

2. 発病株の伝染源としての評価

本病の第1次伝染源は種粉であり、出穂開花期以降隣接の罹病株上の分生孢子が飛散して種子に侵入感染し、次年度これが伝染源となることは古くから知られている。<sup>2,3,5,19,25,29)</sup>このため本病防除のために種子消毒に関する多くの研究が行われてきた。ここでは本田で発病した株から孢子飛散と環境条件、栽培管理法と保菌状態等について若干の検討を加えた。

a. 分生孢子の寄主体離脱

罹病株上における分生孢子的形成は、その罹病

程度によって異なるが、盛岡地方では分けつ最盛期頃(6月下旬頃)から認められ、収穫期まで引続く。このような罹病株上の分生孢子的の離脱法について検討を行った。

1) 発病は場における分生孢子飛散状況  
実験方法および結果

供試は場：品種トワダを使用、苗代時徒長型を示した苗を本田に移植した激発は場である。なお栽植密度は36cm×12cm、1株2本植。孢子採集器設置時の発病株率は11.1%である。

採集器設置状況：このは場の中央に地上10cm、20cmの高さに設置した。スライドグラス取替えは毎日10時に行った。1台につきスライドグラス2枚を置き、この2枚の合計値(18mm×18mm内)をもって示した。

第28表 分生孢子的の採集状況と気象

採集時期	採集台の高さ	採集孢子的数		採集時期の気象条件	
		大型分生孢子的	小型分生孢子的	降雨量	天気概況
8月18日~19日	10 cm	0	0	0	晴天
	20	0	0		
19 ~20	10	0	0	0	"
	20	0	0		
20 ~21	10	0	0	0	"
	20	0	0		
21 ~22	10	0	0	2	夜間雨あり
	20	0	0		
22 ~23	10	0	0	0	雨なし
	20	0	0		
23 ~24	10	0	0	30	24日、10時(取替時)まで雨
	20	0	15		
24 ~25	10	0	0	25	雨天
	20	0	1		
30 ~31	10	0	0	0	雨なし
	20	0	0		
31 ~9月1日	10	0	0	0	"
	20	0	0		
3 ~4	10	0	0	0	4日取替え後に雨あり
	20	0	0		
7 ~8	10	0	0	0	夜間少雨あり
	20	0	0		
10 ~11	10	31	0	9	10日夜から台風23号のため強雨あり
	20	0	0		

これによれば分生胞子の採集は、静置式胞子採集器の場合、晴天あるいは降雨のない天気では採集されなかった。一方、降雨時にはごく少数ではあるが採集することができた。このことから胞子飛散には降雨が関与していることが推察される。

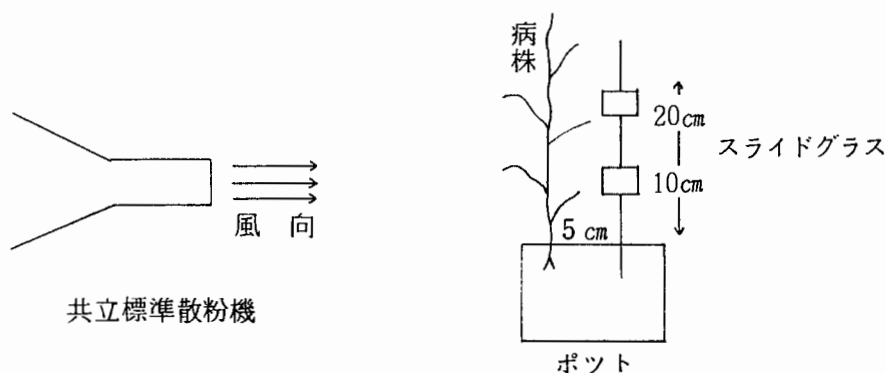
2) 風速と分生胞子飛散に関する調査  
実験方法および結果

本田で発病し、胞子形成をはじめた罹病株を室内に移し、胞子形成を促進させ、枯死寸前まで進んだものを供試した。この胞子形成株に対し、共立の標準散粉機を使用して風を当て、ピラム風速

計を使用して、表に示すような風速を予め調節しておき、これを3分間吹きつけた。この株から風下5cmにスライドガラスを地上10および20cmに2枚置き、1.8×1.8cmカバーガラス内に付着した胞子数を調査した。罹病株は乾燥状態の場合（乾燥区）と噴霧機で水滴が落ちない程度に湿めらした場合（湿潤区）に分けて調査した。

この関係を図示すれば次のとおりである。

なお、参考として湿潤区の水噴霧60および、180秒後に水滴をとり、水滴中の胞子数を調査した。



第16図 風速と胞子飛散に関する模式図

第29表 寄主体からの胞子離脱状況

病株の条件	風速	地上からの高さ	大型分生胞子	小型分生胞子	計	備考
	m/sec	cm	コ	コ	コ	
乾燥区	11.	10	0	0	0	風速8~11m/secでは葉が前後に大きくゆれた。 6~5m/secでは葉がはげしくゆらいだ。
	〃	20	0	0	0	
	8.	10	0	0	0	
	〃	20	0	0	0	
	6.	10	0	0	0	
	〃	20	0	0	0	
湿潤区	11.	10	多数	多数	多数	水滴がスライドガラスに飛沫となって付着したが、これをスライドガラスの裏側からマークした。胞子はこれを中心に円状に付着していることが明瞭であった。
	〃	20	0	0	0	
	8.	10	13	63	76	
	〃	20	14	0	14	
	6.	10	0	0	0	
	〃	20	51	40	91	
株上の水滴中	水滴形成 60秒後		87	37	124	18×18mmカバーガラス内を示す
	水滴形成 180秒後		1321	567	1888	

この表で明らかなように、胞子の飛散は寄主の“ぬれ”のない場合は皆無であった。胞子の離脱はムギ赤かび病菌 (*Gibberella zeae* (Schweinitz) Petch) と全く同様、胞子形成部上の水滴に離脱し、これから飛沫状になり飛散すると考えられる。このことは以下の実験においても裏付けられた。

3) 関係湿度 100% に 24~48 時間定置株の胞子飛散

実験方法および結果

26℃で関係湿度 100% の接種箱内にポット栽植の胞子形成株を入れ、24および48時間静置した。この後これらの株をとり出し、前記同様 3 分間吹付けし、採集胞子数を調査した。

第30表 寄主体からの胞子離脱

区 別	風 速	大型分生胞子	小型分生胞子	合 計	湿室からの搬出直後の状態
関係湿度 100% 24時間定置区	m/sec 11	コ 0	コ 0	コ 0	いづれも株上での水滴形成は認められなかった。
	8	0	0	0	
同 上 48時間定置区	11	0	0	0	
	8	0	0	0	

この表でも明らかなように関係湿度 100% にそれぞれ24および48時間においても胞子飛散は認められなかった。

4) 胞子形成株の水中浸漬時間と胞子離脱

実験方法および結果

8月30日葉鞘表面に多数の胞子を形成し、枯死した株を供試した。この葉鞘を長さ 3 cm に切断し、100 cc の殺菌水中にそれぞれ 1、5、10、30、60 および 120 秒浸漬した。この水の 1 滴 (0.2 cc)

をスライドグラス上にとり、18×18mm カバーグラス内の全胞子数を調査した。5本の葉鞘について調査し、その平均値を求めた。

病葉鞘上の胞子は水滴の存在によって速やかに離脱し、水中に遊離する。その離脱数は 1 秒でもかなりの数に達するが、5 秒以上で顕著に増加する。さらにこれを 60 秒以上においてもそれほど増加しなかった。したがって、ほぼ 30~60 秒程度の間には大部分のものは離脱を完了すると推定される。

第31表 水中に浸漬した場合の分生胞子離脱状況

100 ml 殺菌水中に浸漬した時間	18 × 18 mm 中の分生胞子数 (大、小型計)	100 ml 中の総胞子数 (換 算 値)	累 計 値	増 加 率 (累計)	備 考
1 秒	10 コ	5,000 コ	5,000 コ	- (1.3)%	殺菌水中に標本を入 れると、胞子の離脱 により、速やかに白 濁するのが認められ る。
5	142	71,000	76,000	18.4(19.7)	
10	170	85,000	161,000	22.1(41.8)	
30	189	94,500	255,500	24.5(66.4)	
60	142	71,000	326,500	18.4(84.8)	
120	137	58,500	385,000	15.3(100)	



5) 病株周辺の灌漑水中における孢子浮遊状況

— 灌漑水の水深を高めた場合の水中への離脱 —

病株では地際部から孢子形成を認めるが、この場合灌漑水の水深が高まると、孢子形成部位が水中に没することもある。この場合に水中にどの程度の孢子離脱があるかを試験した。

実験方法および結果

農林17号の完全枯死株で、葉鞘表面に孢子形成した株を $1/5000 a$  ワグネルポットに移植した。これに水深5 cmになるように徐々に灌水し、孢子形成部位が水面に達するようにした。その直後にこの株周辺の水1 ccをピペットで3回採集し、その0.2 ccをスライドグラスに滴下し、 $18 \times 18 \text{ mm}$ カバーグラス内の孢子数を調査した。

これによれば採集回数ごとに孢子数は著しく異なったが、いずれにしても多量の孢子が灌漑水中に離脱することがわかる。

第32表 株周辺水中の孢子数

スライド番号	孢子数 (大、小型とも)	1 cc中の総量
No. 1	681 コ	3.405 コ
2	8	40
3	14	70

6) 健・病株混合移植による健全株の発病の可否

前項5)では分生孢子が葉鞘表面に旺盛に形成された罹病株は、株の下部(灌水面の近く)にももちろん孢子形成がみられるが、これに水深5 cmになるように徐々に灌水すると、この水中には多量の分生孢子が離脱することが明らかとなった。このことから、健・病株を混植した場合、灌水面の上下移動によっては、この灌漑水を通じて健全株に孢子が到達する可能性は十分にあると推察される。

実験方法および結果

移植方法：品種フジミノリを用い、健全苗は播種前にベンレート水和剤で種子消毒して育苗したものを用いた。病苗は無消毒によって育苗し、移植時徒長の顕著なものを用いた。苗の植付け方法は第33表に示した。

栽培管理法：各区とも $1/2000 a$  ワグネルポットに移植、1区2ポットを用いた。時々灌漑水を補充し、株元に孢子形成が認められた後はとくに深水(水深5 cm以上)になるよう管理した。各株とも刈取期まで管理した。

これによれば、病苗と健全苗を1株として移植した場合も、また、病苗と約5 cm離れて移植した健全苗も発病することはなかった。したがって、前項で明らかにした病株周辺の灌漑水中に離脱し

第33表 移植条件と発病状況

区別	植付け方法 (2ポット合計)	結果と状況
1. 健・病苗混植	健・病苗1本ずつを合わせて1株とし、6株移植した。	各株とも移植病苗のみ発病枯死、枯死株上には孢子形成。
2. 健・病苗対じ移植	健苗2本を1株、病苗2本を1株とし、各々約5 cm離して移植した。1ポット各4株、計8株移植した。	各株とも移植病株のみ発病枯死、枯死株上には孢子形成、対じした健全株には異常が認められない。
3. 病株単独移植	病苗のみ2本を1株とし、6株移植した。	全株枯死、枯死株には孢子形成。
4. 健全株単独移植	健苗のみ2本を1株とし、6株移植した。	異常は認められない。

た孢子による健全株への感染の可能性は極めて少ないと推察される。

7) 病株上の水滴移動と分生孢子運搬に関する検討

実験方法および結果

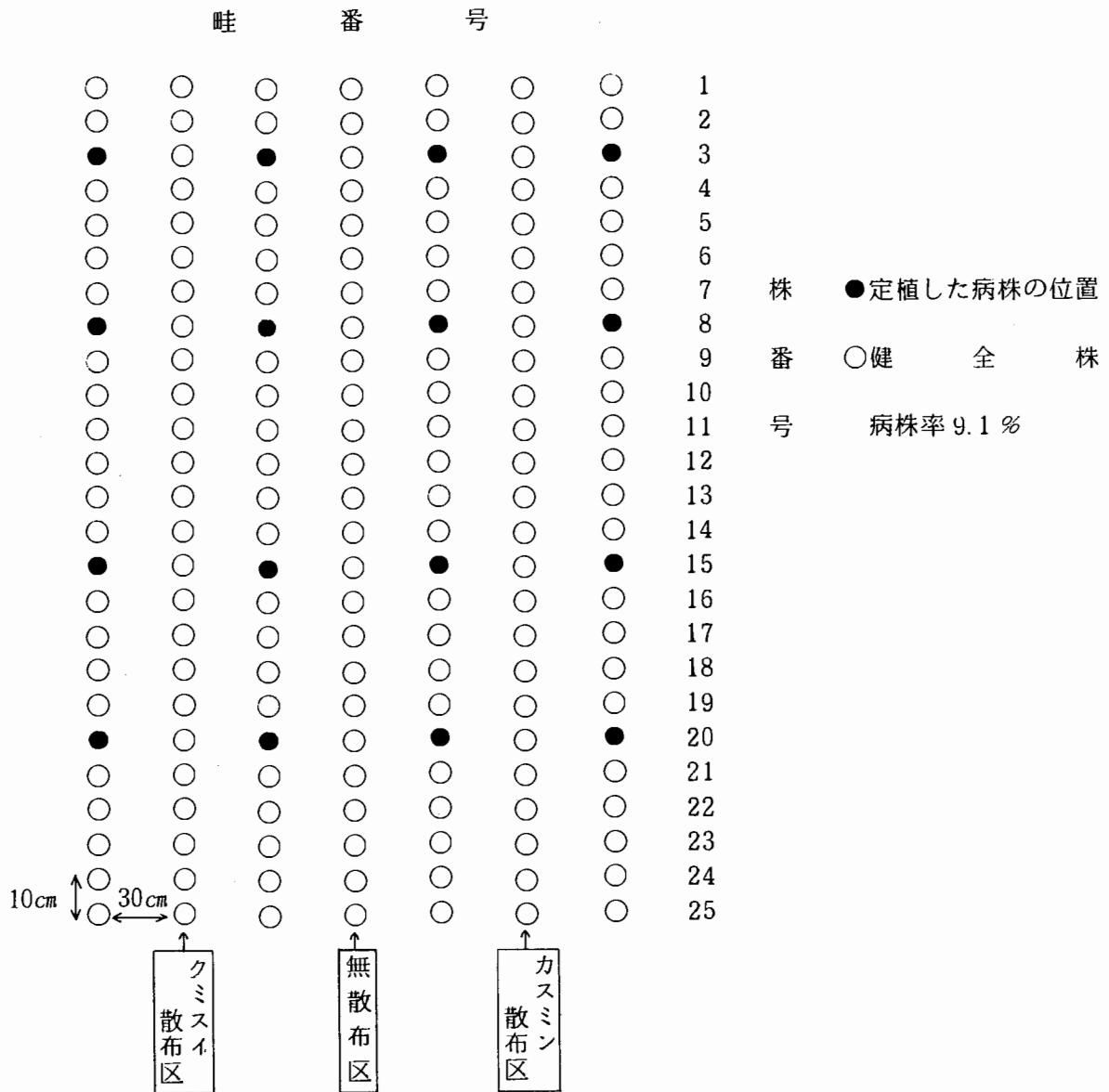
株元の葉鞘に孢子形成の旺盛な枯死株をほ場より選定し、これを根つきのまま掘取って室内で自然乾燥した。この株を根部を上、穂を下にして逆に吊り下げ、上部から40ccの殺菌水を静かに注いだ。滴下した水滴をビーカー内に回収し、この水滴を5枚のスライドグラスに別々にとり18×18mmカバーグラス内の全孢子数を調査した。

第34表 株上の水滴の移動と孢子の運搬

項目	大型孢子数	小型孢子数	合計数
20 × 10 10視野合計	2.0	1430.0	1432.0

これによれば罹病株上を流下する水滴は、この株上に形成された分生孢子をあつめて移動することが明らかとなった。これらの孢子は大部分が小型分生孢子で、大型分生孢子数は僅少であった。

b. 穂いもち防除剤の散布と籾保菌量との関連



第17図 供試ほ場における罹病株の配置状況ならびに薬剤散布区の配置状況

1969年頃から馬鹿苗病はほ場で多発生した<sup>51)</sup>が、その原因としては穂いもち防除剤として広く使用されていた水銀剤の使用規制によって新しく登場した農薬（カスガマイシン剤く商品名カスミン剤）によるためではないかと推察された。すなわち、穂いもち防除剤の水銀剤から切替えられた非水銀剤の散布が、穂上における孢子付着、侵入の場において殺菌力が水銀剤より弱いために、これが粉の保菌量に差を生じたと考えられ、この可能性について検討した。

実験方法および結果

試験ほ場と区の配置状況：7月26日紫波郡下の激発ほ場から孢子形成の旺盛な罹病株を多数採集し、これを図示した位置に定植し、これを罹病ほ場とした。次いでこのほ場に図示したとおり各薬剤ごとに1畦を供試し、薬剤散布を実施した。

対穂いもちを想定した薬剤散布時期および薬名：①穂ばらみ期（8月5日）、穂揃期（8月18日）…カスミン粉剤（KSM 0.2%）4kg/10a 散布、②穂ばらみ期（8月5日）、穂揃期（8月18日）…クミスイ粉剤（PMI、Hg 0.2%）4kg/10a 散布、③無散布、なおこのほ場の出穂期は8月16日であった。

薬剤散布の方法：ミゼットダスターを使用し散

布した。散布に当っては他畦に薬剤が飛散しないよう布で遮断して行った。

刈取り後のイネの処理法：上記処理区ごとに10月17日に刈取って乾燥させた。10月24日に脱穀しこの粉を実験室内に保管した。

種子消毒方法：11月13日にこの粉を12gずつ秤量して水に浸漬し、同14日に各区とも、①ウスプルン6T/10ℓ、24時間浸漬、②ホルマリン×50、20分浸漬、3時間ビニール被覆、③無消毒に分けて種子消毒を行い、その後殺菌水中で水洗し培地上に移植した。また、これとともにバットに畑土壌をつめ、播種したのち発病状況を調査した。

発病調査方法：

①ストマイ加用PDA培地移植法…ストマイ加用PDA培地上に1区30粒ずつの上記処理種子を播種し、25℃下に定置して、種子から生ずる*Fusarium*菌を調査した。

②畑土壌播種法…35×27×5cmのバットに畑土壌（火山灰土壌、無消毒）をつめ、これに前記種子を1区60～80粒播種した。播種後は実験室内で育苗した。

発病が認められてから立枯症状苗、徒長苗に類別して調査した。

第35表 穂いもち防除剤を散布した場合の粉の保菌量

(1) ストマイ加用PDA培地移植法 25℃7日間定置

立毛中における薬剤散布の区別	種子消毒の区別	総粉数	<i>Fusarium</i> 発生粉数	同左割合	備考
1. 無散布	ウスプルン6T/10ℓ 24時間消毒	30粒	12粒	40.0%	
2. カスミン散布		30	11	36.7	
3. クミスイ散布		30	5	16.7	
1. 無散布	ホルマリン×50、 20分浸漬→3時間 被覆消毒	30	0	0	
2. カスミン散布		30	0	0	
3. クミスイ散布		30	0	0	
1. 無散布	無消毒	30	—	—	各種菌叢発育し 調査不能
2. カスミン散布		30	—	—	
3. クミスイ散布		30	—	—	

注 1区 シャーレー2コ供用 平均値を示す

(2) 畑土壤播種法

立毛中における 薬剤散布の区別	種子消毒の区別	総 数	立 枯 率	徒長苗率	合計苗率
1. 無 散 布	ウスプルン6T/10ℓ 24時間消毒	70粒	0 %	0 %	0 %
2. カスミン散布		81	2	0	2.5
3. クミスイ散布		62	0	0	0
1. 無 散 布	ホルマリン×50、 20分浸漬→3時間 被覆消毒	71	0	0	0
2. カスミン散布		81	0	0	0
3. クミスイ散布		67	0	0	0
1. 無 散 布	無 消 毒	68	5.9	1.5	7.4
2. カスミン散布		71	39.4	2.8	42.2
3. クミスイ散布		76	2.6	0	2.6

培地移植法では、無消毒の各区は各種の菌叢が速やかに発育し、このため菌種の判定、発生回数等の調査を困難にした。ホルマリン消毒区では各散布薬剤の種類、散布、無散布の差異に関係なく種子消毒の効果がよくみられて、菌叢の発育が全く認められなかった。ウスプルン消毒区では、ホルマリン消毒の場合よりも消毒効果が劣り、各散布区ともかなりの菌叢発育を認めた。この中では無散布区が最も発生多く、次いでカスミン散布区であった。

以上の結果、水銀剤の効果がかなりあったものとみることができる。畑土壤播種法でも培地移植法とやや似た傾向を示した。すなわち種子無消毒区で比較すると、カスミン散布区の粉で発生多く、次いで無散布、クミスイ散布の順であった。無散布よりもカスミン散布でとくに立枯れ苗の発生が多く目立った。

以上のことから、穂いもち防除のために散布した水銀剤、非水銀剤（カスミン）の両剤では粉に対する馬鹿苗病菌の着菌量に差異があり、従来広く使用されていた水銀剤は粉への着菌を強く抑制していることが推察された。

c. 感染時期と粉の保菌量

実験方法および結果

供試材料：畑苗代で育苗した品種フジミノリを

1/2000a ワグネルポットに1株2本植として3株移植した。1区2ポット使用。

接種方法：表記した時期に、病株から採集した生体上の孢子（大部分は小型分生孢子で、僅かに大型分生孢子が混在）と米粒培地で25℃、2週間培養した培養孢子（大、小型分生孢子的割合は自然孢子の場合と同じ）を用いた。この孢子けん濁液を1ポット当り100ml噴霧接種し、24時間温室に定置した。なお葉鞘内注入接種区は葉節部下位約2cmの葉鞘内に5ml注入し、後温室に24時間定置した。孢子濃度は1視野40~60コである。

調査方法：稔実調査…各区から10g秤量し、比重1.13の塩水選により、稔実、不稔粒に区分した。保菌量調査…稔実、不稔実に分けた種子を昇こうで60秒表面殺菌後水洗して、ストマイ加用PDA培地に1区30粒播種し、*Fusarium* 菌発生粒数を調査した。発病調査…①バット内殺菌土壤播種法、35×25×5cmのバットに高圧殺菌した畑土壤をつめ、各接種区ごとに播種し、温室で育苗した。播種29日後に全株抜きとり、徒長苗、枯死苗を調査し病苗率を求めた。②畑苗代播種法、次年度4月21日に畑苗代に播種し、一般管理法に準じて生育させた。播種35日後に全株抜きとり、前項に準じて発病苗を調査した。これらの結果は第36~39表および第18図に示した。

第36表 各接種時期と菌の発育状況（ストマイ加用PDA培地）

接種時期	接種原 (孢子) の区別	稔実粒		不稔粒	
		供もみ数	Fusarium 発育粒率	供もみ数	Fusarium 発育粒率
穂孕期葉鞘内注入	培養孢子	30粒	36.7%	30粒	30.0%
“ 噴霧接種	“	30	50.0	30	13.3
出穂期 “	“	30	36.7	30	53.3
穂揃期 “	“	30	13.3	30	23.3
穂揃10日後 “	“	30	20.0	30	13.3
穂揃24日後 “	“	30	16.7	30	16.7
出穂期 噴霧接種	自然孢子	30	36.7	30	96.7
穂揃期 “	“	30	43.3	30	60.0
穂揃10日後 “	“	30	46.7	30	30.0
穂揃24日後 “	“	30	20.0	30	23.3
無接種		30	16.7	30	13.3

第37表 各接種時期とこれを播種した場合の発病状況（バット内殺菌土壌播種法）

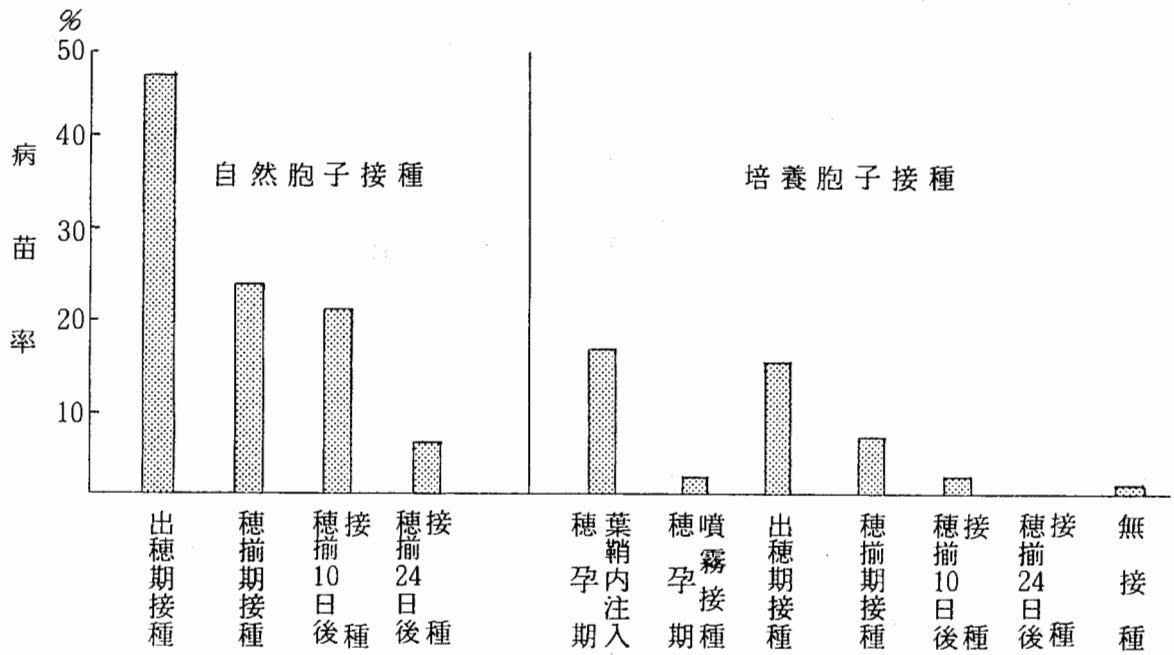
接種時期	接種原 (孢子) の区別	稔実粒		不稔粒	
		総苗数	病苗率	総苗数	病苗率
穂孕期葉鞘内注入	培養孢子	73本	38.4%	103本	27.2%
“ 噴霧接種	“	119	39.5	92	31.5
出穂期 “	“	97	63.9	109	73.4
穂揃期 “	“	109	41.3	31	63.0
穂揃10日後 “	“	77	10.4	82	12.2
穂揃24日後 “	“	119	1.7	99	1.0
出穂期 噴霧接種	自然孢子	90	81.1	109	96.3
穂揃期 “	“	102	93.1	108	89.8
穂揃10日後 “	“	121	66.1	109	43.1
穂揃24日後 “	“	101	73.2	105	49.5
無接種		110	2.2	98	1.0

第38表 各接種時期とこれを播種した場合の発病状況（畑苗代播種法）

接種時期	接種原 (孢子) の区別	総苗数	病苗率	備考
穂孕期葉鞘内注入	培養孢子	1,397本	16.0%	接種時期 穂孕期-8月11日 出穂期-8月15日 穂揃期-8月21日 穂揃10日後-9月1日 穂揃24日後-9月16日
“ 噴霧接種	“	916	1.4	
出穂期 “	“	1,568	15.0	
穂揃期 “	“	1,335	6.1	
穂揃10日後 “	“	1,112	1.8	
穂揃24日後 “	“	888	0.0	
出穂期 噴霧接種	自然孢子	1,389	47.7	
穂揃期 “	“	1,350	24.3	
穂揃10日後 “	“	901	21.5	
穂揃24日後 “	“	1,138	5.7	
無接種		1,319	0.2	

第39表 各接種期と稔実

接種時期	接種源 (孢子) の区別	総粒数	稔実粒 数歩合	稔実 粒重	不稔 粒重	稔実粒 重歩合
穂孕期葉鞘内注入	培養孢子	477 粒	47.2 %	5.65 g	4.80 g	54.1 %
“ 噴霧接種	“	457	60.2	6.70	3.55	65.4
出穂期 “	“	451	53.9	6.00	4.30	58.3
穂揃期 “	“	483	47.6	5.60	4.60	54.9
穂揃10日後 “	“	489	45.6	5.40	4.85	52.7
穂揃24日後 “	“	474	68.1	7.80	2.50	75.7
出穂期 噴霧接種	自然孢子	458	52.8	5.90	4.30	57.8
穂揃期 “	“	478	57.0	6.60	3.50	65.3
穂揃10日後 “	“	450	70.9	7.75	2.50	75.6
穂揃24日後 “	“	488	54.3	6.35	3.95	61.7
無 接 種		499	53.5	6.50	3.80	63.1



第18図 接種時期と発病 (畑苗代播種法)

各接種期ごとの稔実粒、不稔実粒に分けた場合の *Fusarium* 菌の分離状況は、稔実粒では出穂期に近い接種ほど分離率はやや高い傾向を示した。一方、不稔粒の場合にも同様であるが、その差はかなり明瞭であった。稔実状況は生体上の孢子、培養孢子とも同様で各時期ごとの接種では稔実に大きな影響はみられなかった。以上のことから、接種が出穂期に近いとき、生体上の孢子および培養孢子共に侵入量が多いとみられる。

一方、ほ場に播種した場合の発病状況をみた。殺菌土壌播種では稔実粒、不稔実粒別、生体上の孢子、培養孢子の別で必ずしも同一傾向を示さないが、不稔実粒では、前述の *Fusarium* 菌分離率と同様の結果で、接種が出穂期に近いほど発病率が高い。

以上のことから、保菌率は出穂期に近い接種で高いと結論される。また、これは畑苗代に播種した場合の発病率の傾向とも一致する。稔実粒の殺菌土壌播種の場合も、ほぼ不稔実粒播種の場合と同一傾向で、出穂期に近い接種で発病率の高い結果を示した。

以上、培地移植法、殺菌土壌播種法、畑苗代播種法の結果を総合してみても、出穂期接種が最も保菌率が高く、次いで穂揃期、同10日後、同24日後の順となり、出穂期に近い感染で強い侵害をうける。出穂前の葉鞘内注入と噴霧接種では播種法で異なったが、葉鞘内注入でやや高い傾向であった。

d 感染時期と菌の部位別侵入量および種子

第40表 接種時期と菌の存在位置

2区合計値

部 位	接 種 時 期	総 数	<i>Fusarium</i> 発 育 個 体 数	同 左 率
玄 米 表 面	無 接 種	96 粒	0 粒	0 %
	出 穂 直 前	72	3	4.2
	出 穂 期	96	10	10.4
	穂 揃 期	88	9	10.2
	傾 穂 期	91	4	4.4
胚 乳	無 接 種	102	0	0
	出 穂 直 前	113	2	1.8
	出 穂 期	119	6	5.0
	穂 揃 期	99	2	2.0
	傾 穂 期	97	3	3.1
胚 芽	無 接 種	129	0	0
	出 穂 直 前	126	1	0.8
	出 穂 期	137	13	9.5
	穂 揃 期	112	0	0
	傾 穂 期	143	1	0.7

消毒効果

実験方法および結果

菌の部位別侵入量調査

供試苗：品種シンセツを用いて畑苗代で育苗、1/5,000 a ワグネルポットに1株1本植で2株移植した。

接種方法：発病株から得た分生孢子を用いた。発病葉鞘を2gとり、200ccの殺菌水中でよく洗い落とし、次の時期に噴霧接種し25℃の接種箱に24時間定置した。孢子濃度は1視野50個とし、1株200cc噴霧した。接種株数は各時期とも4株とした。

接種時期：出穂直前、出穂期、穂前期および傾穂期（出穂16日後）

調査方法：成熟期に脱穀して、次の順序で処理し、Richard培地上に移植した。表面殺菌は0.1%昇こうで3分間行い、水洗してから移植した。24℃で9日間培養し、その後発育した *Fusarium* 菌発育粒数を調査した。①玄米=籾→剥皮→玄米→殺菌→培地。②胚乳=籾→剥皮→玄米→殺菌→胚乳、胚芽分離→胚乳を中央から切断→殺菌→培地。③胚芽=籾→剥皮→玄米→胚乳、胚芽分離→胚芽→殺菌→培地。

また、これらの種子消毒効果試験は、水銀錠剤（ウスプルン、メル）を用いて常法どおり浸漬消毒し、育苗箱に播種した。2葉期に全株抜きとり徒長苗数を調査した。試験結果は第40および41表に示した。

第41表 病菌の存在位置の異なる種子における消毒効果

接種時期	籾の保菌量 (玄米表面、胚乳、 胚芽の菌検出率)	消毒の方法	発病率
無接種	3.1%	無消毒	1.0%
		ウスプルン6 T/10ℓ 24時間浸漬	0
		武田メル6 T/10ℓ 8時間浸漬	0
出穂直前	6.8	無消毒	16.7
		ウスプルン6 T/10ℓ 24時間浸漬	0
		武田メル6 T/10ℓ 8時間浸漬	0
出穂期	24.9	無消毒	58.8
		ウスプルン6 T/10ℓ 24時間浸漬	6.0
		武田メル6 T/10ℓ 8時間浸漬	1.0
穂揃期	12.2	無消毒	25.8
		ウスプルン6 T/10ℓ 24時間浸漬	4.5
		武田メル6 T/10ℓ 8時間浸漬	3.1
傾穂期	8.2	無消毒	8.1
		ウスプルン6 T/10ℓ 24時間浸漬	0
		武田メル6 T/10ℓ 8時間浸漬	3.0

玄米の部位別の菌発育粒をみれば、玄米表面が全般に多く、次いで胚乳、胚芽の順であった。しかし、出穂期接種の場合は、胚乳、胚芽とも菌の発育がかなり高率であった。接種時期別では、出穂期接種が最も高く、次いで玄米表面の穂揃期であったが他はほとんど同程度で低率であった。以上から種子内部への侵入は出穂期を中心として行われるものと推定される。

このように侵入部位、侵入率の異なる種子を種子消毒した場合の効果の差異についてみると、無消毒区では出穂期接種で発病率が最も高く、次いで穂揃期、出穂直前、傾穂期接種の順であった。この順序は籾の保菌量ともほぼ一致した。ウスプルン消毒では出穂期および穂揃期接種で発病し、出穂直前および傾穂期接種では発病しなかった。武田メルもほぼ同様で、出穂直前播種を除いた各区で発病した。

以上の結果から、種子の保菌率が高く、胚、胚乳に菌侵入した場合には、標準消毒法でも効果の劣ることがあると思われる。

#### 考察

種子伝染に関連して分生孢子形成株からの孢子離脱方式について検討した。その結果、離脱には

水滴を必要とし、孢子はこの水滴中に含まれて飛散することが確認された。従来、分生孢子形成株からの孢子離脱方式に関する知見は少ないが、1975年に鈴木は風のみでは秒速5m以上で僅かに認められ、水滴を含む風では風速に比例して多くなり、また、多発田では雨天日に多く採集されることを述べている。佐々木は降雨があると、孢子が洗い流されて孢子形成部位がきれいになること、分生孢子的採集は夜間に多いこと、昼間採集されるのは1~12mmの降雨があった場合であること、イネは昼間開花するので、昼間飛散した孢子的動向が感染に重要な関係があること、多発生は場から5m以内の籾は発病するが、10m以上離れた株から採種したものは発生が少ないことなどを述べている。

以上の結果から、本菌の孢子的寄生体離脱法は、西門<sup>34)</sup>の述べたコムギ赤かび病菌分生孢子、子のう孢子的場合とよく一致する。

岩手県では1969年頃から馬鹿苗病が多発生したが<sup>51)</sup>、この時期はいもち病防除剤として広く使用した有機水銀剤の使用規制時期とほぼ同時であるから<sup>23,58)</sup>、菌の種子侵入、付着の場合において新しく使用されたいもち防除剤の殺菌効果の差異による



ためであろうと推察された。このことを水銀剤使用規制以後に多く使用されたカスガマイシン剤を用いて検討したところ、水銀剤散布区よりも、種子の保菌量が多いことを確認した。この結果は森岡<sup>32)</sup>の試験とも一致した。

感染時期と籾の保菌量に関して、自然孢子、培養孢子を用い、噴霧接種して検討した。種子の *Fusarium* 菌分離率、播種後の発病率とも出穂期接種で最も高く、これ以前および以後の接種では低率であるところから、感染は出穂期を中心に最も多く行われるものとみられる。また、種子の部位別の菌分離率は、玄米表面が全般に多く、次いで胚乳、胚芽の順であったが、発病苗率の最も高い出穂期接種では、胚乳、胚芽でも菌分離率が高かった。これらのことから、種子内部への菌侵入は、出穂期に最も多い。これは日野・古田<sup>2,3)</sup>らも確認している。このように、本菌が種子内部に侵入した種子に対する種子消毒は極めて困難であり、苗における発病の重要な原因となると考えられる。

### 3. 収量および品質におよぼす本病の影響

#### 実験方法および結果

健全苗：品種ハヤニシキをベンレート水和剤0.5%湿粉衣して消毒した種籾を畑苗代に播種し、移植時発病しない苗を用いた。

罹病苗：無消毒種子に罹病種子（赤籾）を混入して浸種催芽して、移植時徒長した苗を用いた。

区別：1区50株を次のように移植した。①健全区、②全株発病茎率25%、③同50%、④同75%、⑤同病苗1本植。病苗1本植区を除き、すべて1株4本植とし、発病茎率25%区は1株4本のうち

病苗1本を、以下2本、3本を加えて所定の発病茎率を構成した。なお、参考に発病茎率100%を設けた。

移植時期：5月30日手植した。

区制：1区5畦50株植、3連制

発生長調査：7月6日、10月9日に全茎（穂）数、発病株数および発病茎数を調査した。

収量調査：10月9日刈取り、群落では各区50株を、株単位では健全株、発病茎率100%株および発病株の隣接株を参考区から20株抽出して行った。

この結果は第42～45表に示した。

以上の結果から

(1) 本田発生長、各区とも生育が進むにしたがい発病株、発病茎数の著しい減少がみられた。この現象は、移植時の発病苗が枯死するか健全となる「回復現象」とみられる。病苗1本植でも最終時に約60%回復した。

(2) 発病程度と茎（穂）数増加、発病茎率25～75%区の全穂数、株当穂数とも健全区に比し、10月9日調査で大きな差がなかった。その理由は、①移植時の発病苗が本田で回復したこと。②回復苗と移植時の健全苗との補償作用によるものと考えられる。このことは7月6日から10月9日までの茎数増加率が健全区より高いことから推定される。

病苗1本植区は健全株率59.3%と低いにもかかわらず、残存株の全穂数が健全区対比76%となり、欠株率に比較して減少が少ない。これは残存株の株当穂数が24.2本と多くなり補償作用があったと思われる。

第42表 発病程度と本田内発生長

区 別	5月30日（移植時）			7 月 6 日				10 月 9 日			
	健全率	病株率	病茎数	健全率	病株率	病茎数	欠株率	健全率	病株率	病茎数	欠株率
1. 健全区	100%	0%	0本	98.7%	0%	0本	1.3%	98.7%	0%	0本	1.3%
2. 発病茎率25%	0	100	50	90.7	8.7	5.0	0.7	96.0	3.7	3.7	0.3
3. " 50%	0	100	100	88.0	11.3	6.3	0.7	96.0	3.3	3.3	0.7
4. " 75%	0	100	150	76.7	21.3	12.7	2.0	95.3	2.7	4.0	2.0
5. 病苗1本植	0	100	50	58.7	8.0	6.0	33.3	59.3	1.3	1.7	39.4

第43表 発病程度と茎(穂)数増加

区 別	全 茎 (穂) 数					株 当 茎 (穂) 数				
	5 月 30 日	7 月 6 日	同 左 健全比	10 月 9 日	同 左 健全比	5 月 30 日	7 月 6 日	同 左 健全比	10 月 9 日	同 左 健全比
1. 健全区	200本	940本	100	1,035本	100	4本	19.1本	100	21.0本	100
2. 発病茎率 25%	200	764	81	1,073	104	4	15.3	80	21.5	102
3. " 50%	200	755	80	983	95	4	15.1	79	19.7	94
4. " 70%	200	672	72	988	96	4	13.7	72	20.2	96
5. " 100%	200	698	74	828	80	4	14.0	73	16.6	79
6. 病苗 1本植	50	238	25	733	71	1	7.1	37	24.2	115

第44表 発病程度と収量の関係

区 別	穂 数	籾 重	玄 米 重	同 左 比	屑米重歩合	同 左 比
1. 健全区	1,035本	2,071g	1,578g	100	0.9%	100
2. 発病茎率 25%	1,073	2,031	1,531	97	1.4	156
3. " 50%	983	1,947	1,478	94	1.2	133
4. " 75%	988	1,997	1,601	101	1.2	133
5. 病苗 1本植	733	1,642	1,287	82	0.9	100

注) 区 1.2 の穂数は 2 区平均

第45表 隣接株、病株の株単位別収量

区 別	株当穂数	株当籾重	1穂籾重	1穂着粒数	株 当			稔実歩合
					稔実粒	不稔粒	全粒数	
1. 健全株	19.8本	35.1g	1.8g	82.9粒	1,246粒	396粒	1,642粒	75.9%
2. 隣接株	21.1	43.2	2.1	92.8	1,618	340	1,958	82.6
3. 病株	13.0	22.8	1.8	77.5	848	160	1,008	84.1

区 別	株 当 玄米重	千粒重	20g 中の粒数歩合				粒厚別分布率		
			完全米	青米	茶米	死米	<1.8mm	1.8~ 2.0	2.0<
1. 健全株	25.6g	20.4g	94.8%	2.1%	2.7%	0.4%	1.0%	31.7%	67.3%
2. 隣接株	32.5	20.0	93.9	4.9	0.8	0.4	1.5	33.7	64.8
3. 病株	16.8	19.9	89.8	6.7	2.6	0.9	2.7	37.4	59.9

(3) 群落における発病程度と収量、発病茎率の各区は玄米重で対健全区比94、97および101を示し、減収量は少ないが、屑米重は多かった。病茎率間では一定の傾向は認められない。病苗1本植区は、前記各区よりやや減収し、対健全区比82を示した。しかし、その差が比較的小さいのは、穂数が減少しなかったためと思われる。

(4) 株単位別発病程度と収量、発病株は健全株に比較して、稔実歩合が高く、千粒重は差がなかったが、株当穂数、着粒数とも少ないことから玄

米重が16.8gとなり、対健全比67とおちこんだ。一方、病株の隣接株は、株当穂数、1穂着粒数、稔実歩合とも優り、玄米重が32.5gで対健全比130であった。これは病株に対する補償作用の結果と考えられる。玄米の性状は、発病株は茶、死米が多く、粒厚も薄いことから品質低下が認められる。病株の隣接株は、茶、死米率が極めて少なく、品質面で健全株を上回った。

考 察

これまで罹病株個体を対象として、収量、品質

4.31.42.43)  
を調査した報告はあったが、健、病株混植の群落で調査した報告は見当らない。1株4本植し、うち病苗を1、2、3本混入して病莖率25、50、および75%とし、1区50株を調査した結果、病莖数は最高分けつ期頃（7月6日）と収穫期調査では次第に減少し、株の全莖枯死による欠株率もきわめて少ない。病苗1本植でも収穫期には、健全株率59%まで回復した。

収穫期の全穂数、株当穂数も病莖率25、50および75%区では対健全比102、94および96(株当穂数)であるところから籾重、玄米重の減少もきわめて少ない。しかし、屑米重は各区とも増加し、品質の低下がみられた。

病苗1本植では、これらよりやや収量が劣ったが、対健全比82にとどまった。その理由は7月6日以降の急激な穂数増加によるものとみられる。

株単位の収量では、病株は穂数減から着粒数が減少して、株当玄米重が16.8g(対健全比66)と低下した。これに対し、病株の隣接株では株当穂数が健全株よりも多く、稔実歩合も高いことから玄米重が増加し、32.5g(対健全比127)を示し

た。これは病株の補償作用によるもので、これが群落として大きな収量減にならない理由とみられる。しかし、発病株の混入は、青米、茶、死米が多く、粒厚も薄く、品質が低下する。また、発病莖が出穂期以後も残るので、種子への伝染源となるので注意が必要である。

### III 防除技術の改善

#### A 効率的防除方法の確立

施設育苗においては、一時に多量の種子を取扱う必要がある。すなわち、50ha規模の育苗施設で、稚苗育苗方式では1箱200g播種、10aの移植に17箱必要とし、5回に分けて育苗すると、1回に播種する種子量は340kgとなる。これらの大量の種子を消毒する方法として従来行われてきたホルムアルデヒド剤（ホルマリン）や水銀剤（ウスブルン錠等）による浸漬・被覆消毒や浸漬消毒では、取扱い作業が煩雑で非能率的である。この問題を解決するため、ペノミル剤（デュポンファーマー社製・商品名ベンレート水和剤）を用いて新

第46表 乾燥種子、浸漬種子および催芽種子に対するベンレート水和剤粉衣の効果

試験区別	処理方法	総苗数	病苗率	備 考
乾燥種子 粉衣法	乾燥種子重の0.5%粉衣	262.5本	4.4本	粉衣後浸種し催芽播種。
	” 1% ”	242.5	4.5	
	” 2% ”	256.0	5.7	
	” 5% ”	241.5	1.7	
	” 10% ”	229.0	0.4	
浸漬種子 粉衣法	乾燥種子重の0.5%粉衣	247.0	0	水漬時間は2日間とした。
	” 1% ”	196.0	0	
	” 2% ”	230.5	0	
	” 5% ”	188.5	0	
	” 10% ”	192.0	0	
催芽種子 粉衣法	乾燥種子重の0.5%粉衣	340.0	0	
	” 1% ”	217.0	0	
	” 2% ”	347.0	0	
	” 10% ”	348.0	0	
対照区	ホルマリン50倍20分浸漬	183.0	0	20分浸漬後5時間ビニール被覆した。
無処理区	—	167.5	11.9	

しい処理法について試験した。

1. 催芽種子に対するベンレート水和剤の粉衣処理法と効果

乾燥種子、水浸漬種子および催芽種子に対するベンレート水和剤の粉衣消毒効果について試験した。

試験方法および結果

供試種子：前年に多発したほ場から採種した種子を供試した。

処理方法：水に浸漬途中の種子、催芽種子を使用し、処理方法については各成績表に明記した。

育苗方法：育苗箱、ポットに播種し常法どおり管理した。

発病調査：全苗を抜取り、徒長苗数を調査し、病苗率を求めた。

この結果を要約すると、(1)乾燥種子に対し種子重比の0.5～2.0%粉衣で効果は不安定である。(2)これに対し、水に浸漬2日後、催芽種子に対しては、乾燥種子重比0.5%粉衣で効果が高く、発病を完全に抑えている。このことから、最少薬量

で有効と認められるのは、浸種途中のもの、催芽種子では乾燥種子重の0.5%粉衣処理である。なお、いずれの処理でも薬害はみられなかった。

2. 催芽種子に対するベンレートT水和剤20、ホーマイ水和剤の薬害発生

両剤ともはじめベンレート水和剤同様、催芽種子に対する処理法で使用登録された(1972年12月)が、この方法では薬害発生があるので、このことについて検討した。

実験方法および結果

供試種子：多発生ほ場産品種トヨニシキ、1区20g供用。

薬剤処理方法：①催芽種子処理法=催芽程度は1mmとし、薬剤処理後直ちに播種した。②浸種前処理法=乾燥種子を用いて薬液浸漬区では所定時間浸漬後1日間風乾した。浸種日数は3日間である。

供試培土：畑土壌

調査方法：薬害の程度は、根上りと根の露出並びに苗の発育不良の程度によって判別したが、そ

第47表 催芽種子における粉衣量、浸漬濃度と薬害の発生

処理時期	処 理 方 法	7月14日緑化時調査		7月19日調査	7月24日調査			7月14日調査
		根上り程度	草丈(1抽出後)	*草丈	総苗数	徒長苗数	同左率	
催芽種子処理	1. ベンレートT-20、乾もみ重の0.2%粉衣	-	-	10.58±0.30	666	8	1.2	} 根上り多、根のからみ不良、草丈短小 } 根の生育不良、容易にひきぬける。草丈不揃
	2. 0.3%	+	+	10.78±0.27	676	12	1.8	
	3. 0.4%	+	+	10.75±0.23	760	4	0.5	
	4. 0.5%	+	+	10.25±0.30	699	3	0.4	
	5. 0.7%	+	+	9.45±0.28	617	1	0.2	
	6. 1%	+	+	8.08±0.25	654	2	0.3	
	7. ×20 10分間浸漬	+	+	7.18±0.54	659	5	0.8	
	8. ×30 "	+	+	9.15±0.44	682	2	0.3	
	9. ×40 "	+	+	9.25±0.18	677	3	0.4	
	10. ×50 "	+	+	8.98±0.33	747	3	0.4	
	11. ホーマイ ×20 "	+	+	5.63±0.45	783	1	0.1	
	12. ×30 "	+	+	6.40±0.41	747	1	0.1	
	13. ×40 "	+	+	6.93±0.42	838	3	0.4	
	14. ×50 "	+	+	7.63±0.44	673	2	0.3	
	15. Cont	-	-	12.18±0.38	655	129	19.7	
浸種前処理	16. ベンレートT-20、乾もみ重の0.7%粉衣	+	-	9.10±0.26	664	1	0.2	} 全般に草丈低い
	17. 1% "	-	+	8.08±0.32	676	0	0	
	18. ×20 10分浸漬	+	+	7.93±0.45	640	0	0	
	19. ×20 30分 "	-	-	8.80±0.22	674	0	0	
	10. ホーマイ ×20 10分 "	-	-	9.23±0.32	604	0	0	
	11. ×30 30分 "	-	-	9.45±0.36	738	2	0.3	
12. Cont	-	-	9.18±0.39	697	75	10.9		

\* 草丈の平均値の信頼限界 P = 0.05

これらの基準は次のとおりである。

① 籾の露出程度

- : 露出なし
- + : 播種面積の 1/3 以内で露出
- ++ : 播種面積の 1/3 ~ 2/3 で露出
- +++ : 播種面積の 2/3 以上で露出

② 草丈 緑化時の草丈は観察によって

- : 無処理区と同程度
- + : 無処理区より低い
- ++ : 無処理区より明らかに低い
- +++ : 無処理区に比して顕著に低い

に区分した。

また、播種1週間後には1区20株の草丈を、同12日後には発病状況を全株抜取って調査した。

この結果は第47表に示した。

薬剤処理による苗の生育阻害は、催芽種子処理で主に発生する。ベンレートT水和剤20では、粉衣量 0.7 ~ 1.0 %、浸漬法では20倍液10分浸漬で、ホーマイ顆粒では20、30、40および50倍液10分浸漬

で顕著な生育抑制があった。また、浸種前種子でもベンレートT水和剤20は1%粉衣と、20倍液10分浸漬で草丈の低いものが若干みられた。

3. チウラム並びにチオファネートメチル含量と薬害発生

商品名ベンレートT水和剤20およびホーマイ顆粒(水和剤)は、それぞれベノミル20%、チウラム20%と30%、チオファネートメチル50%を含有する製品である。この中ベノミルについては、この単一製剤で薬害発生事例が皆無であるので検討から除外し、チウラムとチオファネートメチルの各成分濃度と薬害について検討した。

実験1

実験方法および結果

供試種子：健全ほ場産品種トヨニシキ、1区乾燥種子20g 供用。

播種方法：床、覆土は畑土壌使用、育苗箱で常法どおり育苗した。

操作方法：供試薬剤は、三共チウラム80%水和

第48表 チウラム含有量と薬害(乾もみ重の0.5%粉衣法)

処 理 区 分		根上り 程 度	※ 草 丈	※ 根 長	調査の対象 とした苗
催 芽 種 子 処 理 法	TMTD 40% 0.5%粉衣	} #	6.23 ± 0.46	4.80 ± 0.90	非根上り苗
	40% "		3.93 ± 0.37	4.43 ± 0.81	根上り苗
	30% "	} #	6.30 ± 0.41	5.45 ± 0.54	非根上り苗
	30% "		4.50 ± 0.29	5.78 ± 0.90	根上り苗
	20% "	} +	6.43 ± 0.47	5.78 ± 0.61	非根上り苗
	20% "		4.65 ± 0.45	4.70 ± 0.94	根上り苗
	15% "	} +	6.98 ± 0.44	6.15 ± 0.67	非根上り苗
	15% "		5.08 ± 0.44	6.03 ± 1.00	根上り苗
	10% "	-	7.00 ± 0.39	5.13 ± 0.66	非根上り苗
5% "	-	7.25 ± 0.33	6.13 ± 0.73	"	
浸 種 前 種 子 処 理 法	40% 0.5%粉衣	} +	6.48 ± 0.29	5.18 ± 0.40	非根上り苗
	40% "		4.88 ± 0.49	5.20 ± 0.81	根上り苗
	30% "	+	7.05 ± 0.43	6.68 ± 0.63	非根上り苗
	20% "	-	7.62 ± 0.30	5.45 ± 0.63	"
	15% "	-	7.48 ± 0.28	5.60 ± 0.51	"
	10% "	-	7.83 ± 0.29	6.08 ± 0.59	"
	5% "	-	7.70 ± 0.38	5.68 ± 0.50	"
Cont			7.60 ± 0.40	5.15 ± 0.59	"

※ 草丈、根長の平均値の信頼限界 P = 0.05

剤を原薬剤とし、これにクレーを所定量加えて規定の含有量とした。粉衣量は全区とも乾燥種子重の0.5%とした。また、粉衣に際しては浸種前種子では、瞬間水づけしてからよく水を切って湿粉衣した。その他は前項に準じた。草丈、根長は播種1週間後に1区20株について測定した。

この結果、チウラム水和剤5~40%を乾燥種子重の0.5%粉衣した場合に、催芽種子では30~40%含有で根上りが顕著であり、15~20%含有でも若干の根上りがみられた。この根上り苗は草丈が低く、同一処理の非根上り苗に比較して約1.8~2.3 cmほど短小であった。これに対し浸種前種子に対する影響は、30~40%含有でわずかに根上りがみられ、40%粉衣の根上り苗で草丈が短小となったほかは異常がみられなかった。

実験2

実験方法および結果

供試品種：ササニシキ

操作方法：供試薬剤はチウラムとして三共チウ

ラム80%水和剤を原薬剤とし、チオファネートメチルとしてトップジンM水和剤70%を原薬剤として、これにクレーを所定量加えて規定の含有量とした。その他は前項に準じた。薬液浸漬は20倍液10分間浸漬とし、催芽種子処理では薬浸後直ちに播種し、浸種前種子処理では薬浸後1日間風乾してから3日間浸種し、その後催芽して常法どおり播種した。

浸種法では催芽種子処理法でチウラム10~40%含有で根上り、もみ露出、苗ころび等の異常苗がみられ、草丈も短小の傾向がみられた。チオファネートメチルでは全く異常はみとめられなかった。浸種前種子処理法では全般に正常で、わずかにチウラム40%含有剤の薬浸で短小苗を認たにすぎない。チオファネートメチルでは異常がなかった。

以上実験1、2の結果から、薬害発生の主因は、成分ではチウラム、処理法では同成分15%以上含有する製剤の0.5%種子粉衣か、10%以上含有する製剤の20倍液10分間浸漬である。チオファネート

表49表 チウラムならびにチオファネートメチル含有量と薬害 (20倍液10分間浸漬法)

処 理 区 分	緑 化 時 の 状 況			草 丈 cm	備 考			
	根上り	もみの 露 出	苗 の ころび					
催 芽 種 子 処 理 法	1. TMTD	40%	×20、10分浸漬	+	+	+	3.28	浸漬液温 19℃ 1日風乾 時の平均 気温 15℃
	2. "	30%	" "	+	+	+	4.03	
	3. "	20%	" "	-	+	+	3.65	
	4. "	15%	" "	+	+	+	4.03	
	5. "	10%	" "	+	+	+	4.48	
	6. "	5%	" "	-	-	-	4.58	
	7. チオファネートメチル50%	"	" "	-	-	-	5.95	
	8. "	40%	" "	-	-	-	5.53	
	9. "	30%	" "	-	-	-	6.55	
	10. Cont			-	-	-	5.80	
浸 種 前 種 子 処 理 法	1. TMTD	40%	×20、10分浸漬	-	-	-	4.45	
	2. "	30%	" "	-	-	-	6.18	
	3. "	20%	" "	-	-	-	5.75	
	4. "	15%	" "	-	-	-	6.03	
	5. チオファネートメチル50%	"	" "	-	-	-	6.18	
	6. "	40%	" "	-	-	-	6.10	
	7. "	30%	" "	-	-	-	6.10	
	8. Cont			-	-	-	5.90	

メチルでは発生しない。

4. 浸種前種子に対するベンレート T水和剤20の処理効果と薬害軽減

第47、48および49表に示したように、催芽種子で激しく発生する薬害も、浸種前種子では発生しない。また、第47表に示したとおり消毒効果も高いので、ここでは培土の種類や処理法と消毒効果について検討した。

実験方法および結果

供試種子：前年の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。1区50g使用。

操作方法：200～400倍液浸漬では浸漬終了後直ちに5日間浸種した。使用培土は表記した。

調査方法：播種後7日目に根上り状況を前記2項に準じて観察、15日後に発病を調査した。

この結果は第50表に示した。ベンレート T水和剤20の消毒効果は、20倍および30倍液5分間浸漬、20倍液スラリー、0.5粉衣で高く、50倍液スラリー、400倍液6時間浸漬等で劣った。根上りは粒状培土の1種で認められたが、軽微であった。

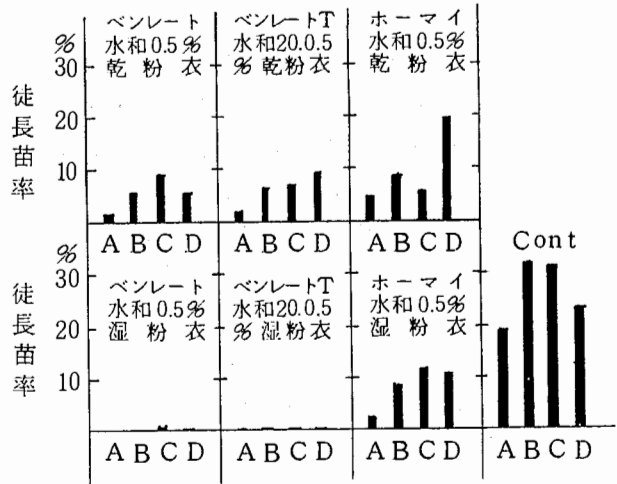
5. 消毒後の浸種条件と消毒効果

前項で述べた薬害軽減のための浸種前薬剤処理法では、この処理後約10日間水中に浸漬するので、浸漬の条件によって効果に影響があるか否か検討した。

実験方法および結果

供試種子：多発は場産種子、品種レイメイ。

薬剤処理：乾燥種子重の0.5%粉衣とし、乾燥籾および湿潤種子に処理した後、風乾してから浸種した。



注 A～換水なし  
B～2日間停滞水浸漬→3日間流水浸漬  
C～連日換水  
D～流水5日間浸漬

第20図 浸種条件と消毒効果

第50表 浸種前種子に対する薬剤処理効果と培土による根上り現象

1973. 5. 23 (根上り) 6.4 (発病) 調査

供試薬剤	処理方法	火山灰土壤			クミアイ粒状(三井東庄)			クミアイ粒状(呉羽)			ウレタンひも		
		総苗数	病苗率	根上り度	総苗数	病苗率	根上り度	総苗数	病苗率	根上り度	総苗数	病苗率	根上り度
ベンレート T水和剤 20	× 20、5分間浸漬	本 1,152	0.1	—	本 1,140	0	+	本 1,192	0.1	—	本 1,168	0	—
	× 30、"	1,172	0	—	1,370	0	±	1,017	0.1	—	1,268	0	—
	× 50、10分間浸漬	1,242	0.5	—	1,070	0.3	—	1,184	0.8	—	1,244	0.1	—
	× 20、10%スラリー	1,254	0	—	1,192	0.3	±	1,143	0.8	—	1,019	0.6	—
	× 30、"	1,288	1.1	—	1,246	1.2	±	1,092	1.1	—	1,134	0.4	—
	× 50、"	1,163	0.6	—	1,213	1.6	—	1,264	5.4	—	1,177	2.1	—
	0.5%粉衣	1,090	0.6	—	1,288	0.3	—	1,020	1.0	—	1,188	0.1	—
	× 200、6時間浸漬	1,160	0.2	—	1,281	2.1	—	1,242	1.8	—	1,133	0.1	—
× 400、"	1,172	0.6	—	1,303	3.2	—	1,169	7.3	—	1,220	2.5	—	
無消毒		833	39.9	—	1,166	22.4	—	1,118	19.9	—	1,095	36.3	—

浸種処理：浸種は水5：種子1とし、5日間浸漬した。この期間中、①換水なし②2日間浸漬後3日間流水に浸漬、③毎日1回換水、④流水中に5日間浸漬に分けた。流水区は容量1ℓビーカーに種子を入れ、水道水を掛流した。処理後は育苗箱に播種し常法どおり管理した。

調査方法：2葉期に全株を抜取り、徒長苗数を調査した。

この結果は第20図に示した。

消毒効果は3薬剤とも湿潤粉衣で高く、乾燥粉衣で劣った。薬剤別ではベンレート水和剤およびベンレートT水和剤20の効果が高い。浸種条件では、流水浸漬、連日換水の両区で効果が劣った。しかし、前記両薬剤の湿潤粉衣ではその影響が少なく、消毒効果が減退しなかった。

#### 考察

ベンレート水和剤の種子消毒効果は、乾燥種子に対し500倍液6および12時間浸漬では劣ったが浸種2日後の種子に対する同濃度、同浸漬時間処理では効果が高い。

粉衣法では乾燥種子処理で効果が劣り、浸漬種子、催芽種子処理では乾燥種子重の0.5%粉衣で効果が高く、この処理で実用可能とみられた。

ベンレートT水和剤20、ホーマイ水和剤をベンレート剤同様に催芽種子に粉衣、あるいは浸漬法で処理すると、薬害を生じて、草丈が短く、激しい根上り症状を呈する。これに対して、浸種前の乾燥種子に処理すると、薬害の発生がほとんどなく、消毒効果も高いので、本法で実用化が可能であった。

さて、この浸種前処理法で消毒した場合、消毒後に長期間水中に浸漬することから、浸漬条件により薬剤が流出し、効果が減退するおそれがある。この検討結果は第20図に示したとおり、浸漬中の頻繁な換水や、流水による浸漬は発病を多くする場合がある。このことは西岡、小林らも指摘している<sup>28,35)</sup>。しかし、ベンレート、ベンレートT水和剤20の湿潤粉衣法ではこの方法で効果が安定してきた。

以上述べた粉衣法、短時間浸漬法（5～10分間浸漬）、種子重の10%液量スラリー法などは、従来の長時間浸漬法に比較して操作が簡便であり、

短時間で処理できるので、大量種子を取扱う育苗施設等での種子消毒法として好適と思われる。

#### B 種籾の大量消毒法の開発

水銀剤がその使用規制によって、1974年から病害虫防除基準より姿を消し、新しく次のような薬剤による種子消毒が行われるようになった。すなわち、ベノミル剤（商品名ベンレート水和剤）で30倍液5分間浸漬、500倍液12時間浸漬、湿籾に対し乾燥種子重の0.5%粉衣の諸法が、チウラム・ベノミル剤（商品名ベンレートT水和剤20）で20倍液10分間浸漬、200倍液24時間浸漬、湿籾に対し乾燥種子重の0.5%粉衣の諸法が、また、チウラム・チオファネートメチル剤（商品名ホーマイ水和剤）で20倍液10分間浸漬法等が採用され、ベンレート水和剤では浸漬前種子で、ベンレートT水和剤20とホーマイ水和剤では浸種前種子を対象に消毒することとなった<sup>24)</sup>。

しかし、これらの消毒法は、施設育苗のように、大量種子を処理する場合には作業が困難なため、より一層能率的な処理法の確立が要望された。新潟県ではポットミキサー利用による粉衣法が考案されたが<sup>66)</sup>、作業能率の点でなお不十分と考えられた。

著者は浸漬法、粉衣法では能率に限界があると考え、消毒法を根本から再検討し、そのうえでこの処法の機械処理化をはかるべきであると考え、種々の試験を行った。

##### 1. 処理方式の概要

この薬剤処理法は、乾燥種子に対して、少量の薬液を噴霧し、よく混合して均一に付着させる方式で、この処法を機械化することにより、消毒作業の能率向上を意図としたものである。

具体的には、登録された乾燥種子重の0.5%粉衣法の薬剤投下量（薬量は種子1kg当り5g）を基準とし、薬液噴霧量は種子の濡れを最少限に抑えるための適量が、乾燥種子重の3%であるところから、種子1kg当り30mlを噴霧した。したがって、薬剤濃度は6倍液となる。しかし、消毒効果はこれ以下の濃度でも十分であるところから、種子1kg当り4gの薬剤投下量（7.5倍液）で実用化することとした。



本法は「薬液吹付け法」と呼称し、機械処理が実現したことにより、農林水産省において、専用機による薬剤吹付け法として使用登録が公示された（登録公告、1980年7月11日）。使用薬剤は実用化の点から適用病害（いもち、ごま葉枯、馬鹿苗病）の最も多い種子消毒剤として登録のあるベンレートT水和剤20を主に使用した。

2. 機械による高能率消毒法開発のための基礎的検討

a 適正な吹付け量に関する試験

実験方法および結果

供試種子：多発生ほ場から採種した品種ハヤニシキ

操作方法：1区500gの乾燥種子に対し、所定量の薬液を電気スプレーで吹付けながら、かく

拌して混合した。5日間浸種（水2：種子容量1、隔日に換水）、30℃で催芽して育苗箱に播種した。

薬液吹付け量：乾燥種子重の2、3、4および5%量。

調査方法：薬剤付着状況を肉眼観察した。また、消毒効果は播種17および35日後に全株抜取り、徒長苗と萎ちよう枯死苗数を調査した。

(1) 吹付け時の薬剤付着状況

2%量吹付けは薬量がやや不足で、不均一な付着であった。3%量吹付けはほぼ均一に付着した。4および5%量吹付けは均一に付着したが、種子の濡れが目立った。

(2) 消毒効果

この結果は第51および52表に示した。

2回の播種とも発病は完全に抑えられ、消毒効

第51表 吹付け薬量と消毒効果

区	分	総 苗 数	徒長苗数	同 左 率	枯死苗数	同 左 率
1	ベンレート T-20 5倍液 2%量吹付け	1,370本	0本	0%	0本	0%
2	" " 3% "	1,139	0	0	0	0
3	" " 4% "	1,235	0	0	0	0
4	" " 5% "	1,258	0	0	0	0
5	(対) 400倍液 24時間浸漬	1,135	0	0	0	0
6	Cont	725	111	15.3	7	1.0

第52表 吹付け薬量と消毒効果

区	分	総 苗 数	徒長苗数	枯死苗数	合計苗数	同 左 率
1	ベンレート T-20 5倍液 2%量吹付け	1,114本	0本	0本	0本	0%
2	" " 3% "	1,103	0	0	0	0
3	" " 4% "	1,038	0	0	0	0
4	" " 5% "	956	0	0	0	0
5	Cont	606	52	83	135	22.5

注 Cont.区は種子量不足のため1区15gを播種した。

果は高った。吹付け量がやや不足とみられた2%吹付け区でも他と同等の効果が得られた。第2回播種では低温に経過したため、無処理区の生育が不良で枯死苗が多く、その枯死苗の地下部ではFusarium菌の付着が多かった。薬剤処理区では苗の生育がよく、糶への着菌も認められなかった。

b 吹付け薬液の濃度と消毒

実験方法および結果

供試種子：多発生ほ場から採種した品種トヨニシキ

操作方法 その他：前項に準ずる。この結果は第53表のとおりである。

これによると、吹付け薬量を種子重の3%とし、

第53表 吹付け濃度と消毒効果

処 理 区 別	第 1 回 播 種				第 2 回 播 種	
	総苗数	徒長・萎 ちよう枯 死・生育 不良苗率	Rhizopus 属菌発生状況		総 苗 数	徒 長 枯 死 苗 率
			播種層	地 表		
1 ベンレート T-20 4 倍液 3%量吹付け	920本	0 %	-	-	1,141本	0 %
2 " 5 " "	971	0	±	-	1,228	0
3 " 6 " "	985	0	±	-	1,104	0.1
4 " 7 " "	948	0	+	±	1,181	0.1
5 " 10 " "	906	0	+	-	1,124	0.1
6 (対) 400 倍液 24 時間浸漬	484	25.4	+	-	-	-
7 Cont	545	32.3	不明※	不明※	643	15.1

※は多量の *Fusarium* 属菌の発生があり、このため *Rhizopus* 属菌の発生状態が不明となった。

第54表 処理条件と消毒効果

浸 種 条 件	種子消毒の条件	総 苗 数	徒 長・ 枯 死 苗 合 計 数	同 左 率	健全苗数
1. 換水なし	1) 0.5%湿粉衣	814本	0本	0%	814本
	2) 6倍液、3%吹付け	750	0	0	750
	3) Cont	544	316	58.1	228
2. 連日換水	1)	729	17	2.3	712
	2) 同 上	754	2	0.3	752
	3)	694	396	57.1	298
3. 浸種2日目換水	1)	716	8	1.1	708
	2) 同 上	703	0	0	703
	3)	698	228	32.7	470
4. 浸種3日目換水	1)	815	11	1.3	804
	2) 同 上	772	0	0	772
	3)	679	281	41.4	398
5. 浸種4日目換水	1)	683	3	0.4	680
	2) 同 上	720	0	0	720
	3)	624	322	51.6	302
6. 浸種5日目換水	1)	662	0	0	662
	2) 同 上	692	0	0	692
	3)	669	321	48.0	348
7. 浸種2日目、 4日目換水	1)	756	18	2.4	738
	2) 同 上	638	14	2.2	624
	3)	594	304	51.2	290
8. 浸種3日目、 5日目換水	1)	894	4	0.4	890
	2) 同 上	836	6	0.7	830
	3)	594	224	37.7	370

第55表 浸種の処理条件と初期生育（平均値の信頼限界P=0.05）

処 理 区 分	0.5%湿粉衣	×6.3%吹付け	無 処 理
	草 丈 (cm)	草 丈 (cm)	草 丈 (cm)
1. 換水なし	6.8 ± 0.70	6.2 ± 0.25	10.4 ± 0.41
2. 連日換水	8.2 ± 0.43	8.8 ± 0.43	10.4 ± 0.49
3. 浸種2日目換水	8.9 ± 0.27	8.2 ± 0.90	10.5 ± 0.26
4. " 3日目 "	9.3 ± 0.41	9.6 ± 0.24	11.3 ± 0.41
5. " 4日目 "	9.5 ± 0.31	8.7 ± 0.89	11.5 ± 0.30
6. " 5日目 "	8.6 ± 0.39	8.7 ± 0.24	10.5 ± 0.46
7. " 2日目4日目換水	8.8 ± 0.25	8.5 ± 0.39	10.4 ± 0.55
8. " 3日目5日目 "	9.0 ± 0.31	8.9 ± 0.36	10.4 ± 0.47

薬液濃度を4、5、6、7および10倍にした場合の消毒効果は高く、発病は認められなかった。このことから10倍液でも効果は期待できる。播種層、地表に*Rhizopus* および*Fusarium*属菌の発生をみたが、処理各区では発生を抑え、とくに高濃度処理で顕著であった。

c 吹付け濃度と浸種条件による消毒効果  
実験方法および結果

供試種子：品種レイメイ

浸種方法：薬剤処理種子を200ml容量のビーカーに入れ7日間浸漬した。その間の換水条件は表記したとおりである。

その他は前項に準じて行った。この結果は第54および55表に示したとおりである。

種子重の0.5%湿粉衣処理では、無換水区と5日目換水区では発病を完全に抑制しているが、4日目までの換水では各区とも軽微に発病し、浸種中の換水によって消毒効果が低下した。これに対し6倍液の3%吹付け処理では、連日換水区と、2日目、4日目および3日目、5日目の各2回換水区で発病しているが、浸種中1回の換水では2日目以降の換水による効果の減退はみられない。両処理区とも粒量に対する薬剤投下量は同量であるから、両者の差は付着の差によるものと考えられる。

播種8日後の初期生育（草丈）に対する影響は薬剤処理区で明らかに認められ、とくに換水しない場合にこの傾向が強かった。

d いもち病、ごま葉枯病罹病種子に対す

るベンレートT水和剤20の吹付け処理の効果

ベンレートT水和剤20、ホーマイ水和剤はいもち病、ごま葉枯病罹病種子に対し、20倍液10分浸漬、200倍液24~48時間浸漬および0.5%粉衣法が一般に使用されている。ここではこれらの処法と比較し、吹付け法の効果をみた。なお、比較は主として0.5%粉衣で行った。

実験方法および結果

供試種子：いもち罹病種子、ごま葉枯罹病種子はともに多発生は場から採種した。

操作方法：いもち罹病種子は、薬剤処理後、径11cmシャーレー内のろ紙上に播種、27℃に48時間定置して孢子形成粒数を調査した。ごま葉枯罹病種子は、人工粒状培土および川砂（120℃、20分殺菌）に播種し、幼苗基部の発病苗数を調査した。

この結果は第56、57表のとおりである。

いもち罹病種子に対する3薬剤の0.5%粉衣処理では、孢子形成を完全に抑え有効であった。これに対し、ベンレートT水和剤の3%吹付け法も同等の効果で、有効と認められた。

ごま葉枯罹病種子に対する吹付け法の効果は高く、発病を完全に抑え、対照法よりも有効であった。

以上から吹付け法は、慣行法と同等に使用できると考えられる。

e 吹付け法による苗立枯病発生防止効果  
育苗箱内で多発生し、苗立枯れの発生原因となる菌類としては、*Rhizopus chinensis*、*R.oryzae*、

第56表 薬剤処理種子のいもち病菌分生孢子形成状況

処 理 区 別			総 糲 数	孢子形成糲数	同 左 率
1.	ベンレート T-20	7.5 倍液 3%吹付	138 コ	0 コ	0 %
2.	"	0.5 % 湿粉衣	153	0	0
3.	ベンレート	0.5 % "	128	0	0
4.	ホームイ	0.5 % "	153	0	0
5.	Cont		182	25	13.7

第57表 薬剤処理種子のごま葉枯病発生状況

処 理 区 別			人 工 培 土 播 種 法				川 砂 播 種 法		
			総苗数 A	精葉褐 変苗数 B	不完全 葉褐変 苗数 C	$\frac{B+C}{A} \times 100$	総苗数	不完全 葉褐変 苗 数	同左率
1.	ベンレート T-20	7.5 倍液 3%吹け	549 本	0 本	0 本	0 %	93.0 本	0 本	0 %
2.	"	0.5 % 湿粉衣	548	1	0	0.2	87.5	0	0
3.	"	200 倍液、24時間浸漬	586	15	2	2.9	94.5	1.0	1.0
4.	Cont		403	66	16	20.3	105.0	6.0	5.7

*R. stolonifer*、*R. javanicus*、*R. arrhizus*、*Trichoderma viride*、*Fusarium solani*、*F. roseum*、*Pythium sp.*等が知られている。<sup>22, 46, 49)</sup> 発生誘因としては傷糲の混在、高低温、高湿度条件、<sup>44, 45, 46, 47, 48, 50)</sup> 土壌 pH、厚播き等が指摘され、防除対策では温度管理、土壌酸度の矯正その他の栽培管理の適正化が重要であると強調されている。<sup>46, 50)</sup> さらにこれらの栽培管理と併せて TPN 剤の播種時の灌注 (対象 *Rhizopus* 属菌)、ヒドロキシイソキサゾール剤 (商品名タチガレン、*Fusarium* 属菌)、ペノミル剤 (対象 *Trichoderma* 属菌) の播種前、生育期の使用等多くの殺菌剤が大量に、しかもそれぞれ病原菌毎に異なる薬剤が使用されている現状である。

ベンレート T 水和剤 20 吹付け法では、第 53 表でも明らかのように、播種層 (種糲表面) や地表における *Rhizopus*、*Fusarium* 属菌の発生が顕著に抑制されることから、有効な手段となり、薬価の節減、省力化等利点が多いと考えられる。以下これに関する試験を行った。

実験方法および結果

- (1) *Rhizopus* 属菌による苗立枯病に対する効果  
 接種方法：自然感染としたが、感染助長のため

育苗箱の一端に玄米粗粉末を散布して着菌させ、これから播種した種子へ寄生させるようにした。

供試土壌：火山灰土壌を 70°C 30 分蒸気殺菌して使用した。

供試種子：品種ササミノリを用い、種子からの発病を防止するため、ホルマリン消毒した。

薬剤処理方法：①上記供試種子をよく水洗して乾燥し、これにベンレート T 水和剤 20 の 7.5 倍液を種子重の 3% 吹付けした。②対照区は TPN 水和剤 (商品名ダコニール) 500 倍液を箱当り 1.3 ℓ 播種直前に灌注した。1 区 178 cm<sup>2</sup> のポリプロピレン製容器 (普通育苗箱の 1/10 面積) を 1 区 2 箱供試。

育苗方法：出芽温度 32°C、その他は常法どおりとした。

調査方法：全株抜取り、立枯、根部異常苗、根部褐変苗、生育不良苗、不出芽等を調査した。

- (2) *Trichoderma viride* による苗立枯病に対する効果

接種方法：パーミキュライトにじゃがいも煎汁液を加えて菌を 10 日間培養し、これを覆土に使用して接種した。

薬剤処理方法：①前項同様の種子に対しベンレ

ートT水和剤20の7.5倍液を種子重の3%吹付けした。②慣行法としてベンレート水和剤0.5%湿粉衣区(播種直前粉衣)と、同1000倍液の箱当り1.3ℓ播種時灌注区を設けた。

その他は前項に準ずる。

(3) *Fusarium solani*、*F. roseum*による苗立病に対する効果

接種方法：液体培養2週間後ミキサーで菌体を破碎して土壤に灌注した。

薬剤処理方法：①前項同様の種子に対し、ベンレートT水和剤20の7.5倍液を種子重の3%吹付けとした。②慣行法としてタチガレン1,000倍液

箱当り1.3ℓ緑化時灌注区を設けた。

発病促進処理：発病促進のため、出芽室から緑化室に移した当日の夜間に3℃の低温にあて、翌日は温室にもどし再び夜間のみ3℃の低温を与え、計2回低処理を行った。

この結果は第58表に示した。

土壤に玄米粗粉末を散布し、*Rhizopus* 属菌を増殖させた後、吹付け種子を播種し、慣行法であるダコニールの播種前灌注と比較した結果、吹付け種子区では各種症状苗が少なく、健全苗率が高かった。

*Trichoderma viride*接種土壤への播種でも

第58表 苗立枯病菌接種土壤に播種した吹付け種子の防除効果

供試(接種)菌	薬剤処理区別	総 苗 数	立枯・ 根部異 常苗率	根部 褐変 苗率	生育 不良 苗率	不出 芽苗 率	健全 苗率	播種層 における 供試菌 の発育
1. <i>Rhizopus sp.</i>	1. ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け	138.5	7.7	0.4	0	1.4	90.5	—
	2. ダコニール 500倍液 1.3ℓ/箱灌注	122.5	15.0	0.4	0	5.2	79.4	±
	3. 無処理	121.0	59.9	7.4	3.7	7.5	21.4	+
2. <i>Trichoderma viride</i>	1. ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け	146.5	5.7	—	1.0	1.6	91.7	—
	2. ベンレート 0.5%湿粉衣	134.5	1.3	—	1.0	1.1	96.7	—
	3. ベンレート 1,000倍液 1.3ℓ/箱灌注	131.5	6.0	—	7.5	4.2	82.3	+
	4. 無処理	135.5	24.6	—	6.9	4.1	64.2	++
3. <i>Fusarium solani</i>	1. ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け	119.0	2.4	—	1.2	1.5	94.9	—
	2. タチガレン 1,000倍液 1.3ℓ/箱灌注	119.5	3.2	—	0.4	2.5	93.8	—
	3. 無処理	154.0	57.7	—	28.0	8.7	5.6	++
4. <i>Fusarium roseum</i>	1. ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け	118.0	10.7	—	1.4	3.6	84.3	—
	2. タチガレン 1,000倍液 1.3ℓ/箱灌注	156.5	69.2	—	1.3	10.9	18.5	++
	3. 無処理	146.5	84.0	—	4.8	8.0	3.2	++

2区平均値を示す。

同様に、慣行防除法と同等か、ややまされた。

*Fusarium solani*、*F. roseum* 接種土壤への播種でも同様であり、吹付け種子では地下部の菌の発育を抑え、根表面、茎基部の汚染が明らかに少なかった。

以上から、ベンレートT水和剤20の吹付け種子は、播種後苗立枯菌の寄生を抑え、防除効果が高いと考えられる。

f 吹付け種子に対する塩水選の影響

浸種前の塩水選は古くから実施されている技術である。塩水選後の種粒は塩又は硫酸を除去するために水洗いをていねいに行うのが普通であるが、この水洗いは当然薬剤の流亡を来すものと考えられる。このことから馬鹿苗病罹病種子を使用して播種後の発病の多少により、その結果を判断した。

実験方法および結果

供試種子：前年出穂期に馬鹿苗病菌胞子浮遊液

第59表 吹付け種子に対する塩水選処理の影響

処 理 区 別 及 び 方 法	総 苗 数	徒 長 苗		枯 死 苗		健 全 苗 率
		数	率	数	率	
1. 吹付け種子→塩水選浮上粗→水洗	本 684	本 1	% 0.1	本 0	% 0	% 99.9
2. " → " 沈下粗→ "	795	0	0	0	0	100
3. " → " 浮上+沈下粗→水洗	776	1	0.1	0	0	99.9
4. " →塩水選なし→水洗なし	785	0	0	0	0	100
5. 0.5%湿粉衣種子→塩水選浮上粗→水洗	858	4	0.5	0	0	99.5
6. " → " 沈下粗→ "	816	8	1.0	0	0	99.0
7. " → " 浮上+沈下粗→水洗	1,026	2	0.2	0	0	99.8
8. " →塩水選なし→水洗なし	998	2	0.2	0	0	99.8
9. 無消毒種子→塩水選浮上粗→水洗	668	148	22.2	162	24.3	53.6
10. " → " 沈下粗→ "	725	241	33.2	98	13.5	53.2
11. " → " 浮上+沈下粗→水洗なし	704	174	24.7	180	25.6	49.7
12. " →塩水選なし→水洗なし	581	146	25.1	92	15.8	59.0

を噴霧接種して得た品種ササミノリ。この種子を水洗して不稔粒、ワラ屑等を除去してから乾燥して薬剤処理した。

薬剤処理方法：①ベンレートT水和剤20、7.5倍液、乾燥種子重の3%吹付け、②同剤乾燥種子重の0.5%湿粉衣、③無処理

塩水選の方法：表記のとおり。比重は1.13とした。

操作方法：浮上粗沈下粗に分けたものと、両者を混合したものをいい、よく水洗して除塩したのち浸種した。浸種2日目から隔日毎に換水した。浸種日数は9日間とし、催芽して育苗箱に播種し、常法どおり管理した。

調査方法：播種15日後に全株抜取り徒長および枯死苗数を調査した。

その結果は第59表に示すとおりである。

これによれば、種子消毒効果は全般に吹付け処理区で高く、湿粉衣ではこれより劣った。種子の充実程度と発病の関係は明らかではない。塩水選並びに除塩のため水洗による消毒効下の低下と、苗生育への影響は消毒区の発病が僅少で明らかにできなかった。

g 吹付け種子の薬剤付着状況

吹付け処理種子の消毒効果は、慣行消毒法に比較してすぐれ、安定的であることはこれまでに述

べたところである。その理由は粗上の薬剤付着性がすぐれ、浸種に際してその流亡が少ないためと推察されるが、この推定を実証するため次の実験を行った。

1) 種粗浸漬液の濁度測定による薬剤流失の推定  
ベンレートT水和剤20で消毒した種子を水中に浸漬すると、浸漬液はこの薬剤特有の暗灰色の濁りがみられる。これは粗上の薬剤が水中に溶出したためであるから、この液の濁度を測定すれば、流失量の多少は推定できる。

実験方法および結果

供試種子：あらかじめ水洗して粗上に付着するゴミ類を流去してから乾燥させて使用した。

薬剤処理方法：①ベンレートT水和剤20、乾燥種子重の0.5%乾粉衣、②同湿粉衣、③同8倍液の4%吹付けの3区とし、ともに種子1kg当り薬剤投下量を5gとした。

操作方法：浸漬時の液量比（もみ容量：水）を1：1、1：3、1：6とし薬剤処理後1日風乾してから浸種した。また、浸種後静置したとき、振とうして液中に薬剤を流出させるようにしたものについて測定した。

濁度測定法：一定量の浸種液をとり、島津製光度計で測定し、蒸留水を標準液として光の透過率で示した。

この結果を第60表に示した。

これによると、吹付け種子の浸漬液では、乾粉衣、湿粉衣法に比較して明らかに液の濁度が小さく、透明度が高い。このことから、粉上の薬剤離脱は少ないと推察される。

## 2) 浸種後の種子のベノミル残量分析

### 実験方法および結果

供試種子：品種ササミノリを用い、あらかじめ水洗して夾雑物を除き、風乾してから消毒用に使用した。

薬剤処理方法：上記種子1kgに対しベンレートT水和剤20製品投下量5gになるように、①8倍液の乾粉重比4%量吹付け、②乾粉重比0.5%湿粉衣、③同量の乾粉衣、④参考区として200倍液24時間浸漬区（液量比、種子容量1:水1）を設けた。

分析方法：これらの種子を9日間浸種し、その間、3、6および9日目に換水して、この時に溶脱した薬量（ベノミル量）を蛍光分光光度計で測定した。

これによると9日間浸種後の粉上の薬剤残存率は吹付け法で最も高く90.8%を示し、3回の換水で6.6%が水中に溶出したにすぎない。これに対し、湿粉衣法では83.5%の残存率で8.4%が溶出した。乾粉衣法では最も溶出が多く、48.6%が残存したに止まった。また低濃度長時間浸漬法では付着の絶対量が不足であり効力不足でうかがわれた（第61表）。

### h 吹付け種子の水分消長並びに生育

薬液吹付け法は、乾燥種子に対して種子重の3%量を液状で吹付けるので、一時的には粉水分が当然上昇する。高水分が長期間持続すると、貯蔵中に発芽率が低下するので、その水分消長に強い関心がもたれる。このことから水分の推移と播種後の生育について検討した。試料の吹付け種子は、後述する大型種子消毒機で行った。

#### 1) 吹付け種子の水分消長

##### 実験方法及び結果

試料の作成：①標本Na1、1974年産品種シモキタ、翌75年9月30日320kgを吹付け処理し、うち1kgをポリエチレン袋に包装し室内貯蔵した。②標本Na2、1974年産品種キヨニシキ、翌75年

第60表 消毒方法と浸種中の薬剤の溶出

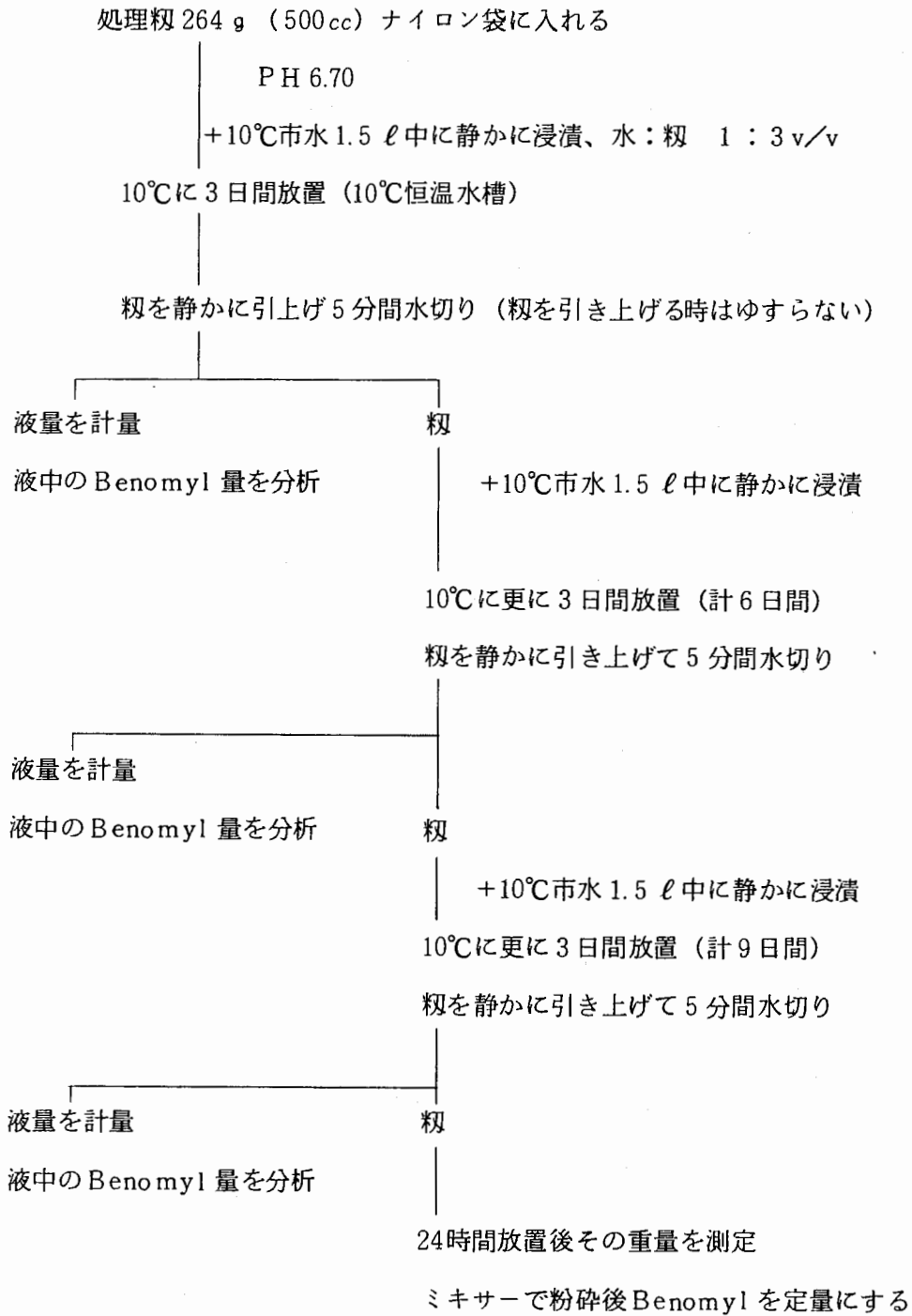
浸漬後の液の処理方法	薬剤処理法	浸種時の液量比 粉:水	測定値
静置	乾粉衣	1:1	4.25
	湿粉衣	1:1	16.75
	吹付け	1:1	53.50
	乾衣	1:3	24.83
	湿衣	1:3	75.67
	吹付け	1:3	89.67
	乾衣	1:6	65.67
	湿衣	1:6	90.17
	吹付け	1:6	95.67
振とう (30秒、手動)	乾衣	1:1	0.00
	湿衣	1:1	1.00
	吹付け	1:1	2.75
	乾衣	1:3	9.00
	湿衣	1:3	26.83
	吹付け	1:3	40.00
	乾衣	1:6	33.83
	湿衣	1:6	58.83
	吹付け	1:6	72.00
静置 振とう	無処理	1:1	98.00
			93.25

注(1) 測定は液量比1:1の場合は2回、1:3、1:6は3回測定してその平均値を示した。

(2) 表中の数字はD-H<sub>2</sub>Oの光透過率を100%（標準）とした場合の各溶液の透過率を示す。

10月24日140kgを吹付け処理し、うち20kgを紙製袋に包装し倉庫に貯蔵した。③標本Na3、当年産種子品種キヨニシキを1976年11月9日2,000kg吹付け処理し、うち300kgをポリエチレン袋に入れ室内貯蔵した。④標本Na4、1976年12月1日3,000kgを吹付け処理し、うち紙袋に300kg包装し室内貯蔵した。また1袋20kgに包装（紙袋）して農業倉庫内に8俵ずつを1段とし18段堆積貯蔵した。調査は最下段、中段（下から9段目）、最上段の1俵からとり測定した。その他は標本Na3に同じ。⑤標本Na5、1976年産品種トヨニシキ、

○ 浸種液中の薬量分析法



○ 種粃上の薬量分析法

粃→粉碎→CHCl<sub>3</sub>抽出 (1% BIC添加) → 0.1 N-HCl → 6.5 N-NaOH 30 min Boil → 酢酸エチル抽出 - 0.1 N-NaOH (MeOH:H<sub>2</sub>O 90:10) 2-AB として蛍光分光光度計で測定



第61表 機械吹付け消毒種子の浸種による薬剤離脱試験

調査様目		種籾処理法	200 倍液 24時間浸漬	8 倍液 4%吹付け	0.5 % 湿 籾 粉 衣	0.5 % 乾 籾 粉 衣
(A) 籾 246 g 中の Benomyl		mg ppm	80.0 303	285 1080	315 1193	176 667
浸漬後の 水中の Benomyl	(B) 浸種3日後水中の Total Benomyl	mg ppm	4.77 3.5	6.62 4.8	11.5 8.3	66.7 48
	( )は B/A × 100	(%)	(6.0)	(2.3)	(3.7)	(37.9)
	(C) 浸種6日後の水中の Total Benomyl	mg ppm	4.83 3.2	5.10 3.4	7.48 5.0	13.7 9.2
	( )は C/A × 100	(%)	(6.0)	(1.8)	(2.4)	(7.8)
	(D) 浸種9日後の水中の Total Benomyl	mg ppm	3.30 2.2	7.05 4.7	7.20 4.8	6.9 4.6
	( )は D/A × 100	(%)	(4.1)	(2.5)	(2.3)	(3.9)
(E) 浸漬9日後籾中の Total Benomyl Dry 換算		mg ppm	68.3 259	259 981	263 996	85.5 324
( )は残存率 E/A × 100		(%)	(85.4)	(90.8)	(83.5)	(48.6)
収支 B + C + D + E / A × 100			101.5	97.5	91.8	98.2

翌77年1月14日7,000kgを吹付け処理し、うち1kgを紙袋に包装室内貯蔵した。

薬剤濃度および吹付け量：標本No.1はベンレートT水和剤20の8倍液、種子重の2.4%吹付け、他は同剤7.5倍液3%吹付けとした。

水分測定方法：Kett米麦水分計(PB-IK型)で1点につき2~3回反覆し、その平均値を求めた。

この結果は第62表および第21図に示した。

標本No.1では吹付け直後の籾がらつき玄米水分は18.6~20.0%と高いが、1週間後17.0%、80日後(12月8日)に15.0~15.3%に低下し、処理前以下の水分となった。風洞内の風力の差は処理時を除き差がなかった。

標本No.2では処理直後18.2%を示し、以後55日までほぼ16%程度に推移し、無処理区より1.0~1.5%高かった。

標本No.3では処理直後19.3%を示したが、6日

後17.0%、48日後16.1%、69日後14.3%に低下し、48日以後に処理前の水分にもどった。

標本No.4では少量包装の場合は処理26~37日後に処理前の水分にもどる。大量種子の堆積では処理約1か月後に16%、同2か月後に15%程度に低下した。堆積部上段では下段に比して水分低下が早い傾向を示した。

標本No.5では処理34日後にほぼ処理前の水分にもどった。

以上から、吹付け種子は処理1~2か月後にはほぼ処理前の水分レベルにもどると考えられる。

## 2) 吹付け種子の生育状況

前項の籾水分消長と併行して、処理種子の発芽および生育状況を調査した。

### 実験方法および結果

供試種子：前項に記した標本No.3を供試した。

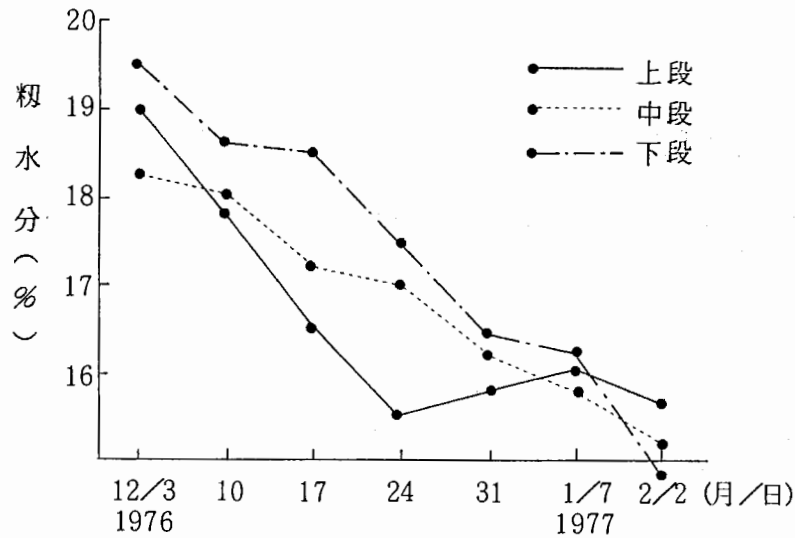
播種方法：標本No.3は殺菌した火山灰土壤に *Rhizopus arrhizus*、*Trichoderma viride*、

第62表 吹付け種子の水分消長 (玄米水分)

標本 No	処理時期	処理の区分	処理直前 の水分	処理直後 の水分	時期別測定値%			
					1975年 10月7日	" 12月18日	1976年 1月8日	" 4月7日
No 1	1975. 9. 30	風洞内弱風	16.0%	20.0%	17.0	15.2	15.6	15.1
		" 強風	16.0	18.6	16.9	15.1	15.5	15.0
No 2	1975. 10. 24	処理区	15.0	18.2	—	16.4	16.6	15.9
		無処理区	15.0	—	—	15.0	15.0	12.6

標本 No	処理時期	処理の区分	処理直前 の水分	処理直後 の水分	時期別測定値%				
					1976. 11. 15	" 12. 2	" 12. 27	1977. 1. 17	" 2. 17
No 3	1976. 11. 9	処理区	15.6%	19.3%	17.0	17.1	16.1	14.3	—
		無処理区	15.6	15.6	15.2	15.3	15.3	14.0	—
No 4	1976. 12. 1	処理区	15.5	17.4	—	—	15.9	14.5	—
		無処理区	15.5	15.5	—	—	15.9	13.8	—
No 5	1977. 1. 14	処理区	15.4	20.2	—	—	—	16.7	15.5
		無処理区	15.4	15.4	—	—	—	15.1	14.7

注 風洞内強、弱風とは消毒機の乾燥調節装置である。



(20kg入袋 144俵堆積 吹付け処理1976.12.1)

(20kg入袋 144俵堆積 吹付け処理1976. 12. 1)

第21図 吹付け種子の玄米水分消長 (標本4)

*Fusarium roseum*, *Pythium sp.* の各立枯病菌を接種して育苗箱に入れ播種し、常法どおり管理した。

調査方法：1区20株の草丈、葉数、根長等を測定した。

この結果を第63表に示した。

各苗立枯病菌接種土壤中での生育は無処理区よりややまさった。これは薬剤吹付け種子では菌の発生が顕著に抑えられたためと考えられる。

以上から、吹付け種子では生育への影響はない

第63表 各種苗立枯病菌接種土壌における吹付け種子の生育  
(標本3の生育)

土壌接種菌名	種子消毒の方法	生育状況		菌そう 発育状況 (地下部)
		草丈 ( $P = 0.05$ )	葉数	
<i>Rhizopus arrhizus</i>	ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け cont	5.3±0.89 cm	2.0枚	±
		4.6±0.49	2.0	卍
<i>Fusarium roseum</i>	ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け cont	5.2±0.42	2.0	-
		4.7±0.37	2.0	卍
<i>Trichoderma viride</i>	ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け cont	5.7±0.43	2.0	-
		5.1±0.49	2.0	卍
<i>Pythium sp.</i>	ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け cont	4.1±0.41	1.8	+
		2.2±0.36	1.2	卍
無接種	ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け cont	5.9±0.41	2.0	<i>Fus.</i> -
		4.8±0.36	2.0	<i>Fus.</i> 卍

注 *Fus.*…… *Fusarium* 属菌

第64表 吹付け種子の長期間貯蔵と苗の生育

播種期 (吹付け後 日数)	種子処理の方法	総苗数	徒長率 苗木	鞘葉褐 変枯死、 生育不良 苗率	草丈 cm	地下部の 菌の発生
年月日 1977. 12. 17 (276日)	1. ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け	300本	0%	0%	8.6±0.85	-
	2. " 10倍液 "	300	0	0	※6.1±0.45	-
	3. " 0.5%湿粉衣	300	0	0.7	8.6±0.27	-
	4. 無処理	300	0	7.0	12.4±0.74	-
1978. 1. 30 (320日)	1. ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け	554	0	0	13.2±0.46	-
	2. " 10倍液 "	611	0	0	13.5±0.43	-
	3. " 0.5%湿粉衣	743	0	0	13.8±0.29	-
	4. 無処理	525	3.0	19.8	13.9±0.39	卍
1978. 4. 12 (392日)	1. ベンレートT-20 7.5倍液 3%吹付け	702	0	2.4	生育に異常 を認めな かった。	-
	2. " 10倍液 "	773	0	0.6		±
	3. " 0.5%湿粉衣	786	0	0.6		±
	4. 無処理	758	7.1	3.3		卍

※ 覆土量が多く、生育が劣ったもの。

と思われる。

### 3) 吹付け種子の長期間貯蔵と苗の生育

吹付け種子を長時間貯蔵(1か年以上)した場合の発芽、生育におよぼす影響を知るため試験した。

#### 実験方法および結果

供試種子：1976年産種子、品種ササミノリ

薬剤処理および種子の貯蔵条件：表記した薬剤を翌77年3月16日に吹付け、または湿粉衣し、紙袋で包装して室温15℃に貯蔵した。

調査方法：貯蔵約9カ月後から育苗箱内の粒状培土に播種し、30℃で出芽させ以後常法どおり管理した。2葉期に徒長苗、鞘葉褐変苗、枯死苗、生育不良苗等を調査した。

この結果を第64表に示した。

収穫した翌年3月に吹付け、15℃の室内に貯蔵した種子は、吹付け276、320および392日後の播種では、消毒効果に変化なく徒長苗、生育不良苗の発生を抑えていた。生育にも差異はみられなかった。但し、吹付け276日後の播種区では、浸種中の換水不十分により、処理区の草丈が低かった。

#### 考 察

大量種子を取扱う施設育苗における消毒作業の飛躍的向上を目標に、新たに乾燥種子に薬液を噴霧する方法を考案し、これを薬液吹付け法と呼称した。

はじめ吹付け処理時の適正散布量と濃度の検討では、薬剤付着状況や種子の濡れ具合から、種子重の3%噴霧が適量と判断した。この場合の薬液濃度は、一般に使用される0.5%湿粉衣法を基準に、種子1kg当り5gを目標に検討した。その結果、本法では薬剤投下量が3~4gでも消毒効果に遜色がないので、4g投下を標準に7.5倍液の吹付けを主として検討した。

薬剤処理した種粒は、浸種条件によって消毒効果が左右されることは知られているので、吹付け種子でも試験した。第54表に示したように、消毒種子の流水への浸漬や、容器浸漬でも頻繁な換水は、消毒効果を低下させることが明らかである。このような中で、吹付け種子は全般に効果が安定し、慣行の湿粉衣法に比して同等以上の効果を示

した。農家慣行は2~3日に1回の換水であるから、この程度の換水は消毒効果を著しく低下させるとは思われない。

この吹付け法の消毒効果をいもち病およびごま葉枯病種子を用い、ベンレートT水和剤20で検討した。その結果、対照剤および使用法に比して同等かまたはまさり、この処法がこれらにも有効と認められた。

また、育苗箱で特異的に多発生し、苗立枯の原因となる*Rhizopus*、*Trichoderma*、*Fusarium*属菌等に対し、薬剤吹付け種子の防除効果についても試験した。

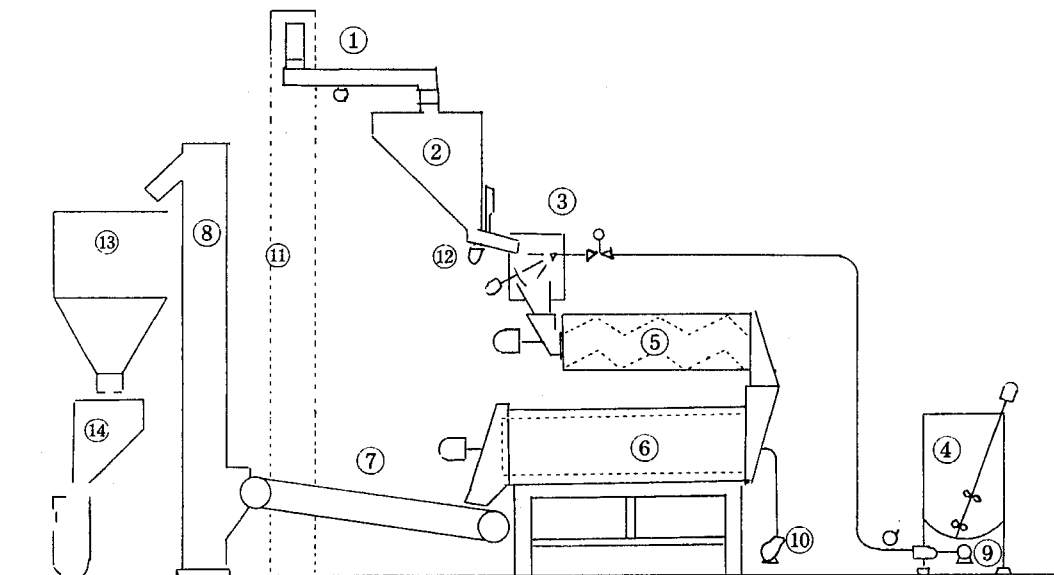
ベンレートT水和剤20の7.5倍液吹付け種子は、育苗箱内の播種層において、上記各菌の発生を顕著に抑制し、健全苗率が高く、慣行薬剤による防除法より有効であった。したがって、本法による種子消毒と慣行防除と併用すれば高い防除効果が得られるものと期待される。

浸種前の種粒の塩水選は古くから普及している技術である。ベンレートT水和剤20、ホーマイ水和剤はすでに述べたように、浸種前処理が原則であるから、この塩水選操作により、種子表面の薬剤流失によって消毒効果の低下が推察される。このことを0.5%湿粉衣法を対照として検討した結果、高い消毒効果が得られ、塩水選による影響はみられなかった。

以上の諸結果から、この薬剤吹付け法は、種子伝染性病害はもちろん、播種後に発病する苗立枯病に対してもきわめて有効で防除効果が高いが、その理由は薬剤付着のよいことが一要因と推察される。このことを、浸種時の水の濁度測定で判別しようとした。吹付け種子は乾粒および湿粉衣法に比較して浸漬液の濁度が小さく、このことから薬剤流失の少ないことが推定された。さらにこれを実測するため、9日間浸種し、その間3回換水して液中に溶出したベノミル量と種粒上の残存ベノミル量を測定した。これによる種粒上の薬剤残存率は吹付け法で最も高く、90.8%を示し、3回の換水で6.6%が水中溶出したにすぎない。この測定結果から、吹付け種子のすぐれた防除効果は、種粒に吹付けられた薬剤の付着がよく、浸種による離脱流失が少ないことも一要因と考えられる。

吹付け種子の薬液の噴霧により、籾水分の上昇がみられる。しかし、種籾の貯蔵中に順次減少し、処理1～2か月後には処理前の水分にもどり、これによる発芽率の低下、生育障害等は確認できな

かった。むしろ、薬剤付着のために土壤中の立枯病の発育を抑え、苗の生育がややまさる傾向がみられる。



1	振 動 コ ン ベ ア	8	バ ケ ッ ト コ ン ベ ア
2	サ ー ジ ・ ホ ッ パ ー	9	定 量 ポ ン プ
3	ス プ レ ー 室	10	送 風 器
4	薬 液 攪 拌 槽	11	原 料 籾 コ ン ベ ア
5	混 合 機	12	フ イ ダ ー
6	回 転 乾 燥 機	13	ホ ッ パ ー
7	ベ ル ト コ ン ベ ア	14	計 量 器

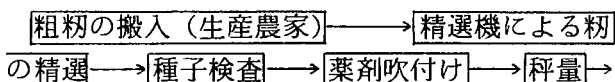
第22図 種子消毒機の構造概略

3. 消毒機械の開発と効果の実証

a. 機械構造と種子処理の体系

開発した消毒機械の構造概要は第22図に示した。この消毒機械は、採種ほ産種子の精選機に連結して、種粕の精選と消毒を一貫して行うよう配置した。種子の流れは構造略図から、⑪で種子精選機で秕、わら屑等が除去されて消毒機に移送され、①、②を経て、③のスプレー室内でカーテン状に落下する種粕に薬液が噴霧される。⑤の混合機内で種粕と薬液が十分混合され、⑥の回転乾燥機内で送風により若干の水分蒸発をした後、⑦、⑧、⑩を経由し、⑭で1袋20kgに計量、包装される。

また、本機をとり入れた採種ほ場の種子処理体系は次のとおりである。すなわち、



包装 → 出荷 となる。

b. 機械による大量種子消毒効果の実証

機械処理した消毒種子の水分消長と生育経過は前項h 1)、2)項で述べたが、ここでは、種子配布した農家460戸のうち13戸の抽出結果と岩手農試温室内で育苗した結果について述べる。

1) 農家における生育概況

1976年2月27日に吹付け処理した種子を、稚苗方式で2,400箱、中苗方式で500箱播種した。2葉期に調査した結果、馬鹿苗病、苗立枯病および生育異常苗の発生を認めなかった。

2) 農試における生育概況

この結果は第65表に示した。

これによると薬剤吹付け種子は健全苗率が高く土中における粕の着菌も抑えていた。生育の異常はみられなかった。

第65表 消毒機により処理した種子の消毒効果と生育

種子処理時期、処理量等	吹付け処理の有無	総苗数	徒長苗率	鞘葉褐変苗率	健全苗率	草丈 (P=0.05)	葉数	土中における菌の発生 (種粕上)
1976年11月9日吹付け	処理種子	本 101	% 0	% 0	% 100	cm 11.2 ± 0.4	枚 2.1	-
	無処理種子	109	0	27.0	73.0	10.2 ± 0.6	2.1	+
1976年12月1日吹付け	処理種子	100	0	0	100	10.4 ± 0.4	2.1	-
	無処理種子	141	0.5	16.7	82.8	12.0 ± 0.5	2.0	+
1977年1月14日吹付け	処理種子	101	0	0.4	99.6	10.7 ± 1.1	2.0	-
	無処理種子	124	0	18.1	81.9	11.1 ± 0.6	2.0	+

## 総合考察

イネ馬鹿苗病の発生は古くから知られていたが、水苗代で育苗された時代には発生程度や被害も一般に軽微で、水稻栽培上の重要病害ではなかった。戦後1950年ころから保温折衷苗代が、1955年ころ畑苗代が、さらに1970年ころ箱育苗法が普及するに伴い、馬鹿苗病が多発生して問題となった。

水苗代に比較して保温折衷苗代、畑苗代、箱育苗では多発生するが、その原因は水苗代ではみられなかった種子催芽の処理にある。すなわち、この催芽に使用される保温資材としての稲わらおよびその加工品、粉殻などが伝染源となる。また、全般にこれら保護苗代では育苗時の高温や、厚播きによるごく少数の保菌種子からの播種後の2次感染がみられること、本菌が好気性であること等がその主な理由として考えられる。

罹病種子以外の伝染源として被害わらや、刈株等汚染材料が考えられる。これらを自然条件下で土壌中に敷込んだ結果、その頻度は低いが徒長株が発生し、これが伝染源となることは注目される。渡辺<sup>6,7)</sup>は常発地土壌では自然条件下で、土壌を介して発病することがあるとし、この土壌からの *Fusarium moniliforme* の検出と、汚染土壌への播種、さらに土壌中での厚膜の菌糸束の形成等を認めている。著者はこれを確認するためにスライドグラス上に大および小型分生胞子を置き土壌に埋没し、その行動を追跡したが、生存期間は短かく、また、厚膜化も認められなかった。

1970年代当初から全国的に普及した機械移植のための稚苗箱育苗は、従来の育苗様式とは全く異なったもので、馬鹿苗病の発生様相にも大きな相異があることが認められた。それは集団で発病することで、時には10株以上にも達することがある。育苗箱の播種量は従来の苗代と比べて極端に多く、箱当り200g播種では、播種後の状況は床土が全面種子で覆われ、種子は相互に密着した状態となる。したがって、不完全な種子消毒では若干の保菌種子から隣接種子への菌の伝播が容易となり、その保菌種子量の数倍の発病率に達する。出芽に当たっては、きわめて高い湿度条件下で30～

32℃に約2日置かれることが、菌の発育に好適しているものと推察される。このような育苗条件を考えるとき、汚染種子が極めて重要な意義をもつ。従来以上に種子消毒の精度が求められるのはこのためである。

箱内における感染の実態についてみると、保菌種子に接触した健全種子への菌の到達はきわめて早く、播種2日後には保菌種子から2～3粒までみられ、20日後においては、接触した10粒すべてに着菌が認められた。このことから病菌培養初に近接した3cm以内における健全粒の発生率（徒長苗、萎ちょう苗、枯死苗合計）は、培土の種類によって差はあるが、11.8～53.0%（無殺菌土）にも達する。とくに粒状培土においては、粒子間の間隙があるため、胞子の移動がきわめて容易であるから、灌水時に隣接種子へ付着する機会が多くなるものと推察される。病粒に近いほど症状は重く、覆土中で枯死するものや生育不良苗が多くなる。培土中の胞子移動は、粉状で粒子間隙の小さなものでは、水による運搬は粒状のそれに比して少ない。

箱内では病粒から感染した種子は時間の経過とともに発病する。外見上無発病の苗も別の無病土壌に移植したのち徒長するものが多いことから、移植直前（播種20日後）まで感染が続くか、またはジベレリンの吸収があるものと推察される。

苗代期の感染苗の本田移植後の推移について畑苗代においては、種子接種、鞘葉抽出時、不完全葉抽出時、1葉、2葉、3葉展開時の菌接種で発病が認められる。したがって、苗代末期までは菌との接触があれば感染の可能性はありとみられる。畑苗代、育苗箱で徒長した苗は、本田では株自体が枯死するもの、株中の数茎が枯死するもの、徒長現象が消失し、回復状態となるもの、回復後再び発病するもの等がみられる。また、移植時は外見健全とみられるものの中には、本田で発病し枯死するものも認められる。

このような本田における回復現象について古くは伊藤<sup>19)</sup>らが1本植すると収穫期までに38%回復したと報告したのを始め、近年では堀内<sup>6,7)</sup>ら、青木<sup>1)</sup>ら、夏目<sup>33)</sup>も観察している。本蔵・山中<sup>12,14,70)</sup>は菌の侵入部位の調査から、病徴回復現象の一因は、菌が胚乳、

胚状体に多いが、生長とともに離脱すること、下位節間の異常生長によって胚芽部、茎葉部からの離脱によるものと推定した。

このような消長をたどる発病株を含む水稻群落としての米の品質や収量に対する影響は次のようである。1株4本植として病茎率25、50、75%となるよう構成したほ場では、収量は健全区と同等かやや下回った程度であった。それは病株での茎の枯死による穂数減に由来する株当り玄米重の減少はあるが、早期に枯死し欠株となった隣接株の穂数、1穂着粒数、稔実歩合が健全株にまさるため、群落としては補償作用の効果によるものと考えられる。しかし、玄米の性状では病株は茶米や死米が多くなり、粒厚も薄いことから品質の低下が認められる。結局移植時に病苗が混入しても回復現象や補償作用により大きな減収にはならないが、茶米や死米が多くなる。また、さらに孢子形成株が出穂期以降も残存することにより、種子への汚染があり、これが次年度への伝染源となることと、高い菌密度は種子消毒効果の低下にも関連する。<sup>25)</sup>

発病ほ場における分生孢子飛散は、何れも降雨日に認められ、晴天、曇天日には採集されていない。すなわち、孢子形成株に毎秒5、6、8および11mの風をあてると、乾燥状態の株ではその飛散は全く認められない。これに対し、水滴が落下しない程度に株に水を噴霧した後風をあてると、風速6m以上で多数採集された。また、株上の水滴中にも多数の孢子的存在を認めた。スライドグラスには水滴が飛沫となって付着し、その飛沫中に孢子が存在した。このことから病ほ場における孢子飛散は、雨の日に行われることが確認された。さらに、水滴中における孢子的離脱は速やかで、孢子形成葉鞘を水中に1秒以上浸漬すると、水が徐々に白濁していくのが観察された。しかし、形成株を関係湿度100%の条件下に24または48時間放置した後、8または11mの風をあてても孢子は飛散しなかった。鈴木はこれを追試し、さらに佐々木<sup>54,55)</sup>によっても同様の事実が報告された。すなわち、本菌の孢子飛散は西門<sup>34)</sup>により報告されたコムギ赤かび病菌の場合と類似していることが明らかとなった。

孢子的寄主体離脱に関連して、病株の株際に形成した分生孢子は、孢子形成部位の一部が灌水中に没した場合は多数水中に離脱する。しかし、これによって混植した健全株や隣接株が発病する事実は認められなかった。孢子形成株が健全株とともに刈取られ、結束されて架上で乾燥中に降雨があった場合には、雨滴によって孢子が健全株の籾に到達する可能性は十分考えられる。

穂いもち防除剤として広く使用されていた水銀剤は、岩手県では1967年に使用が禁止された。<sup>23)</sup>この翌年(1968年)から'74年にかけては馬鹿苗病の多発生があったが<sup>51)</sup>、その原因はこの水銀剤の使用中止によって、種子への菌の侵入、付着を容易にしたのではないかと推察された。このことを病株混植ほ場において穂孕期、穂揃期に新しいもち防除剤(当時)カスガマイシン剤を散布して、水銀剤(クミスイ粉剤…PM1、Hg 0.2%)と比較した結果、カスガマイシン散布区種子で発病が最も多く、水銀剤散布区で最も少なかった事実から裏付けされた。森岡も穂孕期、出穂始期、出穂期の菌接種後の水銀剤散布試験で同様の結果を得ている。

馬鹿苗病の罹病種子を得る必要性から、孢子懸濁液を開花時に接種している例が報告されている。<sup>8,20)</sup>また、開花期接種より種子の組織中における菌の位置を調査している例もみられる。<sup>2,5)</sup>このことから種子への菌侵入は開花期を中心に行われることは確実であろう。そこで種子への感染時期を知るため出穂期、穂揃期、穂揃10日後、同24日後に接種した結果、穂揃24日後までは感染発病する。発病苗率は出穂期接種で最も高く、以後経時的に低下する点からみて、出穂期を中心感染するものとみられる。また、出穂期接種した種子の胚乳、胚芽からの菌の発育率が最も高いので、種子内部への侵入は出穂期における感染で多く、これは従来<sup>2)</sup>の知見と一致する。このような種子は水銀剤による消毒では効果が劣り、発病する例が多いことから、多発生ほ場産種子の使用には十分な注意が必要である。

水銀剤にかわる種子消毒剤として登場したのがベノミル剤、チウラム・ベノミル剤、チウラム・チオファネートメチル剤である。<sup>24)</sup>はじめ播種前、



催芽後種子に使用することであったが、チウラム・ベノミル剤、チウラム・チオファネートメチル剤では薬害を生じ実用化は困難であるが、浸種前種子の処理で回避できることを確認した。

薬害発生はチウラムによっておこるが、催芽種子に対する粉衣時の薬害発生は、チウラム含有15%以上で、また、20倍液10分浸漬法では10%以上でみられる。したがって、20%含有のベンレートT水和剤20および30%含有のホーマイ水和剤で発生するのは当然である。

前記3薬剤は粉衣法、短時間浸漬法（5～10分間浸漬）等により消毒が可能であるので、施設育苗のように大量種子を使用する場合は作業が簡便であるが、より能率的な消毒法の開発が必要とされた。

このことから薬液の噴霧法による処理を考案した。使用薬剤はいもち、ごま葉枯、馬鹿苗病罹病種子にも有効なベンレートT水和剤20を用い、また、噴霧量は種子の過湿による障害を防ぐための種子重の3%にとどめた。この消毒種子は浸種中の薬剤流亡も少ないことから、前記3病害はもちろん、育苗箱内で多発生する *Rhizopus*, *Fusarium*, *Trichoderma* 属菌等の粉への着菌を抑え、立枯病防除の効果も高い。チウラム・ベノミル剤が *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Pythium* 属菌に幅広い抗菌力を示すことは茨木その他の報告で知られている。それらの効果が安定している理由は、種子に対する薬剤の付着性がよく、浸種に際して90%が種子上に残留するためとも考えられる。

この薬液噴霧法（吹付け法）の機械化により、消毒作業の飛躍的向上をはかるため消毒機械を開発し、実用化した。機械の種子処理能力は毎時1～1.2 tである。本機は採種は産種子の消毒に使用するため、粉精選装置に連結して粗粉の精選、消毒を一貫体系で処理されるよう各水稻採種場に設置され、効果をあげている。

## 摘 要

この報告はイネ馬鹿苗病の発生と育苗法との関係、その伝染方法、および本田における感染発病の検討と防除技術の改善について研究した結果をまとめたものである。

1. 保温折衷苗代、畑苗代および水苗代に播種した結果、畑苗代の発病率が最も高く、次いで保温折衷苗代、水苗代の順であった。

2. 多発は場産種子を播種量をかえて播種し、保温折衷苗代および畑苗代条件下で発生状況を調査した。各様式とも100 g/m<sup>2</sup>播種で発病が少なく、120 g、150 gではほぼ同程度の発病であった。様式別では畑苗代で全般に多発した。

3. 自然条件下で越冬した被害わら、刈株を土壌に敷込み、育苗した場合、畑苗代で多発生し、保温折衷苗代ではその約1/2の発生であった。畑苗代では徒長苗が多発生し、保温折衷苗代では萎ちょう苗が多発した。

4. 従来保温折衷苗代や畑苗代では発生をみなかった種子消毒法で処理した種子を育苗箱に播種すると、0.08～0.39%の発病率を示した。この事実から、箱育苗方式自体に、発病を助長する何等かの要因が存在するものと推察された。

5. 育苗箱内では苗が相接して発病するものが多い。すなわち、1株のみの単独発生は全体の約1/3にとどまり、他はすべて2株以上の複数で発病する。この中で最も多い発病は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。この現象は播種後に罹病種子から2次的に感染し、周辺株に拡大したものと解釈される。

6. 育苗箱内では、保菌種子を高率に含む場合も、低率の場合も共に、密播すると病苗が多くなり、薄播きで少発生となる。全体の発生量は保菌種子の多い場合に多発生する。培土ごとにとみると、各培土とも病株の単独発生は少量播種区（100 g/箱）に多く、2株以上の複数発生は多量播種区（150～200 g/箱）に多かった。とくに200 g/箱播種では4～5株以上も集団で発病する場合が多かった。中でも粒状培土でこの傾向が著しかった。これらの結果から、育苗箱内の本病の集団発生の現象は、

箱育苗という特殊な環境下における発病の特徴と考えられる。

7. 馬鹿苗病菌の土壌中における粗大有機物中での発育は、フスマ添加の場合最も発育がよく、次いで完熟堆肥、牧草根などであった。無添加区では土壌中での発育は認められなかった。

8. 前項の菌の発育した粗大有機物添加土壌に、消毒種子を播種した場合、何れの有機物材料でも殆ど100%発病した。このうち、徒長程度の最も顕著だったのはフスマ培養区で無処理の約2倍の草丈を示した。

9. 有機物添加培養土壌と健全種子の播種位置では、病菌土が存在する場合は、その位置の如何にもかかわらず発病した。間土をして病菌土壌と種子との直接の接触をさけた場合でも徒長が認められた。

10. 室内貯蔵および自然条件下に放置した被害わらを細断し、水および土壌とよく混合して保温折衷苗代をつくり、これに健全種子を播種すると感染発病する。

11. 本場で罹病した株の刈株上で、自然条件下において菌の越冬が確認された。

12. 黄変枯死し、葉鞘面に菌叢の形成した稈を収穫期に刈取り、室内に保存して、この上での菌の生存期間を調査したが、約1か年の生存を認めた。

13. 1963年10月22日にフスマ培養菌を火山灰土壌に混合接種し、1964年4月17日に健全種子を畑苗代様式で播種したところ、13.4~15.6%の感染苗率を得た。1965年4月に再び健全種子および指標作物としてトウモロコシを播種したが発病しなかった。したがって、接種2年後においては土壌中の病原菌は死滅したか、感染力を失ったものとみられる。

14. 大型分生孢子、小型分生孢子をスライドグラス上におき、風乾した後、殺菌土壌に埋没して発芽状況を中心に調査した。大型分生孢子は埋没60日後ころまでに大部分が発芽し、これ以後は孢子は崩解、消失する。小型分生孢子もほぼ同様である。無殺菌土壌では大、小型分生孢子とも埋没15日ころまでは発芽を確認できたが、これ以後は孢子検出ができなかった。

15. 育苗箱における保菌種子からの感染発病を、溝まき方式と、散播方式で調査した。溝まき方式では、接種原を置いた溝とその両隣接溝の苗で発病し、それ以外の溝の苗は発病しなかった。散播方式でも採種原の周辺苗で発病した。

16. 殺菌土壌内で自然感染初を中央におきその左右に健全種子10粒ずつを触接して播種した。播種2日後から20日後に着菌した種子の位置を調査したが、2日後で病粒に接した2~3粒まで着菌し、以後次第に多くなり、播種20日後では全粒に着菌した。また、粒状培土内に健全種子を相互に接触させて1列に播種し、その一端に粉培養菌を1粒接着させて覆土した。徒長、萎ちょう、枯死苗等の発生は、接種原から3cm以内にみられ、これより離れた種子では発病しなかった。

17. 粉状培土、粒状培土等数種を用いて、前項同様に健全種子を接触させて2列に播種し、その一端に接種原を置き、20日間育苗した。その結果接種原から3cm以内では初発時から経時的に病苗が増加した。播種20日後に外見健全株を相互に隔離して別に移植すると、粉状培土1種を除いて、新たな発病を認めた。

接種原から3~6cm内の苗では、播種後20日以内での発病は少量であり、大部分は移植後に発病した。箱内および移植後の発病は、培土により差がみられた。

18. 粒状培土2種、粉状培土1種を用い、接種原を中央にして接触させて播種したとき、接種原に近い苗は覆土内で枯死するか、出芽後枯死するものが多く、これより遠い場合は徒長苗か生育不良苗などの軽症苗となった。

19. 床土内における分生孢子の移動性を知るために粒状および粉状培土を用い、その透過性を試験した。土壌粒子の粗な粒状培土では、培土深3.5cmでもきわめてよく分生孢子が通過するが、粉状培土では全く通過しなかった。また、培土深1、2および3cmでも同じ結果であった。

20. 土壌温度、土壌湿度と菌の発育を知るため保菌種子と健全種子を接触して播種し、健全粒の着菌によって調査した。土壌温度では25℃で最も発育がよく、次いで20℃であり、30℃では発育しなかった。土壌湿度では60~100%で発育したが、

70%で発育がまさる傾向を示した。

21. 畑苗代における発病苗は、催芽時、不完全葉抽出期、本葉第1葉期および第3葉期の各時期の接種区と、前年出穂期に孢子浮遊液接種で得た種子によるものであった。

しかし、本田移植時に外見上健全とみられる苗も、移植後発病する場合がある。本葉4葉および5葉期の接種では、苗代および本田で発病しなかった。

22. 出穂期に接種した種粉で発病（徒長）した苗の本田移植では、移植後約1か月間に株の枯死、一部茎の枯死等がみられ、さらにこれが穂揃期まで継続した。株内の枯死茎は後に消失するため、外見上健全株となり、回復現象を示す。移植時の健全株では、本田で発病し、約1か月後病株率4.1%となり、さらに穂揃期で7.4%に増加した。

23. 育苗箱内で集団発病した苗および外見上健全苗を本田移植し、畑苗代育苗のそれらと比較した。移植1、2か月後および登熟期の発病推移は畑苗代育苗とはほぼ同様であり本田で新たに徒長するもの、株の一部茎の枯死、全株の枯死および回復株がみられた。

24. 発病ほ場における分生胞子の飛散を知るため、地上10cm、20cmに静置式孢子採集器を設置して調査した。胞子は降雨時に採集され、晴天日、曇天日には採集できなかった。孢子形成株に風速5、6、8および11mの風をあてた場合、株の乾燥した条件下では孢子飛散がなく、株に水滴を噴霧した場合に飛散した。株上の水滴は風により飛沫となったが、この中に多数の胞子の存在を認められた。

25. 孢子形成株を関係湿度100%に24および48時間定置したあと、風速8および11mの風をあてたが孢子飛散はみられなかった。このとき供試株には水滴形成はなかった。

26. 孢子形成した罹病葉鞘を長さ3cmに切断し、これを水滴中に1、5、10、30、60および120秒浸漬した。罹病葉鞘上の分生胞子は1秒以上の浸漬で速かに水中に離脱し、5秒以上で顕著に増加する。水は胞子の離脱により白濁するのが観察される。

27. 罹病株ではその地際部の葉鞘表面まで分生

胞子を形成するので、灌漑水量を多くし、水位を高めると、この水中に多量の分生胞子が離脱する。このことで隣接健全株の異常は認められなかった。

28. 分生胞子形成の旺盛な枯死株に水を注ぐと、株上を流下する水滴中には多数の分生胞子の存在が認められる。

29. 馬鹿苗病の多発生ほ場に、穂ばらみ期、穂揃期の2回、いもち防除薬剤のカスマイシン粉剤および水銀粉剤を4kg/10a散布して収穫した。この種子上の*Fusarium*菌分離率は無散布区およびカスミン散布区で高く、水銀剤散布区で低かった。また、この種子を播種した場合は徒長苗、立枯苗ともカスミン散布区で多く、水銀剤散布区で少なかった。

30. 出穂期、穂揃期、穂揃10日後、同24日後に分生胞子浮遊液を噴霧接種して得た種子では、出穂期接種区で*Fusarium*菌の分離率が高く、また播種後の発病も多かった。出穂期以後は順次低率の傾向からみて、種子への菌侵入は出穂期を中心に行われるものとみられる。

31. 同様に収穫直前、出穂期、穂揃期、傾穂期に接種して得た種子では、玄米表面、胚乳、胚芽各部の*Fusarium*菌検出率は出穂期接種が最も高率である。

32. 1株4本植のうち、病苗を1、2および3本加えて病茎率25、50および75%とした株と、病苗1本植株各50株で構成するほ場を設けて収量調査した。発病の推移は、5月30日移植して7月6日には病株率が8.7~21.3%に減少し、さらに登熟期には2.7~3.7%まで減少した。病苗1本植でも8.0および1.3%と顕著に減少した。穂数も対健全比79~102(株当り)となり、大差がみられない。病苗1本植では115と逆に増加した。このことから、玄米重量で対健全比94、97および101を示し、減収量が少ない。しかし、屑米重は多かった。病苗1本植の収量はこれらより低下したが、対健全比82を示した。減収割合の少ない理由は、枯死株の隣接株が補償作用により株当り玄米重で健全株を上回ったためとみられる。

33. 施設育苗は一般農家から委託をうけて行うため、大量の種子を取扱うが、そのためには能率の高い消毒作業が必要となる。ペノシル水和剤の

乾燥種子粉衣法は効果が劣るが浸漬および催芽に対しては、乾燥種子量の0.5%粉衣および500倍液6~12時間浸漬法で完全に発病を抑えた。この粉衣法は従来の種子浸漬法に比し作業能率が高いので、大量種子の処理に適する。

34. チウラム、ベノミル剤およびチウラム・チオファネートメチル剤もベノミル剤同様に、催芽種子に粉衣または浸漬したが、根上り、生育抑制等の薬害が発生する。これは両剤に含まれるチウラムによるもので、その発生限界は、粉衣法で15%、20倍液10分間浸漬法で10%以上の成分含有率であった。

35. このため乾燥種子を用い、0.5%湿粉衣および20倍液10分間浸漬後乾燥してから浸種する方法により、薬害発生を回避できた。消毒効果も十分であった。しかし、消毒種子を水に浸漬する場合は、流水への浸漬や容器内浸漬でも、頻りに換水すると薬剤が流亡して消毒効果が劣った。

36. 種子消毒作業の飛躍的向上を図るため、消毒法の改善と処理の機械化を検討した。

消毒法は乾燥種子に対する薬液の噴霧法を考案した。使用薬剤は、いもち、ごま葉枯、馬鹿苗病の各罹病種子に適用登録を有するベンレートT水和剤20を主として用いた。

37. 薬液の噴霧量は種子重の3%が適当でこれ以上では種子の濡れが目立った。この場合の濃度は7.5倍~10倍液でも消毒効果は十分であった。この薬剤量は種子重量1kg当り3~4gであり、一般に用いられる0.5%湿粉衣法に比して1~2g少ない。また、この消毒種子は育苗箱内で発生する*Rhizopus*属菌の発生を抑えた。

38. 薬液吹付け種子を流水および容器内浸漬後連日換水、2、3、4および5日後1回換水したが、消毒効果の低下はみられなかった。また、5日間毎日換水した場合も同様であった。

39. この消毒法では、いもち、ごま葉枯病罹病種子に対する消毒効果が、対照法の0.5%湿粉衣、200倍液24時間浸漬法と同等かややまいった。

また、育苗箱で多発生し、苗立枯病の原因となる*Rhizopus*, *Fusarium*, *Trichoderma*各属菌の種粉への付着を顕著に抑制し、健全苗を多くした。

40. この薬液吹付け種子を比重1.13で塩水選し、その後常法どおり水洗いして育苗箱に播種したが消毒効果の低下は認められなかった。

41. この処理種子は薬剤の付着がよく、浸種中の水への溶出量が少ない。9日間の浸種期間中、3日ごと3回換水した場合、ベノミル残存率は、90.8%を示し、0.5%湿粉衣法等にまさった。本処理法の安定的効果の一因は薬剤付着性にあると推察される。

42. 薬液吹付け種子は処理後一時種粉の水分が上昇する。しかし、処理1~2か月後には次第に減少して処理前の水分にもどる。これらの種子は播種後の生育異常はみられなかった。また、この処理種子を15℃に1年以上貯蔵したが、消毒効果および生育に対する影響はみられなかった。

43. この薬液吹付け法を能率的に処理するため種子消毒機を考案した。この機械は1時間に1~1.2tの種子消毒能力を有する。本機はすでに実用化されている。

## 引用文献

1. 青木源久・杉本義則：イネ馬鹿苗病菌による徒長苗の保菌部位並びに外見健全株との関係、日植病報、43：3、315~316 (1977)
2. 日野稔彦・古田力ら：開花時期を異にしたイネにおけるイネ馬鹿苗病感染強度の比較、日植病報、30：2、74講要 (1965)
3. 日野稔彦・古田力：イネ馬鹿苗病の防除に関する研究第2報、出穂期と種子伝染による被害との関係、中国農試報告、E、2、97-109 (1958)
4. 樋田勉ら：イネ馬鹿苗病の罹病程度と収量との関係、北日本病虫研報、22、69 (1971)
5. 逸見武雄・瀬戸房太郎ら：稲開花期における馬鹿苗病および赤黴病の感染に就て、日植病報、2：5、51~53講要 (1932)
6. 堀内誠三・石井正義：イネ馬鹿苗病に関する研究 (第1報) 発病苗の苗代後期および本田期における病徴回復現象、日植病報、39：3、189講要 (1973)
7. 堀内誠三・石井正義：苗代期の病徴の差異と

- 本田期における病徴の回復、近畿中国地域共同研究成果集録、6、18-22（1975）
8. 堀内誠三ら：開花期噴霧接種によるイネ馬鹿苗病罹病種もみの調製方法、近畿中国農業研究、54、7-12（1977）
  9. 古田力・堀内誠三：種もみ中のイネ馬鹿苗病菌に対するベノミル剤の効果発現機構、近畿中国地域共同研究成果集録、6、27-28（1975）
  10. 北興化学工業㈱：新時代の総合種子消毒剤デュポンベンレートT水和剤20新処理法についての解説、社内技術資料、1-47（1973）
  11. 本蔵良三・山中達：馬鹿苗病罹病稲苗の生育異常型と菌株の関係、日植病報41：1、88講要（1975）
  12. 本蔵良三・山中達：馬鹿苗病イネ苗の病徴と感染経過、日植病報、42：1、73講要（1976）
  13. 本蔵良三・山中達：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講要（1977）
  14. 本蔵良三・山中達：馬鹿苗病発病イネの病徴消失、日植病報、44：1、69講要（1978）
  15. 井沢隆一ら：酒田市広野地区に集団発生した稲馬鹿苗病について種子俵による感染の可能性、北日本病虫研報20、26、（1969）
  16. 石井正義：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、8-15（1975）
  17. 井口真造ら：保温折衷苗代と稲馬鹿苗病発生との関係、北日本病害虫研報、4、16-17（1953）
  18. 井口真造：イネ馬鹿苗病菌の越冬（第2報）北日本病虫研報、15、39（1964）
  19. 伊藤誠哉・木村甚弥：稲馬鹿苗病に関する研究、北海道農試報告、27、1-94（1931）
  20. 伊藤弘ら：出穂時の噴霧接種時刻と稲馬鹿苗病発病率との関係（予報）、北日本病虫研報、23、154（1972）
  21. 茨木忠雄：イネ立枯病に関する研究6、*Trichoderma* 属菌に対する薬剤防除、日植病報、41、3、246-247講要（1975）
  22. 茨木忠雄：水稻箱育苗における発生病害の種類、原因とその防除法〔1〕農業および園芸、51：1、40-44（1976）
  23. 岩手県：植物防疫20年のあゆみ、昭和26-46年、12、87（1972）
  24. 岩手県：昭和49年農作物病害虫防除基準、7-9（1974）
  25. 川瀬譲：出穂期を異にした種籾のイネ馬鹿苗病菌の感染と消毒効果、中国農業研究26、39-42（1963）
  26. 川瀬譲：イネ馬鹿苗病に関する2・3の実験、中国農業研究、35、9-11（1967）
  27. 来島義一：2・3の育苗条件とイネ馬鹿苗病の発生との関係、近畿中国地域共同研究成果集録6、6-7（1975）
  28. 小林次郎：イネ馬鹿苗病を対象としたチウラム・ベノミル剤による催芽前の種籾消毒法、北日本病虫研報、26、14-19（1975）
  29. 高坂淖爾：稲馬鹿苗病防除上の問題点、今月の農業、14：5、18-20（1970）
  30. 駒田旦：*Fusarium oxysporium* の選択分離培地とその利用、植物防疫、29：4、125-130（1975）
  31. 三浦喜夫ら：イネ馬鹿苗病の出穂後における枯死茎と収量との関係、北日本病虫研報23、95（1972）
  32. 森岡良策：イネ馬鹿苗病に関する研究、イネの生育別菌接種と水銀剤による散布（治癒）効果、関西病虫研報、8、59-60（1966）
  33. 夏目孝男ら：人工培土におけるばか苗病の発生生態について、日植病報、41：3、246講要（1975）
  34. 西門義一：コムギのアカカビ病防除に関する研究、農林省振興局農業改良技術資料、97、70-105（1958）
  35. 西岡幹弘ら：ベノミル剤などのイネ馬鹿苗病に対する種もみ消毒法について、関西病虫研報16、117-118（1974）
  36. 日本植物防疫協会：昭和49年度種子消毒現地研究会講演要旨（第1回）1-53（1974）

37. 日本植物防疫協会：昭和50年度同上 (第2回) 1~34 (1975)
38. 日本植物防疫協会：昭和49年度種子消毒に関する特別試験成績50~67 (1974)
39. 日本植物防疫協会：昭和50年度同上35~57 (1975)
40. 日本植物防疫協会：昭和53年度種子消毒に関するシンポジウム講演要旨1~10 (1978)
41. 農林省中国農業試験場、近畿中国地域技連会議事務局：イネ馬鹿苗病、イネごま葉枯病およびイネ苗立枯病の防除に関する研究、近畿中国地域共同研究成果集録、6、1~101 (1975)
42. 及川俊雄・橋本保：苗の稲馬鹿苗病発病程度の差が本田の発病と収量に及ぼす影響、北日本病虫研報、24、93~94 (1973)
43. 及川俊雄ら：育苗箱内におけるイネ馬鹿苗病発生程度と本田移植後の発生経過および収量、北日本病虫研報、26、32 (1975)
44. 及川俊雄・大友義視：施設育苗におけるイネ苗立枯病に関する研究、1 育苗温度と発病、北日本病虫研報、27、58 (1976)
45. 及川俊雄・大友義視：同上、2. 播種量および出芽温度と発病、北日本病虫研報、28、58 (1977)
46. 大畑貫一：箱育苗における病害発生の現状と問題点、稲・箱育苗の病害とその防除、29~38、武田薬品発行 (1978)
47. 小川勝美・渡部茂：箱育苗における水稻苗の生育障害防止法、1. *Rhizopus* 属菌による障害発生の要因、東北農業研究17、91~94 (1975)
48. 小川勝美・渡部茂：同上、2. *Rhizopus* 属菌の育苗箱への侵入経路、北日本病虫研報26、31 (1975)
49. 小川勝美・渡部茂：*Rhizopus* 属菌のイネ幼苗に対する病原性と薬剤に対する反応、日植病報、43：1、80~81講要 (1977)
50. 小川勝美ら：育苗箱におけるイネ苗立枯病の発生におよぼす土壌 pH の影響について、東北農業研究89~90 (1978)
51. 小川勝美：岩手県における水稻育苗の現状と病害防除、新農薬33：1、12~15 (1979)
52. 佐々木次雄：イネ馬鹿苗病の分生孢子形成推移、北日本病虫研報、24、93 (1973)
53. 佐々木次雄：イネ馬鹿苗病菌の初感染と雀の食害、日植病報、39：3、189 講要 (1973)
54. 佐々木次雄：馬鹿苗病菌の穂に対する感染経路、昭和49年度種子消毒現研究会講要 (第1回)、日本植物防疫協会、9~12 (1974)
55. 佐々木次雄：イネ馬鹿苗病の穂に対する感染、日本植物防疫協会、29：7、278~282 (1975)
56. 島田昌一：稲馬鹿苗病被害株の内部形態、日植病報、2：5、54-55、講要 (1932)
57. 島田昌一：稲馬鹿苗病菌の分泌する生長促進物質の性質に就きて (第2報) 日植病報、2：5、29-39 (1932)
58. 植物防疫事業二十周年記念会編：植物防疫この20年、9、(1971)
59. 菅原寛夫：記念農業叢書4、農薬相談、岩手農試六華会発行、116、(1949)
60. 鈴木穂積：イネ馬鹿苗病分生孢子の飛散、保菌粉の生成と天気、日植病報、41：1、119 講要 (1975)
61. 瀬戸房太郎：稲馬鹿苗病の研究第一報、馬鹿苗病及び馬鹿苗現象生成に関する考察、日植病報、2：2、118-139 (1928)
62. 瀬戸房太郎：土壌伝染による稲馬鹿苗病の発生と土壌水分との関係に就て、日植病報、2：5、53-54、講要 (1932)
63. 田村三郎編：ジベレリン、東大出版会 223-229 (1969)
64. 梅原吉廣：施設育苗におけるイネ馬鹿苗病の多発要因について、日植病報、39：3、189 講要 (1973)
65. 梅原吉廣：同上、(2) 保菌種子の比重区分と徒長苗発生の関係、北陸病虫研報21、14-18 (1973)
66. 渡辺久ら：ミキサー利用による大量種子粉衣について、北陸病虫研報23、86~88 (1975)
67. 渡辺康正：イネ馬鹿苗病の伝染経路とくに土壌伝染の可能性および催芽期間中の種子の病菌による汚染について、東海近畿農試報

- 告27、35～41（1974）
68. Wolfgang Gerlach, Helgard Nirenberg  
: The Genus *Fusarium* a Pictorial  
Atlas 305～308（1982）
69. YAMAGUCHI・T : New Method of Rice  
Seed Disinfection in Japan, Plant  
Protection Research Vol 10、  
49～59（1977）
70. 山中達・本蔵良三：イネばか苗病菌接種イネ  
苗に発現する病徴型、日植病報、44：1、  
57～58、講要（1978）
71. 山貫重夫：稲馬鹿苗病に関する2・3の知見、  
北日本病虫研報、13、58～59（1952）
72. 全農農薬部：ベンレートT水和剤20その特性  
と使い方、全農農薬部技術普及資料 No.3  
1～54（1972）

Studies on Epidemiology of BAKANAE—Disease of Rice Plant and Improvement of Its Control Method

Shigeru WATAMABE

Summary

In the present paper, The results of studies concerned with “Bakanai-disease” of rice caused by *Gibberelle fujikuroi* were presented. It is constituted mainly from following 3 items, (1) variation of disease occurrence with the difference of seedling raising methods of rice, (2) infection or infestation of seeds in flowering stage on paddy field and infection of seedlings during raising period by the pathogen liberated from inoculum sources, and (3) development of new control method of the disease.

The disease showed a tendency to occur more severally when the rice seedlings were raised in protected nursery bed than the one raised in old style flooded nursery and when the seeds were sown in highly denser rate than normal.

The rice seedlings grown in protected nursery bed were often infected by the disease, when the contaminated soil by debris of diseased plant was used as bed soil.

The seedlings grown in box, which used for mechanical transplant to paddy field in Japan and has inner size ; (58×28×3 cm) were inclined to be heavily infected compared with the ones raised in protected nursery. The disease occurrence became more apparent with the increase of seeding rate in box. It was also induced by the particle size of soil covering the seed in box : more disease was observed when large size of soil were applied as seed cover of the box.

The pathogen could overwintered in the reaped disease plant under natural conditions for about 1 year. However, the macro - and micro - conidia of the pathogen inoculated into sterilized and non - sterilized soil survived about 60 and 15 days, respectively.

The healthy seedlings raised within 3 cm distance from a inoculum ( naturally infected seed ) were infected and increased the number of diseased seedlings showing spinly growth or death, but the ones raised 3~6 cm from the inoculum were rarely infected in appearance until 20 days after sowing, and most of then lighter symptoms by further incubation.

The infection and disease occurence was strongly influenced by the physical nature of covering soil used for raising of seed in box. It was heavier when the seedlings were raised under the cover of granular soil and was lighter under fine soil. Conidia of the pathogen was found to move easily through 3.5cm thick of granular soil covering, but difficult through fine soil covering of some thic kness. The infecton of healthy seedlings by the pathogen originated from a inoculum was highest at 25°C and followed by 20°C and 30°C. The optimum soil moisture content was 70 %.

In upland rice - nursery, most of the seedlings, which had been infected by the pathogen at sprouting stage, incomplete leaf emergence stage, and 1~3 leaf stage, showed the typical symptoms. Some of the seedlings, healthy in appearance, showed often the symptoms after transplant in paddy field.

The seedlings of 4~5 leaf stage did not infected at all. Among the diseased seedlings showing spindle symptoms in nursery bed or nursery box, some were killed in paddy field, and the others recovered healthy appearance.

Spore dissemination from spore forming diseased rice plants was examined using spore traps. None of the spores was trapped on sunny or cloudy day, but many on rainy day. The artificial wind of velocity 5, 6, 8 and 11 m/sec did not cause any dissemination from spore forming diseased plant, even after incubation of the plant in a chamber of 100 % r.h. for 48 hours. The same velocity of wind, however, caused spore dissemination in form of mist or aerosol, when the plant was sprayed with water.

The conidia liberated easily from acervuli formed on diseased plant, when the plant was immersed in water at least above 1 sec, but the number of then increased significantly after 5 sec immersion.

The frequency of isolation of *Fusarium* from seeds collected at 2 sampling plots were compared. One of then sprayed with mercuric fungicide and the others with dust of Kasugamycin for control of rice blast disease at 4kg/10a. The percentage of the former was lower than the latter.

The highest infection of seeds was obtained by mist inoculation of Conidia to head at heading periodo, but often the periods it decrease gradually.

The treatment of rice seed at sprouting stage by Benomyl, Thiuram - Benomyl, and Thiuram - Thiophanatemethyl has been recommended for control of Bakanai disease occurence in seedling stage, but they caused often the chemical injury.



The author has developed new method to escape the chemical injury by applying those fungicides to the seed before seed soaking in water.

Although the three fungicides are available by dusting or immersing, but highly efficient disinfection method was demanded. For the purpose of mentioned above and of mass seed treatment, a disinfection machine to treat automatically has been developed, by the machine 3 ml of Thiuram - Benomyl ( 7.5 doubles ) solution was sprayed to 100 g of seeds during their falling down from the seed reservoir, It can treat 1~1.2 ton of seeds per 1 hour.