

# 水稻箱育苗における苗立枯病の発生生態と防除に関する研究

## 第1報 *Rhizopus* 属菌による苗立枯病

小川 勝美 ・ 渡部 茂

Studies on Ecology of Damping-off Diseases of Rice Seedlings in the Nursery Flat and Their Control

1. Damping-off caused by *Rhizopus* sp.

by

Katsumi OGAWA and Shigeru WATANABE

### 目 次

- |                                     |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| I. 緒 言                              | 6. <i>Rhizopus</i> 属菌の育苗箱内発生の要因 |
| II. 試験の進め方                          | V. <i>Rhizopus</i> 属菌による苗立枯病の防除 |
| III. 箱育苗におけるイネ苗立枯病の病原菌              | 1. 各種薬剤の防除効果                    |
| IV. <i>Rhizopus</i> 属菌による苗立枯病の発生生態  | 2. 各種薬剤の使用法と防除効果                |
| 1. 苗立枯病の発生様相                        | 1) 薬剤の濃度と苗の生育                   |
| 2. 接種方法の検討                          | 2) 土壌処理法と防除効果                   |
| 3. 苗立枯病に関与する <i>Rhizopus</i> 属菌の種類  | 3) 種子処理法と防除効果                   |
| 4. <i>Rhizopus</i> 属菌の箱内侵入経路        | VI. 総合考察                        |
| 5. <i>Rhizopus</i> 属菌の胞子発芽と各種物質との関係 | VII. 摘 要                        |
|                                     | 引用文献                            |

### I 緒 言

岩手県における機械移植栽培は1970年に始まり以来急速に普及した。その作付面積に占める割合は、普及5年後の1975年に72%、8年後の1978年には92%にも達し、その普及速度は初期の予想を大幅に上廻った。

一方、機械移植栽培のための育苗は、箱育苗法（稚苗、中苗）という全く新しく開発された技術であり、これは育苗センターなどにみられるような大型育苗施設を用いての屋内大量育苗を可能にし、苗を商品として売買するものにもまで発展した。

しかしながら、育苗箱という特殊な環境の下での育苗は、従来の苗代とは異った種々の病害が発生し易く、育苗上の新たな問題となった。中でも高温、高湿度、高播種密度の環境条件の下で行なわれる稚苗育苗においては、*Rhizopus* 属菌をはじめ、各種の糸状菌等による苗立枯病が発生し、大きな被害を与え、早くから注目された。とくに、普及の初期から *Rhizopus* 属菌による被害が目立ち、この病害に対する早急な防除対策の確立が要望された。

著者らは、1972年以来、施設育苗で発生する種々の病害の発生生態とその防除法について検討してきたが<sup>12)</sup>、とくに、1975年から77年には総合助

成課題として研究を進めてきた。

この *Rhizopus* 属菌による苗立枯病に関して、その発生要因、箱内侵入経路および防除法等について、一応の成果が得られたので、その結果をとりまとめた。得られた成果については緊急に実用化の必要があったことから、年次毎に普及に移された事項もあるが、ここでは既報の成績もふくめて総合して報告する。

本文に入るにさきだち、東北大学教授山中達博士には本稿のご校閲をいただいた。当场前場長黒沢順平博士、同元環境部長大森秀雄氏には研究の遂行にあたってご配慮をいただいた。前東北農業試験場栽培第1部病害第2研究室長越水幸男博士(現同農試環境部長)、前同農試環境部病害研究室長柚木利文博士(現北陸農試企画連絡室長)、福島県農業試験場病虫部長茨木忠雄氏には研究の遂行上有益など助言をいただいた。(財)醗酵研究所横山竜夫博士、同浅野勇氏には病原菌同定の労を煩わした。

ここに記して厚く感謝の意を表する。

## II 試験の進め方

箱育苗が開始された1971、72年ごろから、箱全面にカビが発生して、出芽障害あるいは苗立枯症状を呈した育苗箱が当场へ頻りに持ち込まれ、これに対する防除法の問合せと、早急な防除対策の確立が強く要望された。このことから、先ず、箱内に発生する病原菌を明らかにするとともに、なかでも育苗中に最も発生が多く問題となる *Rhizopus* 属菌を取りあげて、その発生生態と防除法について試験した。

試験は次の4点について行なった。

- ① 病原菌の諸性質の解明
- ② 伝染経路の解明
- ③ 発生要因の解明
- ④ 防除法の確立

①については、主として苗立枯病に関与している *Rhizopus* 属菌の同定と病原性の検討、菌糸発育温度、孢子発芽等について検討した。なお、菌の同定は財団法人醗酵研究所に依頼した。

②については、主として育苗資材、種子、育苗環境を対象に、病原菌付着、孢子飛散について検討した。

③については、種子、培土、育苗管理とくに温度、湿度との関係から検討した。

④については、*Rhizopus* 属菌に対する有効な防除薬剤の探索とその使用方法について検討しながら、基本的には、耕種的方法を主体とした防除法の確立に重点をおいた。さらには、育苗箱内に発生する他の数種の病害との同時防除を種子消毒法をも含めて検討し、総合的な防除法を確立しようとした。

試験の方法は別に記述しないかぎり次によった。

### 1. 育苗方法

概ね、稚苗育苗方式<sup>13)</sup>に準じて育苗した。すなわち、種子はホルマリン消毒後、浸種、催芽し、播種した。播種量は箱(60×30cm)当り200gとした。供試土壌は岩手農試畑土壌(新期多腐植火山灰土)または育苗用人工培土(くみあい合成培土、くみあい粒状培土)とした。なお、畑土壌を供試した場合の施肥量は、箱当りN; 2g、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3g、K<sub>2</sub>O; 2gとした。育苗箱は木製またはプラスチック製を用い、試験目的によっては1/2~1/4大に仕切って用いた。また、別に稚苗育苗箱の約1/10サイズの小型育苗箱を用意して用いた。出芽処理は電熱育苗器を用い、32~33℃で行なった。その後、15~32℃のガラス室またはビニールハウスで管理した。

### 2. 調査方法

*Rhizopus* 属菌の発生状況は、出芽時および生育中(硬化処理中)の観察によって、つぎの4段階に評価した。

- : 発生なし
- + : わずかに発生
- ++ : 箱全体に発生しているが程度少
- +++ : 箱全体に発生し程度多

障害苗は異常根苗(冠根、種子根の伸長抑制の認められるもの)、根部鞘葉褐変苗、生育不良苗(草丈が健全苗の半分以下のもの)、不出芽種子に区分し、箱の一定部分から苗を抜きとり調査した。

生育状況は20個体を対象に草丈、根長を測定した。更に試験の目的によっては50個体当りの生体重、風乾重を調査した。

### III 箱育苗におけるイネ苗立枯病の病原菌

1972年、箱育苗方式が開始され1～2年たった県内各地の育苗施設で、種々の糸状菌に起因する苗立枯れが問題となった。そこで、苗立枯れの発生に關与する病原菌の種類を明らかにするため、菌の分離および病原性について検討した。

#### 1. 材料および方法

1) 罹病苗からの病原菌の分離 現地において発生のみられた育苗箱から枯死苗および培土を採集し、これから分離される糸状菌を調査した。分離は次の方法によった。

(1) 湿室法：土付き枯死苗をシャーレの湿室に入れ、25℃に2日間置き、伸長した菌糸をつくり上げ、PDA培地に移植分離した。

(2) 静置分離法：表面殺菌した枯死苗をストレプトマイシン300 $\mu$ M加用PDA培地上に静置し、28℃、4日間培養後、PDA培地に移植分離した。

2) 分離菌の培養温度と菌糸の生育 育苗箱で分離頻度の高い糸状菌を供試した。供試菌はあらかじめPDA培地、25℃、4日間培養後、径6mmのコルクボーラで抜きとり、PDA培地に移植し、所定温度で培養後、菌叢の直径を測定した。培養温度は23、25、28、31および34℃の5段階とし、測定は24、48、72時間後に行なった。

3) 分離菌の病原性 分離頻度の特に高い*Rhizopus* sp、*Fusarium* sp、*Trichoderma* sp、*Mucor* spをもみがらフスマ培地で45日間培養し、菌叢を滅菌土で4倍量に増量し、播種後覆土接種した。培土には高圧滅菌土壌を用いた。育苗法は、ホルマリン消毒後2日間浸種し、催芽処理を行ない、稚苗育苗法に準じて行なった。調査は育苗器から搬出直後および緑化中の菌の発生状況、生育状況および苗立枯れ発生苗率を調査した。なお、播種は1972年12月23日に行なった。

#### 2. 結果および考察

育苗箱内に発生した枯死苗から分離される糸状菌は、第1表に示すように、湿室法による分離では、*Rhizopus* sp、*Trichoderma* sp、*Fusarium* spが著しく多く、この他、*Pythium* sp、*Mucor* sp、*Rhizoctonia* sp、*Aspergillus* sp、*Penicillium* sp、*Epicoccum* spなどが分離された。静置分離法による場合は第2

表に示すように、*Fusarium* sp、*Trichoderma* spが多く、ついで、*Pythium* sp、*Penicillium* sp、*Rhizopus* spが分離された。この場合*Rhizopus* spの分離頻度は他に比較して低かった。培土からの分離では*Rhizopus* spが最も多く、ついで、*Trichoderma* sp、*Fusarium* sp、*Penicillium* spであった。すなわち、湿室法によった場合は、枯死苗、培土とも*Rhizopus* spの分離頻度が極めて高いのに対して表面殺菌を伴う静置分離では他の糸状菌に比較し分離頻度が低下した。

第1表 立枯れ苗(土付)からの分離菌と頻度(湿室法)

分離菌	分離頻度
<i>Rhizopus</i> sp	卅
<i>Mucor</i> sp	+
<i>Trichoderma</i> sp	卅
<i>Fusarium</i> sp	卅
<i>Pythium</i> sp	+
<i>Rhizoctonia</i> sp	+
<i>Epicoccum</i> sp	+
<i>Aspergillus</i> sp	+
<i>Penicillium</i> sp	+

注) 卅 いずれからも非常に多く分離される。  
 卅 多めに分離される。  
 + 分離されるが多くない。

第2表 立枯れ苗からの分離菌と頻度(静置法)

分離菌	分離部位		
	地上部	種子	根
<i>Rhizopus</i> sp	+	+	+
<i>Trichoderma</i> sp	卅	卅	卅
<i>Fusarium</i> sp	卅	卅	卅
<i>Pythium</i> sp		+	+
<i>Penicillium</i> sp		+	

分離菌の菌糸伸長速度を第3表に示した。測定温度範囲23～34℃では、*Rhizopus* spが最も旺盛な菌糸伸長を示し、ついで*Trichoderma* sp、*Mucor* spであった。*Fusarium* spはこれらのものに比べて菌糸伸長速度は緩慢であった。また、これらの菌糸伸長適温は、この測定温度範囲では*Rhizopus* sp、*Trichoderma* spおよび*Mucor* spは25～34℃、*Fusarium* spは25～28℃であった。稚苗育苗における育苗器を用いての出芽処理温度、30～32℃では*Rhizopus* spの菌糸伸長が他の分離菌に比べて特に旺盛であった。

第3表 分離菌の培養温度と菌糸の生育

温度	供試菌	<i>Rhizopus</i> sp	<i>Mucor</i> sp	<i>Fusarium</i> sp	<i>Trichoderma</i> sp
	hr	cm	cm	cm	cm
23 °C	24	2.4	1.2	0.6	1.0
	48	5.8	4.8	3.0	4.0
	72	8.5	7.8	4.6	7.2
25 °C	24	6.2	2.4	0.8	2.2
	48	8.5	6.8	2.6	6.0
	72	—	8.5	5.0	8.5
28 °C	24	7.2	2.9	0.8	2.7
	48	8.5	6.9	2.6	6.5
	72	—	8.5	4.5	8.5
31 °C	24	8.5	3.1	0.6	2.9
	48	—	7.3	2.4	6.0
	72	—	8.5	4.5	7.5
34 °C	24	8.5	3.0	0.6	2.7
	48	—	7.1	1.8	7.3
	72	—	8.5	2.2	8.5

注) 9cmシャーレ使用

第4表 分離菌の病原性

供試菌	調査総数	褐変率	草丈
	本	%	cm
<i>Rhizopus</i> sp	196	12.8	5.0
<i>Mucor</i> sp	167	11.4	5.3
<i>Fusarium</i> sp	148	11.5	5.8
<i>Trichoderma</i> sp	200	8.0	5.5
Control	174	2.3	4.8

注) 出芽温度30°C、播種10日後調査

分離菌の接種結果を第4表に示した。播種4日後、各区とも表土に菌叢の発生が観察された。10日後の観察では各区にわずかながら *Rhizopus* sp の混発がみられた。播種10日後の発病調査では、全般に発生が軽微であったが、*Rhizopus* sp、*Mucor* sp、*Fusarium* sp、*Trichoderma* sp の各接種菌とも対照無接種に比較して褐変苗率が高かった。このことから、これらの分離菌はイネ幼苗に対して病原性を有しているものと考えられる。しかし、接種試験による発生状況からみて、これらの病原性は、通常の育苗管理の下では必ずしも強い病原性を示すものとは考えられず、病原性発現機作については更に検討を要する。

以上、育苗箱で発生した枯死苗および培土から9種類の糸状菌が分離された。これらの中で、

*Rhizopus* sp、*Trichoderma* sp、*Fusarium* sp は分離頻度が特に高く、イネ幼苗に対する病原性も認められた。また、分離菌の培養温度と菌糸伸長との関係を見ると、育苗器による適正出芽処理温度30~32°Cあるいはこれを上廻る34°Cでは、*Rhizopus* sp が他の分離菌に比べて菌糸伸長がとくに早い。このことから、出芽時30°Cを越える高温と高湿度の状態にある育苗器内は、*Rhizopus* sp が優先的に発生し易い条件下にあるものと考えられる。さらに、緑化处理後の育苗管理の温度条件(25°C前後)では、*Fusarium* sp、*Trichoderma* sp の発生適温となり、後にこれらの発生も加わる。このことから、苗立枯れ発生育苗箱においては、表土および種子層の空隙からは主として *Rhizopus* sp が、また、苗および種子からは *Fusarium* sp、*Trichoderma* sp が分離されることが多い。

育苗箱における苗立枯れ関与病原菌として、茨木<sup>2)</sup>は *Rhizopus oryzae*、*Mucor* sp を、西岡<sup>15)</sup>は *Trichoderma viride* をあげ、新しい苗立枯病菌として報告している。さらに、柚木<sup>25)</sup>、及川<sup>10)</sup>、吉田<sup>26)</sup>は *Fusarium* sp、*Pythium* sp による発病を報告している。

これらの関与病原菌のうち、*Rhizopus* sp は稚苗育苗における育苗器内で特異的な多発をみる

もので、従来の保温折衷苗代、畑苗代における苗立枯病菌とは全く発生生態を異にするものと考えられた。

#### IV *Rhizopus* 属菌による苗立枯病の発生生態

箱育苗で発生する苗立枯病に関与している病原菌として、*Rhizopus* sp、*Fusarium* sp、*Trichoderma* sp などが明らかにされた。これらのうち、育苗センター、農家で最も発生が多く、被害の甚しい *Rhizopus* sp による苗立枯病について、その発生様相、伝染経路、発生要因などについて明らかにするために以下のような試験を行なった。

##### 1. 苗立枯病の発生様相

多発生の見られた育苗施設を調査し、苗立枯病の発生様相を観察した。その結果は次のとおりであった。

稚苗育苗における加温出芽時の播種 2～3 日後に、種子の周囲および覆土表面上に白～灰白色の菌叢が生じ、幼芽、幼根に綿状に絡み付く。このため、出芽、発根が著しく抑制される。とくに、根においては冠根の発生が抑制され、種子根は棒状の根となるもの（棒状根）、冠根、種子根とも球状の根となるもの（球状根）など異常根の発生が多くなる。さらに、中茎の異常伸長、歪曲、鞘葉肥大などの症状も併発する。

育苗箱内における発生が甚しい場合は、箱全面が菌糸で覆われるものも見られる。この場合、出芽率は著しく低下し、さらに、出芽したものでも、第 1 葉の生育段階までに褐変腐敗する。発生が比較的軽い場合、地上部の生育は、健全苗に比べ草丈、葉齢がやや劣るものの、必ずしも枯死に至らない。しかし、地中の種子層にはかなりの菌叢が認められ、冠根の発根が抑制されている。このため、根張りが著しく劣り、マット形成が不十分で移植時の田植機による苗のかき取りが斉一にならず、これが欠株の原因となる。また、移植後の新根発生もやや劣る傾向が認められる。

##### 2. 接種方法の検討

*Rhizopus* 属菌による苗立枯の発生生態の解明あるいは薬剤の効果試験などを行なうにあたって、本菌の適正な接種法を見い出そうとした。とくに、接種源、接種部位について検討した。

##### 1) 材料および方法

###### (1) 接種源の検討

接種条件：① フスマ培養菌混和；*R. arrhizus* をフスマ培地で 21 日間培養後、培土 1 kg 当り 50 g または 100 g を播種前日に混和した。② 孢子懸濁液灌注；ジャガイモ煎汁液体培地で 6 日間培養後、孢子のを軽く押しつぶして孢子液を作り、200 倍 1 視野当り約 250 個に調整した。この孢子懸濁液を、箱当り 300～400 ml ずつ、覆土前に灌注した。③ 無接種、覆土前玄米粉散布；玄米粉の散布量は箱当り 3、5、10、15 および 20 g とした。

供試土壌：岩手農試畑土壌（新时期腐植火山灰土壌）

育苗法：品種ササニシキを箱（60×30 cm）当り 200 g 播種した。覆土後に *Fusarium* sp の混発を抑えるため全区ともベノミル水和剤 1,000 倍液を箱当り 500 ml 灌注した。出芽温度は 30℃ および 35℃ とし、育苗はガラス室で行なった。

調査法：出芽時および硬化処理中の菌の発生状況、障害苗率、草丈を調査した。

###### (2) 接種部位の検討

接種条件は、① 箱の全面に覆土接種、② 箱の片端に約 5 cm 幅で局部接種とした。

接種源は、フスマ培養菌を土壌に同量混和、あるいは無接種で玄米粉を箱当り 20 g 散布とした。ただし、玄米粉は約 2 mm 以下に粉碎して使用した。その他は前項(1)に準じた。

##### 2) 結果および考察

接種源として、フスマ培養菌あるいは孢子懸濁液を用いた場合、ともに菌叢の発生が多めであった。また、異常根苗発生率も対照区が 3.8～9.0% に対して、接種区 6.9～29.0% と高く、接種法として有効と考えられた。

接種量としては、フスマ培養菌の場合、培土 1 kg 当り 100 g 混和は 50 g 混和より菌叢の発生量および異常根苗発生率が高めであったが、出芽時フスマが幼苗に絡まり、覆土の持上りが著しかった。孢子懸濁液の場合、200 倍 1 視野当り約 250 個の孢子量で、箱当り 300～400 ml を覆土前に灌注することによってフスマ培養菌とほぼ同等の発病が得られた。

無接種に対して玄米粉を覆土前に散布することによっても、フスマ培養菌または孢子懸濁液接種と同等ないしはそれ以上に発病させることができた。玄米粉の箱当り散布量は多い程 *Rhizopus* sp

第5表 接種条件と障害苗の発生(1)

接種条件	菌叢の発生量 (地中)	健全苗率	異常根率 異苗	褐変苗率	不出芽率	草丈
フスマ培養菌 50g/土1kg	+	69.7%	9.1%	13.9%	7.3%	11.1cm
"    100    "	+	62.4	13.2	17.4	7.0	11.1
胞子懸濁液 300ml/箱	+	73.5	12.6	5.9	8.0	9.7
無接種、玄米粉 0	-	80.7	9.0	9.0	1.3	11.0
"    "    3g/箱	-	84.1	8.9	2.7	4.3	10.8
"    "    5	+	69.3	11.7	10.5	8.5	10.4
"    "    10	+	76.1	12.2	5.0	6.7	9.9
"    "    15	+	75.0	10.9	10.5	3.6	9.5

注) 播種 4月23日、出芽温度 30℃、調査 5月6日  
 菌叢の発生量 -・発生なし、+・わずかに発生、++・箱全体に発生しているが程度は少、  
 +++・箱全体に発生して程度も多

第6表 接種条件と障害苗の発生(2)

接種条件	菌叢の発生量		健全苗率	異常根率 異苗	褐変苗率	生育不良率 異苗	不出芽率
	地表 (5.10)	地中 (5.22)					
フスマ培養菌 50g/土1kg	+	+	72.2%	6.9%	1.0%	7.3%	12.6%
"    100    "	++	++~+++	46.9	29.0	0.0	9.8	14.3
胞子懸濁液 300ml/箱	+	++~+++	69.0	8.7	1.5	9.4	11.4
無接種、玄米粉 0	-	+	78.5	3.8	1.2	6.0	10.5
"    "    5g/箱	+	+	48.9	31.2	0.8	8.9	10.2
"    "    10	++	+++	26.4	52.1	1.1	9.2	11.2
"    "    15	++	+++	9.4	58.2	11.0	9.9	11.3
"    "    20	++	+++	7.1	65.6	1.5	15.9	9.9

注) 播種 5月7日、出芽温度 35℃、調査 5月22日  
 菌叢の発生量は第5表に準ずる。

第7表 フスマ培養菌の接種部位と障害苗の発生

区別	健全苗率	異常根苗率	褐変苗率	生育不良苗率	不出芽率
全面覆土接種	11.5%	52.8%	2.8%	12.8%	20.1%
局部    "	25.1	28.3	3.5	16.0	27.1
無接種	83.0	0	4.4	7.1	5.5

第8表 玄米粉の散布部位と障害苗の発生

区別	健全苗率	異常根苗率	褐変苗率	生育不良苗率	不出芽率
全面覆土接種	10.5%	64.6%	3.7%	0%	21.2%
局部    "	23.0	54.1	4.1	0	18.8
無接種	87.1	0	9.8	0	3.1

の自然発生が多く、とくに、10～20gでは甚しい発生がみられた。これに対して5g散布は、出芽温度35℃においても健全苗率で約50%の水準を保った。これはフスマ培養菌100g接種とほぼ同等の発生程度であった。

なお、菌叢の発生は全般に出芽処理温度30℃に比べて35℃で多めであった。

フスマ培養菌を箱全面に接種した場合、培土に混和された培地のフスマ自体によってイネの生育が大きく影響を受けることがしばしば観察される。このことから培地の影響をできるだけ出さない接種法が望まれる。そこで接種を箱の片端だけの局部接種をおこない、これによって箱全体に伝染させることを検討した。

この結果、出芽時の地表面における菌叢の発生状況は局部接種によっても、全面接種の場合とほとんど差がなかった。これを異常根苗率でみると、全面接種が52.8%に対して、局部接種では28.3%であったが、局部接種も無接種に比べて著しく高率であった。この傾向は、玄米粉散布による自然発生の場合でもほぼ同様に認められた。

以上のことから、接種源としてはフスマ培養菌または孢子液が有効と考えられる。ただし、フスマ培養菌では土1kg当り100gと多量になった場合は、出芽時に覆土の持ち上りがみられ、その後の生育に影響した。一方、無接種の場合でも覆土前に玄米粉を散布することによって、自然発病を多くすることができる。この場合の散布量は箱当り5g程度が適当とみられた。フスマ培養菌の接種部位あるいは玄米粉で自然発病を助長する場合の散布部位は、箱の片端の一部であっても十分な発病が得られることから、この方法によって培地自体がイネの生育に与える影響を軽減できるものと考えられる。

### 3. 苗立枯病に関与する *Rhizopus* 属菌の種類

育苗箱内に発生する *Rhizopus* 属菌の菌叢が発生地によって異なっていることがしばしば認められ、複数の種類が苗立枯病に関与しているものと考えられた。そこで、育苗箱内に発生する *Rhizopus* 属菌の種類を明らかにするため以下の試験を行なった。

#### 1) 材料および方法

菌の種類同定；農試および県内の農家、育苗センターにおける多発土壌または罹病苗、育苗資

材等から *Rhizopus* 属菌の菌叢を採集し、培養後孢子のうをとり出し同定に供した。

同定は財団法人醱酵研究所に依頼した。

菌糸生育温度；分離された菌株の中から5種類を選んで培養温度と菌糸生育速度との関係を検討した。5菌株をPDA培地で28℃、48時間培養後4mmコルクボーラーで抜きとり、9cmシャーレのPeffer培地上に移植し、15～35℃の各培養温度における21時間後の菌叢直径を測定した。測定は1区3シャーレとした。

病原性の検定；つぎの(a)または(b)の方法による。

(a) 300ml三角フラスコに寒天15%PDAを50ml入れ、オートクレーブ殺菌後、あらかじめ用意したホルマリン消毒後の浸種処理種子を殺菌水で洗浄して、各フラスコのPDA培地上に20粒ずつ並べた。これに所定の菌株を接種して、32℃で培養した。接種10日後、苗の生育状況を観察した。

(b) 各菌をPDA培地で28℃、7日間培養後、形成した孢子のうをとり出し、孢子懸濁液を準備した。孢子濃度は150倍、1視野約300個とした。この孢子懸濁液を育苗箱播種時の覆土直前に灌注した。灌注量は箱(11.3×16.5cm)当り100mlとした。品種はササミノリを供試し、培土は人工培土(市販くみあい合成培土)を用いた。その他の管理は常法によった。調査は播種9日後に行なった。

#### 2) 結果および考察

分離菌株の採集場所、種名および病原性を第9表に示した。

罹病苗、培土および出芽器等から、*R. arrhizus*、*R. stolonifer*、*R. javanicus*、*R. oryzae*、*R. chinensis*の5種類の *Rhizopus* 属菌が分離された。

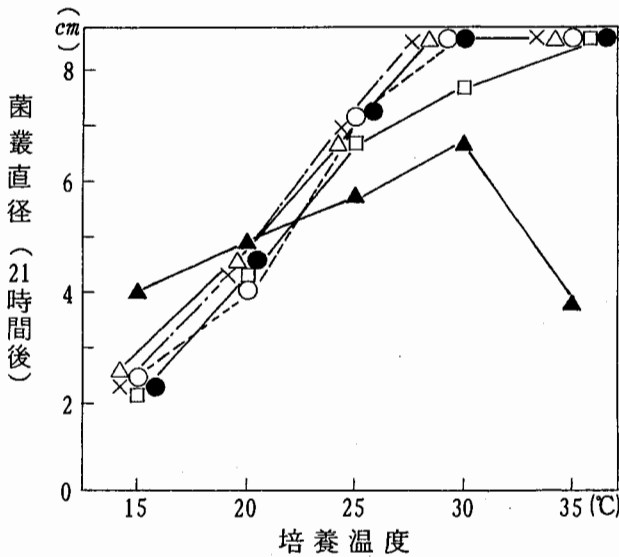
培養温度と菌糸生育との関係を第1図に示した。

*R. arrhizus*、*R. chinensis*、*R. oryzae*の3菌種はほぼ同様の温度反応を示し、15～35℃の培養温度範囲では30～35℃で最も菌糸生育が速く、孢子の形成量も多かった。*R. javanicus*は35℃で菌糸生育が最も速く、孢子形成は30～35℃で多かった。*R. stolonifer*は培養温度20℃以下では他の種類より生育が速く、20℃以上では他より劣った。また、*R. stolonifer*自体の生育は30℃で最も旺盛で、35℃では生育が不良であった。

第9表 分離菌株の種類と病原性

No	採 集 場 所	種 名	イネに対する病原性
R - 1	岩手農試罹病苗	<i>R. arrhizus</i>	+
R - 2	“ 実験室内	<i>R. stolonifer</i>	+
R - 5	“ 出芽器内	<i>R. javanicus</i>	+
R - 6	衣川育苗センター多発生土壌	<i>R. arrhizus</i>	+
R - 7	胆沢 “	<i>R. oryzae</i>	+
R - 10	江釣子 “	<i>R. arrhizus</i>	+
R - 11	岩手農試罹病苗	<i>R. javanicus</i>	+
R - 12	北上育苗センター	<i>R. arrhizus</i>	+
R - 13	前沢 “	<i>R. chinensis</i>	+

注) 同定は財団法人醸酵研究所によった。



○ *R. arrhizus* (R-1)、△ *R. chinensis*、  
▲ *R. stolonifer*、□ *R. javanicus*、● *R. oryzae*

第1図 培養温度と菌糸生育の関係

分離菌株の中から種類の異なる5菌株を選び、イネ幼苗に対する病原性をみた。結果を第10表および第11表に示した。

PDA培地上の接種によった場合、各菌株とも、イネ幼苗の冠根発生数が減少し、種子根の根長も短く、冠根の発根抑制および種子根の伸長抑制が顕著であった。とくに、*R. chinensis* ではほとんど根の伸長がみられず、球状根になった(写真Na.5、Na.6)。

胞子懸濁液覆土直前灌注接種によった場合、根の発根伸長抑制など異常根苗率は各菌株とも著しく高く、イネ幼苗の生育に対する影響が認められた。菌株間では、*R. chinensis* が最も異常根苗率が高く、*R. stolonifer* ではやや低かった。

なお、土壌を用いた試験では鞘葉、根部の褐変苗が認められたが、寒天培地を用いた試験ではこの症状が認められなかった。このことから、褐変苗の発生は、土壌中に混在していた *Rhizopus* 属

第10表 *Rhizopus* 属菌の病原性 (a)

供 試 菌 株	出芽率	草 丈	根 長	根 数	根 の 症 状
<i>R. arrhizus</i> (R-1)	55.0 %	2.66 cm	0.43 cm	4.8 本	発根抑制、棒状根
<i>R. stolonifer</i>	65.7	3.17	1.82	5.0	“ ”
<i>R. javanicus</i> (R-5)	83.7	3.73	0.85	7.3	“ ”
<i>R. oryzae</i>	25.3	2.89	0.73	2.9	“ ”
<i>R. chinensis</i>	49.0	1.85	-*	1.8	“ ”、球状根
Control	100	3.26	2.40	7.5	正 常

注) \* 球状を呈し、根長測定不可能  
PDA培地使用



第10表 *Rhizopus* 属菌の病原性 (b)

供試菌株	菌叢発生状況	調査総数	健全苗率	異常根苗率	褐変苗率
<i>R. arrhizus</i> (R-1)	卅	119	71.4	28.6	0
<i>R. stolonifer</i>	+	142	81.0	19.0	0
<i>R. javanicus</i> (R-5)	卅	127	61.4	37.0	1.6
<i>R. oryzae</i>	卅	127	68.6	28.3	3.1
<i>R. chinensis</i>	卅	151	54.6	44.3	1.1
Control	—	133	95.5	4.5	0

注) 人工粒状培土(くみあい合成培土)使用  
胞子懸濁液灌注接種

菌以外の菌によって二次的に生じた現象とも考えられるが、この点更に検討を要する。

以上、罹病苗、育苗資材等から5種類の *Rhizopus* 属菌が分離され、これらの菌株はいずれも幼苗に対する病原性が認められた。また、分離菌の生育適温は、*R. stolonifer* が30℃、その他の菌株では30~35℃と高く、これは稚苗育苗における出芽処理温度30~32℃と同じかやや高い温度であった。なお、病原性では、*R. chinensis* は異常根の発生が顕著で、反面、*R. stolonifer* は他の菌株に比べて障害程度は軽く、種類によって病原性に差があることが認められた。

育苗箱で発生する *Rhizopus* 属菌として、茨木<sup>9)</sup> は *R. oryzae* を、矢尾板<sup>24)</sup> は *R. chinensis* を報告している。また、茨木<sup>10)</sup> はイネ幼苗に病原性の認められた *Rhizopus* 属菌として、筆者らの分離した5種類の他に5種類を報告し、さらに、種類によって障害程度に差があることを報告している。

これらのことから、育苗箱内に発生する *Rhizopus* 属菌は単一種にとどまらず、数種存在するものと考えられる。

#### 4. *Rhizopus* 属菌の箱内侵入経路

*Rhizopus* 属菌による苗立枯病に対して有効な防除方法を確立するために、病原菌の箱内侵入経路について、培土、種子、育苗環境の面から検討した。

##### 1) 材料および方法

##### (1) 培土からの *Rhizopus* 属菌の検出

培土は火山灰畑土壌および人工培土(くみあい粒状培土、昭和49年販売)を供試した。培土からの菌の検出は捕捉法および希釈法による。捕捉法

は、各土壌を15cmシャーレに入れ、殺菌水で十分湿らせたのち、これにオートクレーブ滅菌糞または玄米を50粒ずつおいて、32℃で4日間加温し、土壌中の菌を捕捉した。希釈法は、各土壌5gを殺菌水で攪拌して懸濁液を作り、 $10^{-2}$ 希釈液を1mlずつ、ストレプトマイシン250 $\mu$ 、ペノミル20 $\mu$ 加用PDA培地に流し込み、28℃に加温、発生する *Rhizopus* 属菌のコロニーを数えた。

##### (2) 種もみからの *Rhizopus* 属菌の検出

1971年度産ササミノリ種子を20kg入紙袋につめ3ヶ月間貯蔵した後に供試した。検出は乾糞および2日間浸種糞に対しておこない、対照区にTM TD水和剤(80%)の0.2%量粉衣種子、チウラム・ペノミル水和剤(20%、20%)の0.5%量粉衣種子、およびTPN水和剤(75%)の0.5%量粉衣種子を用いた。これらの種子を径19cmの大型シャーレの湿室に各50粒ずつ並べ、35℃に加温し、種子表面上に *Rhizopus* 属菌の発生した粒数を数えた。

##### (3) 育苗器内の *Rhizopus* 属菌の飛散状況

飛散状況調査はつぎの方法による。

ストレプトマイシン250 $\mu$ 、ペノミル500 $\mu$ 加用PDA培地を流し込んだ径9cmシャーレを育苗器内の上、中段に蓋をとったまま2日間静置し、飛散胞子を捕捉した。育苗器内の温度は32℃とし、調査前日から加温した。採集後のシャーレは28℃の定温器で加温後発生した *Rhizopus* 属菌コロニーを数えた。なお、調査対象の育苗器は前回の使用から29日間経たものを供試した。

##### (4) 土壌に播種された種子に対する *Rhizopus* 属菌の着菌状況

火山灰畑土壌を15cmシャーレにつめ、水道水で十分湿らせ、この上に供試種子を25粒ずつ並べて、

33℃に加温し、土壤上に播種された種子に対する着菌状況を調査した。供試種子は、2日間浸種無傷粃、同有傷粃、および、玄米とし、対照に粃殻を用いた。なお、調査は1区2シャーレ使用した。

2) 結果および考察

(1) 培土からの検出

培土からの*Rhizopus*属菌の検出率を第12表に示した。

第12表 培土からの*Rhizopus*属菌の検出率

区 別	捕 捉 法 <sup>(※1)</sup>		希 釈 法 <sup>(※2)</sup> 10 <sup>-2</sup>
	殺菌粃 %	殺菌玄米 %	
畑 土 壤	32.9	100.0	10
“ (殺菌)	0	0	0
人工培土	12.9	36.9	5
“ (殺菌)	0	0	0

注) ※1 32℃、4日後の捕捉粒率

※2 9cmシャーレ、3枚合計コロニー数

畑土壤、人工培土(昭和49年市販育苗用くみあい粒状培土)とも*Rhizopus*属菌が検出された。このことは培土によっても*Rhizopus*属菌が育苗箱内に持ち込まれることを示しているものと考えられる。また、検出率は殺菌粃または殺菌玄米による捕捉法の場合と希釈法の場合とでほぼ同様の傾向が見られ、いずれの場合も人工培土に比べて畑土壤で高めであった。これは人工培土の製造工程が関係しているものと推察される。すなわち、人工培土は製造途中で熱処理が加えられるといわれることから、いったん殺菌された状態になっていると考えられる。従って、ここでの検出は人工培土製造後の室中飛散菌その他の侵入およびその後の増殖によるものと考えられる。

(2) 種粃からの検出

種粃からの*Rhizopus*属菌の検出率を第13表に示した。

加温、加湿2日後から*Rhizopus*属菌の発生が認められ4日後、乾粃10%、浸種粃で7%の種子から*Rhizopus*属菌が検出された。一方、対照の薬剤処理種子では菌が検出されなかった。これらのことは、種子に*Rhizopus*属菌が付着して育苗箱内に持ち込まれることを示しており、さらに、薬剤の種子処理すなわち粉衣処理などによってこれらの種子付着菌の除去が可能であることを示し

ているものと考えられる。

第13表 種粃からの*Rhizopus*属菌の検出率

区 別	調 査 粒 数	菌の検出率	
		2日後	4日後
乾 粃	100	3%	10%
浸 種 粃	100	5	7
チウラム・ ベノミル剤 0.5%粉衣	100	0	0
T P N 剤 “	100	0	0
TMTD剤 0.2%粉衣	100	0	0

注) 湿室 19cmシャーレ、33℃  
調査数 シャーレ2枚合計値

(3) 育苗器内の飛散状況

育苗器内からの*Rhizopus*属菌採集状況を第14表に示した。

第14表 育苗器内における*Rhizopus*属菌の飛散状況

区 分	シャーレNo	コロニー数
出芽器内開放	1	5
	2	14
	3	2
	4	4
	5	10
	6	3
	7	0
	8	6
	平 均	5.5
無 処 理	1	0
	2	0
	3	0
	平 均	0

注) 出芽器温度 32℃、48時間開放

育苗器内に8枚のシャーレを開放した結果、7枚のシャーレに*Rhizopus*属菌が認められた。1シャーレ当りのコロニー数は2~14コで、平均5.5個であった。このことは、出芽処理に使用した育苗器は常に*Rhizopus*属菌に汚染されており、育苗器の内部では加温、加湿によって菌が飛散していることを示しているものとみられる。このことから、出芽処理中においても*Rhizopus*属菌の育苗箱内侵入が起こるものと考えられる。

菌の飛散量は9cmシャーレ当たり平均5.5個を示し、その数は少なかったが、これは供試した育苗器が前回の使用からすでに29日間も経過した条件のものであったことによるもので、育苗シーズン中で連日使用の育苗器では菌の飛散量がさらに多くなるものと考えられる。なお、育苗器の汚染源としては、播種作業中育苗器内部にこぼれ落ちた種子上で増殖した菌が主なものと考えられる。

(4) 土壤に播種された種子に対する着菌

土壤に播種された種子の着菌状況は第15表に示した。

第15表 土壤に播種された種子の着菌状況

区 別	調 査 粒 数	着 菌 率		
		3 日 後	5 日 後	7 日 後
無 傷 粃	50	12 %	28 %	28 %
傷 粃	50	8 %	56 %	56 %
玄 米	50	20 %	86 %	86 %
対 照 - 粃 殻	50	0 %	0 %	8 %

注) 火山灰畑土壤 33℃加温

種子に対する着菌は、加温3日後から認められ、5日後の着菌率は玄米で86%、傷粃で56%、無傷粃では28%であった。これに対して粃殻では加温5日後までは着菌が認められず、7日後になって僅かに認められる程度であった。

これらの着菌は、種子に付着した菌によるものと、土壤中の生存菌からの着菌によるものと考えられるが、粃殻だけでは極めて着菌率が低く、無傷粃でも低率にとどまった。これに対して傷粃と玄米では着菌率が著しく高かった。また、種子の着菌部位をみると、玄米では表面全体、傷粃では傷口部分、無傷粃では出芽後の根基部に最初の着菌が認められた。

なお、土壤、育苗器内から採集された*Rhizopus*属菌はイネ幼苗に対して、いずれも種子根および冠根の著しい発根抑制を示し、イネ苗に対する病原性が認められた。

以上のことから、*Rhizopus*属菌の育苗箱内侵入経路は、①培土中の生存菌によるもの、②種子付着菌によるもの、③育苗器内の孢子飛散によるものが考えられる。更に、これらの侵入菌は種子に混入している傷粃、脱稃粃などに着菌し、増殖が助長されているものと考えられる。すなわ

ち、種子に混入している傷粃や脱稃粃は着菌を容易にし、発生を助長するものと考えられる。このことは、育苗の現場において、脱稃粃混入種子を用いたためにしばしば多発生をみている事実とよく一致する。従って、防除にあたっては、培土及び種子の薬剤処理と併せて無傷種子の使用、育苗器内外の清掃などによる菌密度の低下など衛生上の配慮が重要と考えられる。

5. *Rhizopus* 属菌の孢子発芽と各種物質との関係

育苗箱内における*Rhizopus*属菌の孢子発芽と肥料、種子浸出液等の関係を明らかにするため、窒素化合物、玄米粉、土壤煎汁液および種子浸出液の発芽に及ぼす影響について検討した。

1) 材料および方法

窒素化合物と孢子発芽との関係には、第16表に示す含窒素化合物を供試し、窒素濃度が各区280mg/lになるように発芽液を作製した。

玄米粉との関係を検討するため、孢子懸濁液に玄米粉を1~0.01%添加、また土壤浸出液との関係では、畑土壤煎汁液を0.1%になるように孢子懸濁液に添加した。なお、対照にトマトジュース(市販品)を供試した。

さらに、催芽種子と孢子発芽との関係を検討するため、ストレプトマイシン・ベノミル加用平板寒天に孢子液を吹付け、その寒天上に催芽種子、不催芽種子および粃殻を置き、その周辺の孢子発芽状況を観察した。

供試孢子液は、PDA平板培地であらかじめ培養した*R. arrhizus*の孢子のうを軽く押しつぶして、蒸留水で懸濁液を作り、ガーゼでこして、200倍1視野当り約200個に調整した。

孢子の発芽調査は32℃、24時間後とした。

2) 結果および考察

含窒素化合物と孢子発芽率との関係を第16表に示した。

対照のトマトジュース1%添加液では99.0%、同0.1%では80.5%の発芽率(第17表)を示したのに対して、含窒素化合物ではシュウ酸アンモニウム、酢酸アンモニウムで比較的発芽率が高く、それぞれ5.5%、4.8%を示した。ついで、硫酸アンモニウム、リン酸アンモニウムの1.5%であった。硝酸アンモニウムでは発芽が認められなかった。

一方、第17表に示したように玄米粉1%添加液、

0.1%添加液はそれぞれ14.0%、4.3%の発芽率を示し、玄米粉は著しく発芽を助長することが認められた。畑土壌煎汁0.1%液、蒸溜水では発芽が認められなかった。

第16表 *R. arrhizus* の孢子発芽と含窒素化合物との関係

発芽液のN源		発芽率
硝酸カリウム	KNO <sub>3</sub>	0.2%
亜硝酸ナトリウム	NaNO <sub>2</sub>	0.3
硫酸アンモニウム	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.5
リン酸アンモニウム	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.5
塩化アンモニウム	NH <sub>4</sub> Cl	0.2
硝酸アンモニウム	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0.0
酢酸アンモニウム	CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	4.8
シュウ酸アンモニウム	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	5.5
対照—トマトジュース1%液		99.0
蒸溜水		0.0

注) 各発芽液のN量は280mg/lになるように作製した。培養32℃、24時間

第17表 *R. arrhizus* の孢子発芽と玄米粉との関係

発芽液	発芽率
玄米粉 1%添加液	14.0%
" 0.1 "	4.3
" 0.01 "	0
畑土壌煎汁 0.1%液	0
トマトジュース 0.1%液	80.5
蒸溜水	0

注) 32℃、24時間後調査

また、素寒天上における孢子発芽率は0.1%にとどまった。これに対して、素寒天上に催芽種子を置いたものでは、種子周辺の孢子発芽率が良好となり54.3%にも達した。この現象は種子の発芽によって糲殻から玄米が露出し、種子の周辺が浸出液によって白濁した部分ほど顕著であった。なお、不催芽種子、糲殻ではそれぞれ0.3%の発芽率にとどまった。

以上、*Rhizopus* 属菌の孢子発芽と各種物質との関係を検討した結果、種子の浸出液、玄米粉およびトマトジュースによる発芽促進作用が極めて

大きいことが認められた。また、窒素含化合物とくに肥料として施用される硫酸アンモニウムもわずかながら孢子発芽促進作用が認められた。しかし、畑土壌煎汁液ではその効果は認められなかった。

第18表 *R. arrhizus* 孢子発芽と種子との関係

区別	発芽率			
	1	2	3	平均
素寒天	0.4%	0%	0%	0.1%
素寒天上催芽種子周辺	17.0	69.6	76.4	54.3
" 催芽前種子周辺	0	0.8	0.1	0.3
" 糲殻周辺	0	0.5	0.4	0.3

注) 32℃、24時間後調査

古谷<sup>14)</sup>は1%硫酸アンモニウム液など数種の窒素化合物の孢子発芽促進作用が大きいことを確認し、本病の障害発生を助長している要因の一つとして、硫酸アンモニウムの育苗箱使用をあげている。しかし、著者らは、育苗箱内に侵入した*Rhizopus* 属菌孢子の発芽促進は、主として、出芽種子または傷糲から浸出する物質によるものと推察した。

### 6. *Rhizopus* 属菌の育苗箱内発生要因

*Rhizopus* 属菌の育苗箱内における発生要因を明らかにするため、種子の条件および育苗環境と菌叢の発生について検討した。

#### 1) 材料および方法

##### (1) 出芽温度と菌叢の発生

出芽器の温度を28、31および34℃に設定した。供試種子は品種ササミノリを用い、種子消毒後、① 催芽種子播種、② 催芽前種子に箱当り玄米を15g混播とした。培土は火山灰畑土壌を用い、育苗は稚苗育苗方式に準じた。調査は播種4日後に行なった。

##### (2) 催芽条件と菌叢の発生

種子の催芽の有無および催芽後に芽が乾いた場合の菌叢の発生について検討した。催芽は1~2mm程度とし、芽の乾燥は催芽種子を30分間陽光にさらして行なった。培土は火山灰畑土壌を用い、出芽温度は34℃とした。

##### (3) 種子の傷糲混入程度と菌叢の発生

人為的に作った傷糲を種子に混合し、菌叢の発

生との関係を検討した。なお、傷籾の中には水に浸漬中および催芽中に玄米が露出したものもみられた。培土は火山灰畑土壌を用い、出芽温度は34℃とした。播種4日後に調査した。

(4) 培土の種類と菌叢の発生

培土は第22～23表に示す育苗用人工培土(市販品)3種類と県内各地の畑土を供試した。菌叢の発生を促すため播種後覆土前に玄米を箱当り10g混播(試験1)、あるいは孢子液を灌注接種(試験2)した。出芽温度は34℃とし、調査は播種4～15日後に行なった。

(5) 培土の水分量と菌叢の発生

出芽時の培土水分量を「甚」「多」「少」の3段階に設定し、箱は積み重ね式、棚積み式とした。なお、水分量「甚」は箱底をビニールで包んだ排水孔のない育苗箱、「多」は出芽処理中の1日間だけ底の排水孔をビニールで閉じた育苗箱、「少」は箱底に間隔があり排水の良好な木製育苗箱をそれぞれ用いた。また、培土は高圧滅菌火山灰土壌を用い、これにジャガイモ煎汁液を加用したパーミキライトに培養した菌を培土の10%量混入した。種子は鳩胸程度に催芽し、箱当り240g播種した。灌水量は箱当り1.5ℓとし、出芽温度は30～31℃とした。調査は播種4～12日後に行なった。

(6) 緑化時以降の温度条件と菌叢の発生

稚苗育苗法に準じて播種、出芽処理した育苗箱を3か所の異なった環境下で緑化し、出芽後の温度経過と菌叢発生との関係を検討した。なお、育苗環境は次のとおりである。

- ① ガラス室  
平均気温 23.0℃ (8.5～38.0℃)
- ② ビニールハウス  
平均気温 19.9℃ (4.5～36.0℃)
- ③ 室内(半日陰)  
平均気温 13.7℃ (6.5～20.5℃)

第20表 催芽条件と菌の発生

種子の条件	播種4日後の菌量		同左生育状況	
	地表	地中	出芽状況	草丈
催芽(水漬(5日)→催芽→水切り→播種)	+	+～++	揃い	2.8 <sup>cm</sup>
芽の乾燥( " → " → " →陽光→播種)	++	+++	やや不揃い	2.5
催芽前( " → 水切り →播種)	+	++	"	2.3

注) 播種 1974年5月30日 菌量は第5表に準ずる。

供試土壌は火山灰畑土壌、品種はササミノリを用いた。

調査は出芽直後および緑化中における菌叢の発生状況、発病苗率、草丈を調査した。

2) 結果および考察

(1) 出芽温度と菌叢の発生

出芽温度28、31および34℃では34℃で菌叢の発生が最も多く、根長も短く、障害が認められた。31℃および28℃では菌叢の発生がやや少なかった(第19表)。28℃では部分的に*Fusarium*属菌の混発がみられた。このことから、出芽温度が34℃と高い場合は*Rhizopus*属菌の発生が助長されると考えられる。一方、出芽温度を28℃に下げた場合は、*Rhizopus*属菌の発生がやや抑制されるが、その反面、出芽が遅れ気味となり、発生適温が*Rhizopus*属菌に比べて低い*Fusarium*属菌の着菌を助長することになるものと考えられる。

第19表 出芽温度と菌の発生

出芽温度	区別	出芽状況	播種4日後の菌量		同左生育状況	
			地表	地中	草丈	根長
28℃	A	疎	-	+	2.0 <sup>cm</sup>	3.3 <sup>cm</sup>
	B	不出芽	+	++*	/	/
31℃	A	揃い	+	-～+	3.1	3.8
	B	疎	++	++	/	/
34℃	A	揃い	-	+～++	3.1	2.7
	B	疎	++	+++	/	/

- 注) 1) 区別Aは鳩胸程度の催芽種子播種、Bは催芽前種子に玄米15g混播  
2) \* *Fusarium*属菌が混発  
3) 播種 1974年7月4日  
4) 菌量は第5表に準ずる。

(2) 催芽条件と菌叢の発生

催芽後種子を乾かし過ぎた場合または催芽前種子を播種した場合には、出芽までの所要時間が長

びき、*Rhizopus* 属菌が多発する傾向が認められた(第20表)。とくに、催芽後、芽が乾いた種子では菌叢の発生が多かったが、これは芽が乾くことによって出芽勢が低下することはもちろん、乾いた芽が*Rhizopus* 属菌の着菌、繁殖の場となり易いことによると考えられる。このことから、播種作業の能率化を図るために、催芽種子を過度に脱水したり、作業中に芽を乾かし過ぎたり、あるいは、催芽前種子を播種したりすることは、出芽遅延となり、これが*Rhizopus* 属菌の発生を助長することになると考えられる。

(3) 種子の傷粒混入程度と菌叢の発生

播種4日後の菌叢の発生は、無傷種子では殆んど認められなかったが、傷粒混入種子では地中の播種層全面に認められた。とくに、傷粒および玄米の混入割合の高い場合は、地表、地中ともに著しい発生が認められた(第21表)。このことから、前記(N-4)のように、種子の傷粒混入は*Rhizopus* 属菌の着菌を容易にし、菌の増殖を助長

するものと考えられる。したがって、採種に当っては、収穫や脱穀調整に細心の注意を払い、傷粒を生じないようにしなければならない。

第21表 傷粒の混入と菌の発生

区 別	播種4日後の菌量	
	地表	地中
無 傷	—	—
傷粒(2.9%)	—	+~++
傷粒(6.7%)+玄米(10.4%)	++	++

注) 播種1974年5月30日、菌量は第5表に準ずる。

(4) 培土の種類と菌叢の発生

試験1における菌叢の発生は、播種4日後地表面では各培土ともほぼ同程度に観察された。しかし、地中の種子の周囲における発生では培土による差異が認められ、くみあい専用培土では最も発生が多く、くみあい合成培土では少なかった。同13日後の地中の発生程度もこれと同様であった。

第22表 培土の種類と菌の発生(試験1)

培 土	容 積 重 (g/100ml)	形 状	播種後の菌量			健全苗の生育状況 (播種13日後)	
			4日後		13日後	草 丈	根 長
			地表	地中	地中		
くみあい専用培土	110.2	細粒~粉状	+~++	++	+++	9.3 <sup>cm</sup>	2.3 <sup>cm</sup>
くみあい合成培土	103.2	中 粒 状	++	+	+	11.8	6.2
くみあい粒状培土	88.5	小 粒 状	++	+~++	+~++	10.6	4.1
火 山 灰 畑 土	70.0	粉 状	+~++	+~++	+~++	9.1	4.5

注) 播種 1974年6月27日、菌量は第5表に準ずる。

第23表 培土の種類と菌の発生(試験2)

培 土	菌 の 発生量 (15日後)	草 丈	葉 齢	異常根苗率			不 出 芽 率	健 全 苗 率
				重	軽	計		
火山灰土(滝沢) 腐植 10%	++	11.6 <sup>cm</sup>	2.7 <sup>齢</sup>	15.6%	4.9%	20.5%	9.0%	70.5%
沖積土(江刺) " 5%	++	10.5	2.7	22.3	22.9	45.2	17.8	37.0
花崗岩土(釜石) " 2%	+++	10.0	2.5	38.5	35.0	73.5	20.8	5.7
第三紀土(東和) " 0.5%	+++	9.5	2.5	13.1	38.9	52.0	26.9	21.1

注) 播種 1976年5月2日、( )内は土壤採集地、菌量は第5表に準ずる。

一方、播種13日後の健全苗の生育状態をみると、中粒状で孔隙に富むくみあい合成培土では草丈、根長とも他に優り、生育が良好であったが、細粒

~粉状で容積重の大きいくみあい専用培土では根長が著しく劣り、生育も遅れ気味であった。

試験2における菌叢の発生は、花崗岩土壌、第

三紀土壌で多めで、火山灰土壌、沖積土壌では前二者に比べ少なかった。また花崗岩土壌および第三紀土壌では不出芽率、異常根苗率が高く、草丈葉齡も劣ったのに対して、火山灰土壌および沖積土壌では出芽、生育とも良好であった。

これらのことから、苗が順調に生育するような形状、組成の培土に比較して、生育が停滞するような培土においては、菌叢の発生が助長される傾向にあると考えられる。

(5) 培土の水分量と菌叢の発生

培土の水分保持は、播種3日後の覆土の湿り状態から観察すると、ほぼ規定どおり維持され、甚

・多・少の3段階に区分された。この条件下における菌叢の発生状況をみると、「甚」では播種8日後まで少なく、その後種子の腐敗とともに著しく増加した。「多」、「少」では出芽時覆土の持上りもあって、播種層における菌叢の発生が多かった。積重式と棚積式による差は判然としなかった。これらのことから、種子が培土中に埋没して、出芽障害を起こすほどの過湿状態にある「甚」は例外としても、「多」「少」区の菌叢の発生状況からみて、通常の出芽処理時の培土水分は、常に *Rhizopus* 属菌の発生に好適した状態にあると考えられる。

第24表 培土の水分量と菌の発生

出芽法	培土の水分量	播種後の菌量				備 考
		播種4日後		同8日後		
		地表	地中	地中	地中	
積 重	甚	一～十	+	十～廿	卅	覆土多湿、出芽不良
	多	"	卅	卅	卅	
	少	"	卅	卅	卅	
棚 積	甚	一～十	+	+	卅	覆土多湿、出芽不良 } 出芽時覆土の持上り顕著
	多	"	卅	卅	卅	
	少	"	卅	卅	卅	

注) 播種 1973年5月8日、菌量は第5表に準ずる。

(6) 緑化時以降の温度条件と菌叢の発生

播種4日後の緑化時、地表にわずかに菌叢がみられる程度の軽い発生でも、その後に播種層で菌叢の増加が認められた。とくに、緑化後の育苗温度が6.5～20.5℃と低く経過した室内区では、ガラス室内区、ビニールハウス区のように温度が高く経過したもの比べて、菌叢の増加が著しかった。また、播種11日後調査では、室内区は生育

が停滞気味で、褐変苗率が高く、草丈もやや短かった。

このことから、*Rhizopus* 属菌の発生は、出芽処理中の高温多湿条件下でみられるものの他に、出芽後低温に経過し、苗の生育が停滞するような育苗環境においても、助長されることが明らかである。なお、出芽以降の発生には緑化処理中の湿度条件も大きく関係しているものと考えられる。

第25表 緑化時以降の温度条件と菌の発生

育 苗 場 所	播種後の菌量			褐 変 苗 率 (播種11日後)	草 丈 (同 左)
	4日後	6日後	11日後		
	地表	地中	地中		
ガ ラ ス 室	一～十	卅	+	10.6	7.3
ビニールハウス	+	十～廿	+	19.7	7.1
室 内 (半日陰)	+	十～廿	卅	24.1	6.0

注) 播種 1973年5月8日、菌量は第5表に準ずる。



以上、*Rhizopus* 属菌の育苗箱内発生要因について検討した。菌叢の発生は、出芽処理期間の高温（34℃）高湿度条件下と緑～硬化期間の低温（平均気温 13.7℃）、高湿条件下で認められた。前者は、出芽時の高温が *Rhizopus* 属菌の生育適温と重なったことにより、また、後者は低温によって苗の生育が停滞している間に、*Rhizopus* 属菌の増殖が進んだことによると考えられる。

この他、とくに出芽処理期間の発生要因としては、催芽前種子、催芽後に芽の乾いた種子および傷粒混入種子の使用、あるいは、通気性不良培土、排水不良培土および排水不良育苗箱の使用などがあげられる。

茨木（1974）<sup>9)</sup> は本病の発生要因の一つとして、とくに出芽温度をとりあげ、35℃以上の高温で苗立枯れの発生の多いことを認めている。さらに、緑化以降の低温と菌叢の発生との関係を検討し、出芽後10日間位までは5～10℃の低温に遭遇すると障害が助長されることを認めている。この点、著者らの結果とはほぼ一致するものと推察される。

## V *Rhizopus* 属菌による苗立枯病の防除

ここでは、本病に有効な薬剤を探索し、その処理法について、土壌処理、種子処理、資材処理等の面から検討しようとした。さらに、育苗箱内に発生する他の病害防除をも含めた総合的な防除法を見い出そうとしたものである。

### 1. 各種薬剤の防除効果

土壌処理剤および種子処理剤の中から本病に有効な薬剤を探索しようとした。

第26表 各薬剤の防除効果

供試薬剤と処理法	<i>Rhi</i> - 属菌の発生量			立枯病発生状況		草 丈 10日後
	4日後	6日後	10日後	総苗数	褐変枯死苗率	
ヒドロキシイソキサゾール粉剤土壌混和	+	++	++	199 <sup>本</sup>	23.6 <sup>%</sup>	4.8 <sup>cm</sup>
ベノミル水和剤種子粉衣	+	++	++	229	3.5	4.8
チウラム・ベノミル水和剤種子粉衣	—	—	—	234	0.4	4.3
PCNB 粉 剤 土 壌 混 和	—	—	—	207	8.2	2.0
対 照 オートクレーブ殺菌土壌	++	++	++	188	22.9	4.5
" 無 殺 菌 土 壌	++	++	++	205	20.0	4.5

注) 播種3日後から緑化处理（温度 14～26℃）

*Rhi*-*Rhizopus* 発生量は第5表に準ずる。

1973年1月12日播種

### 1) 材料および方法

(1) 供試薬剤と処理方法は次によった。

① ヒドロキシイソキサゾール粉剤（タチガレン粉剤）5g/箱の土壌混和

② ベノミル水和剤（ベンレート水和剤）0.5%量播種直前種子粉衣

③ チウラム・ベノミル水和剤（ベンレート水和剤20）0.5%量播種直前種子粉衣

④ PCNB粉剤5g/箱土壌混和

(2) 供試土壌は岩手農試火山灰畑土壌を使用した。

(3) 育苗法は稚苗育苗法に準じた。

(4) 調査は、育苗器から搬出直後と緑化处理中における菌の発生状況、生育状況および苗立枯病発生状況について行なった。なお、播種は1973年1月12日に行なった。

### 2) 結果と考察

各薬剤の防除効果を第26表に示した。

チウラム・ベノミル水和剤0.5%量播種直前種子粉衣とPCNB粉剤5g/箱、土壌混和は播種10日後調査においても *Rhizopus* 属菌の発生が認められず、褐変枯死苗の発生率も低めにとどまった。しかし、両薬剤とも草丈の伸長抑制が認められ、とくに、PCNB処理区で顕著であった。ヒドロキシイソキサゾール粉剤およびベノミル水和剤処理区では、*Rhizopus* 属菌の発生が対照無処理区とほとんど差が認められず、防除効果は認められなかった。

なお、チウラム・ベノミル水和剤は、薬害の発生程度からみて、使用法をかえることによって薬害を回避出来るものと推定された。このことから、



本剤使用の方法について、更に検討を重ねることとし、以下に記す諸点を試験した。

## 2. 各種薬剤の使用濃度と苗の生育との関係

前項1で *Rhizopus* 属菌に対する抑制効果が認められたチウラム・ベノミル水和剤（ベンレート T水和剤20）および、福島農試<sup>1)</sup>によって効果の認められた TPN 水和剤（ダコニール）等の使用方法とを検討するにあたって、薬剤の濃度と苗の生育との関係を明らかにしようとした。

### 1) 材料および方法

チウラム・ベノミル水和剤（チウラム20%、ベノミル20%）、TPN 水和剤（75%）を供試した。各薬剤の所定濃度の薬液を、ろ紙を敷いた径9cm

のシャーレに5ml注入し、種子を30粒を並べ、30℃で出芽（ろ紙法）または、9cmシャーレに土壌10gずつ入れて播種し、これに所定濃度の薬液を10mlずつ灌注して覆土、30℃で育苗した（土壌播種法）。播種3～6日後1区20本を対象に草丈、根長を測定した。なお試験は1973年4月19日から4月28日に行なった。

### 2) 結果および考察

薬剤の生育に対する安全濃度を知るために、各濃度別にろ紙法、または土壌播種法によって種子処理を行なった。薬剤の生育に対する影響は、両薬剤とも不完全葉出葉期まででは草丈の伸長抑制に比べて発根抑制が顕著であった。これらの結果は第27表に示すとおりである。

第27表 希釈倍数と苗の生育

希釈倍数	チウラム・ベノミル水和剤					TPN 水和剤				
	ppm	ろ紙法		土壌法		ppm	ろ紙法		土壌法	
		草丈 mm	根長 mm	草丈 cm	根長 cm		草丈 mm	根長 mm	草丈 cm	根長 cm
100	4,000	6.1	2.1	3.1	1.9	7,500	21.8	9.9	6.8	9.4
200	2,000	8.3	2.8	3.5	4.5	3,750	22.0	22.5	6.1	8.8
400	1,000	7.9	7.0	3.6	7.3	1,875	22.0	38.6	5.8	10.4
1,000	400	9.4	13.3	4.2	8.3	750	19.1	55.4	6.2	11.6
2,000	200	9.0	14.6	4.4	7.3	375	21.2	61.0	7.0	12.7
4,000	100	8.6	15.4	4.1	9.2	187	21.4	69.3	6.5	12.2
Control	0	11.9	16.8	3.8	8.7	0	21.6	60.8	7.5	12.6

調査時期 チウラム・ベノミル水和剤：ろ紙法～3日後、土壌法～5日後  
TPN 水和剤：ろ紙法～4日後、土壌法～6日後

なお、ろ紙法は処理濃度液に直接種子が触れる状態であるのに対して、土壌播種法は処理濃度液が土壌で希釈され、育苗箱処理に近い状態と考えられる。

チウラム・ベノミル：ろ紙法では200ppm（2,000倍）、土壌播種法では1,000ppm（400倍）以上の濃度で根の伸長が対照の90%以下にとどまり生育抑制が著しかった。

TPN：ろ紙法では750ppm（1,000倍）、土壌播種法では1,875ppm（400倍）以上の濃度では生育抑制が著しかった。

以上のことから、チウラム・ベノミル水和剤および TPN 水和剤の実用濃度は、イネ苗の生育状態からみて、両薬剤とも、希釈倍数で400倍より高い倍率と考えられる。

## 3. 土壌処理法と防除効果

チウラム・ベノミル水和剤および TPN 水和剤の苗立枯病防除剤としての土壌処理効果を検討するとともに、TPN 剤とヒドロキシイソキサゾール剤との併用について検討した。

### 1) チウラム・ベノミル水和剤の土壌処理法と防除効果

チウラム・ベノミル水和剤の600～1,200倍液を播種時箱当り600ml灌注して防除効果を検討した。

高圧滅菌畑土壌に培養菌を接種（第28表）、あるいは、畑土壌に玄米粉を箱当り5～10g散布（第29・30表）して発生を助長させ、稚苗方式で育苗した。

第28表 チウラム・ベノミル水和剤の処理法と効果(1)

処 理 法	菌 叢 の 発 生 量		生 育 状 況 播 種 12 日 後 草 丈
	播 種 4 日 後	同 左 13 日 後	
	地 表	地 中	
覆 土 前 600 倍 600 ml/箱	—	—	12.1 <sup>cm</sup>
覆 土 後 600 " "	+	+	12.3
" 800 " "	+	+	12.7
" 1,000 " "	+	+	12.5
" 1,200 " "	+	+	13.7
Control	+	+	11.8

注) 菌量の観察：—発生なし。+わずかに発生がみられる。+箱全面に発生がみられるが、密度は低い。+箱全面に発生し、密度も高い。

接種法：PDパーミキライト培養菌 70g/土 1kg、播種 1973年 4月 19日

第29表 チウラム・ベノミル水和剤の処理法と効果(2)

処 理 法	菌 叢 の 発 生 量			生 育 状 況	
	播 種 4 日 後	同 左 9 日 後		草 丈	根 長
	地 表	地 表	地 中		
播 種 前 1,000 倍 1 l/箱	—	—	+	7.1 <sup>cm</sup>	4.9 <sup>cm</sup>
覆 土 直 前 1,000 倍 1 l/箱	—	—	—~+	6.7	5.4
Control	—	—	+	6.3	4.5

注) 玄米粉 5g/箱散布……少発条件、播種 1974年 6月 17日

第30表 チウラム・ベノミル水和剤の処理法と効果(3)

処 理 法	菌 叢 の 発 生 量		生 育 状 況		健 全 苗 率 (播 種 12 日 後)
	播 種 4 日 後	同 左 9 日 後	草 丈	根 長	
	地 表	地 中			
播 種 前 1,000 倍 1 l/箱	+	+	10.0 <sup>cm</sup>	3.8 <sup>cm</sup>	13.8 <sup>%</sup>
覆 土 直 前 1,000 倍 1 l/箱	+	+	10.5	4.4	37.3
覆 土 後 1,000 倍 1 l/箱	+	+	10.6	3.6	24.6
Control	+	+	10.5	3.7	20.9

注) 玄米粉 15g/箱散布……多発条件、播種 1974年 7月 1日

この結果、600倍液から1,200倍液までは菌叢の発生状況に差異が認められず、効果はほぼ同等と考えられた。また、玄米粉散布によって、1,000倍液、箱当り 1 l 灌注した場合、玄米粉 5g 散布による少発条件下では、菌叢の発生も少なく、生育も優れたものの、15g 散布による多発条件下では効果が明らかでなかった。また、生育中の菌叢の

増加も多いように観察され、効果の持続期間は短いと考えられた。灌注法では、直接種子層を対象にした覆土前灌注が優る傾向が認められた。

2) TPN水和剤の土壌処理法と防除効果

TPN水和剤 500~1,000倍液、箱当り 1 l 覆土後灌注の効果を実験によって確認しようとした(第31表)。

第31表 TPN水和剤の処理法と効果

供試薬剤	希釈倍数	覆土後 灌注	菌叢の発生量 (4日後)		苗の障害調査(9日後)				
			地表	地中	健全	中茎伸 長歪曲	第1葉 伸長抑制	種子根 抑制	鞘葉褐変
TPN	500倍	1ℓ	—	+	63.4%	22.8%	13.3%	0%	0.5%
"	1,000倍	1	—~+	—~+	47.9	37.2	11.3	0.8	2.8
Control	—	—	##	##	28.4	44.4	21.9	0	0

注) 播種 1974年9月5日、火山灰畑土壌

この結果、出芽時における無処理区の菌叢発生量は極めて多く、これに伴って中茎の伸長歪曲、第1葉~不完全葉の伸長抑制、鞘葉褐変など生育障害苗の発生も多かった。これに対してTPN水和剤灌注処理区では障害苗の発生が少なく、有効と考えられた。500倍液と1,000倍液では500倍液の効果が高めであった。しかし、1,000倍液でも無処理と比べて高い防除効果が認められた。

3) TPN水和剤とヒドロキシイソキサゾール剤との併用

TPN水和剤1,000倍液箱当り1ℓ灌注とヒドロキシイソキサゾール剤の粉剤箱当り5gまたは同液剤1,000倍液との併用を苗の生育および効果面から検討した。その結果を第32表に示した。なお、培土は火山灰畑土壌を用いた。

ヒドロキシイソキサゾール粉剤の土壌混和に対して、TPN水和剤の播種前または覆土後灌注は

根長の抑制がわずかながら認められたものの、健全苗率では対照区と差が認められなかった。TPN水和剤の播種前灌注に対して、ヒドロキシイソキサゾール液剤を緑化時(播種4日後)に灌注した場合でも対照区と比べて生育に差がなく、薬害は認められなかった。

これに対して、両薬剤の500倍液を播種前あるいは播種後に混合灌注した場合は、草丈および根長の抑制が著しく、健全苗率も低下するなど、薬害が認められた。

以上のことから、両薬剤の500倍液混合灌注をのぞけば、ヒドロキシイソキサゾール粉剤の使用前の土壌混和に対するTPN水和剤の播種前または覆土後灌注による併用、あるいはTPN水和剤播種前灌注に対するヒドロキシイソキサゾール液剤の緑化時灌注による併用は、実用上問題はないものと考えられる。

第32表 TPN水和剤とヒドロキシイソキサゾール粉剤との併用による影響

No	施用時期					草丈	根長	健全苗率	薬害の程度
	土壌混和	播種前	播種後	覆土後	緑化時				
1	▲	○				11.3 <sup>cm</sup>	3.2 <sup>cm</sup>	76.0 <sup>%</sup>	無
2	▲			○		11.2	3.0	81.0	無
3		●○				8.7	2.9	44.8	中
4			●○			7.0	1.8	0	多
5		○			●	9.7	3.9	72.0	無
6	—	—	—	—	—	10.0	4.0	77.4	無

注) 播種 1974年11月12日、温室育苗(4℃~32℃)、火山灰畑土壌

調査 1974年11月25日

▲ ヒドロキシイソキサゾール粉剤 5g/箱

● " 液剤 1,000倍

○ TPN水和剤 1,000倍 } 灌注量 1ℓ/箱

●○ 500倍 + 500倍液

4. 種子処理法と防除効果

*Rhizopus* 属菌は、播種後に種子、幼芽などに着菌して生育阻害を起すが、この際種子消毒剤を種子に付着させることによって、種子に対する着菌抑制が出来ないか否かを検討した。

試験 I) 播種時処理濃度と効果

1) 材料および方法

処理方法；チウラム・ベノミル水和剤（ベンレートT水和剤20）をクレーで希釈し、有効成分濃度を2.5～20.0%になるように調製した。これらをあらかじめホルマリン消毒後鳩胸程度に催芽した種子に乾粉換算で種子重の0.5%量を粉衣し、播種した。なお、対照として同水和剤（20%）の1,000倍液、箱当り600ml覆土後灌注処理を同時に行った。

育苗方法；所定の処理種子を箱（60×30cm）当り250g播種し、これに接種源として玄米を箱当り

5g播種した。品種はササミノリを、培土は火山灰畑土壌を用いた。なお、播種前には培土に十分灌水し、さらに、覆土後も軽く灌水した。出芽は育苗器を用い常法によった。

調査は緑化時の菌叢発生量、生育状況について行なった。

2) 結果と考察

種子播種上に玄米を少量混播したことによって、地中での菌叢の発生がやや多かったが、地表面での発生は少なかった。これに対して、薬剤処理区では、チウラム剤とベノミル剤の種子1kg当り有効成分量がそれぞれ1～0.5gでは地表および地中の菌叢の発生が少なく、効果が認められた。しかし、これらの濃度では草丈がやや短くなり、生育に対する抑制も認められた。種子1kg当り有効成分量が0.25～0.13gでは菌叢の発生がやや多く観察され、効果は不十分であった。チウラム・ベノミル水和剤の1,000倍液箱当り600ml灌注はわ

第33表 チウラム・ベノミル剤の濃度と催芽後種子処理の効果(1)

薬剤濃度および処理法	種子1kg当り 成分量	<i>Rhi</i> -属菌の発生量				草丈 播種 9日後
		播種 4日後 地中	同左 地表	播種 9日後 地中	同左 地表	
チウラム・ベノミル20.0%、0.5%粉衣	(T) 1.00、(B) 1.00 g	—	—	—	—	±
“ 15.4 “	0.75、0.75	—	—	—	—	±
“ 13.3 “	0.66、0.66	—	—	—	—	±
“ 10.0 “	0.50、0.50	—	—	—~+	—	+
“ 5.0 “	0.25、0.25	—	—	—~+	—	+
Control	0 0	++	+	++	—	

注) 草丈はControlに対して、—：短い、±：並、+：長い  
*Rhi* : *Rhizopus*、発生量の評価は第28表に準ずる。  
 播種 1973年9月5日。成分量 T：チウラム、B：ベノミル

第34表 チウラム・ベノミル剤の濃度と催芽後種子処理の効果(2)

薬剤濃度および処理法	種子1kg当り 成分量	<i>Rhi</i> -属菌の発生量				草丈 播種 13日後
		播種 5日後 地中	同左 地表	播種 9日後 地中	同左 地表	
チウラム・ベノミル10.0%、0.5%粉衣	(T) 0.50、(B) 0.50 g	+	+~++	+~++	+	5.1 <sup>cm</sup>
“ 5.0 “	0.25、0.25	++	++	++	++	6.1
“ 2.5 “	0.13、0.13	++	++	++	++	5.9
チウラム・ベノミル水和剤、1,000倍液600ml灌注	(0.60、0.60)*	+	+~++	+~++	+	7.5
Control	0 0	++	++	++	++	4.4

注) \*印は播種量200gとしての箱当り灌注薬量から換算。  
 播種 1973年9月9日、その他第33表に準ずる。

ずかに菌叢の発生が認められたものの、生育が無処理に比較して著しく優り、有効と考えられた（第33、34表）。

以上、チウラム・ベノミル剤の *Rhizopus* 属菌に対する有効処理濃度は、種子 1kg 当り成分量で 0.5g 以上と考えられるが、催芽種子を対象とした播種直前処理では、生育抑制の問題が残される。

試験Ⅱ) 浸種前処理と効果

1) 材料および方法

a. 第1回実験

薬剤処理法；チウラム・ベノミル水和剤を用い、5倍液または10倍液を乾燥種子重の3%量を吹付け処理、あるいは同剤を種子重の0.5%量粉衣処理、同剤20倍液に20分間浸種前浸漬処理した。なお、吹付け処理は小型電気スプレー（日立製作所製造）を用い、種子を攪拌しながら吹付けた。また、処理種子はいずれも実験室内で十分風乾してから供試した。対照にはホルマリン消毒種子を用いた。

接種法；フスマ培養菌の *Rhizopus arrhizus* をこれと等量の培土に混和し、箱の一端約 5cm 幅に覆土して、箱（30cm×20cm）全体の伝染源になるようにした。

育苗法；培土は農試畑土壌を用い、稚苗育苗方式で行なった。調査は出芽時および硬化処理中の

菌叢の発生状況と苗の生育状況について行なった。播種は1975年5月24日に行なった。

b. 第2回実験

薬剤処理法；チウラム・ベノミル水和剤を用い、10倍液を乾燥種子重の2、4、6および8%量浸種前吹付け処理、同剤7.5倍液を乾燥種子量の3%量浸種前吹付け処理および同剤20倍液を乾燥種子量の10%量浸種前スラリー処理とした。なお、10倍液吹付け処理は小型電気スプレーを、7.5倍液吹付け処理は、渡部ら<sup>21)</sup>が開発した種籾大量消毒用試作機を用いて処理した。対照薬剤としてTPN水和剤を供試し、1,000倍液通常育苗箱当り0.5ℓを播種後灌注した。

接種法；*Rhizopus arrhizus* の培養孢子懸濁液を孢子濃度150倍し視野当り約300個に調製し、播種直後箱当り1ℓ灌注した。なお、播種後菌叢の発生を促進させるために、予め箱の一端に約5cm幅で玄米粉をおいた。

育苗法；薬剤処理後1日風乾し、浸種した。2日後換水した。その後常法により催芽、播種した。出芽温度は、32～34℃とし、出芽後は温室で管理した。

調査は第1回実験に準じた。

2) 結果と考察

第35表 チウラム・ベノミル水和剤の浸種前種子処理法と防除効果(1)

区 分		<i>Rhi</i> -属菌発生量		播種13日後の苗調査	
		播種3日後地	播種13日後中	調 査 総 苗 数	健全苗率
チウラム・ベノミル水和剤、10倍液、3%量吹付		+	—	297	91.3
"、5倍液、3%量吹付		+	—	247	91.7
"、0.5%粉衣		+	—	248	86.2
"、20倍液、20分浸漬		+	—	302	88.6
対 照 区 (ホルマリン消毒)		+	+~+	250	57.1

播種13日後の苗調査				播種17日後の生育調査						
異常 苗	根 率	褐変 苗率	生 育 不良 苗率	不出 芽率	草 丈	根 長	生 体 重	同 左 比	生 根 重	同 左 比
%	%	%	%	%	cm	cm	g/50本	%	g/50本	%
0.3	0	3.5	4.9	9.8	9.8	4.9	4.25	99	2.35	107
0.6	0.2	2.0	5.5	9.7	9.7	5.5	4.35	101	2.75	127
0	1.8	9.8	2.2	9.4	9.4	4.8	4.15	97	1.85	84
0	0	9.0	2.4	9.8	9.8	4.4	4.10	95	1.80	82
1.8	20.1	10.3	10.7	10.1	10.1	4.5	4.30	100	2.20	100

注) 播種 1975年5月24日

*Rhi*- ; *Rhizopus*、発生量の評価は第28表に準ずる。

第36表 チウラム・ベノミル水和剤の浸種前種子処理法と防除効果(2)

区	分	吹付方法	種子 1 kg 当り処理 薬 量	Rhi - 属菌の発生				
				播種 3 日後	同 10 日後			
チウラム・ベノミル水和剤、10 倍液、2% 量吹付		噴霧機	2 <sup>g</sup>	+	+			
"、"、4% "		"	4	-	+			
"、"、6% "		"	6	-	+			
"、"、8% "		"	8	-	+			
"、7.5 倍液、3% 量吹付(風力強)		試作機	4	-	+			
"、20 倍液、10% 量スラリー		-	5	-	+			
TPN 水和剤 1,000 倍液 0.5 ℓ/箱播種時灌注		-	(2.5) <sup>※1</sup>	+	+			
Control			-	+	++ (Fus+)			
状況 <sup>※2</sup>	Tri 菌	Fus 菌	播種 10 日後の苗調査					播種 20 日後の 苗立枯発生率 (観察)
			調査苗数	健全苗率	異常根 苗 率	褐変苗率	生育不良 率	
同 20 日後	同 左	同 左						
+	-	-	96 本	80.3 %	19.7 %	0 %	0 %	} 1 ~ 2
+	-	-	100	88.0	12.0	0	0	
+	-	-	89	93.3	6.7	0	0	
+	-	-	132	91.8	7.5	0	0.7	
+	-	-	136	82.3	17.7	0	0	
+	-	-	103	92.8	7.2	0	0	
+	+	+	111	80.3	14.3	5.5	0	5 ~ 10
++	+	++	137	63.5	26.3	10.2	0	60 ~ 80

注) 浸種前処理

※1 播種量を 200 g として箱当り灌注薬量から換算

※2 Rhi ; *Rhizopus*、Tri ; *Trichoderma*、Fus ; *Fusarium*

播種 1975 年 12 月 2 日

a. 第 1 回実験

出芽時における *Rhizopus* 属菌の発生は、対照のホルマリン消毒区がやや多かったのに対して、チウラム・ベノミル水和剤処理の各区はやや少なかった。出芽状況も各区とも良好で支障がみられなかった。播種 13 日後の苗調査の結果でも、チウラム・ベノミル水和剤処理の各区は異常根苗、根部鞘葉褐変苗の発生がホルマリン消毒区に比較して少なく防除効果は顕著であった。しかし、チウラム・ベノミル水和剤の 0.5% 量粉衣処理、あるいは 20 倍液 20 分浸漬処理では生育不良の苗がやや多く、生体重、生根重がやや劣った。吹付け処理ではなんら障害は認められなかった。

b. 第 2 回実験

チウラム・ベノミル水和剤処理区における *Rhizopus*

属菌の発生は少なく、10 倍液の 2% 量吹付けをのぞけば、対照薬剤の TPN 水和剤灌注処理区よりも少なかった。播種 10 ~ 20 日後では TPN 剤灌注処理区とはほぼ同等の発生となった。播種 20 日後、無処理区および TPN 水和剤灌注処理区においては、*Rhizopus* 属菌の他に *Trichoderma* 属菌、*Fusarium* 属菌の混発がみられたが、チウラム・ベノミル水和剤処理区はいずれの混発もみられず、これらの菌に対する抑制効果も認められた。

苗調査では、播種 10 日後の異常根苗率でみると、チウラム・ベノミル水和剤処理区は各区とも無処理区と比較して著しく低く有効であった。とくに、10 倍液の 6 ~ 8% 量吹付けでは、TPN 水和剤灌注処理区に優り、10 倍液の 4% 量吹付けまたは 7.5 倍液の 3% 量吹付け(試作機使用)も TPN 水和剤灌注処理

とほぼ同等の効果が認められた。しかし、10倍液の8%量吹付けでは草丈の抑制がみられた。

播種10日後以降、低温に遭遇して苗立枯病の発生がみられたが、発病状況を観察すると、無処理区が60~80%の苗立枯発生率であったのに対して、チウラム・ベノミル水和剤各処理区では1~2%の発生率にとどまった。このことは、チウラム・ベノミル水和剤処理が苗立枯病に關与している各種病原菌に対して有効に作用したことによるものと考えられる。

以上、チウラム・ベノミル水和剤の種子処理による *Rhizopus* 属菌に対する防除効果について検討した。

防除効果からみて、有効濃度は種子1kg当り成分量で0.5g以上と考えられたが、催芽種子を対象とした場合は、生育抑制がみられ実用的ではない。浸種前処理では、10倍液4~6%量吹付け処理(有効濃度各0.8~1.2g)あるいは7.5倍液の3%量吹付け処理(有効濃度各0.8g)が有効と考えられる。

また、本実験では、チウラム・ベノミル水和剤の吹付けによる種子処理が *Rhizopus* 属菌の他に、*Fusarium* 属菌、*Trichoderma* 属菌に対しても有効であることが認められたが、著者ら<sup>21)</sup>は既に本処理法がこれらの病原菌に対する効果とともに、*Pythium* 属菌に対しても有効であることを報告した。

従って、本処理法すなわち、チウラム・ベノミル水和剤の吹付けによる浸種前種子処理は、いもち病、馬鹿苗病、ごま葉枯病に対し有効であると同時に、*Rhizopus* 属菌、*Fusarium* 属菌、*Trichoderma* 属菌および *Pythium* 属菌による苗立枯病に対しても有効であることが明らかにされた。

## VI 総合考察

1. 稚苗育苗に発生した立枯れ苗およびその発生培土から糸状菌を分離し、*Rhizopus* 属菌、*Mucor* 属菌、*Trichoderma* 属菌、*Fusarium* 属菌、*Pythium* 属菌、*Rhizoctonia* 属菌、*Epicoccum* 属菌、*Aspergillus* 属菌、*Penicillium* 属菌など9種類が確認された。この中で、*Rhizopus* 属菌、*Trichoderma* 属菌、*Fusarium* 属菌の3菌は立枯れ苗、培土から普遍的に分離され、分離頻度がとくに高かった。また、これらの分離菌はいずれも播種時接種によって、イネ幼苗に対する病原性が確認された。このことから、

岩手県においては、稚苗育苗における苗立枯れの主体をなすものは、これら3病原菌と考えられる。その中であって、とくに *Rhizopus* 属菌による障害が多く、稚苗育苗において出芽時から生育の前半にかけて多発し、出芽、生育障害をおこし、これが原因で苗を棄却処分するなどの被害が多い。稚苗育苗の標準栽培法は箱当り200gを播種し、30~32℃の高温条件下で出芽させるもので、いわば密播、高温、高湿度条件下での育苗であるため、*Rhizopus* 属菌の伸長が極めて旺盛で、他の菌の伸長速度を上廻った。

2. このような発生経過の中で、罹病苗、育苗資材等から *Rhizopus* 属菌を分離した結果、*R. arrhizus*、*R. stolonifer*、*R. javanicus*、*R. oryzae*、*R. chinensis* の5種類が確認され<sup>18)</sup> これらの菌株は、いずれもイネ幼苗に対して発根抑制などの病原性が認められた。これら5種類の他に、灰木<sup>10)</sup>は(財)醸酵研究所保存菌株の中から、接種試験によってイネ幼苗に病原性を認めたものとして、*R. delemer*、*R. japonicus*、*R. niveus*、*R. oligosporus*、*R. hangchao* の5種類を報告しており、苗立枯病に關与している *Rhizopus* 菌には数種存在すると考えられる。また、これらの中で、*R. chinensis* は異常根の発生率が高いのに対して、*R. stolonifer* では他の菌株に比べて障害苗の発生程度は軽く、菌株の種類によって病原性に差異があることが認められた。

3. *Rhizopus* 属菌による苗立枯病は、種子の周囲および覆土に発生した菌叢の生産する毒物質<sup>20)</sup>によって起こる。その病徴としては、出芽および発根の抑制が特徴的な点としてあげられる<sup>9), 16)</sup>。すなわち、出芽前または第1葉期の褐変腐敗などによって苗立ちが不良になるとともに、生育がやや進んだものでも、冠根および種子根の発生が抑制されて、球状根または棒状根を呈した異常根苗となる。また、中茎の異常伸長、鞘葉肥大なども認められる。症状の比較的軽いものでは、地上部の生育は健全苗に比べてやや劣り、葉色も淡いものの、必ずしも枯死しない。矢尾板<sup>24)</sup>らは、一般慣行に準じた育苗により、育苗日数がおおむね20日間と短い稚苗では、仮に根部障害が現われても、立枯症状を示す前に本田に移植されるものが多いと報告している。障害苗は冠根の発生が少なく、根張りが著しく劣ることから、機械による移植作業に支障が生じるとともに、矢尾板らも指摘した

ように移植後の生育が劣る。

4. *Rhizopus* 属菌の育苗箱内侵入経路としては、種子付着、培土等育苗資材における付着、および育苗中の空中飛散が考えられるが、事実これらのものから本菌が多量に検出された。<sup>17), 22), 23)</sup> 育苗箱侵入後は種子に混入している傷粃、脱稈粒の浸出液あるいは種子発芽に伴う浸出液等で増殖すると考えられる。このことは、種子の浸出液中および玄米粉添加 PDA 培地上で本菌の胞子が良く発芽することからもうかがえる。したがって、種子に傷粃、脱稈粒が混入している場合は本菌の発生を助長することになり、混入割合が高い程、地中、地表の発生が著しくなる。これは反面、薬剤試験等のための多発条件を人為的に作り出す一つの方法ともなる。すなわち、播種後覆土前に玄米粉を箱当り 5 g 散布することによって、障害苗率約 50% 程度の発病を起すことが出来た。

5. 本病の発生要因として、茨木は<sup>2), 6)</sup> 耕種的な面から考察して次の点を指摘している。① 播種量は箱当り 200 g 以下では被害が少ない。② 土壌の種類による差異がみられ、保水力の大きい土壌に発病が多く、砂壤土では少ない。③ 播種時の土壌水分が多い方が発病多い。④ 窒素(硫酸)施用量が多くなると障害が助長される。⑤ 育苗施設、資材が古くなると本菌による汚染度が高くなり、多発生する。⑥ 品種間差が認められ、農林 21号で発生が多く、フジミノリ、こがねもちで少ない。⑦ 35~39℃の育苗温度で発生が多いとした。著者ら<sup>10)</sup>の結果でも、① 種子の面では、傷粃あるいは脱稈粒の混入種子の使用、催芽後芽の乾きすぎた種子の使用はいずれも着菌を多くし、多発する。② 培土としての土壌の種類では花崗岩土壌、第三紀土壌、また、人工培土でも細粒~粉状で容積重の大きい(110.2 g/100 ml)培土では生育を遅らせ、菌叢の発生が多い。③ 培土の水分量は多い程発生し易い傾向にあるが、稚苗育苗における出芽時の培土水分量は常に本菌の発生に好適した状態にあるとみられる。④ 育苗温度は、高湿度条件下での高温(34℃)あるいは緑~硬化期の低温(13.7℃)は発生を助長する。などの点が明らかにされた。また、現地育苗施設設置後3年以上で発生が多く、また、1シーズンの中でもシーズン後半で多発をみている例が多い。これらは育苗施設の本菌による高度の汚染によるものと考えられる。なお、ここ数年、中苗育苗において本菌

による苗立枯病が問題となっているが、これは、出芽時における日中の高温と夜間の低温による菌叢の発生助長とイネ苗の生育停滞など、本菌とイネ苗生育との相互関係によって起るものと考えられる。

6. 本病の発生は、その発生状況からみて、種子の予措、育苗管理など耕種法との関係が大きい。したがって、防除法の中心は耕種的な面にあるといえる。育苗環境の改善によって苗の生育促進をはかり、*Rhizopus* 属菌の発生を抑制する方法が有効である。しかし、本病は進行が早く、しかも発生した後では有効な防除手段が見い出せないことから、薬剤使用による予防措置も防除対策として重要であろう。すなわち、適正な育苗管理を基本として、これに薬剤処理を補助的に併用していくことが、本病の最も適切な防除法と考えられる。

耕種的な防除法としての主な点をあげれば次のとおりである。

① 育苗の環境衛生……播種前に育苗器具資材を十分流水で洗浄し、作業室などは清潔にして病原菌の繁殖の場とならないようにする。

② 種子の吟味……傷粃、脱稈粒の混入したものは避け、種子は催芽をして播き、催芽後は芽を乾かさないようにする。

③ 培土の選択……極端な粘質土壌、粗大有機物を多量に含んだ土壌は避ける。

④ 所定播種量の厳守……稚苗育苗では箱当り播種量 200 g を守り、厚播きをしない。

⑤ 育苗温度の適正管理……出芽温度は 33℃ 以上にしない。緑化後も低温から保護し、生育促進につとめる、等々である。

薬剤による防除法としては次の点があげられる。

*Rhizopus* 属菌に対する有効薬剤としてチウラム・ベノミル水和剤および TPN 水和剤があげられるが、TPN 水和剤は 500~1,000 倍液、箱当り 1 l 播種時灌注の効果が高く有効であった。また、本病対象としての TPN 水和剤と *Fusarium* 属菌等による苗立枯病防除剤としてのヒドロキシソキサゾール剤との併用については、両薬剤の 500 倍液混合(同時)灌注の場合に草丈および根長の抑制などの薬害が認められたが、その他の組合せによる使用では実用上問題はないものと考えられる。

チウラム・ベノミル水和剤の使用法として、600~1,200 倍液の播種時箱当り 600 ml の灌注処理は、本病の多発条件下では防除効果が明らかでなかつ



たが、種子に対する粉衣処理または吹付け処理は高い防除効果が認められた。本剤の種子処理については、催芽種子を対象とした場合は、生育抑制などがみられ実用的でないが、浸種前処理の場合、チウラム、ベノミルの各成分有効濃度が種子1kg当り0.8~1.2gでは実用上問題はなく有効である。とくに、本剤の吹付け処理では、処理後、浸種中での薬剤流亡も少なく、このことが本菌に対して有効に作用するばかりでなく、育苗中に発生する他の種々の病原菌に対しても有効に作用すると考えられる。

## Ⅶ 摘 要

1. 著者らは、イネ苗の稚苗箱育苗において発生する *Rhizopus* 属菌による苗立枯病について、その発生様相、伝染経路、発生要因および防除法について明らかにしようとして、1972~77年の6ヶ年にわたって試験を実施し次の成果を得た。

2. 箱育苗で発生する苗立枯病関与病原菌として、*Rhizopus* 属菌、*Fusarium* 属菌、*Trichoderma* 属菌、*Pythium* 属菌等が分離されたが、出芽時30℃を越える高温、高湿度の状態にある育苗器内は、*Rhizopus* 属菌が他の病原菌と比較して優先的に発生し易い条件を与えていることが認められた。

3. *Rhizopus* 属菌の発生によって、イネ苗の出芽、発根が抑制され、とくに、根では棒状根、球状根などの異常根になることが認められた。さらに、中茎の異常伸長、歪曲、鞘葉肥大などの症状も認められた。発生の甚しいものは腐敗枯死した。

4. 接種方法について検討した。接種源としては孢子懸濁液の播種時灌注が、フスマ培養菌の土壌混和に比べてイネ苗の生育に対する影響が少なく、有効と考えられた。接種量は、200倍1視野当り約250個の孢子量で箱当り300~400ml灌注が適量と考えられた。また、玄米粉を播種時に箱当り5g散布することによって、自然発生を助長させることができた。

5. 苗立枯病に関与する *Rhizopus* 属菌として、*R. arrhizus*、*R. stolonifer*、*R. javanicus*、*R. oryzae*、および *R. chinensis* の5種類が確認され、これらの菌株はいずれも種子根または冠根の発根抑制あるいは伸長抑制など根の異常をひき起こし、イネ幼苗に対する病原性が認められた。

しかし、*R. stolonifer* は他の菌株に比べて病原性が弱く、病原性に種間差の存在することが認められた。

6. *Rhizopus* 属菌の孢子発芽については、出芽種子、傷籾からの浸出液および玄米粉によって孢子発芽が著しく促進されることが認められた。肥料としての硫酸アンモニウムもわずかながら発芽促進効果が認められた。畑土壌煎汁液の孢子発芽促進効果は認められなかった。

7. *Rhizopus* 属菌の育苗箱内侵入経路について検討した結果、侵入経路として、培土および種子に対する付着、育苗器内の孢子飛散が確認された。更に、これらの侵入菌は種子に混入している傷籾、脱稃籾などに対する着菌、あるいは出芽時の種子浸出液によって増殖することが認められた。

8. 育苗箱内における発生要因については、菌叢の発生は、① 出芽時の高温(33℃以上)高湿度、緑~硬化時期の低温(10℃前後)高湿度、② 催芽前種子、催芽後に芽の乾きすぎた種子、傷籾混入種子の使用、③ 通気性、排水不良の培土、育苗箱の使用などによって助長されることが明らかになった。

9. *Rhizopus* 属菌に対して有効で、イネ苗の生育に悪影響のない薬剤として、TPN水和剤、チウラム・ベノミル水和剤があげられる。この両薬剤について、土壌処理、あるいは種子処理の面から使用方法について検討した。

10. 土壌処理法として、チウラム・ベノミル水和剤は1,000倍液、1ℓ/箱の覆土前灌注が、少発条件下で有効と考えられたが、多発条件下では効果が判然としなかった。TPN水和剤は500~1,000倍液、1ℓ/箱の播種前灌注が有効であった。また、TPN水和剤とヒドロキシソキサゾール剤との併用では、両薬剤の500倍液0.5ℓ/箱を混合灌注した場合に生育抑制などの薬害が認められた。しかし、TPN水和剤1,000倍液1ℓ/箱の播種時灌注と、ヒドロキシソキサゾール粉剤5g/箱の土壌混和、または同剤1,000倍液緑化時1,000倍液1ℓ/箱の灌注との併用では薬害が認められなかった。

11. 種子処理法として、チウラム・ベノミル水和剤の効果について検討した。処理有効濃度は種子1kg当り成分量で各0.5g以上と考えられるが、催芽種子を対象とした場合は、生育抑制があり実用的でなかった。浸種前処理では、10倍液の4~6%量あるいは7.5倍液の3%量吹付け処理(種子1kg

当り成分量各 0.8～1.2g) が有効であった。

12. チウラム・ペノシル水和剤の吹付けによる浸前種子消毒は、いもち病、ばかなえ病、ごま葉枯病防除と同時に、*Rhizopus* 属菌、*Fusarium* 属菌、*Trichoderma* 属菌および *Pythium* 属菌等の苗立枯病菌に対しても有効であることが明らかにされ、種子消毒による総合防除の可能性がみいだされた。

## 引用文献

- 1) 福島県農試 (1974) 昭和 48 年度病害虫防除試験成績書 植物防疫資料 No. 40 (1973)
- 2) 茨木忠雄 (1973) イネ苗立枯病に関する研究 1 高温下における *Rhizopus* 属菌の障害 (講要) 日植病報 39 (2) 141
- 3) ——— (1973) 同上 2 *Rhizopus* 属菌による根の障害 (講要) 日植病報 39 (3) 190
- 4) ——— (1974) 同上 4 *Rhizopus* 属菌に対する薬剤の効果比較 (講要) 日植病報 40 (2) 124
- 5) ——— (1974) 同上 5 *Trichoderma* 属菌による障害 (講要) 日植病報 40 (3) 189
- 6) ——— (1975) 同上 7 *Rhizopus* 属菌による障害発生と耕種条件 北日本病虫研報 26 : 30
- 7) ——— (1975) 同上 8 *Rhizopus* 属菌に対する薬剤防除、タチガレン剤との併用 (講要) 北日本病虫研報 26 : 96
- 8) ——— (1976) 同上 9 *Mucor* 属菌による障害 (講要) 日植病報 42 (3) 332
- 9) ——— (1976) 水稻箱育苗における発生病害の種類、原因とその防除 (1) 農及園 51 (1) : 40～44
- 10) ——— (1977) イネ苗立枯病に関する研究 11 *Rhizopus* 属菌の種および菌株間の病原性の差異 (講要) 日植病報 43 (1) 80
- 11) 岩田和夫・矢尾板恒雄 (1974) イネ箱育苗に発生する *Rhizopus* 菌の防除について、第 1 報 育苗箱の消毒による防除 北陸病虫研報 22 : 47～53
- 12) 岩手農試 (1973) 昭和 47 年度病害虫防除に関する試験成績書 岩手農試資料 47-No. 11
- 13) 木根測旨光 (1969) 水稻稚苗栽培技術の確立ならびに機械化技術における実証的研究 東北農試研報 38
- 14) 古谷真二・倉田宗良・斉藤 正 (1974) *Rhizopus* 属菌によるイネ稚苗の生育障害とその防止に関する研究 四国植防研 9 : 49～55
- 15) 西岡幹弘 (1975) イネ箱育苗における *Trichoderma* 属菌の発生環境 (講要) 日植病報 41 (3) 247
- 16) 小川勝美・渡部 茂 (1975) 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
- 17) ———・——— (1975) 同上 2 *Rhizopus* 属菌の育苗箱への侵入経路について 北日本病虫研報 26 : 31
- 18) ———・——— (1977) *Rhizopus* 属菌のイネ幼苗に対する病原性と薬剤に対する反応 (講要) 日植病報 43 (1) 80～81
- 19) 及川俊夫・大友義視 (1976) 施設育苗におけるイネ苗立枯病に関する研究 第 1 報 育苗温度と発病 北日本病虫研究 27 : 58
- 20) 佐藤善司・茨木忠雄・岩崎成夫 (1974) イネ苗立枯病に関する研究 3 *Rhizopus* 属菌の生産する毒性物質について (講要) 日植病報 40 (2) 123
- 21) 渡部 茂・小川勝美 (1978) 種籾の大量消毒法の開発 岩手農試研報 21 : 85～118
- 22) 矢尾板恒雄・岩田和夫 (1974) イネ箱育苗に発生する *Rhizopus* 菌の防除について 第 2 報 土壤消毒による防除 北陸病虫研報 22 : 53～58
- 23) ———・——— (1975) 同上 第 3 報 県下で使用されている床土の汚染状況 北陸病虫研報 23 : 72～75
- 24) 矢尾板恒雄・郷 直俊・青柳和雄・浅野 勇・横山竜夫 (1976) 同上 第 4 報 *Rhizopus chinensis* Saito について 北陸病虫研報 24 : 60～63
- 25) 柚木利文 (1973) イネ苗立枯病の防除 植物防疫 27 (5) 197～200
- 26) 吉田桂輔・吉村大三郎・池田 弘・横山佐太正 (1974) 育苗箱における稲苗立枯病の発生生態と防除について 福岡農試研報 12 : 49～54

水稲箱育苗における苗立枯病の発生生態と防除に関する研究  
第1報 *Rhizopus* 属菌による苗立枯病

小川 勝美・渡部 茂



写真1



写真2



写真3



写真4



写真5



写真6

写真1. 育苗器内における出芽時の  
*Rhizopus* 属菌発生状況

写真2. 同左、出芽障害の状況

写真3. 移植時の地中における *Rhizopus* 属菌  
発生状況

写真4. 障害苗の状況

写真5. *R. chinensis* による異常根  
(球状根)

写真6. *R. arrhizus* による異常根  
(棒状根)