

# イネ箱育苗における主要病害の発生生態と その防除に関する研究

小川 勝美\*

(岩手県立農業試験場環境部)

Studies on the Developmental Ecology and  
Control of Main Diseases of Rice by  
the Box Nursing

by

K a t s u m i O G A W A

## 目 次

I 緒 言	3) <i>Pythium</i> 属菌の同定
II 箱育苗の病害発生に関する既往の研究	4) 発生生態
III 材料および方法	5) 防 除
IV 立枯性病害の発生生態と防除	6) 考 察
1. <i>Rhizopus</i> 属菌による苗立枯病	V <i>Gibberella fujikuroi</i> 菌によるばか苗病発生 生態と防除
1) 発生様相と病徴	1. 種子の予措効果
2) 病原菌の分離	2. 発生増加の原因解析
3) 病原菌の同定	3. 耐性菌の培養的性質
4) 発生生態	4. ベノミル剤耐性菌の防除
5) 防 除	5. 考 察
6) 考 察	VI 総合考察
2. <i>Pythium graminicolum</i> による萎ちよう性 苗立枯病	VII 摘 要
1) 発生様相と病徴	引用文献
2) 病原菌の分離	Summary

## I 緒 言

稲作栽培において、育苗は「苗代半作」と称され、古くから健苗育成の重要性が指摘されてきた。とくに、寒冷地の北日本では早植栽培のための安定的な健苗育成を目標に育苗法の工夫、改善が重ねられ、苗代様式も水苗代から保温折衷苗代、畑苗代へと移行した。

さらに、1960年代末には、稲作の省力、機械化を目的に稚苗機械移植栽培が考案され<sup>2,3)</sup>、このための育苗法として、従来までの育苗様式とは全く異なった稚苗箱育苗法(葉齢 2.0~2.5 葉)が新しく普及に移された。稚苗箱育苗法は1970年以降急速に普及し、その普及速度は当初の予想を大幅に上回った。普及状況を岩手県における全作付け面積に占める割合で見ると、1975年度は72%、1978年度は92%に達した。

また、この育苗法は、大型育苗施設による屋内大量育苗を可能にし、県内各地に育苗センターが設置され、イネ苗を商品として売買するところまでに発展させた。

しかしながら、育苗箱(60×30×3 cm)という特殊な環境に加え、高温、高湿度、高播種密度の条件下での育苗は、従来の苗代とは異な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。すなわち、*Rhizopus* 属菌、*Pythium* 属菌をはじめ、種々の土壌伝染性の病原菌による苗立枯病、および、ばか苗病などの種子伝染性病害が多発した。

苗立枯病やばか苗病など育苗期間中に発生する病害は、その発生時期が移植間近になるほど対応策が難しく、発生量がそのまま苗不足の問題につながり、被害は甚大である。

本研究は、イネ苗の箱育苗で発生する主要病害の発生生態を解明するため、苗立枯れ性病害の病原菌、生理生態的性質および発病要因についての検討、並びに、ばか苗病の多発原因の解析、種子消毒剤に対する耐性菌の出現要因および耐性菌の生態について検討を行うとともに、それに基づくイネ苗病害の効率的除法を確立する目的で、1972~1987年に岩手県立農業試験場で実施した。

本文に先立ち、終始御指導をいただき、なおかつ本文のご校閲を賜った東北大学農学部教授江原

淑夫博士、同助教授羽柴輝良博士に衷心より感謝の意を表す。

また、東北大学名誉教授山中 達博士、同名誉教授故三沢正生博士からは懇切な御指導をいただき、農林水産省東北農業試験場元環境部長越水幸男博士、同元栽培第一部病害第一研究室長鈴木穂積博士、福島県農業試験場前病虫部長茨木忠雄氏には研究の遂行上有益なご助言をいただいた。

(財)発酵研究所横山竜夫博士、同浅野 勇氏、北海道大学農学部景山幸二博士(岐阜大学農学部)には病原菌同定の労を煩わした。記して深甚の謝意を表す。

岩手県立農業試験場長佐藤忠士氏には本稿刊行の機会を賜った。岩手県立農業試験場元環境部長大森秀雄氏、同渡部 茂博士、同平良木武氏(現岩手県病害虫防除所)同元病害虫科長小沢龍生氏(現岩手県蚕業試験場)には試験実施上の種々の御配慮を賜った。本研究の実施に際しては岩手県立農業試験場環境部諏訪正義氏、武田真一氏、千葉満男氏、斎藤博之氏、同技術部佐々木忠勝氏に全面的なご協力をいただいた。また、実験、取りまとめに当たっては斎藤 恵、内城智恵子、坂真由美の諸氏にご協力を得た。これらの方々に対して厚く御礼申し上げる。

## II 箱育苗の病害発生に関する既往の研究

箱育苗では、箱当り播種量が稚苗育苗 200 g、中苗育苗 120 g と高密度の状態にあり、又、出芽処理が30~32°Cの高温、高湿度の室または育苗器で行われ、出芽後はビニールハウスまたはビニールトンネル内で育成される。このような特殊な育苗環境下から、従来の保温折衷苗代や畑苗代では問題にならなかった新病害が多発した。また、既知病害であっても育苗箱内特有の発生様相を示した。

箱育苗における病害の発生状況を育苗前期と後期に分けて記すと次の通りである。

### 1 育苗前期に発生する病害

出芽期から緑化期にかけて *Rhizopus* 属菌による苗立枯病が多発し、茨木<sup>5, 6)</sup> は箱育苗における新病害として報告した。本病は箱育苗法の普及直後から全国的に発生し、その被害の大きさから、箱育苗法を普及定着させるためには、この病害の防除対策の確立が急務とされた。

茨木<sup>7, 8, 11, 13)</sup> は、*Rhizopus* 属菌によるイネ苗の障害、菌の種類、発生条件および防除剤としてのTPN水和剤の効果を明かにした。矢尾板ら<sup>75, 76, 77)</sup> は *R. chinesis* の病原性、土壤消毒の効果を、岩田ら<sup>20)</sup> は箱消毒の効果を明かにした。古谷<sup>30)</sup>、吉田<sup>78)</sup> も防除法について報告した。佐藤<sup>50, 51)</sup> は本菌の生産する毒性物質について明らかにした。

*Pythium* spp. および *Fusarium* sp. による苗立枯病は、稚苗育苗法の普及当初、育苗初期の低温遭遇によって、従来の畑苗代と同様にしばしば多発が認められた。しかしその後まもなく、畑苗代において既に使用されていた防除薬剤ヒドロキシイソキサゾール剤の施用と保温管理の徹底によって被害はほぼ回避できる状況になった。

1976年、植松ら<sup>83)</sup> はイネの苗を腐敗させる種子伝染性病害として靱枯細菌病による苗腐敗症を報告した。本病は後に、茂木<sup>35)</sup> によって苗立枯病の一症状とされ、*Pseudomonas glumae* による苗立枯病と称された。

本病は、全国的にしばしば多発して、箱育苗における難防除病害の一つとして問題になった。岩手県では、1984年の多発年に17,640箱の発生を記

録し、その後も継続的に発生しており、種子対策および健苗育成上問題となった。諏訪ら<sup>54)</sup> は本病の発生生態と防除法について検討し、育苗管理および防除薬剤の施用法を確立した。

これらの病害の他、*Trichoderma* sp.<sup>8, 42)</sup> および *Mucor* sp.<sup>10, 12)</sup> による苗立枯病の発生も確認され、発生条件、防除法について検討された。

### 2 育苗後半に発生する病害

育苗後半の移植間近になって急激に発生する病害として萎凋性の苗立枯れが問題にされた。岩手県における多発年、1979年には約96万箱の発生を記録した。このため天候不順年に最も恐れられた病害の一つで、本病の発生によってしばしば苗不足を来した。

本病の発生様相と病徴は田中<sup>59, 60)</sup> のムレ苗と極めて類似していたことから、その殆どがムレ苗と称されてきた。したがって、防除対策も生理的な面からの検討が中心に進められた<sup>38, 43, 57, 73, 74)</sup>。

ばか苗病 (*Gibberella fujikuroi*) は育苗期から本田初期に発生し、本病特有の徒長現象と枯死を起こすイネの重要な種子伝染性病害で箱育苗法が導入される以前から注目された病害である。

すなわち、本病は、1950年代から1960年代にかけて、保温折衷苗代および畑苗代の普及に伴って発生が目立ち、問題になったが、さらにその後、1970年代に入って、箱育苗法が普及され、箱内二次感染による多発生が問題になった<sup>68)</sup>。本病の岩手県における発生は、箱育苗以前の約 3,000ha から約 7,000haに急増した<sup>21)</sup>。

1973年以降、種子消毒剤として新たにベンズイミダゾール系殺菌剤のベノミル剤、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<sup>22)</sup>。これらの薬剤は安定した高い効果を示したことから、ばか苗病の発生面積は急減した。岩手県では1977年から1979年に発生は殆ど認められなくなった。しかしながら、1980年、岩手県において本病の発生が局地的に目立ち始め、更にその後も、漸増傾向が続いた。また、全国的にも本病の多発が問題になった。

### Ⅲ 材料および方法

#### 1. 病原菌の分離培養

##### 1) 罹病苗から病原菌の分離

(1) 湿室法：土付き枯死苗を湿室にしたシャーレに入れ、25℃に3日間おき、伸長した菌糸を吊り上げ、PDA培地に移植した。

(2) 静置法：分離培地は、ストレプトマイシン300 mg/ℓ添加PDA培地、ベノミル50mg/ℓ添加素寒天培地を用いた。表面殺菌した枯死苗は培地に静置し、28℃4日間培養後、PDA培地に移植した。

(3) 孢子塊かき取り法：ばか苗病菌の分離は、罹病株が枯死し、病茎上に多数の孢子を形成する7月下旬に病茎を採集し、紙袋に入れて実験室内で1～5日間風乾後に行った。病茎から有柄針で孢子塊をかき取り、殺菌水に懸濁させ、さらに $10^{-2}$ ～ $10^{-3}$ に希釈して、9cmシャーレ当り4～5個のコロニーが生じるように、PDA平板培地に流し込んだ。平板培地は26℃でインキュベートし、生育した単独コロニーを斜面培地に移植した。

##### 2) 土壌から病原菌の分離

(1) 捕捉法：土壌中の *Rhizopus* 属菌の捕捉は、供試土壌を15cmシャーレに入れ殺菌水で十分に湿らした後、これにオートクレーブ滅菌糶または玄米を50粒ずつ置いて、32℃で4日間加温して行った。

(2) 希釈法：供試土壌5gを殺菌水で攪拌して懸濁した。液は $10^{-2}$ に希釈後1mlずつをストレプトマイシン・ベノミル添加PDA培地（ストレプトマイシン250mg/ℓ、ベノミル20mg/ℓ）に流し込んだ。各希釈液は28℃中でインキュベートし、生育した *Rhizopus* 属菌のコロニーをPDA培地に移植した。

##### 3) 種籾から病原菌の分離

分離は乾燥籾および2日間浸種籾を対象に行った。

種子を湿室にした径19cmの大型シャーレに50粒ずつ並べ、35℃に加温し、種子の表面に生育した *Rhizopus* 属菌を捕捉した。種籾の汚染調査は菌の生育した粒数を数えて行った。

#### 2. 病原菌の同定

*Rhizopus* 属菌の同定は財団法人発酵研究所に依頼して行った。

萎凋性苗立枯病の罹病苗および本病多発土壌から分離した *Pythium* 属菌の同定は、単菌糸分離を行った後、WATERHOUS<sup>7) 0)、7) 1)</sup>、MIDDLETON<sup>3) 4)</sup>、MATTHEWS<sup>3) 3)</sup>、の検索表およびDRECHSLER<sup>2)</sup>、の報告を参考にして行った。

#### 3. 病原菌の接種

##### 1) *Rhizopus* 属菌の接種

(1) フスマ培養菌混和接種：*R. arrhizus* 菌はフスマ培地で25℃21日間培養後、床土1kg当り50gまたは100gを播種前日に混和し、接種した。

(2) 孢子懸濁液灌注接種：供試菌はジャガイモ煎汁液体培地で25℃6日間培養後、菌糸蓋を取り出し、蒸留水中で孢子のうを軽く押しつぶして懸濁液とした。接種孢子量は200倍の顕微鏡下で1視野当り約250個に調整した。調整した孢子懸濁液は、箱当り300～400mlずつ覆土前に灌注した。

##### 2) *Pythium* 属菌の接種

接種菌は1981年度の萎凋性苗立枯病罹病苗から分離した *P. graminicolum* を供試した。供試菌はジャガイモ煎汁液体培地で26℃、29日間培養後、20℃低温下に置き、随時取り出して接種に供した。接種量は箱当り500ml振とうフラスコ1本分とし、軽くミキサーにかけて、水道水500mlに懸濁させて用いた。

接種時期は、試験によって播種時、出芽時、本葉1.5葉期あるいは2.0葉期とした。接種は灌注接種（表土上方から灌注）および浸透接種（バットの中に育苗箱を置き、箱の底孔から3日間浸透）とした。

##### 3) *G. fujikuroi* 菌の接種

供試菌株を蒸し籾に培養して孢子を形成させた。孢子を多量に形成した蒸し籾は水道水中で攪拌、ガーゼでろ過して孢子懸濁液とした。接種は、品種ハヤニシキに出穂はじめてから3回孢子懸濁液を噴霧して行った。

#### 4. 病原性の検定

##### 1) *Rhizopus* 属菌の病原性の検定

(1) 病原性検定用培地は 300ml 三角フラスコに 1.5% 寒天添加 PDA を 50ml 入れ、オートクレーブ殺菌した。種子はホルマリン消毒後殺菌水で洗浄して、上記 PDA 培地上に 20 粒ずつ並べ、更に検定用菌株を接種して、32°C で育苗した。苗の生育状況は接種 10 日後に観察した。

(2) 各菌株は PDA 培地で 28°C、7 日間培養後、形成した胞子のうを取り出して胞子懸濁液を作製した。胞子濃度は 150 倍の顕微鏡下において 1 視野約 300 個とした。胞子懸濁液は育苗箱接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た。床土は人工培土 (市販くみあい合成培土) を用いた。その他の育苗管理は常法によった。苗の生育状況は播種 9 日後に観察した。

(1)、(2) いずれの方法ともイネ苗の根部に異常症状を示した分離菌を病原性有りとして判定した。

##### 2) *Pythium* 属菌の病原性

供試菌株は PDA 培地で培養し、イネの播種時に菌糸懸濁液を種子上から灌注して覆土した。イネ苗の生育中に苗立枯病を示した分離菌を病原性有りとして判定した。

##### 3) ばか苗病菌の病原性

供試菌株はフスマ培地で培養して胞子を形成させた後、水道水で胞子懸濁液を作製した。催芽種子は懸濁液に浸して播種し育苗した。病原性は徒長症状および萎凋性枯死症状の発現の有無で判定した。

#### 5. 育苗法

##### 1) 稚苗育苗

種子は種子消毒、浸種および催芽を行い、箱 (60 × 30 × 3 cm) 当り 200g 播種した。種子消毒は試験によりホルムアルデヒド剤、ベノミル水和剤またはチウラム・ベノミル水和剤を用いた。

供試土壌は岩手山火山灰土壌 (岩手農試畑土壌) または育苗用人工培土とした。

施肥量は畑土壌の場合、N : 2 g、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 3 g、K<sub>2</sub>O : 2 g とした。

育苗箱は木製またはプラスチック製を用い、通

常の育苗箱 1/2 ~ 1/10 サイズの小型育苗箱を供試した。

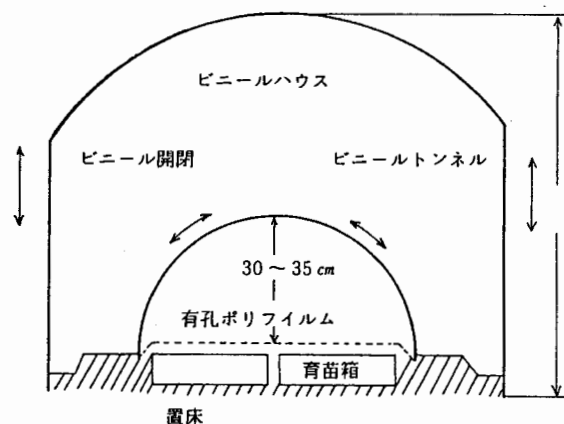
特に明記しないかぎり、出芽処理は 32 ~ 33°C で行い、その後、15 ~ 32°C のガラス室またはビニールハウス内で緑化および育苗管理した。

##### 2) 中苗育苗

育苗は播種後ビニールハウス内ビニールトンネル (ハウス内トンネルと略、第 1 図) または露地ビニールトンネル (露地トンネルと略) に育苗箱を設置して行った。播種量は 80 ~ 160/g 箱とした。

播種後は出芽時まで覆土上を有孔ポリフィルムで被覆し、土壌温度および土壌水分の保持をはかった。出芽後はこれを除去し、1 日 1 回の灌水を行った。高温時にはトンネルを開放して育苗温度の調節を行った。加温出芽処理は行わなかった。

その他は稚苗育苗法に準じた。



第 1 図 ビニールハウス内ビニールトンネルにおける中苗育苗方式

#### 6. 発病調査

##### 1) *Rhizopus* 属菌の菌叢の生育と障害苗

出芽時と硬化処理中 (出芽 2 ~ 3 日) の菌叢の生育状況をつぎの 4 段階で評価した。

— : 生育なし

— + : わずかに生育

++ : 箱全体に生育しているが菌叢は粗

+++ : 箱全体に生育し、菌叢は密

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)、根部褐変苗、生育不良苗 (草丈が健全苗の半分以下のもの) および不出芽種子とに区分し、箱の一定部分から苗を抜き取り調査した。

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

## 2) *Pythium* 属菌による障害苗

萎凋性苗立枯病は発生初期における苗の症状を観察するとともに、葉鞘基部、冠根、根毛および葉鞘を対象に検鏡した。更に、萎凋性苗立枯病の発生面積率を調査した。

## 7. ばか苗病菌の薬剤感受性検定

寒天平板希釈法によってベノミル (ベンレート水和剤使用) に対するMIC値 (最小生育阻止濃度) と希釈培地上の菌糸伸長を測定した。MIC値の測定は26°C、48時間とした。菌糸伸長の測定は薬液濃度0.78~100 $\mu\text{g/ml}$ の培地上で25~26°C、72~108 時間後に行った。チウラム・ベノミル (ベンレートT20水和剤使用) およびカーベンダジン (MBC) についても同様の検定を行った。

薬剤希釈はベノミルでは、ベンレート水和剤を蒸留水で順次2倍希釈にした。MBCは酸性アセトン (0.15 N・HCl:アセトン(2:3)の混合液) で標準品 (含有量99.8%) を溶解し、蒸留水で希釈した。

## 8. 防除試験

### 1) 種子処理

湿粉衣法は種子を水で湿らせ、所定の薬量を粉衣した後、薄く広げて2日間風乾した。

浸漬法は、20~50倍液に10分間浸漬した後、薄く広げて2日間風乾した高濃度短時間浸漬法、200~400倍液に24~48時間浸漬した後直ちに浸種した低濃度長時間浸漬法、または、5倍液20分間浸漬後3時間被覆する方法とした。

吹付け法は小型電気スプレーを用いて、浸種前種子を攪拌しながら、薬液7.5倍液を種子重の3%量吹付けた。

### 2) 土壌処理

播種前の床土に所定薬量を混和 (土壌混和)、または、出芽後所定薬液量を箱全面に表層散布した。

### 3) 灌注処理

播種時又は出芽後に500~1,000倍液、箱当たり0.5~1 $\ell$ を灌注した。

## IV 立枯れ性病害の発生生態と防除

### 1 Rhizopus 属菌による苗立枯病

1972年、箱育苗が開始されて1~2年経った岩手県内各地の育苗施設で、箱全面に白色~灰白色の糸状菌が発生し、出芽不良や苗立枯れが続出した。このことから、本病の病原菌の分離同定を行うとともに、発生様相、伝染経路、発生要因を明らかにし、防除法を確立するために、本研究を行った。

#### 1) 発生様相と病徴

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。

稚苗育苗では、播種後2~3日間加温出芽処理した種子の周囲および覆土表面上に白色~灰白色の菌叢が生じ、幼芽、幼根に絡み付き、出芽、発根が著しく抑制された (第2図・写真)。

とくに、根で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、種子根とも球状となるもの (球状根) など異常根の発生が多い (第3図・写真)。さらに、中茎の異常伸長、歪曲、鞘葉肥大などの症状も併発した。

発生が甚だしい場合は、箱全面が菌叢で覆われ、出芽率は著しく低下し、出芽したものでも、本葉第1葉期の生育段階までに褐変腐敗した。発生が比較的軽い場合、地上部の生育は健全部に比べ草丈、葉齢はやや劣るが、枯死に至らない。しかし、地中の種子にはかなりの菌叢着菌が認められ、冠根の発根が抑制され、根量が著しく少なく、根のマット形成が不十分になった。さらに、移植時は田植機による苗のかき取りが齊一にならず、欠株の原因となった。移植後は、新根の発生もやや劣った。

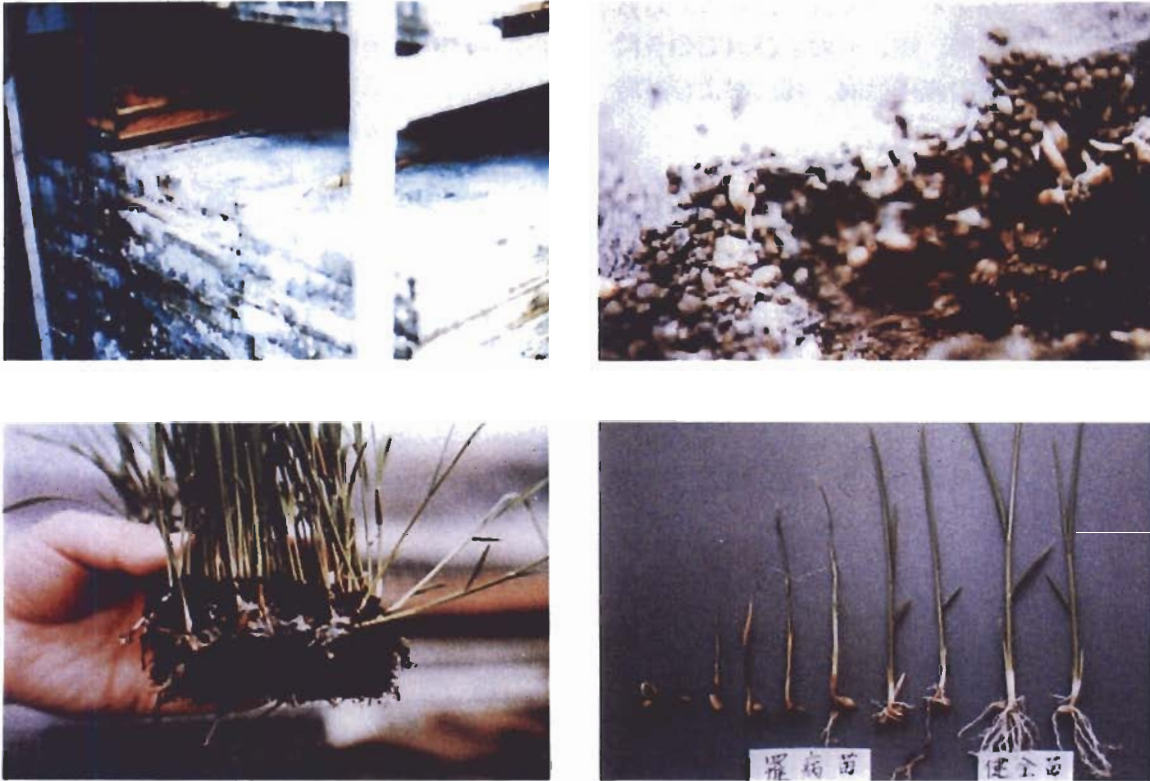
#### 2) 病原菌の分離

本項では本病に関与する病原菌の分離を行った。

##### (1) 材料および方法

罹病苗からの病原菌の分離培養は、育苗箱から土付き枯死苗を採集し、これから分離される糸状菌を調査した。分離方法は第三章材料および方法の項で述べた方法に準じた。

分離菌はあらかじめPDA培地で25°C4日間培



左上：育苗器内出芽時の *Rhizopus* 菌属の発生状況

右上：同左、出芽障害の状況

左下：移植時における *Rhizopus* 菌属の発生状況

右下：障害苗の状態

第2図 *Rhizopus* 菌属による苗立枯病



*R. chinensis* による異常根（球状根）

*R. arrhizus* による異常根（棒状根）

第3図 *Rhizopus* 属菌による異常根

養後、径6mmのコレクターで打ち抜き、PDA培地に移植し、23、25、28、31および34℃の5段階で培養した。菌叢の直径は24、48、および72時間後に測定した。

(2) 結果

第1表に育苗箱に発生した枯死苗から分離された糸状菌を示した。

湿室法による分離では、*Rhizopus* 属菌、*Trichoderma* 属菌、*Fusarium* 属菌、が著しく多く、このほか *Pythium* 属菌、*Mucor* 属菌、*Rhizoctonia*

第1表 立枯れ苗(土付)からの分離菌と分離頻度(湿室法)

分離苗	分離頻度
<i>Rhizopus</i> sp.	+++
<i>Mucor</i> sp.	+
<i>Trichoderma</i> sp.	+++
<i>Fusarium</i> sp.	+++
<i>Rhizoctonia</i> sp.	+
<i>Epicoccum</i> sp.	+
<i>Aspergillus</i> sp.	+
<i>Penicillium</i> sp.	+

注) +++ いずれからも多数分離される。  
 ++ 多数分離される。  
 + 分離頻度が低い。  
 - 分離されない。

*nia* 属菌、*Aspergillus* 属菌、*Penicillium* 属菌、*Epicoccum* 属菌が分離された。

静置法では第2表に示したように、*Fusarium* 属菌、*Trichoderma* 属菌が多く、ついで *Rhizopus* 属菌が分離された。*Rhizopus* 属菌の分離頻度は、湿室法で極めて高いのに対して、表面殺菌を伴う静置法では他の糸状菌に比べて分離頻度は低かった。

分離菌の菌糸伸長速度は第3表に示した。23~34℃では *Rhizopus* 属菌が最も旺盛な伸長を示し、ついで、*Trichoderma* 属菌、*Mucor* 属菌であった。*Fusarium* 属菌は菌糸伸長速度がやや緩

第2表 立枯れ苗からの分離菌と分離頻度(静置法)

分離苗	分離部位		
	地上部	種子	根
<i>Rhizopus</i> sp.	+	+	+
<i>Trichoderma</i> sp.	++	++	++
<i>Fusarium</i> sp.	+++	+++	+++
<i>Pythium</i> sp.	-	+	+
<i>Penicillium</i> sp.	-	+	-

注) 分離頻度の凡例は第1表に準ずる。

第3表 分離菌の培養温度と菌糸の生育

温度 ℃	時間 hr	供試菌			
		<i>Rhizopus</i> sp cm	<i>Mucor</i> sp cm	<i>Fusarium</i> sp cm	<i>Trichoderma</i> sp cm
23	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	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	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	24	8.5	3.1	0.6	2.9
	48	-	7.3	2.4	6.0
	72	-	8.5	4.5	7.5
34	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



慢であった。また、菌糸伸長適温は、*Rhizopus* 属菌、*Trichoderma* 属菌および *Mucor* 属菌は25~34℃、*Fusarium* 属菌は25~28℃であった。稚苗育苗における出芽処理温度である30~32℃では *Rhizopus* 属菌の菌糸伸長が他の分離菌と比べて特に旺盛であった。

### 3) 病原菌の同定

本項では分離した *Rhizopus* 属菌の種類とその病原性を明らかにするために病原菌の同定を行った。

#### (1) 材料および方法

##### a 病原菌の分離、同定

*Rhizopus* 属菌による苗立枯病の発生が見られた育苗資材と罹病苗から *Rhizopus* 属菌の菌叢を採集分離した。岩手農試では罹病苗のほかに出芽器内と実験室内の飛散胞子も採集した。

分離は、第三章材料および方法の項に述べた方法に従って行った。飛散胞子は、PDA平板培地で暴露捕捉した。いずれの場合も培養後形成した胞子のうをつりあげて再培養し、同定に供した。

同定は、財団法人発酵研究所に依頼して行った。

##### b 菌糸の生育温度

培養温度と菌糸生育速度との関係については5菌株を供試し、PDA培地で28℃、48時間培養後、4mmコルクボウラーで打ち抜き、9cmシャーレのPfeffer培地地上に移し、15~35℃の各培養温度における菌叢の直径を21時間後に測定した。

##### c 病原性の検定

病原性の検定は第三章材料および方法の項に述べた方法に従った。

#### (2) 結果

病原菌の同定および病原性の検定結果は第4表に示した。罹病苗、床土および出芽器からは、

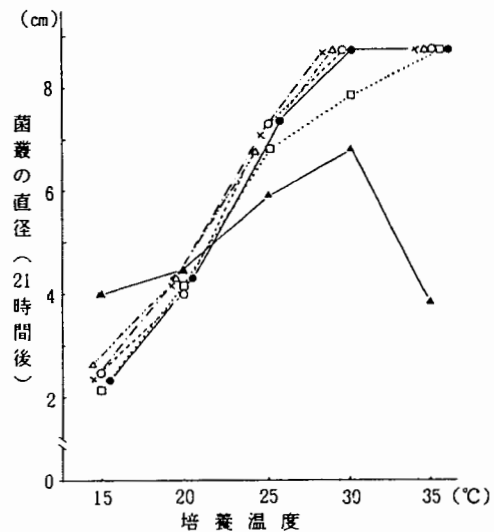
第4表 分離菌株の種類とイネに対する病原菌

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	岩手農試実験室内	<i>R. stolonifer</i>	+
R-5	岩手農試出芽器内	<i>R. japonicus</i>	+
R-6	衣川育苗センター多発生土壌	<i>R. arrhizus</i>	+
R-7	胆沢育苗センター多発生土壌	<i>R. oryzae</i>	+
R-10	江釣子育苗センター多発生土壌	<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>	+

*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は第4図に示した。*R. arrhizus*、*R. chinensis*、*R. oryzae* の3種類の菌株は30~35℃で最も菌糸生育が速く、胞子の形成量も多かった。*R. javanicus* は35℃で菌糸生育が最も速く、胞子形成量は30~35℃で多かった。*R. stolonifer* の生育は30℃で最も旺盛であり、35℃では不良であった。また、本菌は20℃以下では他の種類よりも生育が速く、20℃以上では劣った。

分離菌株の中から5菌株を選び、イネ幼苗に対する病原性を検定した。結果は第5表a、bに示した。PDA培地に接種し病原性を検定した場合、



第4図 培養温度と菌糸生育との関係

- *R. arrhizus*,    △ *R. chinensis*
- ▲ *R. stolonifer*,    □ *R. javanicus*
- *R. oryzae*

第5表 a *Rhizopus*属菌の病原性

供試菌株	出芽率 %	草丈 cm	根長 cm	根数 本	根の症状
<i>R. arrhizus</i> (R-1)	55.0	2.66	0.43	4.8	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
無接種	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5表 b *Rhizopus*属菌の病原性

供試菌株	菌叢生育状況	調査総数 本	健苗苗率 %	異常根苗率 %	褐変苗率 %
<i>R. arrhizus</i> (R-1)	++	119	71.4	28.6	0
<i>R. stolonifer</i>	+	142	81.0	19.0	0
<i>R. javanicus</i> (R-5)	+++	127	61.4	37.0	1.6
<i>R. oryzae</i>	++	127	68.6	28.3	3.1
<i>R. chinensis</i>	++	151	54.6	44.3	1.1
無接種	-	133	95.5	4.5	0

注) 人工粒状培土(くみあい合成培土)使用 孢子懸濁液灌注接種

各菌株とも、イネ幼苗の冠根発生量を減少させ、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見られず、球状根となった(第3図)。

孢子懸濁液を覆土直前に灌注接種した場合、発根伸長抑制など異常根苗率が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は認められなかった。

#### 4) 発生生態

本項では本病の発生生態を明らかにし、総合的な防除法を確立するために *Rhizopus* 属菌の生態について基礎的知見を得ようとした。

##### (1) 接種法

*Rhizopus* 属菌による苗立枯病の発生生態の解明あるいは薬剤の効果試験などを行うに当たって、本病の適切な接種法を見出す必要がある。ここでは特に、接種源、接種部位について検討した。

#### a 材料および方法

##### (a) 接種源の検討

接種方法は第Ⅲ章材料および方法の項に準じて行った。なお、無接種は覆土前に玄米粉を散布した。玄米粉の散布量は箱当り3、5、10、15および20gとした

育苗は第Ⅲ章材料および方法の項に述べた方法に従った。品種はササニシキを供試した。覆土後に *Fusarium* sp. の混発を抑えるため、全区にベノミル水和剤 1,000倍液を箱当り 500ml 灌注した。出芽温度は30℃および35℃とし、育苗はガラス室内で行った。

調査は出芽時と硬化処理中の菌叢の発生状況、発病苗率、および草丈を発病調査方法の項に準じて行った。

##### (b) 接種部位の検討

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た。このことから、接種源の影響を出来るだけ出さない接種法が望まれた。そこで、接種源を片隅だけに局部接種し、これによって箱全体に伝染させることを検討した。

接種は、箱の片側に約5 cm幅で局部接種した。対照区は箱の全面に覆土接種した。接種源は、フスマ培養菌を土壤に同量混和、あるいは無接種で玄米粉を箱当り20 g 散布した。ただし、玄米粉は

粒径約2 mm以下に粉碎して使用した。その他は、前項(a)に準じた。

b 結果

調査結果は第6、7表に示した。

第6表 接種条件と障害苗の発生

接種条件	菌叢の生育量		健全 苗率 %	異常根 苗率 %	褐変 苗率 %	不出芽率 %	草丈 %
	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
フスマ培養菌 100g/土1kg	++	++~+++	46.9	29.0	0.0	9.8	14.3
孢子懸濁液 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
無接種、玄米粉 5g/箱	+	+	48.9	31.2	0.8	8.9	10.2
無接種、玄米粉 10	++	+++	26.4	52.1	1.1	9.2	11.2
無接種、玄米粉 15	++	+++	9.4	58.2	11.0	9.9	11.3
無接種、玄米粉 20	++	+++	7.1	65.6	1.5	15.9	9.9

注) 接種5月7日、出芽温度35℃、調査5月22日

- · + · + + · + + + : 菌叢の生育量、第三章 材料および方法の項に述べた調査方法に従った。

第7表 フスマ培養菌の播種部位と障害苗の発生

区分	健全苗率 %	異常根苗率 %	褐変苗率 %	生育不良苗率 %	不出芽率 %
覆土全面接種	11.5	52.8	2.8	12.8	20.1
覆土局部接種	25.1	28.3	3.5	16.0	27.1
無接種	83.0	0.0	4.4	7.1	5.5

接種源としてフスマ培養菌あるいは孢子懸濁液を用いると、菌叢の生育は旺盛であった。また、異常根苗率も対照区3.8%に対して、接種区では6.9~29.0%と高く、両接種源は発病に有効と考えられた。フスマ培養菌の場合、接種量は床上1 kg当り100 g 混和の方が50 g 混和よりも菌叢の生育量および異常根苗率は高い。しかし、100 g 混和区は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。孢子懸濁液では200倍の顕微鏡下で1視野当り250個の孢子量を、箱当り300 mlを覆土前に灌注すると、フスマ培養菌とほぼ同等の発病が得られた。

無接種でも、玄米粉を覆土前に散布すると、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の発病が得られた。玄米粉を箱当り10~20 g 散布すると、甚だしい発生が見られた。これに対して、5 g 散布では、出芽温度35℃で約半分の発病を見、フスマ培養菌100 g 接種とほぼ同等

の発生であった。なお、菌叢の生育は全般に出芽温度30℃に比べて35℃で良好であった。

接種部位では、出芽時の地表面における菌叢の生育状況が局部接種によっても全面接種の場合とほとんど差はなかった。また、異常根苗率も全面接種52.8%、局部接種28.3%を示し、局部接種でも無接種に比べ異常根苗率は著しく高かった。玄米粉散布による自然発生の場合でもほぼ同様の傾向が認められた。

(2) *Rhizopus* 属菌の箱内侵入経路

ここでは *Rhizopus* 属菌による苗立枯病に対して有効な防除法を確立するために、病原菌の侵入経路について、床土、種子、育苗環境を検討した。

a 材料および方法

(a) 床土から *Rhizopus* 属菌の検出

床土は火山土壌および人工培土(くみあい粒状培土)を供試した。菌の検出は捕捉法および希釈

法によった。両法は、第Ⅲ章材料および方法の項で述べた方法に従って行った。

(b) 種籾から *Rhizopus* 属菌の検出

供試種子は1971年度産ササミノリの種子20kgを紙袋に入れて3ヶ月間貯蔵した。菌の検出は第Ⅲ章材料および方法の項に従った。対照区はTMTD水和剤(80%)の0.2%量粉衣種子、チウラム・ベノミル水和剤(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。

(c) 育苗器内における *Rhizopus* 属菌の飛散状況

飛散孢子の捕捉はストマイ・ベノミル添加PDA培地を流し込んだ9cmシャーレを育苗器内の上、中段に蓋を取って2日間暴露して行った。育苗器内の温度は32℃とし、調査の前日から加温した。採集後のシャーレは28℃でインキュベートし、生育した *Rhizopus* 属菌のコロニーを数えた。育苗器は使用後29日経過したものを供試した。

(d) 播種した種子に対する *Rhizopus* 属菌の着菌状況

土壤上に播種した種子に対する着菌状況の調査は、火山灰畑土壤を15cmシャーレにつめ、水道水で十分湿らせ、その上に供試種子を25粒ずつ並べて33℃に加温して行った。

供試種子は2日間浸種無傷籾、同有傷籾、および玄米とし、対象に籾殻を用いた。調査は1区2シャーレとした。

b 結果

(a) 床土からの検出

床土からの *Rhizopus* 属菌の検出率は第8表に示した。

第8表 床土からの *Rhizopus* 属菌の検出率

区 別	捕捉法1)		希釈法2)
	殺菌籾	殺菌玄米	10 <sup>-2</sup>
	%	%	個
畑 土 壤	32.9	100.0	10
畑土壤(殺菌)	0	0	0
人 工 培 土	12.9	36.9	5
人工培土(殺菌)	0	0	0

注) 1) 32℃、4日間捕捉粒率

2) 9cmシャーレ、3枚に捕捉されたコロニーの合計数

*Rhizopus* 属菌は畑土壤、人工培土(市販育苗用くみあい粒状培土)の両者から検出された。また、菌の検出率は、殺菌籾または殺菌玄米による補足法と希釈法とではほぼ同様の傾向を示し、いずれの場合も人工培土に比べ畑土壤で高かった。

(b) 種籾から検出

種籾からの *Rhizopus* 属菌の検出率は第9表に示した。

第9表 種籾からの *Rhizopus* 属菌の検出率

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

注) 温室 19cmシャーレ、33℃

加温、加湿2日後から *Rhizopus* 属菌の生育が認められ、4日後には乾籾で10%、浸種籾で7%の種子から検出された。一方、薬剤処理種子では菌が検出されなかった。

(C) 育苗器内の飛散状況

育苗器内の *Rhizopus* 属菌採集状況は第10表に示した。

第10表 育苗器内における *Rhizopus* 属菌孢子の飛散

区 分	シャーレ番号	コロニー数
		個
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枚のシャーレを暴露した結果、7枚シャーレに *Rhizopus* 属菌が検出された。1シャーレ当りの平均コロニー数は5.5個であった。

(d) 播種した種子への着菌

土壤に播種した種子への着菌状況は第11表に示した。

第11表 土壤に播種した種子への着菌

区 別	調 査 粒 数	着 菌 率		
		3日後 %	5日後 %	7日後 %
無 傷 粳	50	12	28	28
傷 粳	50	8	56	56
玄 米	50	20	86	86
対照-粳殻	50	0	0	8

注) 火山灰畑土壌使用、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%、傷粳56%、無傷粳28%であった。一方、粳殻では加温5日後まで着菌は認められず、7日後になってわずかに認められた。また、種子における最初の着菌部位は、玄米では表面全体、傷粳では傷口部分、無傷粳では出芽後の根基部に認められた。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に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。

(3) 孢子発芽に及ぼす各種物質の影響

育苗箱内における *Rhizopus* 属菌の孢子発芽と肥料、種子浸出液など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孢子発芽に及ぼす影響について検討した。

a 材料および方法

窒素化合物と孢子発芽との関係については第12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調整した。

玄米粉との関係では、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、孢子懸濁液に畑土壤煎汁液を0.1%になるように添加した。対照はトマトジュース(市販品)1~0.1%添加区並びに蒸留水区とした。

更に、種子の催芽と孢子発芽との関係はストマ

イ・ベノミル添加寒天平板培地に孢子液を吹き付け、寒天上に催芽種子、不催芽種子、および粳殻を置き、これらの周辺における孢子の発芽状況を調査した。

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、200倍の顕微鏡下で1視野当り約200個の孢子量に調整した。孢子の発芽調査は32℃、24時間後に行った。

b 結 果

含窒素化合物と孢子発芽率との関係は第12表に示した。

第12表 *R. arrhizus* 菌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	0.2
亜 硝 酸 ナ ト リ ウ ム	0.3
硫 酸 ア ン モ ニ ウ ム	1.5
リン酸アンモニウム	1.5
塩 化 ア ン モ ニ ウ ム	0.2
硝 酸 ア ン モ ニ ウ ム	0.0
酢 酸 ア ン モ ニ ウ ム	4.8
シュウ酸アンモニウム	5.5
(対) トマトジュース1%液	99.0
蒸 留 水	0.0

注) 各発芽液のN量は280mg/ℓになるようにした。培養32℃、24時間

対照のトマトジュース1%添加区では99.0%の発芽率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、酢酸アンモニウム添加区の発芽率は、それぞれ5.5%、4.8%を示した。硫酸アンモニウム、リン酸アンモニウムでは1.5%であり、硝酸アンモニウムでは全く発芽しなかった。

一方、第13表に示すように玄米粉1%添加液と0.1%添加液ではそれぞれ14.0%、4.3%の発芽率を示し、玄米粉は発芽を助長した。畑土壤煎汁0.1%添加液および蒸留水では発芽しなかった。

第13表 *R. arrhizus* 菌の孢子発芽と  
玄米粉との関係

発芽液		発芽率
		%
玄米粉	1% 添加液	14.0
玄米粉	0.1% 添加液	4.3
玄米粉	0.01% 添加液	0.0
畑土煎汁	0.1%液	0.0
(対) トマトジュース	0.1%液	80.5
蒸留水		0.0

注) 培養32°C、24時間

ストマイ・ベノミル添加寒天上における孢子発芽率は0.1%であった(第14表)。これに対して、ストマイ・ベノミル添加寒天上に催芽種子を置いたものでは、種子周辺の孢子の発芽率が54.3%に達した。これらの孢子の発芽は、種子の発芽によって籾殻から玄米が露出し、種子の周辺がその浸出液によって白濁した部分ほど顕著であった。催芽前種子と籾殻の周辺では発芽率が低く、ともに0.3%であった。

第14表 *R. arrhizus* 菌の孢子発芽と  
種子との関係

区別	発芽率			
	1	2	3	平均
	%	%	%	%
素寒天	0.4	0.0	0.0	0.1
素寒天上の催芽種子周辺	17.0	69.6	76.4	54.3
素寒天上の催芽前種子周辺	0.0	0.8	0.1	0.3
素寒天上の籾殻周辺	0.0	0.5	0.4	0.3

注) 培養32°C、24時間

以上の結果から、種子の浸出液、玄米粉およびトマトジュースは *Rhizopus* 属菌の発芽を促進する作用があることを認めた。また、含窒素化合物とくに肥料として施用する硫酸アンモニウムもわずかながら孢子の発芽促進作用があった。しかし、畑土煎汁液ではその効果が認められなかった。

#### (4) 育苗箱内における発生要因

*Rhizopus* 属菌による苗立枯病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生育について検討した。

#### a 材料および方法

##### (a) 種子の傷籾混入程度と菌叢の生育

人為的に作った傷籾種子を健全種子に混合して播種し、*Rhizopus* 属菌の菌叢の生育との関係を検討した。なお、傷籾には水に浸漬中および催芽中に玄米が露出したものも含めた。床土は火山灰畑土壌を用い、出芽温度は34°Cとした。調査は播種4日後に行った。

##### (b) 催芽条件と菌叢の生育

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った。床土は火山灰畑土壌を用い、出芽温度は34°Cとした。

##### (c) 床土の種類と菌叢の生育

床土は第17、18表に示す育苗用人工培土(市販品)3種類と県内の畑土を供試した。菌叢の生育を促すため育苗用人工培土の試験では播種後覆土前に玄米を箱当り10g混播した。また、県内の畑土を床土にした試験では孢子液を灌注接種した。出芽温度は34°Cとした。調査は播種4日後に行った。

##### (d) 床土の水分量と菌叢の生育

出芽時の床土の水分量を「甚」、「多」、「少」の3段階に設定し、箱は積重式および棚積式とした。なお、水分量「甚」は箱底をビニールで包み排水孔のない育苗箱、「多」は出芽処理中の1日間だけ箱底の排水孔をビニールで閉じたもの、「少」は箱底に間隔が開いてあり排水の良好なものとした。育苗箱は木製とし、床土はオートクレーブ滅菌火山灰畑土壌を用いた。接種は、ジャガイモ煎汁液添加バーミキライトで培養した *Rhizopus* 属菌を床土の10%量混和して行った。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、出芽温度は30~31°Cとした。調査は4~12日後に行った。

##### (e) 出芽温度と菌叢の生育

出芽器の温度は28、31および34°Cに設定した。種子は品種ササミノリを種子消毒後供試した。設定区は鳩胸程度の催芽種子を箱当り200g播種区(A)、および、催芽前種子200gと玄米15gの混合播種区(B)とした。床土は火山灰畑土壌を用いた。調査は播種4日後に行った。

##### (f) 緑化時以降の温度条件と菌叢の生育

稚苗育苗法に準じて播種および出芽処理をした

育苗箱を、3か所の異なった環境下、すなわち、ガラス室；平均気温23.0℃（8.5～38.0℃）、ビニールハウス；平均気温19.9℃（4.5～36.0℃）、室内；平均気温13.7℃（6.5～20.5℃）で緑化した。

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生育状況について行った。

b 結 果

(a) 種子の傷靱混入程度と菌叢の生育

播種4日後の菌叢の生育は、無傷靱種子区で殆ど認められず、傷靱混入種子区(2.9%)では地中の播種層全面で認められた。なお、傷靱および玄

米の混入割合が高いと、地表、地中ともに菌叢の生育は著しかった。(第15表)

(b) 催芽条件と菌叢の生育

催芽後に種子を乾かした場合または催芽をせずに播種した場合には、出芽までの所要時間が長引

第15表 傷靱の混入と菌叢の生育

区 別	菌叢の生育量	
	地 表	地 中
無 傷	-	-
傷靱 (2.9%)	-	+~++
傷靱 (6.7%) + 玄米 (10.4%)	++	+++

注) 1974年5月30日播種、播種4日後調査  
菌叢の生育量は第6表に準じた。

第16表 催芽条件と菌叢の生育

種 子 の 条 件	菌叢の生育量		苗の生育状況	
	地 表	地 中	出芽状況	草丈 (cm)
催 芽 (水漬→催芽→水切り→播種)	+	+~++	揃い	2.8
芽の乾燥 (水漬→催芽→陽光→播種)	++	+++	やや不揃い	2.5
催芽前 (水漬→水切り→播種)	+	++	やや不揃い	2.3

注) 1974年5月30日播種、播種4日後調査菌叢の生育量は第6表に準じた。

き *Rhizopus* 属菌の多発する傾向が見られた。特に、催芽後に芽がいったん乾いた種子は菌叢の生育が旺盛であった。(第16表)

(c) 床土の種類と菌叢の生育

播種4日後の地表面における菌叢の生育は各育苗用人工培土ともほぼ同様であった(第17表)。

第17表 育苗用人工培土の種類と菌叢の生育

床 土	100 ml 容積重	形 状	播種後の菌叢の生育量			健全苗の生育状況	
			4 日後		13 日後	(播種13日後)	
			地 表	地 中	地 表	草 丈	根 長
	g					cm	cm
くみあい専用培土	110.2	細粒状	+~++	++	+++	9.3	2.3
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
火山灰畑灰畑土	70.0	粉 状	+~++	+~++	+~++	9.1	4.5

注) 1974年6月27日播種菌叢の生育量は第6表に準じた。

しかし、種子の周囲における菌叢の生育は床土によって差異が認められ、くみあい専用培土では最も生育が旺盛で、くみあい合成培土では悪かった。播種13日後の種子周辺の菌叢の生育程度も上記と同様であった。一方、播種13日後の健全苗の状態は、中粒状で孔隙に富むくみあい合成培土で草丈、根長とも、他の床土よりも勝り、生育は良好であ

った。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。

各種畑土壌を床土にした時の菌叢の生育は(第18表)花崗岩土壌、第三紀土壌で旺盛であり、火山灰土壌、沖積土壌では前二者に比べて劣った。

第18表 床土とした畑土の種類と菌叢の生育

床 土	腐植	%	菌叢の	草 丈	葉 齢	異常根	不 出	健 全
			生育量					
			(15日後)	cm	齢	%	%	%
火山灰土 (滝沢)	腐植	10%	++	11.6	2.7	20.5	9.0	70.5
沖積土 (江刺)	腐植	5%	++	10.5	2.7	45.2	17.8	37.0
花崗岩土 (釜石)	腐植	2%	+++	10.0	2.5	73.5	20.8	5.7
第三紀土 (東和)	腐植	0.5%	+++	9.5	2.5	52.0	26.9	21.1

注) 1974年5月2日播種 ( ) 内は土壌★★地菌叢の生育量は第6表に準じた。

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、葉齢も劣った。これに対して、火山灰土壌、沖積土壌では出芽、生育とも良好であった。

(d) 床土の水分量と菌叢の生育

床土の水分保持状態が「甚」の区では、菌叢の生育状況は播種8日後まで悪く、その後種子の腐敗を伴い著しく増加した。水分保持状態が「多」、

第19表 床土の水分量と菌叢の生育

出芽法	床土の水分量	播種後の菌叢の生育量				備 考
		播種4日後		同8日後		
		地 表	地 中	地 中	地 中	
積重式	甚	-~+	+	+~++	+++	覆土多湿、出芽不良
	多	-~+	+++	++	++	
	少	-~+	++	++	++	
棚積式	甚	-~+	+	+	+++	覆土多湿、出芽不良 出芽時覆土の 持ち上がりが顕著
	多	-~+	++	++	++	
	少	-~+	++	++	++	

注) 1973年5月8日播種菌叢の生育量は第6表に準じた。

「少」の区では、出芽時覆土の持ち上がりもあり、播種層における菌叢の生育が旺盛であった。積重

式と棚積式の出芽法の違いは認められなかった(第19表)。

第20表 出芽温度と菌叢の生育

出芽温度	区	出芽状況	播種4日後の菌叢の生育量		菌叢の生育状況	
			地 表	地 中	草 丈	根 長
					cm	cm
28	A	疎	-	+	2.0	3.3
	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) A: 鳩胸程度の催芽種子播種  
B: 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) 菌叢の生育は第6表に準じた。

(e) 出芽温度と菌叢の生育

出芽温度34℃区では菌叢の生育が最も旺盛で、根長も短く、根の障害が認められた。31および28℃では菌叢の生育がやや劣った。28℃では部分的に Fusarium 属菌の混発が見られた(第20表)。

(f) 緑化時以降の温度条件と菌叢の生育

緑化後の育苗温度が6.5~20.5℃と低温に経過した室内区では、ガラス室区とビニールハウス区のように温度が高く経過した区に比べて、菌叢の生育が著しく旺盛であった。また、播種11日後の調査では、室内区は生育が停滞気味になり、褐変苗率が高く、草丈はやや短かった(第21表)。



第21表 緑化時以降の温度条件と菌叢の生育

育苗場所	播種後の菌叢の生育量			褐変苗率 (播種11日後)	草丈 (播種11日後)
	4日後 地表	6日後 地中	11日後 地中		
ガラス室	-~+	++	+	10.6	7.3
ビニールハウス	+	+~++	+	19.7	7.1
室内(半日陰)	+	+~++	+++	24.1	6.0

注) 播種1973年5月8日、菌叢の生育量は第6表に準じた。

(5) 中苗育苗(無加温出芽)における  
発生生態

近年、本葉3.5枚を育苗目標葉数とした「中苗育苗」が普及している。この育苗法でも稚苗育苗と同様に *Rhizopus* 属菌による出芽、生育の障害が多発して問題となっている。ここでは、中苗育苗における *Rhizopus* 属菌による苗立枯病の発生生態について、とくに置床の保温の面から検討した。

a 材料および方法

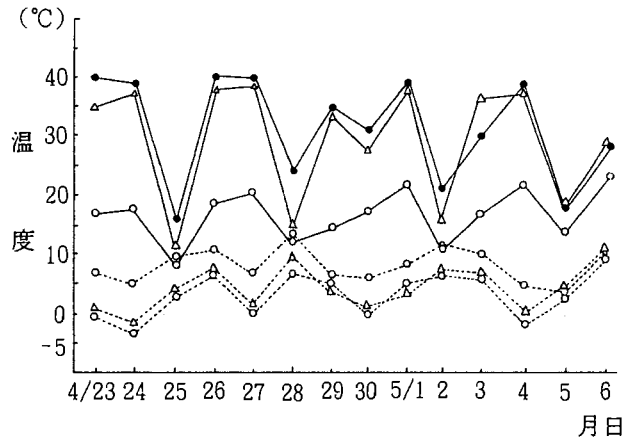
育苗法：種子は品種ハヤニシキを用い、ホルマリン消毒後、4日間浸種した催芽前種子および2日間浸種後2日間加温した鳩胸程度の催芽種子を供試した。床土は岩手農試火山灰畑土壌を用い、播種直前に *R. arrhizus* の孢子懸濁液(孢子濃度は200倍顕微鏡下1視野当り約250個)を箱当り300 ml 灌注接種した。播種量は箱当り80、120、160gとした。播種時の灌注量は箱当り1.5 lとした。その他の育苗法は第三章材料および方法の項で述べた方法に従った。

調査法：覆土面の温度は自記温度計で測定した。播種26日後に苗立状態、菌叢の生育および障害苗の発生状況を調査した。障害苗の調査は第三章材料および方法の項で述べた方法に従った。

b 結果

ハウス内トンネルと露地トンネルにおける播種後2週間の育苗温度の経過は第5図に示した。

最高温度は、ハウス内トンネルでやや高めに経過した。外気温が14℃を越す晴天日の日中には、両トンネル内とも34~40℃に達した。このため、しばしばトンネルを開放した。最低温度は、露地トンネルでは外気温より1~2度高めであったが、



第5図 播種後の温度経過

○外気温, ▲露地トンネル, ●ハウス内トンネル  
— 最高気温, ..... 最低気温

しばしば-2~4℃の低温にさらされた。ハウス内トンネルは外気温より1~8℃高く、夜間でも5~13℃を維持した。

出芽は、ハウス内トンネルでは催芽種子、催芽前種子とも、良好であった。しかし、露地トンネルは、催芽種子の160g区と催芽前種子の全区で出芽の遅れ、不揃いが目立った。菌叢の生育は、ハウス内トンネルの催芽種子80g区で劣ったが、ハウス内トンネル、露地トンネルともに旺盛であった。また、ハウス内トンネルの催芽前種子区では *Fusarium* 属菌の混発がみられた。

露地トンネルとハウス内トンネルの障害苗の発生の調査結果は第22、23表に示した。

異常根苗率は、催芽種子を供試した場合、播種量が多いほど高めであり、両トンネル間の差異は認められなかった。しかし、催芽前種子を供試した場合は、ハウス内トンネルでやや高めであった。一方、出芽前腐敗率は露地トンネルで高く、特に催芽前種子を供試した場合に顕著であった。

第22表 露地トンネル方式における種子の催芽の有無、播種量と障害苗の発生

催芽の 程 度	箱 当 り 播 種 量	苗 立 状 況	菌 叢 の 生 育	草 丈 cm	健 全 苗 率 %	異 常 根 苗 率 %	出 芽 前 腐 敗 率 %	褐 変 苗 率 %
鳩 胸 催 芽	80	良	++	8.3	70.8	26.7	0.4	3.1
	120	良	++	8.2	40.7	44.3	13.8	1.2
	160	やや 不良	++	7.1	9.0	70.9	20.1	0.0
催 芽 前	80	不良	+	4.4	22.1	44.5	33.4	0.0
	120	やや 不良	++	7.8	19.1	60.3	17.1	3.5
	160	不良	++	6.3	13.6	56.8	27.7	1.9

注) 播種26日後調査

第23表 ハウス内トンネル方式における種子の催芽の有無、播種量と障害発生

催芽の 程 度	箱 当 り 播 種 量	苗 立 状 況	菌 叢 の 生 育	草 丈 cm	健 全 苗 率 %	異 常 根 苗 率 %	出 芽 前 腐 敗 率 %	褐 変 苗 率 %
鳩 胸 催 芽	80	良	-	9.7	71.6	22.0	2.1	4.3
	120	良	++	9.8	53.5	42.0	4.1	0.4
	160	良	++	9.7	26.5	67.2	6.3	0.0
催 芽 前	80	良	++	8.4	28.6	62.5	8.9	0.0
	120	良	++	9.0	14.4	78.8	5.8	1.0
	160	良	++	7.6	14.1	77.9	7.1	0.9

注) 播種26日後調査

### 5) 防 除

本項では、本病に有効な薬剤を探索し、その処理法、特に、土壌処理、種子処理の面から検討するとともに、育苗箱内に発生する他の病害防除も含めた総合的な防除法を検討した。

#### (1) 有効な薬剤の探索

ここでは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た。

##### a 材料および方法

供試薬剤と施用量は、ヒドロキシイソキサゾール粉剤(商品名、タチガレン粉剤) 5g/箱の土壌混和、ベノミル水和剤(商品名、ベンレート水和剤) 0.5%量種子粉衣、チウラム・ベノミル水和剤(商品名、ベンレートT水和剤20) 0.5%量種子粉衣、PCNB粉剤5g/箱土壌混和である。

供試土壌は岩手農試火山灰畑土壌、育苗法は稚苗育苗法に準じた。

調査は、育苗器から搬出直後と緑化処理中における菌叢の生育状況、イネの生育状況および苗立枯病発生状況について行った。

#### b 結 果

各薬剤の防除効果は第24表に示した。

チウラム・ベノミル水和剤 0.5%量を播種直前種子粉衣処理区とPCNB粉剤5g/箱の土壌混和処理区は播種10日後の調査においても *Rhizopus* 属菌の発生は認められず、褐変枯死苗の発生率も低かった。しかし、両薬剤とも草丈の伸長抑制が認められ、とくに、PCNB粉剤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、防除効果は認められなかった。

#### (2) 各種薬剤の使用濃度と苗の生育

*Rhizopus* 属菌に対して効果が認められたチウラム・ベノミル水和剤は薬害の発生が認められた

第24表 各薬剤の防除効果

供試薬剤と処理法	菌叢の生育量			褐変枯	草丈
	4日後	6日後	10日後	死苗率 %	10日後 cm
ヒドロキシソキサゾール粉剤, 土壌混和	+	++	++	32.6	4.8
ベノミル水和剤, 種子粉剤	+	++	++	3.5	4.8
チウラム・ベノミル水和剤, 種子粉剤	-	-	-	0.4	4.3
P C N B 粉剤, 土壌混和	-	-	-	8.2	2.0
対照, オートクレーブ 殺菌土壌	++	++	++	22.9	4.5
対照, 無 殺菌土壌	++	++	++	20.0	4.5

注) 1973年1月12日播種、1区180～230 苗調査菌叢の生育は第6表に準じた。

が、使用方法を変えることによって薬害を回避できるものと考えられた。また、本菌に対して有効な薬剤としてTPN水和剤(商品名、ダコニール)が報告されている<sup>7)</sup>。このことから、これらの薬剤を供試して薬剤の濃度と苗の生育との関係を検討した。

a 材料および方法

供試薬剤は、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%)である。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、これに種子30粒並べて30℃で出芽させた(ろ紙法)。または、9cmシャーレに土壌10g入れて播種し、所定濃度の薬液を10ml灌注後覆土し、30℃で育苗した(土壌法)。播種3～6日後、1区20本の草丈、根長を測定した。

a 結果

薬剤の生育に対する影響(草丈の抑制、発根抑制)は両薬剤とも不完全葉の出葉期まで認められた。抑制は草丈よりも発根の方が顕著に表れた(第25表)。すなわち、ベノミル・チウラム水和剤のろ紙法による検定では200mg/l(2,000倍)、土壌法では1,000mg/l(400倍)以上の濃度で根の伸長が対照より10%以上抑制された。一方、TPN剤のろ紙法による検定では750mg/l(1,000倍)、土壌法では1,875mg/l(400倍)以上の濃度で生育抑制が顕著に表れた。

チウラム・ベノミル水和剤およびTPN水和剤の実用濃度は、希釈倍数で400倍以上、いいかえるとチウラム・ベノミル水和剤では1,000mg/l以下、TPN水和剤で、1,875mg/l以下で根の伸長抑制が10%以下と小さかった。

(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剤と他の立枯病防除剤、ヒドロキシソキサゾール剤との併用について検討した。

第25表 薬剤の希釈倍数と苗の生育

薬剤	希釈倍数	l当り 成分量 mg	ろ紙法		土壌法	
			草丈 mm	根長 mm	草丈 cm	根長 cm
チウラム・ベノミル 水和剤 (20, 20)	100	4,000	6.1	2.1	3.1	1.9
	200	2,000	8.3	2.8	3.5	4.5
	400	1,000	7.9	7.0	3.6	7.3
	1,000	400	9.4	13.3	4.2	9.3
	2,000	200	9.0	14.6	4.4	7.3
	4,000	100	9.6	15.4	4.1	9.2
	対照	0	11.9	16.8	3.8	8.7
TPN 水和剤 (75)	100	7,500	21.8	9.9	6.8	9.4
	200	3,750	22.0	22.5	6.1	8.8
	400	1,850	22.0	38.6	5.8	10.4
	1,000	750	19.1	55.4	6.2	11.6
	2,000	375	21.2	61.0	7.0	12.7
	4,000	187	21.4	69.3	6.5	12.2
	対照	0	21.6	60.8	7.5	12.6

注) 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

( )内は成分量%

a 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。育苗ではオートクレーブ滅菌畑土壌に培養菌を接種(第26表)、あるいは、畑土壌に玄米粉を散布(第27表)してRhizopus属菌の発生を助長させた。

600倍液から1,200倍液までは菌叢の生育状況に差異が認められず、効果はほぼ同等と認められた。(第26表)。また、玄米粉を散布し、水和剤1,000倍液を箱当り1ℓ灌注した区において、玄米粉5g散布区では菌叢の生育は劣り、苗の生育も良好であった(第27表)。玄米粉15g散布区では薬剤の効果は認められず、効果の持続期間も短かった(表略)。

灌注方法では、覆土前灌注が効果を認めた。

b TPN水和剤の土壌処理方法と効果

TPN水和剤500～1,000倍液を箱当り1ℓ、

覆土後灌注の効果を玄米混播によって検討した(第28表)。

出芽時における無処理区の菌叢生育量は極めて旺盛であり、これに伴って中茎の伸長歪曲、不完全葉～第1葉の伸長抑制、鞘葉褐変など生育障害苗が多発した。一方、TPN水和剤灌注処理区では、障害苗の発生は少なく、有効と考えられた。

500倍液と1,000倍液では500倍液の効果が高かった。しかし、1,000倍液でも無処理区と比べて高い防除効果を示した。

第26表 チウラム・ベノミル水和剤の防除効果

処 理 法		菌 叢 の 生 育 量		生育状況
希 積 倍 数	灌 注 量 ml / 箱	播 種 4 日 後	播 種 13 日 後	播 種 12 日 後 の 草 丈
		地 表	地 中	
覆土前	600	600	-	12.1
覆土後	600	600	++	12.3
覆土後	800	600	++	12.7
覆土後	1,000	600	++	12.5
覆土後	1,200	600	++	12.3
対 照		++	+++	11.8

注) 菌叢の生育量は第6表に準じた。

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

第27表 玄米粉散布とチウラム・ベノミル水和剤の防除効果

処 理 法		菌 叢 の 生 育 量			生育状況		
希 積 倍 数	灌 注 量 ml / 箱	播 種 4 日 後	播 種 9 日 後		草 丈	根 長	
		地 表	地 表	地 中			
覆土前	1,000	1	-	-	+	7.1	4.9
覆土後	1,000	1	-	-	-~+	6.7	5.4
対 照		-	-	++		6.3	4.5

注) 菌叢の生育量は第6表に準じた。

玄米粉5g/箱散布 播種1974年6月17日

第28表 TPN水和剤の防除効果

処 理 法		播 種 4 日 後 菌 叢 生 育 量		苗の障害 (播種4日後調査)					
希 積 倍 数	灌 注 量 ml / 箱	地 表	地 表	健 全	中 茎 伸 長 歪 曲	第 一 葉 抑 制	種 子 根 抑 制	鞘 葉 褐 変	
				%	%	%	%	%	
覆土前	500	1	-	+	63.4	22.8	13.3	0	0.5
覆土後	1,000	1	-~+	-~+	47.9	37.2	11.3	0.8	2.8
対 照		+++	+++	28.4	44.4	21.9	0	0	

注) 菌叢の生育量は第6表に準じた。

播種1974年9月5日、火山灰畑土壌

c 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 1 ℓ 灌注とヒドロキシイソキサゾール剤の粉剤を箱当り5gまたは同液剤 1,000倍液を箱当り 1 ℓ との併用を試み苗の生育および薬剤の効果の検討を行った。床土は火山灰畑土壌を用いた。

結果は第29表に示した。ヒドロキシイソキサゾール粉剤の土壌混和に加えてTPN水和剤の播種

前または覆土後の灌注は、根長の抑制がわずかに認められたものの、健全苗率は対照区と差がなかった。TPN水和剤の播種前灌注に加えてヒドロキシイソキサゾール液剤を緑化時（播種4日後）に灌注しても対照区と差がなく、薬害も認められなかった。しかし、両薬剤の各 500倍液の同時混合灌注は草丈および根長の抑制が著しく、薬害が認められた。

第29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防除効果

No.	施用時期				草丈 cm	根長 cm	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	3.2	76.0	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°C)、床土;火山灰畑土壌 調査は播種13日後

▲ヒドロキシイソキサゾール 粉剤 5 g/箱

●ヒドロキシイソキサゾール 液剤 1,000倍 1 ℓ/箱

○TPN水和剤 1,000倍 1 ℓ/箱

●+○ヒドロキシイソキサゾール液剤 500倍+TPN 水和剤 500倍 1 ℓ/箱

(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こすことを前項で示した。このことから、種子消毒剤を種子に付着させ、種子に対する着菌抑制効果を検討した。

a 材料および方法

(a) 播種時処理濃度と防除効果

チウラム・ベノミル水和剤はクレーで希釈し、有効成分濃度を2.5~20.0%になるように調製した。調製した薬剤はホルマリン消毒後鳩胸程度に催芽した種子に種子重量(乾燥物換算)の0.5%量を粉衣し、播種した。なお、対照区は同水和剤の1,000倍液を箱当り 600ml覆土後、灌注処理した。処理種子は箱(60×30cm)当り250g播種し、更に、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、床土は火山灰畑土壌を用いた。出芽は育苗器を用い常法によった。調査は緑化時の菌叢の生育量、苗の生育状況について行った。

(b) 浸種前処理濃度と防除効果

薬剤処理方法は、チウラム・ベノミル水和剤の5倍液または10倍液を乾燥種子重の3%量を浸種前種子に吹付け、同水和剤を種子重の0.5%量を粉衣、あるいは、同剤20倍液に20分間浸種処理した。処理種子はいずれも室内で十分に風乾してから育苗に供した。対照区はホルマリン消毒種子を用いた。接種はフスマ培養菌の*R. arrhizus*を等量の床土に混和し、箱の一端約5cm幅に覆土して行った。床土は火山灰畑土壌を用い、稚苗育苗方式で行った。調査は出芽時および硬化処理中の菌叢生育状況と苗の生育状況について行った。

b 結果

(a) 播種時処理濃度と防除効果

玄米を混播すると地中での菌叢の生育はやや旺盛であったが、地表面での生育は劣った。一方、薬剤処理区、種子1kg当りチウラム・ベノミルの有効成分量がそれぞれ0.5~1gでは地表および地中における菌叢の生育が劣り、薬剤の効果が認

められた。しかし、本濃度では草丈がやや短くなり、生育抑制も認められた(第30表)。有効成分量が0.13~0.25gでは菌叢の生育がやや旺盛になり、効果は不十分であった。チウラム・

ベノミル水和剤の1,000倍液を箱当り600ml灌注した区ではわずかに菌叢の生育が認められた。しかし、苗の生育は無処理区に比較して良好であった(表略)。催芽種子を供試した播種直前処理で

第30表 催芽種子に対するチウラム・ベノミル剤の処理濃度と効果

薬剤 濃度	処理法	種子 1 kg 当り		菌叢の生育量				草丈 播種 9日後
		有効成分量		播種 4日後 地中	同左 地表	播種 9日後 地中	同左 地表	
%		(T)	(B) g					
20.0	0.5%粉衣	1.00、1.00		-	-	-	-	±
15.4	0.5%粉衣	0.75、0.75		-	-	-	-	±
13.3	0.5%粉衣	0.66、0.66		-	-	-	-	±
10.0	0.5%粉衣	0.50、0.50		-	-	-~+	-	+
5.0	0.5%粉衣	0.25、0.25		-	-	-~+	-	+
対照		0	0	++	++	++	-	

注) 菌叢の生育量は第6表に準じた。草丈は対照に対して、-:短い、±:並、+:長い  
播種1973年9月5日 T:チウラム、B:ベノミル

は生育抑制が認められた。

(b) 浸種前処理濃度と防除効果

出芽時における *Rhizopus* 属菌の生育は、対照区のホルマリン消毒区でやや旺盛だったのに対して、チウラム・ベノミル水和剤処理の各区ではやや劣った。出芽状況は各区とも良好であった。播種13日後の苗の生育調査結果でもチウラム・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より少なく、防除効果は良好であった。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20分浸漬処理区はやや生育の抑制が認められたが実用には問題は

ないと思われた。吹付け処理はなんら支障が認められなかった(第31表)。

6) 考察

稚苗育苗に発生した苗立枯病罹病苗および発生した床土からは *Rhizopus* 属菌、*Trichoderma* 属菌および *Fusarium* が普遍的に分離され、分離頻度も高かった。また、これらの分離菌はいずれもイネ幼苗に対し病原性を有していた。このことから、箱育苗における苗立枯病はこれら3種類の菌が関与していると考えられた。岩手県内の巡回調査ではこれらの菌のうち *Rhizopus* 属菌による苗立枯病が特に多く、被害は甚大であったことから、

第31表 浸種前種子に対するチウラム・ベノミル剤の処理法と効果

処理法	菌叢の生育量		苗の状態C)					草丈 cm	根長 cm
	地表a)	地中b)	健全 苗率 %	異常根 苗率 %	褐変 苗率 %	生育不 良苗率 %	不出 芽率 %		
10倍液3%量吹付け	+	-	91.3	0.3	0	3.5	4.9	9.8	4.9
5倍液3%量吹付け	+	-	91.7	0.6	0.2	2.0	5.5	9.7	5.5
0.5%粉衣	+	-	86.2	0	1.8	9.8	2.2	9.4	4.8
20倍液、20分浸漬	+	-	88.6	0	0	9.0	2.4	9.8	4.4
対照区(ホルマリン)	++	+~++	57.1	1.8	20.1	10.3	10.7	10.1	4.5

注) 調査苗数は1区当り250~300本、  
a)は播種3日後、b)とc)は播種13日後調査  
菌叢の生育量は第6表に準じた。

本節では *Rhizopus* 属菌による苗立枯病の発生生態と防除について検討した。

罹病苗、育苗資材等から *Rhizopus* 属菌を分離した結果、*R. arrhizus*、*R. stornifer*、*R. javanicus*、*R. oryzae*、*R. chinensis* の5種類が確認され、これらの菌はいずれもイネ幼苗に対して病原性を有していた。

育苗箱で発生する *Rhizopus* 属菌として茨木<sup>12)</sup> は *R. oryzae* を、八尾板<sup>77)</sup> は *R. chinensis* を報告している。また、茨木は<sup>12)</sup> (財)発酵研究所保存の *Rhizopus* 属菌菌株の中から、接種試験によってイネ幼苗に病原性を認めた菌株として、*R. delemer*、*R. japonicus*、*R. niveus*、*R. oligosporus*、*R. hangchao* の5種類を報告している。本実験およびこれらの報告から、箱内に発生する *Rhizopus* 属菌は単一種にとどまらず数種類存在すると考えられた。

分離菌の生育適温は、*R. stornifer* が30℃、その他の菌株では30~35℃を示し、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。このことは、箱育苗における出芽処理は本菌の生育を旺盛にし、本病の発生に適した温度環境を呈していると考えられる。

*R. chinensis* は異常根の発生が顕著あり、*R. stornifer* は他の菌株に比べて障害程度は軽く、*Rhizopus* 属菌の種類によって病原性に差異があると考えられる。

*Rhizopus* 属菌による苗立枯病は、種子の周囲および土壤中に発生した本菌の生産する毒性物質<sup>50, 51)</sup>によって起こり、出芽および発根が抑制される。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、葉色も退緑するが、必ずしも枯死しない。しかし、罹病苗は根張りが劣ることから、機械による移植作業に支障を来し、移植後の生育が劣る。

*Rhizopus* 属菌は種子、床土、および、育苗器内から検出され、本菌がこれらによって箱内に侵入することが確認された。岩田ら<sup>20)</sup>、矢尾板<sup>75)</sup>

<sup>76)</sup>も本菌の伝染源として土壌と育苗箱の汚染状況を調査し、その消毒による防除法を報告した。本実験では、床土からの本菌の検出率は人工培土に比べ畑土壌で高かった。このことは、人工培土は製造途中で熱処理が加えられることから、一旦殺菌された状態になっている結果と考えられた。したがって、ここでの検出は人工培土製造後の菌の侵入およびその後の増殖によると考えられる。種籾では乾籾で10%、浸種籾で7%の種子から検出されたが、これは、薬剤の種子処理によって種子付着菌の防除が可能であると考えられる。本菌は出芽処理に使用する育苗器内から9 cmシャーレ当たり平均 5.5個のコロニーが検出された。この検出量は、供試した育苗器が前回の使用から29日経過したものであったが、連日使用の育苗器では菌の飛散量が更に多く、育苗作業および出芽処理中は常に空中飛散による箱内侵入が起るものと考えられる。玄米および傷籾を播種した場合、56~86%の着菌率を示し、玄米および傷籾は箱内侵入菌の着菌、増殖を助長しているものと考えられた。したがって、防除には、床土および種子の薬剤処理と合わせて無傷種子の使用、育苗器内外の清掃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。

*Rhizopus* 属菌の孢子発芽は種子の浸出液、玄米粉およびトマトジュースによって促進された。また、含窒素化合物とくに肥料として施用する硫酸アンモニウムもわずかながら孢子の発芽促進作用があった。しかし、畑土壌煎汁液ではその効果が認められなかった。古谷<sup>30)</sup>は本病の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施用をあげている。しかし、本実験では、育苗箱内に侵入した *Rhizopus* 属菌孢子の発芽は、主として出芽種子または傷籾から浸出する物質によるものと推察した。

本病の接種法として、接種源はフスマ培養菌または孢子懸濁液が有効と考えられた。ただし、フスマ培養菌では床土1 kg当たり 100 gと多量の場合は、その後の生育に影響が見られた。一方、無接種区でも覆土前に玄米粉を箱当たり5g散布することにより、発病苗率で約50%の発生を起こすことが出来た。接種部位あるいは散布部位は箱の片隅であっても発生させることが出来、この方法によ

て接種源として用いた培地がイネの生育に直接影響を与えることなく接種できることを見出した。

*Rhizopus* 属菌の育苗箱内発生は、出芽処理期間の高温 (34°C) 高湿度条件下と、緑～硬化期間の低温 (平均気温13.7°C)、高湿度条件下で菌叢の生育が旺盛であった。前者の出芽時の高温は *Rhizopus* 属菌の生育適温と重なったこと、また、後者の低温は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た。

また、出芽期間中の *Rhizopus* 属菌の多発生は、催芽前種子、催芽後に芽の乾いた種子および傷糲混入種子の使用、あるいは、通気性の悪い床土、排水不良の床土および排水不良の育苗箱の使用で認められた。特に、床土は、花崗岩土壌、第三紀土壌で、また、人工培土でも細粒～粉状で容積重の大きい培土で多発が認められた。出芽時の床土水分量は常に本病の発生に適した状態にあった。

加温出芽処理を伴わない中苗育苗においては、露地トンネル、ハウス内トンネルとも播種量が多いほど本菌菌叢の生育が旺盛で、異常根苗率も高かった。また、催芽前種子を供試して露地トンネルで育苗した場合は、本菌と本菌より生育適温の低い *Fusarium* 属菌との混発が見られ、出芽前腐敗率が高まった。これは、出芽時における日中高温で *Rhizopus* 属菌の菌叢の発生が助長され、更に、夜間の温度降下によって苗の生育が停滞したためと考えられた。

*Rhizopus* 属菌に有効な薬剤は既知種子消毒剤としてのチウラム・ベノミル水和剤、および、T P N水和剤であった。イネ苗の生育からみて、両薬剤の実用濃度は希釈倍数で 400倍以上と考えられた。

T P N水和剤は500～1,000 倍液を箱当り 1 ℓ、播種時に灌注すると効果が高く、有効であった。また、T P N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イソキサゾール剤 (液剤、粉剤) との併用では、両薬剤の各 500 倍液を播種前または播種後に混合灌注した場合に草丈および根長の抑制が著しかったが、混合灌注以外の両剤の併用は実用上問題ないものと考えられた。

チウラム・ベノミル水和剤の600～1,200 倍液

の播種時箱当り 600ml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はなかったが、種子に対する粉衣処理または吹付け処理では高い防除効果を示した。したがって、種子を 0.5%量の薬剤で粉衣する方法、20倍液に20分間浸漬する方法、または、5～10倍液を3%量吹付ける方法のいずれかの処理を採用することによって、土壤伝染病害としての *Rhizopus* 属菌による苗立枯病の防除と併せて、他の種子伝染性病害との同時防除が可能と考えられた。

## 2 *Pythium graminicolum* による 萎凋性苗立枯病

イネ苗の病害で特に被害が著しく、防除対策上問題とされるものは育苗後半に達した苗に発生する病害である。中でも、本葉2葉期以降の移植間近の苗が急に萎凋症状を呈して枯死する障害苗の発生は、健苗育成上大きな問題となっている。

箱育苗で苗が急性的に萎凋枯死する障害について、武市<sup>57)</sup> のムレ苗の研究がある。それ以来、本症状あるいは類似症状を呈した障害苗はムレ苗<sup>16, 59, 60)</sup> と称されるようになった。しかしながら、障害苗の発生原因については不明であり、防除法も確立されていない。

このことから、本節では障害苗の症状、発生原因、発生生態および防除法について病理学的な面から検討した。

### 1) 発生様相と病徴

#### (1) 材料および方法

品種ササニシキを供試し、浸種、催芽後、ベンレート水和剤を 0.5%量湿粉衣し、播種した。播種後は30°Cで24時間加温した。他の育苗法は第三章の材料および方法の稚苗育苗の項に従った。萎凋性苗立枯病の発生箱と無発生箱を設定し、それらにおける苗の生育差を比較するため、一方は播種時T P N水和剤 1,000倍液 1 ℓ/箱灌注区、他方は本病に対して有効とみられるS F 8002粉剤 (ヒドロキシイソキサゾール 4.0%、メタラキシル 0.5%含有の薬剤) 8g/箱土壌混和区を設定した。播種10日目に苗の生育状況と播種12日後に萎凋苗の発生状況と発生面積率、播種30日後に苗の



状態を調査した。更に、本病の発生初期における苗の症状、すなわち、葉鞘基部、冠根、根毛および鞘葉を観察するとともに検鏡した。

(2) 結 果

a 苗の病徴

本病は、本葉第2葉の抽出はじめ頃から発生し、第2本葉および第3本葉の未展開葉が急速に萎れる。葉身は針状に巻き、灰色となり、後には黄褐色から灰褐色になる。茎は全般にやや細く淡黄褐色で、後には枯死する。葉鞘基部は、はじめ淡い褐色変症状が認められ、次第に褐色になり、褐色苗となる。根は褐色しており、健全苗の根が乳白色を呈しているのが容易に区別出来る。冠根、根毛の伸長は小さく、新根の発生が少ない。根は切れ易く箱内の根張りが悪い。また、箱下置床への伸長根が少なく、育苗箱の持ち上げが容易である。発生は育苗箱全面または不定型の斑紋状に生じる(第6図)。

色で、後には枯死する。葉鞘基部は、はじめ淡い褐色変症状が認められ、次第に褐色になり、褐色苗となる。根は褐色しており、健全苗の根が乳白色を呈しているのが容易に区別出来る。冠根、根毛の伸長は小さく、新根の発生が少ない。根は切れ易く箱内の根張りが悪い。また、箱下置床への伸長根が少なく、育苗箱の持ち上げが容易である。発生は育苗箱全面または不定型の斑紋状に生じる(第6図)。



a. 育苗箱内の発生状況



b. 罹病苗(左)と健全苗(右)

第6図 *Pythium graminicolum* による萎凋性苗立枯病の病徴

b 罹病苗の生育状況

第32表 苗立枯病発病前の苗の生育、発根量と発生面積率

区 別	苗の生育a)				発根量b)			発生c) 面積率 %
	最長根 cm	根数 本	草丈 cm	生体重30苗 g	最長新根 cm	新根総長 cm	新根数 本	
発病箱	6.0	6.3	7.8	1.33	2.1	5.2	4.2	70
無発病箱	5.4	6.1	7.6	1.27	3.1	11.2	4.6	0

注) a) 播種10後(発病2日前)調査  
b) 播種10後剪根し、23°C 4日間後の再生根を調査  
c) 播種12後調査

本病の発病箱と無発病箱における苗の生育状況は第32表に示した。発病前の播種10日後の調査では、発病箱と無発病箱とにおける苗の根数、草丈、

生体重、最長根はほぼ同等か、むしろ発病箱の方がやや上回る傾向であった。しかし、剪根処理による新根数、新根長は無発病箱の苗に比べて発病

箱の苗で著しく劣った。

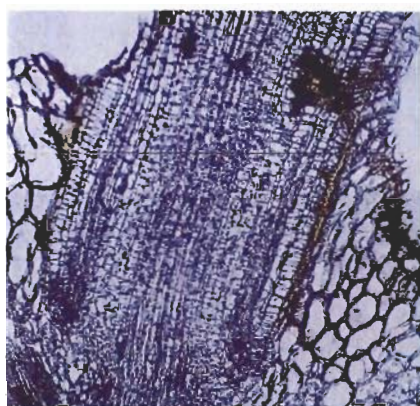
罹病苗は健全苗に比較して、総根長、根重、草丈、葉齢で劣り、特に根重は著しく低かった。また、病苗では葉鞘基部の褐変程度も著しかった(表略)。

c 罹病苗の顕微鏡観察

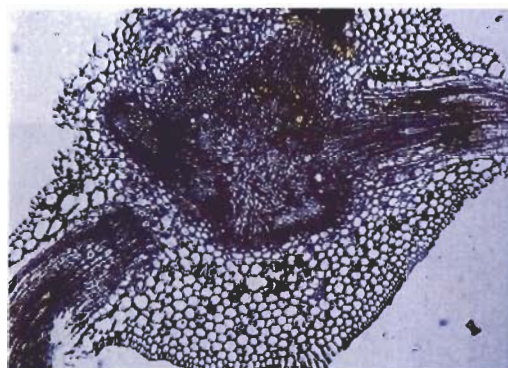
罹病苗を抜き取り、水道水で床土を洗い落とし、1夜殺菌水中に浸した後、簡易マイクロームを用

いて葉鞘基部の節部位の断面切片を作成し、検鏡に供した。冠根、根毛はスライドガラス上に押し潰して検討した。

葉鞘節および上位節から発根した冠根の中心柱、皮層は褐変し更に、発根直前の冠根も既に褐変しているものが認められた。更に、冠根組織および根毛には *Pythium* 属菌の卵胞子が多数観察された(第7図)。



a. 冠根の外皮、皮層の褐変、外皮に沿って鞘葉節の組織が褐変している。



b. 鞘葉節の部分から出る冠根の中心柱、皮層が褐変している。

第7図 罹病苗鞘葉節横断面の顕微鏡観察像

2) 病原菌の分離

(1) 材料および方法

萎凋性苗立枯病罹病苗と本病の発生し易い岩手農試土壌(岩手山中性腐植質火山灰土壌)から関与菌の分離を試みた。分離培地は、ストレプトマイシン 300mg/l 添加 PDS 培地、ペノミル10mg/l 添加素寒天培地を用いた。罹病苗からの分離部位は鞘葉、根の先端、茎の基部とした。土壌

からの分離は土壌懸濁液の希釈平板法によって行った。

分離菌のイネに対する病原性の検定は、PDA 培地による培養菌をイネの播種時に接種し、苗立枯れ症状を示した分離菌を病原性有りとした。

(2) 結果

菌の分離結果は第33表に示した。

第33表 罹病苗からの菌の分離

区	分離部位	A 培地 a)			B 培地 b)			
		Pyth.	Fus.	Fus.	Tri.	Rhizo.	Pen.	その他
罹病苗	鞘葉	10/10	3/15	10/15	0/15	6/15	0/15	5/10
	根の先端	15/15	0/15	10/15	1/15	6/15	0/15	0/15
	茎の基部	15/15	10/15	7/15	0/15	8/15	0/15	6/15
健全苗	鞘葉	0/15	0/15	4/15	7/15	0/15	0/15	3/15
	根の先端	0/15	0/15	9/15	0/15	0/15	0/15	15/15
	茎の基部	0/15	0/15	5/15	0/15	0/15	5/15	6/15

注) Fus; *Fusarium* sp., Pyth; *Pythium* sp., Pen; *Penicillium* sp.

Rhizo; *Rhizopus* sp. Tri; *Trichoderma* sp.,

a) ペノミル10mg/l 添加素寒天、b) ストレプトマイシン 300mg/l 添加 PDA

罹病苗および土壌からは *Rhizopus* sp.、*Fusarium* sp.、*Trichoderma* sp.、および *Bacteria* などが分離された。この内、*Rhizopus* sp.、*Fusarium* sp.、*Trichoderma* sp. は分離に供した苗の症状と異なった症状を呈した。残りの *Pythium* sp. はいずれもイネ苗に対して病原性を認めた。

*Bacteria* の病原性については判然としなかった。

### 3) *Pythium* 属菌の同定

#### (1) 材料および方法

同定は分離した *Pythium* 属菌 (第34表) の中から、P- ma-1、P- ma-2、P-ta、P-niの4菌株について行った。同定法は第Ⅲ章の材料および方法の項に述べた方法に従った。

第34表 分離菌株の病原性

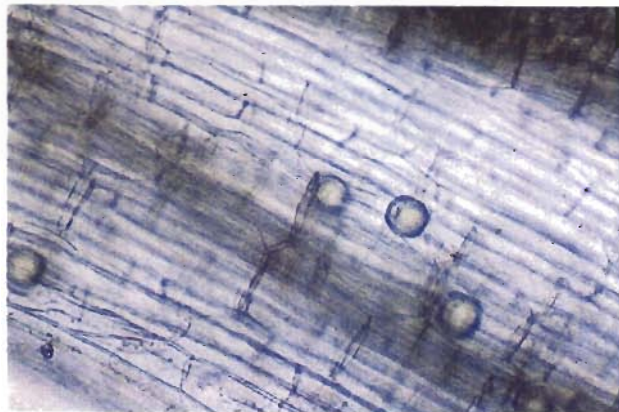
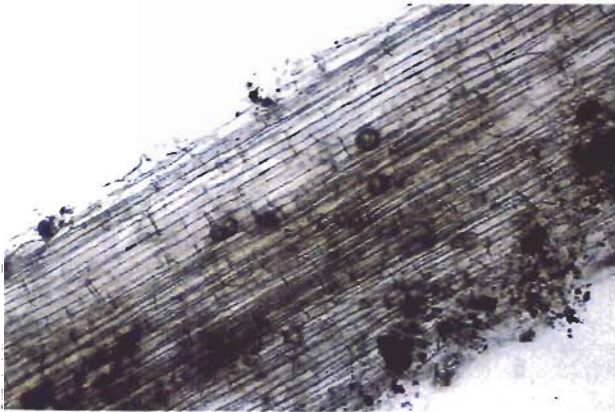
菌 株	分 離 部 位	病原性 a)
P - ma	水浸状の立枯病苗 (根部)	+
P - ta	岩手山中性火山灰土壌 (表層土)	+
P - ni	立枯病苗 (根部)	+
P - ma - 1	P - ma菌を1.5 葉期に接種して得た萎凋苗 (根部)	+
P - ma - 2	P - ma - 1菌を1.5 葉期に接種して得た萎凋苗 (茎基部)	+

a) + : 播種時接種によって苗立枯病の認められるもの

## (2) 結 果

### a 分離菌の形態

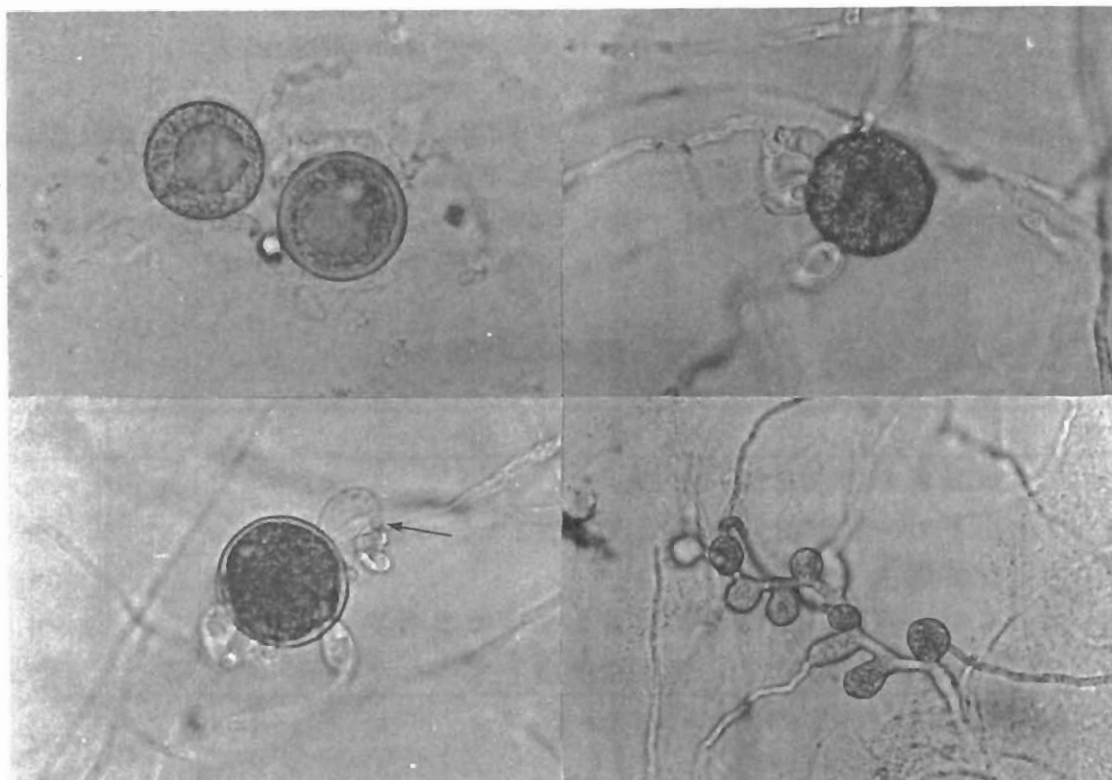
分離菌の形態は第8、9図に示した。



a. 冠根組織内に観察される *Pythium* sp. の卵孢子

b. 拡大図

第8図 分離菌の形態



a. 蔵卵器内に充満する卵孢子  
 b. 雌雄同菌糸性の雄性器  
 c. 分岐した雄性器  
 d. 遊走子のう

第9図 萎凋性苗立枯病の罹病苗から分離された *P. graminicolum* 菌の形態

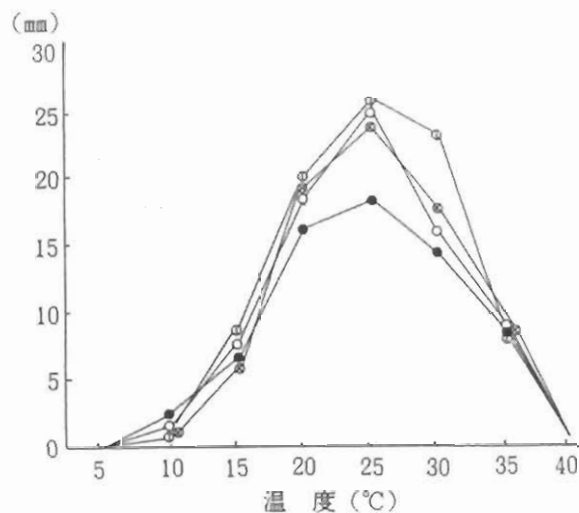
蔵卵器は18.6~26.9 $\mu$ m、表面平滑で頂生または間生、球形から垂球形であった。卵孢子は球形、表面平滑で蔵卵器内を満たしていた(第9図. a)。雄性器は雌雄同菌糸性または異常菌糸性であり、同菌糸性の場合蔵卵器のすぐ下から生じていた(第9図. b)。また、雄性器はやや膨らみ、曲がり首かぼちゃ型をしており、雄性器枝が時々分岐し、蔵卵器当り1~6個付いていた(第9図. c)。遊走子のうは糸状で菌糸より膨れていた(第9図. d)。遊走子の放出はWATERHOUSE<sup>7)</sup>の方法に従って観察したが、認められなかった。

b 菌糸の生育温度

第10図はトウモロコシ煎汁寒天培地上における培養温度と24時間後の菌糸生育との関係を示した。菌糸生育最適温度は25 $^{\circ}$ C付近で、5 $^{\circ}$ Cまたは、40 $^{\circ}$ Cでは菌糸の伸長は見られなかった。

c 培地のpHと菌糸生育

本項ではpH4.4~6.7に調整したトウモロコシ煎汁寒天培地を用いて菌株P-ma-1を供試し、培



第10図 培養温度と菌糸の生育

●P-ma-1菌株 ○P-ma-2菌株  
 ○P-ni菌株 ○P-ta菌株

地pHと菌糸伸長との関係を調査した。生育最適pHは6.3付近であった(図略)。

以上のことから、萎凋性苗立枯病の罹病苗から

分離した4菌株の *Pythium* 菌はいずれも *P. graminicolum* と同定された。

4) 発生生態

*P. graminicolum* によるイネ苗に対する病徴発現機作および発生要因について検討を行った。

(1) 接種時期と病徴発現

a 材料および方法

品種ハヤニシキを供試し、浸種、催芽後ベノミル水和剤を0.5%量粉衣し、箱(60×30cm)当り乾粒重で70、120 および200gずつ播種した。育苗は、30℃で加温出芽し、温室で行った。施肥量は箱当りN:2g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:3.4g, K<sub>2</sub>O:1.2g(標準量の6割)とした。培土はオートクレーブ殺菌火山灰畑土壌(pH6.2)を用いた。

接種法は第Ⅲ章材料および方法の項に述べた方法に従った。

調査は接種後の苗の生育観察および播種27日後

の苗立枯病の発生面積率と苗の生育状況について行った。

b 結 果

(a) 育苗期間の温度経過

育苗温度は10~30℃を目標にしたが、しばしば10℃を下回る日があった。しかし極端な低温、高温はなかった。

(b) 接種時期と苗立枯病の発生

第35表は灌注および浸透接種における播種27日後の苗立枯病発生状況を示した。

播種時接種では、播種10日後に葉先が針状に巻き込んだ捲葉苗が発生した。更にその後は、生育が停滞して苗立枯病となり、発生面積は灌注接種区で85~100%、浸透接種区では50~100%に達した。

出芽時接種では、接種9日後(播種13日後)に捲葉苗が発生した。その後、播種時接種区と同様に生育が停滞し、苗立枯病発生面積率は、灌注接

第35表 接種時期と萎凋性苗立枯病の発生

No.	播種量 g / 箱	接 種 時 期				苗立枯れ発生面積率	
		播種時	出芽時	1.5 葉期	2 葉期	灌注接種 %	浸透接種 %
1		○				100	50
2			○			100	35
3	70			○		70 *	0
4					○	0	0
5						0	0
6		○				100	50
7			○			100	30
8	120			○		100 *	0
9					○	0	0
10						0	0
11		○				85	100
12			○			85	35
13	200			○		95 *	50 *
14					○	0	0
15						0	0

注) \* 播種1981年11月18日、萎凋性苗立枯病

種85~100%、浸透接種区30~35%に達した。

1.5 葉期接種では、接種8日後(播種22日後)に第2本は捲葉、灰緑色となり、萎凋性苗立枯病の症状を呈した。本症状の発生率は、灌注接種で70~100%、浸透接種では厚播きの200g区のみで

50%に及び、不規則の「斑状」になった。また、これらの罹病苗では根、葉鞘基部に淡い褐変症状が認められた。

2.0 葉期接種では、接種9日後まで病徴発現は全く認められなかった。

(c) 接種時期と苗の生育

第36表は播種27日後の苗の生育を示した。

第36表 接種時期と苗の生育

区 別	草丈	第1葉 鞘 長	根数	根長	葉 齡	風乾重 100 個体
	cm	cm	cm	cm	葉	g
播種時接種	6.9	4.0	2.5	3.8	2.0	0.71
出芽時接種	8.7	4.5	4.2	3.4	2.0	1.00
1.5葉期接種	10.4	4.0	4.7	3.3	2.0	1.00
2.0葉期接種	12.2	4.9	6.1	4.7	2.0	1.28
対 照	12.4	4.5	6.4	4.6	2.0	1.27

注) 播種27日後調査、120g 播種

草丈、根数は接種時期が早いほど無接種区に比べ劣った。根長、風乾重は1.5葉期接種まで無接種区よりも劣った。

イネ苗に *P.graminicolum* を接種した場合、1.5葉期まで発病した。また、接種時期が早い場合、捲葉苗の発生後生育は停滞し、その後間もなく褐変枯死し苗立枯病の症状を呈した。一方、接種時期が1.5葉期と遅い場合は、第2本葉が急激に捲葉する、萎凋性苗立枯れの症状を呈した。

(2) 土壌 pH および低温処理と発病

本病多発年における調査から、多発地の共通要因として、育苗期間に低温に遭遇していること、土壌 pH が 5.7 ~ 6.6 と高いこと、が指摘された。これらのことから、土壌 pH および低温処理と本病発生との関係について検討した。

a 材料および方法

土壌は岩手山中性腐植質火山灰土壌、pH 5.8 (以下、火山灰土壌と略す。) と沖積土壌、pH 5.2 を供試した。

土壌 pH の調整は 1/10 規定硫酸または炭酸カルシウムを乾土に添加して、pH を 4.0 ~ 6.5 にした。土壌 pH の測定は添加直後と 7 日後の育苗中に行った。

育苗は品種ハヤニシキを供試し、ホルマリン消毒後、常法により催芽、播種した。播種は箱 (通常育苗箱の 1/10 サイズ) 当り乾籾で 20g とした。出芽処理は 30~32°C の育苗器で行った。出芽後は日中 29~34°C、夜間 12~22°C のガラス室で育苗した。

低温処理は播種 9 日後に 0~2°C の微風に 24 時間遭遇させた。処理後は再びガラス室において育苗した。

調査は低温処理後の苗の生育状況を観察するとともに、播種 16 日後の萎凋性苗立枯病の発病苗数、根および葉鞘基部褐変苗数、草丈、発根量について行った。発根量 (最長根 × 5 mm 以上の根数) 調査は 30°C 定温下あるいは 12~25°C の実験室に 6 日間保ち、再生根を調査し、算出した。

b 結 果

第37表は硫酸および炭酸カルシウムを火山灰土壌と沖積土壌に添加した結果を示した。

第37表 供試土壌の pH 調整値

土壌の種類と pH 調整剤		乾土 100g 当 添 加 量	土壌 pH (水浸出)	
			添加直後	7 日後
火山 灰 土 壌	0.1N, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	185 ml	4.50	4.52
	0.1N, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	100	4.86	4.87
	0.1N, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	66	5.09	5.09
	0.1N, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	30	5.43	5.35
	0.1N, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	5.82	5.62
	C <sub>a</sub> CO <sub>3</sub>	250 mg	6.24	6.02
沖 積 土 壌	0.1N, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	70 ml	4.23	4.10
	0.1N, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	37	4.45	4.38
	0.1N, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	17	4.80	4.64
	0.1N, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7	5.02	4.68
	0.1N, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	5.15	4.60
	C <sub>a</sub> CO <sub>3</sub>	250 mg	5.80	5.28

調整剤添加直後の土壌 pH は火山灰土壌で 4.50 ~ 6.24、沖積土壌で 4.23 ~ 5.80 を示したが、調整 7 日後、育苗中の測定では両土壌ともやや酸性側に移行した。

第38表は播種 16 日後の苗の生育調査結果である。両土壌とも土壌 pH が高い場合 (5.8 ~ 6.2) に草丈、乾物重ともやや低く、生育は抑制された。この傾向は低温処理区で特に顕著であった。発根量も低温処理を行うと火山灰土壌では 5.1 以上、沖積土壌では pH 5.0 以上で著しく劣った。この傾向は処理温度の低い室温区の場合に顕著であった。

苗は低温処理後ガラス室に移し発病状況を観察した。発病は、搬入日の日中高温下 (最高気温 31°C) では認められず、搬入 1 日後の昇温時から現れ始めた。その後、日中の気温が 30°C を越えるころから葉先の萎れが見られ、葉身はやや灰緑色を

第38表 土壌pHと苗の生育

処 理 区	土 壌 の 健 全		乾 物 重		発 根 量		
	種 類 と pH	苗 率	草 丈	50個体 当 り	30 °C	室 温 度	
		%	cm	g	cm	cm	
低 温 処 理 区	火 山 灰	4.50	92.7	10.8	0.51	16.5	12.2
		4.86	84.0	10.3	0.51	9.9	4.4
		5.09	86.8	10.2	0.53	9.5	1.5
	沖 積 土	5.43	56.5	10.4	0.49	2.3	0.3
		5.82	0	9.5	0.44	3.0	0.1
		6.24	0	8.2	0.44	1.5	0.1
無 処 理 区	火 山 灰	4.50	90.7	12.0	0.65		
		4.86	80.9	11.4	0.68		
		5.09	94.4	11.4	0.69		
	沖 積 土	5.43	89.0	11.3	0.63		
		5.82	93.4	10.6	0.64		
		6.24	84.7	10.3	0.53		
低 温 無 処 理 区	火 山 灰	4.23	90.9	11.3	0.53	8.2	4.4
		4.45	88.6	11.1	0.50	3.6	3.7
		4.80	81.9	11.3	0.54	5.8	8.1
	沖 積 土	5.02	85.7	11.1	0.44	1.5	2.2
		5.15	56.1	11.9	0.54	0.5	1.9
		5.80	38.3	10.1	0.42	0.5	0.8
無 処 理 区	火 山 灰	4.23	92.7	11.2	0.68		
		4.45	92.2	11.9	0.72		
		4.80	89.2	11.2	0.75		
	沖 積 土	5.02	80.2	11.8	0.60		
		5.15	75.8	12.0	0.59		
		5.80	82.0	10.6	0.63		

注) 播種16日後調査、\* ; 12~25°C

呈するようになった。しかし、これらの症状は気温の降下とともに一時回復を示した。発病は搬入2日後の昇温時から顕著になり、葉身は灰緑色～灰褐色を呈して急激に萎凋枯死した。

低温処理後の萎凋性苗立枯病の発生と土壌pHとの関係は第11図に示した。

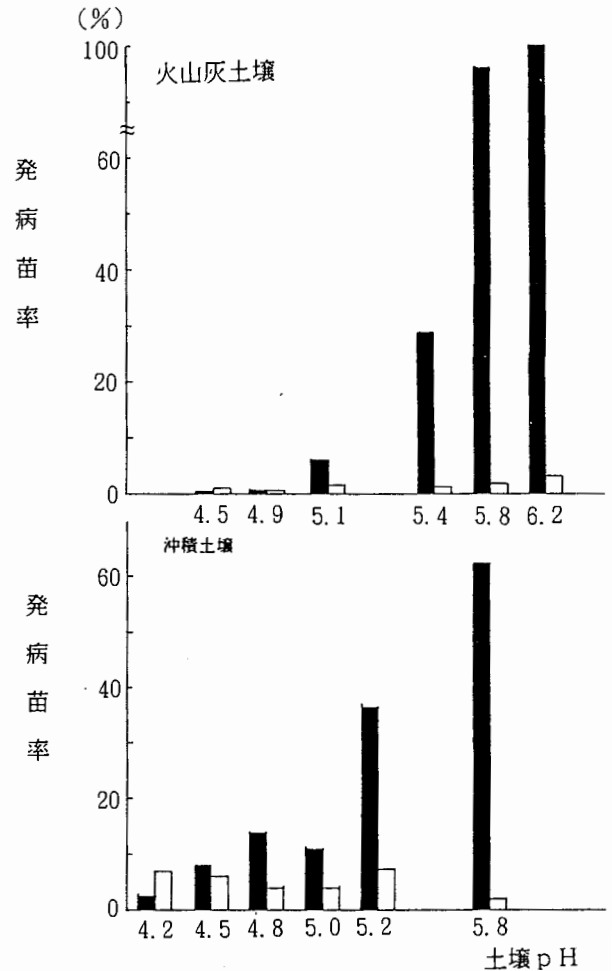
低温処理区では発生が少なく、土壌pHによる差異は認められなかった。低温処理区では、両土壌ともpH5.2以上で発生が著しく、pH5.1以下では、両土壌とも本病の発生は少なかった。すなわち、本病の発生は高pHと低温条件によって助長されるものと思われる。

### (3) 土壌の種類および土壌養分と発病

特に、火山灰土壌を床土として使用しているところで本病の発生が多かったことから、ここでは土壌の種類および土壌養分と発病との関係を検討した。

#### a 材料および方法

ここでは腐植質火山灰土壌（岩手山火山灰土壌：L、粘土5.7%、焼石岳火山灰土壌：Lic、粘土25.1%）、非腐植質火山灰土壌（駒が岳火山



第11図 低温処理後の萎凋性苗立枯病の発生と土壌pHとの関係

■ 低温処理区(10~2°C24h) □ 低温無処理区

灰土壌：SL、粘土1%）、および、沖積土壌（岩手農試県南分場土壌：CL、粘土17.7%）を供試した。土壌の種類と発病との関係には、基肥標準量としてN-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>Oを2-3-2g/箱施用した。また、土壌養分と発病との関係には岩手山火山灰土壌を供試し、3段階（1-3-4、3-3-1、4-3-0）の基肥および基肥2-3-2に対する0-1-1の追肥4回（播種4、11、17、21日目）区を設定した。品種アキヒカリを供試し、低温処理は播種15~19日後、夜間に4°Cの低温室に搬入して行った。

育苗は種子200g/箱を播種し、加温出芽後、ビニールハウス内ビニールトンネルに搬出して行った。調査は播種15日後の土壌加里含有量および播種21日後の萎凋性苗立枯病の発生面積率を求めた。

#### b 結果

萎凋性苗立枯病は播種後15日めから4回、4°C

第39表 土壌の種類、施肥量と萎凋性苗立枯病の発生との関係

処 理 No.	土壌の種類	p H	施肥量 a)	低温 b)	K <sub>2</sub> O c)	発生面積率 d)
				処理の 有 無	(土壌 100 g 当り) mg	
1	岩手山火山灰土壌	6.1	2-3-2	有	14.7	20
				無		0
2	駒が岳火山灰土壌	6.4	2-3-2	有	14.0	0
				無		0
3	焼 石火山灰土壌	5.3	2-3-2	有	22.0	0
				無		0
4	沖 積 土 壌	5.8	2-3-2	有	27.9	0
				無		0
5	No. 1 + No. 2	6.3	2-3-2	有	9.7	30
				無		0
6	岩手山火山灰土壌	5.0	1-3-4	有	47.2	0
				無		0
7	岩手山火山灰土壌	5.0	3-3-1	有	5.6	10
				無		0
8	岩手山火山灰土壌	5.0	4-3-1	有	3.7	25
				無		0
9	岩手山火山灰土壌	5.2	2-3-2 (0-4-4)	有	85.7	0
				無		0
10	岩手山火山灰土壌	6.1	2-3-2 (0-4-4)	有	123.1	0
				無		0

注) a) N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>Oの施用量 g / 箱、( ) 内はPK追肥量  
 b) 無: ハウス内常温、有: 播種15~19日後夜間4℃-16時間処理  
 c) 酢酸アンモニウム浸出法(土壌:浸出液=1:10)による。  
 d) 播種21日後調査

の低温処理を行うことによって発生が認められなかった。無処理区では発生は全く認められなかった(第39表)。

供試土壌の土性はSL~Licであったが、本病の発生が認められた土壌は岩手山火山灰土壌(No.1)と岩手山火山灰土壌+駒が岳火山灰土壌(No.5)であった。沖積土壌(CL)、焼石岳火山灰土壌(Lic)、および、駒が岳火山灰土壌(SL)では発生が認められなかった。粘土質の低い土壌で発生は見られているが、駒が岳火山灰土壌で発生が見られないことから、土性と発病との間に明らかな関係は見られなかった。

発生の多い岩手山火山灰土壌と発生の少ない駒が岳火山灰土壌を等量混合した場合、岩手山火山灰土壌単独よりも発生率は高かった。これは病原菌密度の低い土壌に高い土壌を等量希釈しても発生率の減少は起こらず、逆に、発生を助長することを示している。

土壌養分では基肥としてNが少-K<sub>2</sub>Oが多の区(No.6)で発生が少なく、Nが多-K<sub>2</sub>Oが少の区で多発の傾向を認めた。また、PK追肥を行ったことによって土壌pHが6.1と高まっても、発生は見られなかった。播種15日後の調査では、駒が岳火山灰土壌を除いて、土壌中の加里含有量が20mg/土壌100g以上の区で発生が少なかった。

#### (4) 遮光処理と発病

育苗期間の天候と本病発生との関係を検討した。

##### a 材料および方法

育苗は中苗方式で行った。品種ハヤニシキを浸種、催芽処理後、ペノミル水和剤0.5%量を湿粉衣し、種子消毒を行い育苗した。培土は岩手山火山灰土壌(pH6.2)をコッホ殺菌釜で70℃、1時間処理して使用した。土壌処理剤はヒドロキシイソキサゾール粉剤、および、SF8002粉剤の各8g/箱を土壌混和した。



第40表 遮光処理と萎凋性苗立枯病の発生

培 土 処 理	遮光処理 の有無	発生面積率 (%)	
		苗立枯病	萎凋性苗立枯病
ヒドロキシイソキサゾール 粉剤 8 g / 箱土壌混和	有	0	73
	無	0	45
ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル剤 8 g / 箱土壌混和	有	0	0
	無	0	0
無 処 理	有	85	10
	無	45	35

接種は播種時、ジャガイモ煎汁液体培地で培養した *P. graminicolum* の菌叢破碎懸濁液を種子の上から灌注した。出芽後の管理はガラス室で行った。

遮光処理は、出芽後白色寒冷紗 (#100) でトンネル状に被覆して行った。

b 結 果

調査結果は第40表に示した。遮光処理によって育苗箱内は常に湿った状態におかれ、生育は軟弱気味であった。播種18日頃から萎凋症あるいは地際部の水浸状腐敗症を呈する異なる二つの症状の苗立枯病が発生した。遮光処理区における症状の発現は対照区に比較して早かった。

また、遮光-薬剤無処理区では水浸状腐敗症を呈した早期に現れる苗立枯病の発生が著しく、萎凋性の苗立枯病の発生は残りの苗に現れた。無遮光の場合には両症状の発生がほぼ同程度に出現し

た。ヒドロキシイソキサゾール粉剤の土壌処理区は、萎凋性苗立枯病のみ発生したが、遮光処理をすると発生率が高まった。SF8002粉剤処理区では、遮光処理区においても、いずれの苗立枯病も認められなかった。

5) 防 除

萎凋性苗立枯病に有効な薬剤を探索するとともに、使用法を明らかにし、防除対策を確立するための試験を行った。

(1) 有効薬剤の探索

a 材料および方法

培土は岩手山火山灰土壌 (pH6.2) を用い、品種ハヤニシキを種子消毒、浸種、催芽後、中苗方式で育苗した。供試薬剤および供試条件は第41表に示した。施用薬量は育苗箱 (60×30×3 cm)

第41表 薬剤の種類と防除効果

供試薬剤	有効成分量	施用法	防除価
イプロチオラン 粒剤	イプロチオラン 12%	播種 6 日後 50 g 表層	58.0
		播種 10 日後 50 g 表層	16.0
メタスルホカルブ 剤	メタスルホカルブ 10%	6 g 土壌混和	93.3
ヒドロキシイソキサゾール粉剤	ヒドロキシイソキサゾール 4%	8 g 土壌混和	0
SF8002 粉剤	ヒドロキシイソキサゾール 4% メタラキシル 0.5%	8 g 土壌混和	100
		無 処 理	0

当りで示した。

播種21~35日後に、枯死苗および葉鞘基部に褐変症状を呈している褐変苗を調査して枯死苗率+褐変苗率の防除価を算出、あるいは、観察によって萎凋性苗立枯病の発生面積、および、生育状況を調査した。

b 結 果

結果は第41表に示した。イプロチオラン粒剤の播種6日後の50g、表層施用は防除価58.0を示し、本病に対する効果がわずかに認められた。しかし、発根量はやや少なく、根の張りがやや不良であった。播種10日後の施用はほとんど効果が認められなかった。同剤の15~25g 土壌混和処理で

は本病の発生は少なかったが、苗に軽いねじれ症状を生じた(表略)。

ヒドロキシイソキサゾール粉剤の播種当日8g土壤混和処理区は、防除効果が全く認められなかった。

メタスルホカルブ剤の播種当日6g、土壤混和処理区は少発条件下で枯死苗、褐変苗の発生が少なく、防除効果が認められた。しかし、多発条件下では萎凋性苗立枯病の発生率が高く、防除効果は認められなかった(表略)。

SF8002粉剤の播種当日の8g土壤混和処理は枯死苗、褐変苗の発生が全く認められず、顕著な防除効果を示した。

HF8220粉剤の15g、または20g、メタラキシル粒剤の4g土壤混和処理区、およびSF-8002液剤の500~1,000倍液0.5ℓ灌注処理区はいずれも萎凋性苗立枯病の発生が全く認められず、本病に対する高い防除効果を示した(表略)。

以上から萎凋性苗立枯病に対してSF8002粉剤および同液剤、HF8220粉剤、メタラキシル粒剤が有効と認められた。

(2) 薬剤の施用量ならびに施用時期と防除効果

萎凋性苗立枯病に対して効果の認められた薬剤の施用量と施用時期を検討した。

a 材料および方法

第三章材料および方法の項に準じて薬剤を処理し、稚苗方式で育苗した。薬剤の施用量は第42表に示したほか、SF-8002液剤の施用時期と効果試験では、同液剤の500倍液、0.5ℓ/箱を播種時、播種5、10日後および16日後(発病翌日)に処理した。発病調査は播種20日後(出芽揃い16日後)および同26または29日後に行った。

b 結果

薬剤の施用量と効果の関係は第42表に示した。

育苗中は出芽後天候不順状態で経過し、低温に遭遇したことから、育苗前半に苗立枯病、後半に萎凋性苗立枯病が併発した。このような条件下で、SF-8002粉剤(ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル粉剤)の土壤混和処理は、施用量4、6、8gのいずれの区でも顕著な効果を示し、苗立枯病と萎凋性苗立枯病の発生は全く認められなかつ

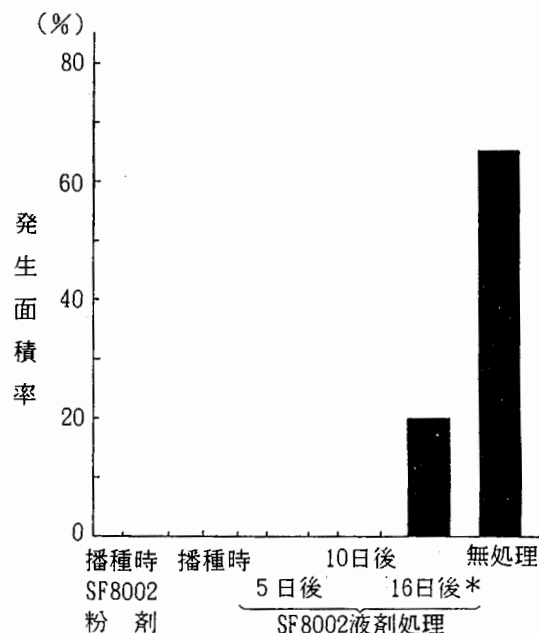
第42表 各種薬剤の施用量と効果

供試薬剤 (有効成分量)	施用量	施用法	苗立枯病a)	萎凋性苗b)
			発病率	立枯病発病率
	g/箱		%	%
SF8002粉剤	4	土壤混和	0	0
(ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル 0.5)	6	土壤混和	0	0
	8	土壤混和	0	0
HF8220粉剤	10	土壤混和	0	0
(メタスルホカルブ カスガマイシン 5)	5	土壤混和	0	0
	5	土壤混和	0	0
ヒドロキシイソキサゾール粉剤 (ヒドロキシイソキサゾール-M)	8	土壤混和	25	50
無処理	-	-	70	15

注) a) 播種20日後調査。b) 播種26日後調査。  
培土、火山灰土壌(pH6.2)使用

た。本剤の4~8g土壤混和処理は両病害に対して有効と認められた。HF8220粉剤の10~15g、土壤混和処理も両病害の発生は全く無く、有効と認められた。

SF-8002液剤の施用時期と効果の関係は第12図に示した。



第12図 萎凋性苗立枯病に対する薬剤施用の効果  
\* 発生翌日処理

萎凋性苗立枯病は播種15日後から現れ、4~5日後には、灰緑色を呈して不定形の斑紋状に広まり、多発した。

SF-8002液剤の500倍液、0.5ℓ灌注は、播種

時および5～10日のいずれの時期に施用しても、ほぼ完全に本病の発生を抑制した。また、同液剤は本病初発翌日の播種16日後に灌注処理した場合も、播種29日後の発生面積は無処理区に比較して低く、発病拡大阻止効果が認められた。

#### 6) 考 察

イネ箱育苗の生育初期は、高温、多湿、高播種密度という特殊環境下におかれていることから、*Rhizopus* sp.による苗立枯病が多発し、その発生原因の解明と防除対策を前節で検討した。一方、稚苗育苗の移植直前、中苗育苗では育苗後半に至って、急性的に萎凋症状を呈して立枯れとなる障害苗が多発し、健苗育成上の問題となった。特に、育苗期間の気温の寒暖差が大きい天候不順年に発生は著しい。

箱育苗で、本葉2葉抽出期に至って急性的に萎凋枯死する障害苗を、症状が田中<sup>59</sup>、<sup>60</sup>が報告したムレ苗に類似するところから、武市ら<sup>57</sup>)は生理障害として報告し、その発生特徴と症状を次のように報告した。

すなわち、「発生時期は播種後7～10日頃の第2本葉抽出開始後からみられ、低温に遭遇した後急に晴天、高温となったとき、最上未展開葉または最上展開葉が水不足を来したように萎凋現象を呈し、急性であるが伝染性はなく、茎部の地際部は腐敗することなく、芯葉は引いても離脱しない。根は褐色を帯び冠根の伸長が不良である。」

また、岡山ら<sup>43</sup>)、山内ら<sup>74</sup>)も育苗箱におけるムレ苗症状として、第2本葉抽出後の急性萎凋症状をあげている。

従って、箱育苗で本症状と類似の症状に対して、一般にムレ苗と称され、その発生原因、防除対策の検討も生理障害の面から取り扱われてきた。

しかしながら、箱育苗におけるムレ苗の発生原因については不明なまま残され、的確な防除対策も確立されてない状況にあった。

本研究では、箱育苗で発生した障害苗の症状を観察した結果、萎凋苗の特に根部では、症状の発生以前から生育不良となっており、冠根、根毛の伸長が小さく、新根の発根力も著しく劣るなど、健全苗との生育差が明白であった。

また、萎凋苗の葉鞘基部および冠根、根毛を対

象に組織内部を顕微鏡観察し、発生直前の冠根始原体の褐変、伸長した冠根外皮、皮層の褐変が認められた。更に、冠根および根毛組織内には *Pythium* 属菌の有性器官の存在が確認された。

更に、藻菌類に対して特異的に卓効を示すメタラキシル剤の施用によって本障害の発生を防止することが出来た。これらのことから、本障害の発生には、坂井ら<sup>47</sup>)、抽木<sup>80</sup>) が示唆したように、微生物の関与が考えられた。

本障害の発生原因を病理学的見地から検討する目的で、萎凋苗から病原菌の分類を試みた。その結果、萎凋苗から *Pythium* 属菌が分離されいづれも *P. graminicolum* と同定された(1983)。

育苗後半に萎凋症状を呈して枯死する病害に対して梅原ら<sup>66</sup>)は「イネ苗萎凋病」、鈴木<sup>55</sup>)は「萎凋性立枯病」と呼称した。本研究では「萎凋性苗立枯病」と称して、育苗初期から発生する苗立枯病と区別した。

イネ苗に病原性を持つ *Pythium* 属菌を既往の研究にみると<sup>17, 19, 27, 36, 52, 61</sup>)、いづれも苗腐敗病菌として報告されたものであった。すなわち、徳永<sup>61</sup>)は7種、伊藤<sup>17</sup>)は9種の病原性を持った *Pythium* 属菌を確認し、両氏によって14種類の *Pythium* 属菌が報告されている。本研究で分離した菌株は両氏の報告に含まれていない新しい種類、すなわち *P. graminicolum* であった。

その後、加藤ら<sup>24, 25</sup>)は出芽阻害型の苗立枯病として、*P. spinosum*、*P. irregulare*、*P. sylvaticum* 菌を、萎凋・立枯型の苗立枯病菌としては、*P. graminicola* 菌を報告した。さらに萎凋型の苗立枯病の病原菌として五十嵐ら<sup>14</sup>)は *P. graminicolum* 菌、作井ら<sup>48</sup>)は *P. graminicola* 菌、遠藤ら<sup>3</sup>)は *P. graminicola* 菌複合種を報告した。

分離菌株 *P. graminicolum* を接種して、接種時期と病徴発現との関係を検討した結果、接種時期が播種時から出芽時と早い場合は苗立枯病の症状、すなわち、葉先が針状に捲き込んで生育が停滞し、黄褐変枯死する症状を呈した。これに対して、1.5葉期と接種が遅い場合は、第2葉が急激に捲葉、灰緑色となる萎凋性苗立枯病、いわゆる、ムレ苗の類似症状を呈した。このことから *P. graminicola* によるイネ苗に対する病徴は感染時期によ

って異なり、播種後日数が経ち生育量の大きい苗が本菌に浸された場合、または病徴発現が遅い場合は、萎凋性苗立枯れ症状を呈するものと考えられた。また、生育のステージからみて、本菌に浸されて萎凋性苗立枯病の症状を発現するのは1.5葉期までの感染と考えられた。この時期までに本病に浸された場合、発根量は減少し、苗は萎凋枯死するものと考えられた。

その後、太田ら<sup>45)</sup>、作井ら<sup>48)</sup>、遠藤ら<sup>3)</sup>、鈴木<sup>55)</sup>も同様に本菌による病徴発現の違いはイネ苗の生育ステージ、低温処理時期、接種時期(感染時期)および病原力の差によることを報告している。

苗立枯病に対して有効なヒドロキシイソキサゾール粉剤を土壤混和処理した培土を用いると、苗立枯病の発生は認められず、育苗後半に萎凋性苗立枯病のみが発生した。このことは、イネ苗の生育初期においては、苗立枯病防除薬剤の施用によって病原菌の感染が抑制された状態にあり、イネ苗の生育後半には苗立枯病防除剤の効力が落ちたことによると考えられた。

ムレ苗の発生は低温障害と称されているように、気象条件とくに低温が発生に大きな原因をなしていると考えられるが、萎凋性苗立枯病も育苗期間の春先の気象変動、特に、高温、低温をくり返して受けると発生が著しい。本葉2葉めの抽出時期に低温に合うと、その1~2日以後の高温時に萎凋性苗立枯病の発生が始まる。

本病発生に及ぼす低温の影響についてはイネの生育の面から検討しなければならないが、坂井<sup>47)</sup>は低温処理による根の酸化力の低下を認め、低温処理は根いたみの進行を促進するとしている。

岩手県内の巡回調査において、萎凋性苗立枯病多発地の共通要因の1つとして土壤pHが高い(pH5.7~6.6)ことが指摘された。また、福田ら<sup>4)</sup>はpH5.0以上の土壤で多発を認めている。このことから、土壤pHと本病発生との関係を低温処理と合わせて検討した。低温無処理区では土壤pHの高低に関係なく発生は少なく、土壤pHによる差異は認められなかった。一方、低温処理を行った場合には、土壤pHが5.2以上で発生が著しく、土壤pHとの関係が明らかであった。しかし、低温処理下においても土壤pHが5.1以下

の場合は発生が少なく、反対に、土壤pHが高い場合でも低温無処理下では発生が認められないことから、低温と同様に土壤pHは本病に対して単独条件下では作用が小さいと考えられた。このことから、土壤pHは本病に対して二次的要因として作用しているものと考えられた。

イネ苗の生育最適pHは5.0前後のところであり、*P. graminicolum*の生育最適pHは6.0前後であることから、土壤の高pHは苗の抵抗性を弱める一方、病原菌の活動を活発にしているものと考えられた。

土壤の採取地によって萎凋苗の発生程度に差異のあることを柗木<sup>23)</sup>が認めている。本研究でも、沖積土壤(CL)、岩手山火山灰土壤(L)、焼石岳火山灰土壤(Lic)および、駒が岳火山灰土壤(SL)の中では岩手山火山灰土壤を供試した時最も顕著な発生を示した。しかし、土性との関係は判然としなかった。また、本病の発生土壤には腐植含量に差がみられるが、これは土壤に潜在する病原菌量が関係しているものと考えられた。

土壤養分との関係では、岩手山火山灰土壤の標準基肥料(N:2g、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:3g、K<sub>2</sub>O:2g)に対して、Nが多-K<sub>2</sub>Oが少で多発の傾向を示した。また、PK追肥をすると、土壤pHが6.1と高くとも本病の発生は減少した。また、萎凋性苗立枯病は加里含量が土壤100g当り20mgを切ると発生が多かった。このことから、加里の含有量が萎凋性苗立枯病の発生に関与していると考えられた。なお、岩手山火山灰土壤における本病の特異的な多発は、本土壌の加里保持力が弱く灌水による容脱が多い<sup>40)</sup>ことが要因の1つとなっていると考えられた。

育苗期間の曇天続きは本病の発生を特に著しくしている。本研究でも遮光処理によって生育初期の苗立枯病の発生が助長された。苗立枯病防除剤としてのヒドロキシイソキサゾール粉剤を土壤施用し、苗立枯病を抑制した条件下でも、遮光処理すると明らかに萎凋性苗立枯病の発病率は高まった。

本病の防除対策としては、発生要因の解析結果から、土壤pHの調整や適正な温度、肥培管理など耕種的な探索が重要と考えられた。

さらに、本病の防除にはヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル粉剤の8g/箱土壤混和、同

液剤の500～1,000倍液、0.5ℓ/箱を播種時または出芽時から発生直前までの生育期間中に灌注処理をすると、いずれも顕著な防除効果を示した。さらに、HF 8220粉剤（メタスルホカルブ剤）10～15g/箱土壌混和も本病に対して有効と認められた。

### V G. fujikuroi 菌によるばか苗病の発生生態と防除

箱育苗は高播種密度、高湿度で行われることから、ばか苗病は箱内2次感染が起こり易く、多発し易い環境下にある<sup>68)</sup>。また、本病は種子伝染性病害で、種子消毒による防除対策が行われ、発生はほぼ抑制された状況にあった。

しかし、1980年に岩手県において発生増加の兆候が認められ、その後全国的に多発が問題になった。

このことから、本章では本病の発生生態並びに発生増加の原因を解析するとともに、防除法について検討した。

#### 1 種子の予措効果

種子伝染性病害である本病に対して、種子の予措による発病軽減の程度を明らかにするため以下の試験を行った。

##### 1) イネばか苗病汚染種子に対する塩水選処理の効果

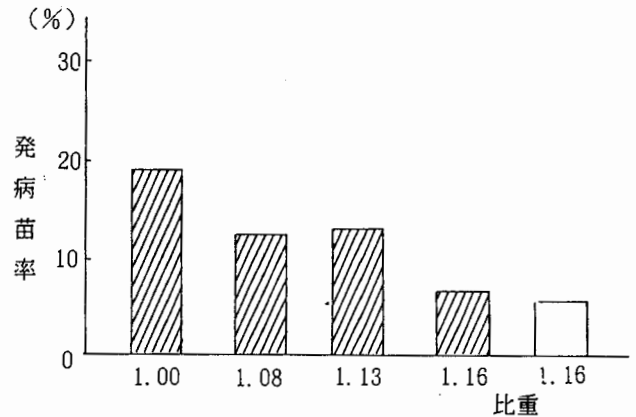
###### (1) 材料および方法

種子（無芒うるち）はイネばか苗病多発圃場から採取し、比重1.00、1.08、1.13および1.16段階で種子の稔実程度を区分した。各種子は常法によって播種し、本病の発病苗率を調査した。

一方、本病多発地域の発生程度の異なる圃場から採集した種子を供試し、水選あるいは塩水選（1.13）処理後、無消毒で播種し、本病の発病苗率を調査した。育苗は稚苗方式で行った。調査は播種19～20日後に行った。

###### (2) 結果

第13図は稔実程度の異なる種子を播種した時の発病苗率を示した。本病の発病苗率は稔実程度が低い、比重の軽い種子で高く、無芒うるち種子の標準比重1.13で塩水選すると、本病の汚染種子は



第13図 稔実程度の差異とばか苗病発病苗率

▨ 浮上種子 □ 沈下種子

約80%除去された。

第43表は本病の発生程度の異なる圃場から採取した種子に対する塩水選（比重1.13）処理の有

第43表 イネばか苗病汚染種子に対する塩水選処理の効果

採集圃場番号と品種	塩水選の有無	調査苗数	発病苗率		防除価*
			本	%	
1 ハヤニシキ	有	384	0	0	100
	無	289	9.4	9.4	—
2 アキヒカリ	有	314	1.9	1.9	14
	無	408	2.2	2.2	—
3 アキヒカリ	有	408	1.4	1.4	80
	無	375	6.9	6.9	—
4 アキヒカリ	有	327	13.7	13.7	67
	無	355	31.7	31.7	—
5 アキユタカ	有	456	3.4	3.4	33
	無	353	5.1	5.1	—
6 アキユタカ	有	429	2.4	2.4	66
	無	327	7.0	7.0	—
7 アキユタカ	有	394	0.8	0.8	84
	無	364	4.9	4.9	—
8 アキユタカ	有	432	4.6	4.6	60
	無	391	11.5	11.5	—
9 アキユタカ	有	362	20.4	20.4	57
	無	395	47.6	47.6	—
10 アキヒカリ	有	374	0.5	0.5	72
	無	397	1.8	1.8	—

\*、 $(1 - T/C) \times 100$ 、ただし、T：塩水選処理区発病苗率、C：同無処理区

無による発病苗率と塩水選による防除価を示した。無処理区の発病苗率が1.4～47.6%の種子に対して、防除価は平均63を示した。このことから、本病汚染種子に対する塩水選処理の効果が認められた。

#### 2) 種子消毒の効果

##### (1) 材料および方法

本項では1969年のばか苗病多発圃場から採種し

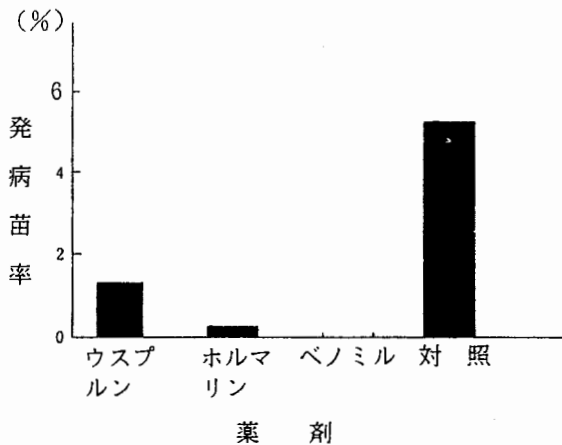
た種子(品種フジミノリ)を供試して、本病にたいする種子消毒の効果を検討した。

種子消毒剤は、浸漬用水銀剤(ウスプルン)、ホルムアルデヒド剤(ホルマリン)およびベノミル剤を施用した。種子は、ウスプルンで800倍液24時間浸漬、ホルマリンでは50倍液20分浸漬、3時間被覆、ベノミル剤では500倍液6時間浸漬した。

育苗は稚苗育苗法に準じて行った。

(2) 結 果

種子消毒の効果は第14図に示した。



第14図 ばか苗病汚染種子に対する種子消毒の効果

薬剤によって効果にやや差異が見られたものの、無処理区に比較していずれの薬剤とも効果は高かった。

2 発生増加の原因解析

1) 発生増加期における種子の消毒剤の効果

本項ではばか苗病多発地域における種子の汚染状況と種子消毒処理の効果を検討した。

(1) 材料および方法

採種はばか苗病の発生が急増している地域の9部落(調査対象作付け面積85ha)から30筆を選定して行った。なお、採種は1筆3か所から、合計6株を刈り取って行った。種子は比重1.06で塩水選し、無消毒のまま、あるいは、チウラム・ベノミル水和剤の0.5%湿粉衣剤法による種子消毒を行ってから用いた。

育苗は中苗法に準じ、播種20日後に発病調査を行った。

(2) 結 果

調査結果は第44表に示した。

調査数30点のうち、無消毒によって発病を示したものは16点、発病苗率は1.4~41.7%であった。また、チウラム・ベノミル水和剤によって種子消毒を行ったものでは3点の発病が確認され、発病

第44表 ばか苗病発生急増地域から採取した種子に対する種子消毒の効果

採種圃場番号	品 種	発病苗率 (%)		採種圃場番号	品 種	発病苗率 (%)	
		無消毒	消毒			無消毒	消毒
1	アキヒカリ	33.2	0.7	16	アキヒカリ	2.0	0
2	アキヒカリ	41.7	1.4	17	ハヤニシキ	29.6	4.2
3	アキヒカリ	0	0	18	ハヤニシキ	6.8	0
4	アキヒカリ	0	0	19	ハヤニシキ	6.1	0
5	アキヒカリ	4.1	0	20	ハヤニシキ	0	0
6	アキヒカリ	5.6	0	21	ハヤニシキ	0	0
7	アキヒカリ	2.1	0	22	ハヤニシキ	0	0
8	アキヒカリ	1.4	0	23	たかねみのり	0	0
9	アキヒカリ	1.9	0	24	たかねみのり	0	0
10	アキヒカリ	2.1	0	25	たかねみのり	0	0
11	アキヒカリ	17.1	0	26	たかねみのり	0	0
12	アキヒカリ	1.8	0	27	たかねみのり	0	0
13	アキヒカリ	0	0	28	コチミノリ	13.9	0
14	アキヒカリ	0	0	29	コチミノリ	0	0
15	アキヒカリ	10.7	0	30	コチミノリ	0	0

注) 比重1.06沈下初を供試、種子消毒はチウラム・ベノミル水和剤の0.5%湿粉衣、調査苗数 140~190 本

苗率0.7～4.2を示した。すなわち、発生急増地域から採取した種子の中には、種子消毒剤の効果が十分に及ばないものがあることを示している。

2) ばか苗病菌のベノミル剤に対する感受性検定

馬鹿苗病多発原因の1つとして、耐性菌の出現が懸念されたことから、その実態を調査した。

(1) 材料および方法

病原菌は1980年、県内のばか苗病多発生圃場30筆から病茎を1筆当たり1～2本採集し分離した。分離方法は第三章材料および方法の項の孢子塊かき取り法に従って行った。

ばか苗病菌の感受性の検定法は第三章材料および方法の項に示した方法に従った。

検定菌株数は1地点1菌株としたが、特異的な反応が認められたNo.8とNo.24の2地点については5菌株を供試した。

(2) 結果

30地点から採集分離した30菌株を供試してベノミル濃度0.6～100  $\mu\text{g}/\text{ml}$ におけるMIC値を調査した。MIC値、0.63  $\mu\text{g}/\text{ml}$ を示した菌株は4菌株(13.3%)、1.25  $\mu\text{g}/\text{ml}$ は14菌株(46.7%)、2.50  $\mu\text{g}/\text{ml}$ は10菌株(33.3%)、12.5  $\mu\text{g}/\text{ml}$ は1菌株(No.8)(3.3%)、>100  $\mu\text{g}/\text{ml}$ は1菌株(No.24菌)(3.3%)であった。さらに、No.24菌菌株に対して、ベノミル濃度0.78～1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ で再検定した結果、本菌のMIC値は>1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ を示した(第45表)。

第45表 ばか苗病菌のベノミル剤に対する感受性検定

菌株番号と採集地	ベノミル剤の濃度 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )										備考
	0	0.63	1.25	2.50	3.12	6.25	12.5	25.0	50	100	
1 西根町大更	+*	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
2 岩手町一方井	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
3 岩手町一方井	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
4 玉山村玉山	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
5 岩手町民部田	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
6 矢巾町煙山	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
7 西根町田頭	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
8 西根町平館	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	
9 西根町寺田	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
10 二戸市似鳥	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
11 浄法寺町御山	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
12 浄法寺町御山	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
13 浄法寺町漆沢	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
14 軽米町内城	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
15 軽米町高家	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
16 軽米町萩田	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
17 九戸村長興寺	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
18 沢内村太田	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
19 雫石町広瀬	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
20 雫石町籬野	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
21 滝沢村元村	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22 住田町上有住	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23 室根村浜塩沢	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24 藤沢町八沢	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	No.24は再検定で1,000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ まで+
25 玉山村浜民1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
26 玉山村浜民2	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
27 玉山村浜民3	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
28 大槌町大槌	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
29 大槌町小槌	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
30 遠野市青笹	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	

注) PDA 培地上で26°C、48時間培養菌糸伸長の有無、+は菌糸伸長あり、-は菌糸伸長なし。

また、M I C値が他の菌株と比較して高かった No. 8 菌株と No. 24 菌株の菌糸伸長とベノミル剤希釈濃度との関係を調査した。No. 8 菌株は  $12.5 \mu\text{g}/\text{ml}$

以上の濃度で生育を停止したのに対して、No. 24 菌株は  $3.12 \mu\text{g}/\text{ml}$  以上の濃度で菌糸伸長が緩慢になったが、 $100 \mu\text{g}/\text{ml}$  でも伸長は続いた (第46表)。

第46表 チウラム・ベノミル水和剤の濃度\* と菌糸の伸長

培養時間	供試菌株	ベノミル剤の濃度 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )						
		0	0.78	1.56	3.12	3.25	12.5	100
48 時間	No. 6	12**	5	0	0	0	0	0
	No. 7	10	5	0	0	0	0	0
	No. 8	10	9	6	3	2	0	0
	No. 24	10	9	6	3	2	3	2
72 時間	No. 6	17	7	2	0	0	0	0
	No. 7	14	8	1	0	0	0	0
	No. 8	16	14	9	3	2	0	0
	No. 24	17	14	9	4	3	3	3
103 時間	No. 6	36	13	5	2	0	0	0
	No. 7	36	13	1	3	0	0	0
	No. 8	36	26	20	6	3	0	0
	No. 24	36	26	18	6	4	4	4

注) \* 成分量: ベノミル20%、チウラム20%  
 \*\* 菌糸の伸長 (mm)

チウラム・ベノミル剤に対する反応は、ベノミル剤とほぼ同様であり、No. 8 菌株と No. 24 菌株は他の菌株と異なり高い M I C 値を示した。M B C に対する反応もほぼ同傾向であったが、ベノミル剤より1段階低い濃度の M I C 値を示した。

以上の結果から、1980年に岩手県内のイネばか苗病多発水田より採集分離したばか苗病菌30菌株の中で M B C、ベノミル剤およびチウラム・ベノミル剤などのベンズイミダゾール系薬剤に対して感受性の低い2菌株 (No. 8 菌株、No. 24 菌株) が分かり、本菌株は他の菌株より感受性が極度に低く、薬剤耐性株と見なされた。

### 3) 接種菌株のベノミル剤に対する

#### M I C 値と種子消毒効果

ベノミル感受性の低い菌株が分離されたことから、種子を汚染している菌株のベノミル剤感受性と種子消毒効果の関係を検討した。

#### (1) 材料および方法

ばか苗病感染種子はベノミル剤および M B C 剤に対し、M I C 値の異なる3菌株、No. 7、No. 8、No. 24 菌株を供試した。各菌株の M I C 値は No. 7 菌株が M B C に対し  $0.78 \mu\text{g}/\text{ml}$ 、ベノミルに対しては  $1.56 \mu\text{g}/\text{ml}$ 、No. 8 菌株の M I C 値は M B C、ベ

ノミルともに  $12.5 \mu\text{g}/\text{ml}$ 、No. 24 菌株は M B C、ベノミルとともに  $1,000 \mu\text{g}/\text{ml}$  以上である。各供試菌は第III章材料および方法の項に示した *G. fujikuroi* 菌の接種方法に従って接種し、罹病種子を採取した。なお、試験には自然感染により多発した農家産種子 (品種ハヤニシキ、分離菌のベノミル剤に対する M I C 値は  $1.56 \mu\text{g}/\text{ml}$ ) も供試した。

種子消毒法はチウラム・ベノミル水和剤の100~3,200倍液、24時間浸漬、および、ベノミル水和剤とチウラム・ベノミル水和剤の現行消毒法によって行った。

育苗は人工培土 (クレハ培土) を施用し、稚苗または中苗育苗とした。各苗はガラス温室で20日または25日間育苗後、発病調査を行った。

#### (2) 結果

第47表はチウラム・ベノミル水和剤の処理濃度と消毒効果を示した。

No. 7 菌株接種種子 (M I C 値は  $0.78 \mu\text{g}/\text{ml}$ ) の発病苗率は無消毒が58.9%に対して100~200倍液では1.2~0.7%であった。また、本剤のばか苗病に対する登録適用濃度である200~400倍液では0.7~14.7%の発病苗率であった。No. 8 菌株接種種子 (M I C 値は  $12.5 \mu\text{g}/\text{ml}$ ) の発病苗率は、



第47表 チウラム・ベノミル水和剤の  
処理濃度と種子消毒効果

処理濃度	供 試 種 子			
	No.7 菌株 接種種子	No.8 菌株 接種種子	No.24菌株 接種種子	多発圃場 生産種子
	%	%	%	%
100 倍液	1.2*	2.5	7.2	0
200 倍液	0.7	14.7	27.9	0
400 倍液	14.7	14.0	43.4	0
800 倍液	33.2	29.4	46.3	0
1,600 倍液	44.8	51.6	47.2	15.9
3,200 倍液	31.8	44.0	86.0	10.7
無 処 理	58.9	76.2	66.3	68.1

注) \*発病苗率

200～400倍液で14.0～14.7%を示し、No.7菌株の結果に近似した。しかし、No.24菌株接種種子(MIC値は1,000 µg/ml以上)は200倍液で発病苗率27.9%、400倍液で43.0%と高く、種子消毒効果は低下した。

すなわち、各薬液濃度(100～3,200倍液)で24

時間浸漬処理した種子の消毒効果は濃度に関係し、濃度が薄まるに従って発病苗率は高まった。さらに、MIC剤に対し、MIC値の高い菌株を接種して得た種子ほど発病率は高く、1,000 µg/ml以上のMIC値を示す菌株に汚染された種子はチウラム・ベノミル水和剤の登録適用濃度200～400倍液に24時間浸漬しても効果は低かった。なお、No.7菌株接種種子と多発圃場より採取した種子との間で薬剤に対するMIC値および無処理の発病苗率に差異が認められなかったにもかかわらず、多発圃場より採取した種子の方が消毒効果は高かった。この違いは両者の種子の感染量の差によるものと思われる。

第48表は現行消毒法であるベノミル水和剤の0.5%量湿粉衣、同水和剤30倍液10分または500倍液24時間浸漬、チウラム・ベノミル水和剤の0.5%量湿粉衣、同水和剤20倍液10分または200倍液24時間浸漬による種子消毒効果を検討した結果である。

第48表 罹病種子に対する現行種子消毒法の効果

消 毒 法	供 試 種 子			
	No.8 菌株 接種種子	No.24 菌株 接種種子	多 発 圃 場 生 産 種 子	
	%	%	%	
ベノミル水和剤	0.5%湿粉衣	0.2*	1.7	0
	30倍液10分浸漬	3.5	27.5	0
	500倍液24時間浸漬	18.6	42.9	19.8
チウラム・ベノミル水和剤	0.5%湿粉衣	11.4	11.6	0
	20倍液10分浸漬	11.7	21.5	0
	200倍液24時間浸漬	65.1	24.5	0
無 処 理	86.5	58.2	98.2	

注) \*発病苗率

多発圃場より採取した種子はベノミル水和剤の500倍液24時間浸漬で発病が認められたが、同剤の他の消毒法では全く発病は認められなかった。No.8菌株接種区では、ベノミル水和剤の湿粉衣法と高濃度短時間(30倍液10分)浸漬法で、また、No.24菌株接種種子はベノミル水和剤の湿粉衣法で発病苗率が低かった。しかし、チウラム・ベノミル水和剤の湿粉衣ではやや発病苗率が高かった。低濃度長時間浸漬法(200倍液24時間)は、いずれ

の薬剤とも消毒効果が著しく劣った。

#### 4) ばか苗病の発生と耐性菌の分布

本項では岩手県内におけるばか苗病の発生と耐性菌の分布を調査した。

##### (1) 材料および方法

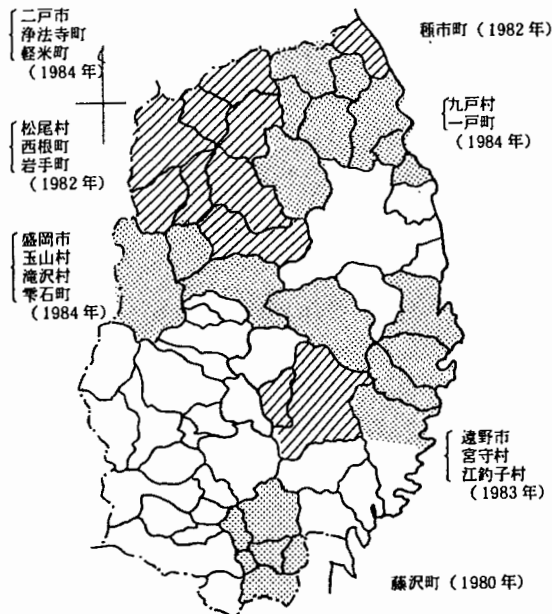
発生実態調査では1985年6月下旬、病虫害発生実態サンプリングを行い、ばか苗病発生圃場割合が30%を越える市町村を多発地域、30%以下を小

発地域とし区分した。

ベノミル剤耐性菌の分布調査は前述3)によるベノミル剤に対するMIC値と種子消毒効果試験から、消毒効果の比較的安定している湿粉衣法を基準にして、MIC値が1,000 µg/ml以上を示す菌株を耐性菌とした。

(2) 結 果

第15図は1985年度のばか苗病の発生状況を示した。県北部および遠野、宮守など山間部では発生



第15図 岩手県におけるベノミル剤耐性ばか苗病菌確認市町村および1985年度のばか苗病発生地域 ( )内は初確認年度

⊘ 多発地域 ⊙ 少発地域

が多く、程度も高かった。これに対して、県南部のイネ作中心地帯では発生が少なかった。

また、第15図には1985年度までに耐性菌が確認された市町村を示した。岩手県内における耐性菌の確認は62市町村中17市町村に及び、県北部および山間部に偏在していた。

5) 耐性菌出現地域における種子消毒の実態

ベノミル剤耐性菌の分布には地域的な差が認められたことから、本項では耐性菌分布と種子消毒の実態について調査した。

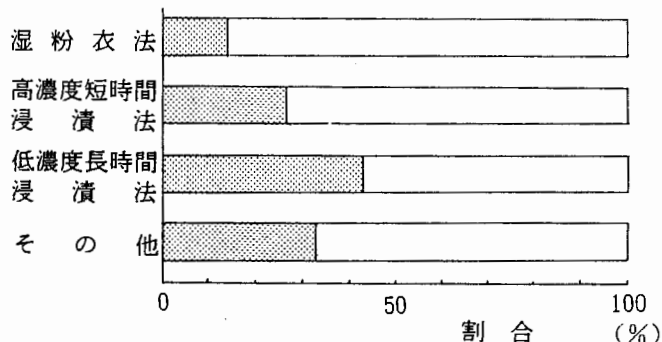
(1) 材料および方法

1984年度、岩手農試参観農家92名を対象に種子消毒の実施状況、ばか苗病発生の有無についてアンケート調査を行い、地域別、消毒法別に集計した。

耐性菌の分布調査は前項によった。

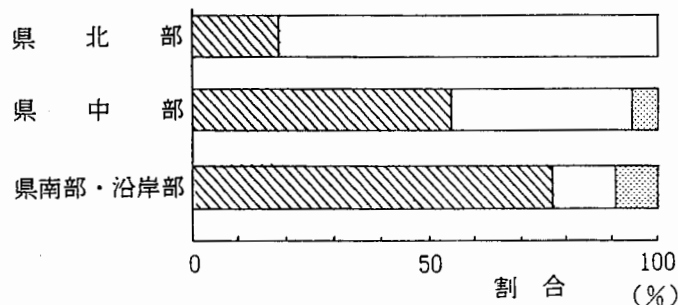
(2) 結 果

第16図はアンケート調査結果による農家の種子消毒方法と本田ばか苗病発生の有無を示した。



第16図 消毒法とばか苗発生の有無

⊘ 発生あり ⊙ 発生なし



第17図 地域別にみた種子消毒法の実態

⊘ 湿粉衣法 ⊙ 低濃度長時間浸漬法 ⊚ その他

湿粉衣法を採用している農家は、ばか苗病の本田発生が少なく、低濃度長時間浸漬法を採用している農家は発生が多かった。第17図は地域別にみた

種子消毒方法の実態を示した。本田発生率および耐性菌の出現率が高い県北部では低濃度長時間浸漬法を採用している農家が圧倒的に多かった。これに対して、本田発生率および耐性菌出現率が低い県南部および沿岸部の水沢、宮古両防除所管内は湿粉衣法を採用している農家がかった。

6) 主要種子消毒剤の処理法別効果

本項では現在岩手県の防除基準<sup>22)</sup> に採用されている各種薬剤の処理法別による本菌に対する種子消毒効果を検討した。

(1) 材料および方法

本試験にはチウラム・ベノミル水和剤、ベノミル水和剤、チウラム・チオファネートメチル水和剤の3薬剤を供試した。

種子消毒は0.5%湿粉衣、7.5倍液3%量吹き付け、20倍液10分間浸漬および200倍液または400倍液の24時間浸漬、の5種類の処理方法によった。湿粉衣と10分間浸漬は処理後24時間風乾し

てから浸種に、吹付け処理と24時間浸漬処理では風乾せず直ちに浸種した。浸種中は2日おきに換水した。種子は品種ハヤニシキを供試し、前年の出穂期にベノミル剤感受性菌の孢子懸濁液を噴霧接種して得られた種子、およびベノミル剤感受性菌の分離された前年多発圃場から生産された種子を供試した。

育苗は稚苗育苗法によった。種子は所定の種子消毒後5~7日間浸種し、30℃で1夜催芽、標準育苗箱(30cm×60cm)当り乾籾換算で200g播種した。育苗は、30℃2日間の出芽処理後、ガラス室で行った。箱は標準育苗箱の1/10サイズを使用した。

発病調査は播種20日後に行い、箱の1/2を対象に徒長枯死苗数を調査した。

(2) 結果

第49表は各種薬剤の処理法別による種子消毒効果を示した。いずれの薬剤とも湿粉衣処理と20倍液10分間浸漬処理(高濃度短時間浸漬処理)、お

第49表 各種薬剤の処理法と種子消毒効果

試験番号	供試薬剤	処理法	調査苗数	発病苗率 %	防除価
I	チウラム・ベノミル 水和剤	0.5% 湿粉衣	695	0.6	99
		7.5倍液3%量吹付け	764	0.4	99
		20倍液10分浸漬	729	0.3	99
		200倍液24時間浸漬	823	7.8	87
		無処理	574	61.7	—
II	ベノミル 水和剤	0.5% 湿粉衣	629	0	100
		20倍液10分浸漬	701	0	100
		200倍液24時間浸漬	604	1.2	96
		無処理	592	32.9	—
III	チウラム・チオファネート メチル水和剤	0.5% 湿粉衣	1,470	0.3	99
		20倍液10分浸漬	1,436	0.3	99
		200倍液24時間浸漬	1,296	1.1	98
		400倍液24時間浸漬	1,402	2.8	96
		無処理	1,403	62.5	—

注) 試験Iは前年の出穂期に噴霧接種して得た種子を供試  
試験II、IIIは前年の多発圃場種子を供試

よび、チウラム・ベノミル水和剤の7.5倍液3%量吹付け処理は効果が高く、発病苗率0~0.4%であった。これに対して、200倍液および400倍液の24時間浸漬処理(低濃度長時間浸漬処理)は各薬剤とも効果が低く、1.1~7.8%の発病苗率で

あった。

7) ベノミル剤耐性イネばか苗病菌の水田における年次変動

本項では岩手県内に分布するイネばか苗病菌の

ベノミル剤感受性と、水田における年次変動を明らかにするために調査を行った。

(1) 材料および方法

岩手県内におけるベノミル剤感受性分布調査に供試した菌株は、1980年から1987年の多発圃場の罹病株から1圃場当たり1~5菌株を分離し、年次によって合計38~564菌株を供試した。

罹病茎上における分布調査は、ばか苗病罹病株における同一病茎上に形成された分生孢子によって病原菌を分離して、供試した。すなわち、1985年と1987年度にばか苗病多発圃場において分生孢子を多量に形成している徒長枯死株5~6株から病茎を1株当たり1茎ずつ採集し、2~3日間室内で風乾した後、病茎上の数か所から孢子塊を針で

かき取り、希釈平板法に準じて病原菌を分離した。分離菌株数は1病茎から8~10菌株とした。

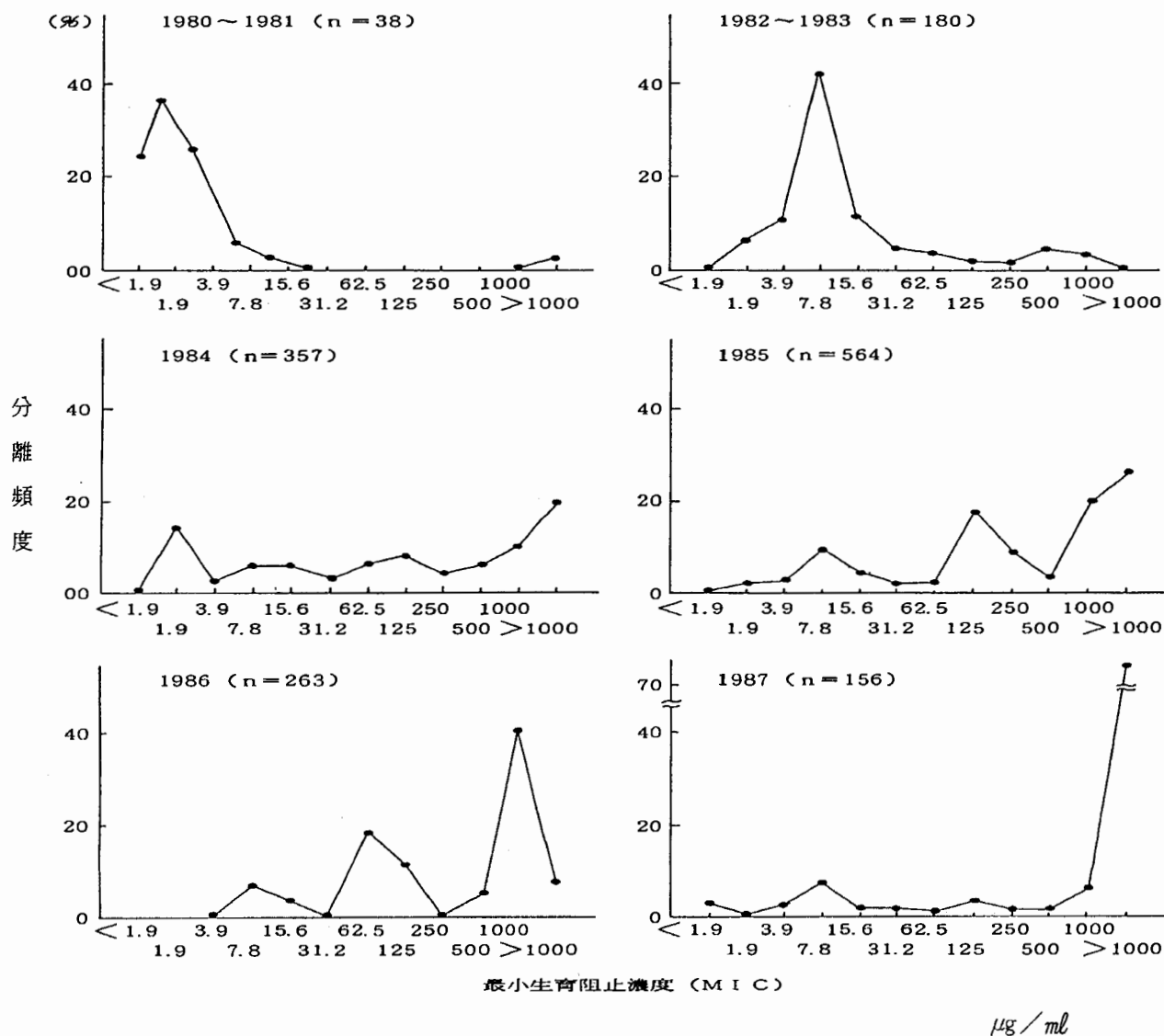
感受性の検定はベノミル剤をPDA培地に0.8~1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ の濃度になるように添加して、分離菌を平板培地(26°C)で培養し、48時間後の菌叢の生育の有無を調査し、ベノミル剤に対するMIC値を決定した。

(2) 結果

a 水田におけるベノミル剤感受性菌の分布

第18図は1980年から1987年にかけて分離した分離菌株のベノミル剤に対するMIC値の分布を示した。

1980~1981年に採集した菌株は、MIC値の分



第18図 1980年から1987年の岩手県におけるイネばか苗病菌のベノミル剤感受性の年次変動  
n: 供試菌株数

布が2峰性分布曲線を示した。又、これらの菌株は1.9  $\mu\text{g}/\text{ml}$ にピークを持つ15.6  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以下の感受性菌群と1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の耐性菌群とに分けられた。

1982~1983年に採集した菌株もMIC値の分布が2峰性分布曲線を示したが、これらの菌株は7.8と500  $\mu\text{g}/\text{ml}$ にピークを示し、1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上で耐性を示した菌株も4.9%あった。

1984年は前年までの調査と比較して1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の高MIC値の菌株が31%と増加し、感受性菌の分離率が低下するとともに、MIC値が

15.6と1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ との間に属する菌株が顕著に増加した。

さらに、1985年と1986年の2か年は共に7.8, 62.5~125 および1,000 ~1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の3か所にピークを持つ3峰性分布曲線を示した。また、1987年はほとんどの分離菌株が1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の高MIC値を示した。

b 罹病茎上における分布

第50表は同一罹病株から分離した菌株のベノミル剤に対するMIC値の分布を示した。

第50表 ばか苗罹病株から分離された菌株のベノミル感受性

年次	採集 病茎番号	MIC ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )								
		8	16	32	65	125	250	500	1,000	>1,000
1985	1	5/9 <sup>a)</sup>			4/9					
	2	6/9			2/9			1/9		
	3							8/8		
	4	6/8			1/8			1/8		
	5				1/8			1/8		
1987	1							10/10		
	2							1/10		
	3							10/10		
	4							10/10		
	5							10/10		
	6							10/10		

注) a) 各欄のMICに該当する菌株数/供試菌株数  
採集地：岩手県玉山村

1985年に玉山地区から採集した5病茎の中で、1茎は分離した8菌株全てがMIC値1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ を示したが、他の4茎は分離菌株がMIC値8~1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ の間に分布した。すなわち、感受性の低い菌株のみが分離された病茎と感受性の高い菌株と低い菌株とが混在して分離された病茎とが認められた。これに対して、1987年に採集した6病茎の分離菌株は全て1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ないしはそれ以上のMIC値を示した。

8) 多発圃場採取種子の発病率と耐性菌分離頻度

ばか苗病の発生が多い地域において、多発圃場から採取した種子の汚染状況と耐性菌の分離率を

調査した。

(1) 材料および方法

種子は1986年10月発病株率約15%の多発圃場(品種アキヒカリ)から採取した。採取種子は無消毒で浸種、催芽後播種し、発病苗率を調査した。更に全発病苗の中から適宜発病苗を選び、発病苗1株より1菌株ずつ61菌株を分離し、前項7)の方法に準じてベノミル剤にたいするMIC値を検定した。

更に、1987年10月、多発圃場(品種アキヒカリ)から6株の罹病株を選び、罹病株に隣接する健全株から採種した。採取種子は播種し、発病苗率を調査するとともに、発病苗48株から48菌株を分離し、1986年度の試験と同様にベノミル剤に対するMIC値を測定した。

第51表 種子の発病率と発病苗から分離した菌株のベノミル剤に対するMIC値

区	採集場所	調査本数	発病率*	MIC値 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )								
				8	16	32	62.5	125	250	500	1,000	>1,000
試験Ⅰ	多発圃場	2,300	19.8	0**	0	0	57.4	21.3	1.6	0	19.7	0
試験Ⅱ	罹病株の隣接穂	814	42.6	0***	8.5	0	0	29.3	0	10.6	14.9	36.2

注) \* 枯死苗率+徒長苗率 (%)  
 \*\* 分離菌株 (61菌株) に対する割合 (%)  
 \*\*\* 分離菌株 (48菌株) に対する割合 (%)

第52表 ばか苗罹病株に隣接する健全株から採取した種子の発病率

株の番号	調査総本数	発病苗率			
		枯死苗	徒長苗	合計	
		本	%	%	%
1	188	1*	38	39	
2	167	6	19	25	
3	125	9	44	53	
4	181	0	44	44	
5	153	7	50	57	
平均	163	5	39	44	

\* 調査本数に対する発病苗の割合

(2) 結 果

調査結果は第51、52表に示した。

多発圃場から採取した種子の汚染程度は発病苗率で19.8%であった。また、これらの発病苗から分離した菌株のベノミル剤に対するMIC値は62.5~250  $\mu\text{g}/\text{ml}$ の部分と1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ の部分に分布し、62.5~250  $\mu\text{g}/\text{ml}$ の濃度範囲で耐性を示した菌株は80.3%、1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の濃度で耐性を示した菌株は19.7%であった。

罹病株に隣接する健全株から採取した種子の汚染程度は発病苗率で25~57%、平均で44%と高率であった。これは採種時、罹病株がすでに枯死状態にあり、株上に多量の孢子形成が見られたことから、これが伝染源となって罹病株周囲の健全株の種子を汚染したものである。隣接株の種子の発病苗から分離した菌株のベノミル剤に対するMIC値は、それぞれ16、125、500 ~ >1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 部分に分布し、1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の値を示した耐性菌は51.1%と高率であった。罹病株に隣接した健全株だけから採種した場合も、多発圃場からの採種と同様に耐性菌の分布は中濃度のMIC値を示す菌と高濃度のMIC値を示す菌とが混

在していた。

3. 耐性菌の培養的性質

耐性菌のベノミル希釈培地上における菌糸生長および菌糸の形態について、感受性菌と比較検討した。

1) 材料および方法

菌糸生長試験に供試した菌株は耐性菌として、No.24菌株と62S -1菌株 (いずれもベノミルに対するMIC値は>1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ )、感受性菌として、No.6菌株 (ベノミルに対するMIC値は2.5  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) の3菌株である。菌糸の形態的観察にはNo.24菌株を供試した。

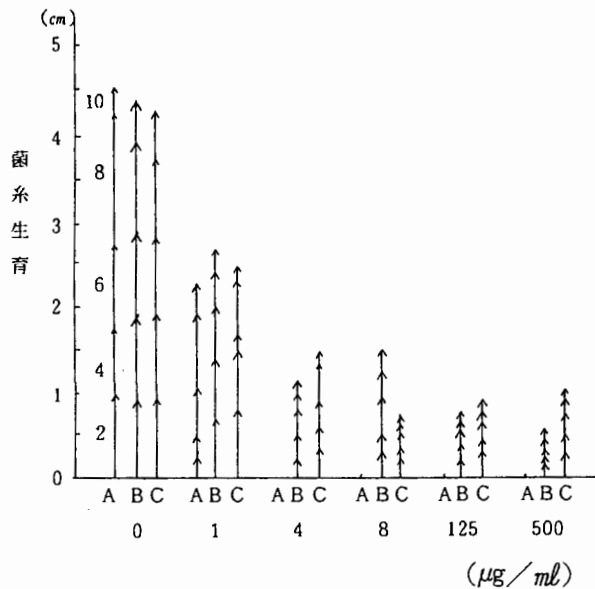
菌糸の生長は1~500  $\mu\text{g}/\text{ml}$ のベノミル添加PDA平板培地を用い、26°C10日間培養後測定した。試験管斜面培養した供試菌株は平板培地の9cmシャーレ内壁近くに移植し、24時間の前培養によって生長した菌叢先端を基点にして、その後生長した菌糸の長さを測定した。

菌糸の形態および生長状況の観察は、ベノミル500  $\mu\text{g}/\text{ml}$ の培地で10日間培養した供試菌の菌叢の先端部を有柄針でスライドグラス上にかき取り行った。

2) 結 果

ベノミル培地上における菌糸生長状況は第19図に示した。

対照区 (ベノミル濃度0  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) における培養10日後の菌糸生長は感受性菌 (No.6菌株) と耐性菌 (No.24菌株、62S -1菌株) との間に差は見られず、約4.5 cmであった。ベノミル濃度1  $\mu\text{g}/\text{ml}$  では感受性菌、耐性菌とも対照区と比較して生長速度はやや緩慢になったが、両者とも生長に差は見られなかった。ベノミル濃度4~500  $\mu\text{g}/\text{ml}$  で



第19図 ばか苗病菌のベノミル培地上における菌糸生長

A : 感受性菌 (No. 6)      B : 耐性菌 (No. 24)  
 C : 耐性菌 (62S-1)  
 図中の数字は培養日数

は、感受性菌の菌糸生長は全く認められず、耐性菌の2菌株は極めて緩慢ではあったが、いずれの菌糸も生長した。耐性菌の2菌株は、500  $\mu\text{g}/\text{ml}$  の培地上においても10日間で 0.3~1.3 cmの菌糸生長を示した。耐性菌No.24菌株のベノミル培地上における菌糸生長形態は、対照区における菌叢先端の菌糸が直線的に生長するのに対し、ベノミル 500  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 培地上では菌糸がやや膨化、歪曲、ねん転し、分岐が多くなった。このため菌糸の生長は極めて緩慢で菌叢はやや厚みを帯びた。

以上から、ベノミル剤感受性菌はベノミル 4  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 希釈培地で菌糸の生長が停止したのに対し、耐性菌は500  $\mu\text{g}/\text{ml}$ の培地上においても、菌糸に形態的变化を生じながらも極めて緩慢な生長を維持していた。

#### 4. ベノミル剤耐性菌の防除

##### 1) ばか苗病多発地域における種子予措の実態

多発農家と少発農家の種子予措の実態を調査した。

##### (1) 材料および方法

1983~84年に多発農家の巡回調査および技術指導関係者からの聞きとり調査を行った。

##### (2) 結果

第53表は巡回聞き取り調査結果を示した。少発農家は県南部の水田中心地に多い。これらの農家では塩水選が完全に実施され、種子消毒は湿粉衣法、高濃度短時間浸漬法または吹付け法が多い。湿粉衣法では消毒後の風乾が徹底され、浸種は水槽に浸種し2~3日後に換水しているところが多い。これに対して、多発農家は岩手県北部および山間部に多い。ここでは、塩水選を省略し、種子消毒は低濃度長時間浸漬法を行っているところが多い。さらに、消毒後の取り扱いとして、湿粉衣後の風乾処理の不徹底、流水浸種、浸種直後の換水等が共通事項としてあげられた。

##### 2) 市販種子消毒剤の効果

ベノミル剤耐性菌に汚染された種子に対する市販種子消毒剤の効果について検討した。

##### (1) 材料および方法

供試薬剤は前記2-6)で供試した現在一般に使用されている種子消毒剤と最近登録された、キャプタン・チアベンダゾール水和剤および現市販品の登録以前に施用されていたホルムアルデヒド剤を供試した。

処理方法は前期2-6)に準じて、浸種前の湿粉衣および浸漬処理とした。

種子は品種ハヤニシキを供試し、前年(1985年)

第53表 現地農家における種子予措とばか苗病発生との関係

調査項目	多発農家	少発農家
1. 地域性	・ 県北部および山間部	・ 県南部
2. 塩水選の有無	・ 無または不完全	・ 有
3. 消毒法	・ 低濃度長時間浸漬法が多い ・ 浸漬中の液温が低い(10°C以下)	・ 湿粉衣法、高濃度短時間浸漬法、吹付け法が多い
4. 消毒後の処理法	・ 湿粉衣後の風乾処理の不十分 ・ 流水浸種 ・ 消毒後の水洗い、浸種直後の換水	・ 湿粉衣後の風乾処理の徹底 ・ 水槽浸種 ・ 浸種2~3日後に換水

の開花期にベノミルに対するMIC値が0.97 µg/mlの菌株(ベノミル剤感受性菌)および>1,000 µg/mlの菌株(No.24菌株、ベノミル剤耐性菌)の孢子懸濁液を噴霧接種して、採種した。

育苗と調査方法は前記2-3)に準じた。ただ

し、播種量は箱当り150 gとした。

(2) 結 果

感受性菌接種種子に対する消毒効果は第54表に示した。

無処理区の発病苗率は13.4%であった。一方、

第54表 ベノミル剤感受性菌に対する種子消毒剤の効果

供試薬剤	成分量 %	処理方法	調査苗数	発病苗率	防除価
			本	%	
チウラム・ベノミル水和剤	20.20	0.5%湿粉衣	306	0	100
		20倍液10分間浸漬	292	0	100
		200倍液24時間浸漬	285	0.4	67
ベノミル水和剤	50	0.5%湿粉衣	294	0	100
		30倍液10分間浸漬	313	0	100
		500倍液24時間浸漬	304	0	100
チウラム・チオファネートメチル水和剤	30.50	0.5%湿粉衣	322	0	100
		20倍液10分間浸漬	294	0	100
		200倍液24時間浸漬	266	0.4	97
キャプタン・チアベンダゾール水和剤	20.20	0.5%湿粉衣	330	0	100
		20倍液10分間浸漬	336	0	100
		200倍液24時間浸漬	292	0.6	95
ホルムアルデヒド剤	35	50倍液20分間浸漬後3時間被覆	287	2.1	84
無処理	-	-	318	13.4	-

注) ベノミルMIC値 0.9µg/ml菌を開花期に接種して得た接種種子を使用

チウラム・ベノミル水和剤、ベノミル水和剤、チウラム・チオファネートメチル剤、キャプタン・チアベンダゾール水和剤の処理区はいずれも高い防除効果を示した。ホルムアルデヒド剤は他の市販薬剤と比較して効果が劣った。また、薬剤処理

法はいずれの薬剤とも低濃度長時間処理では軽い発病が見られ、湿粉衣、高濃度短時間浸漬法に比較して効果がやや劣った。

耐性菌接種種子に対する消毒効果は第55表に示した。

第55表 ベノミル剤耐性菌に対する種子消毒剤の効果

供試薬剤	成分量 %	処理方法	調査苗数	発病苗率	防除価
			本	%	
チウラム・ベノミル水和剤	20.20	0.5%湿粉衣	343	0.6	91
		20倍液10分間浸漬	331	1.4	79
		200倍液24時間浸漬	268	3.1	53
ベノミル水和剤	50	0.5%湿粉衣	338	2.3	65
		30倍液10分間浸漬	354	0.6	91
		500倍液24時間浸漬	349	3.1	53
チウラム・チオファネートメチル水和剤	30.50	0.5%湿粉衣	337	0	100
		20倍液10分間浸漬	349	1.5	77
		200倍液24時間浸漬	328	1.9	71
キャプタン・チアベンダゾール水和剤	20.20	0.5%湿粉衣	331	0	100
		20倍液10分間浸漬	275	0.4	94
		200倍液24時間浸漬	331	0.6	91
ホルムアルデヒド剤	35	50倍液20分間浸漬後3時間被覆	255	0.2	97
無処理	-	-	340	6.6	-

注) ベノミルMIC値>1,000 µg/ml菌(No.24菌株)を開花期に接種して得た接種種子を使用



耐性菌接種種子における無処理区の発病苗率は6.6%で、感受性菌接種種子の発病苗率13.4%と比較して低かった。ベノミル水和剤およびチウラム・ベノミル水和剤は、処理方法によって防除価に差異があるものの、いずれの処理方法でも発病苗が見られ、消毒効果は不十分であった。チウラム・チオファネートメチル水和剤とキャプタン・チアベンダゾール水和剤では、浸漬法で低率の発病が認められたものの湿粉衣法では全く発病が認められなかった。また、ホルムアルデヒド剤の浸漬法は発病が認められたものの、防除価は97と高かった。

以上から、現在市販の種子消毒剤はいずれも感受性菌汚染種子に対しては高い防除効果が認められた。また、耐性菌汚染種子に対しても、従来使用されたことのないチウラム・チオファネートメチル水和剤とキャプタン・チアベンダゾール水和剤を湿粉衣した種子では高い防除効果が認められた。しかし、現在市販の種子消毒剤は耐性菌汚染種子に対して防除効果の低下が認められた。特に使用量が圧倒的に多いベノミル水和剤およびチウラム・ベノミル水和剤は防除効果の低下が顕著であった。

### 3) 新規種子消毒剤の効果

ベノミル剤耐性菌に汚染された種子に対する新規開発種子消毒剤の効果を検討した。

#### (1) 材料および方法

供試薬剤はトリフルミゾール水和剤（有効成分30%）、プロクロラズ乳剤（有効成分25%）、対照薬剤チウラム・ベノミル水和剤（有効成分20%、20%）である。

処理方法は前記2-6)に準じて浸種前の湿粉衣、浸種処理および吹付け処理を行った。吹付け処理は伝導スプレーヤーを使用して所定濃度の薬液を種子の3%量吹付け、その後紙袋内に24時間放置した。

種子は1986年産の自然感染種子（品種アキヒカリ）を供試した。なお、本試験に先立ち、供試種子を箱当り6g播種し、その発病苗から61菌株を分離して、ベノミル剤に対する感受性を検定した結果、耐性菌率は19.7%であった。播種量は乾粒で箱（標準育苗箱の1/10）当り10gとした。培土はクレハ粒状培土を使用した。浸種期間は平均水温16.3℃に6日間、催芽処理は30℃に24時間、出芽処理は30℃に48時間、緑化～硬化期のガラス室内の平均温度は14.8℃とした。播種19日後に箱の

第56表 ベノミル剤耐性菌汚染種子に対する薬剤の効果

供試薬剤	成分量 %	処理方法	調査苗数	発病苗率	防除価
			本	%	
トリフルミゾール水和剤	30	0.5%湿粉衣	196	0.7	96
		30倍液10分間浸漬	202	0.3	98
		300倍液48時間浸漬	189	1.1	94
		7.5倍液3%吹付け	202	0.3	98
プロクロラズ水和剤	25	40倍液3%吹付け	206	0	100
		60倍液3%吹付け	186	0.6	97
(対照)	20.20	0.5%湿粉衣	185	2.0	90
		20倍液10分間浸漬	202	3.7	81
チウラム・ベノミル水和剤	20.20	200倍液24時間浸漬	184	13.1	34
		7.5倍液3%吹付け	214	2.4	88
無処理	—	—	193	19.8	—

注) 供試種子の発病苗から分離された菌株の耐性菌率は19.7%

半分を抜きとり発病苗率を調査した。

#### 結果

調査結果は第56表に示した。

ベノミル剤耐性菌率は19.7%の汚染種子に対して、対照薬剤のチウラム・ベノミル水和剤は、0.5%湿粉衣、20倍液10分間浸漬および7.5倍液3%

吹付け処理区で防除価81~90、200倍液24時間浸漬区で防除価34を示した。

一方、トリフルミゾール水和剤の0.5%湿粉衣、30倍液10分浸漬および7.5倍液3%吹付けの各処理区は防除価96~98、プロクロラズ乳剤の40または60倍液、3%吹付けの各処理区は防除価100と97を示し、ベノミル耐性菌汚染種子に対して高い防除効果を示した。トリフルミゾール水和剤の300倍液48時間浸漬では防除価94とやや低く、チウラム・ベノミル水和剤と同様、低濃度長時間浸漬法では、効果が劣った。

## 5 考 察

種子伝染病害であるイネばか苗病の防除は従来から塩水選と種子消毒など種子の予措に重点がおかれていた。本病汚染種子に対する塩水選処理は、無芒うるち種子の標準比重1.13で約80%の汚染種子が除去出来、防除価63を示した。このことから、塩水選処理は充実した良質種子を選別するとともに、本病に対して有効な防除技術と考えられる。

一方、箱育苗普及当初の1969年頃の種子消毒は浸漬用水銀剤(ウスプルン等)、ホルムアルデヒド剤(ホルマリン)およびベノミル剤によって行われ、その効果は薬剤によって差異はあるが無処理区に比較してかなり高かった。特にベンズイミダゾール系殺菌剤のベノミル剤は効果が顕著であった。

1980年以降は本病の発生が漸増した。このことから本病多発地域における種子の汚染状況と種子消毒の効果を検討し、発生急増の原因は種子消毒剤としてのベンズイミダゾール系殺菌剤の効果が減衰したことにありと考えられ、耐性菌の出現が懸念された。

1980年、岩手県内の本病多発生圃場から採集分離したばか苗病菌について、ベノミルおよびカーベンダジン(MBC)に対するMIC値を検定し、MIC値が1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上を示す極めて感受性の低い菌株が検出された。この菌株を接種し採種した種籾に、ベンレート水和剤またはチウラム・ベノミル水和剤を処理し、消毒効果を検討した結果、両剤とも効果が著しく低下しており、本菌はベノミル耐性菌であることをつきとめた。

ベノミル剤に対して耐性を示す病原菌としては

既に、野菜類の灰色かび病菌<sup>72)</sup>、リンゴ黒星病菌<sup>41)</sup>、ミザクラ灰星病菌<sup>44)</sup>、などが報告されているが、イネばか苗病菌、とくに種子消毒剤として使用した時の耐性菌の出現については今まで報告されていなかった。1980年岩手県における報告と時期を同じくして、滋賀県でも耐性菌が確認された<sup>29)</sup>。その後、1984年には福島県<sup>31)</sup>、山形県<sup>56)</sup>、島根県<sup>58)</sup>で確認され、1986年までに全国33都道府県で確認された<sup>79)</sup>。

従来、耐性菌は同一病害に対して同一薬剤または同系の薬剤を多数回連用したことが原因で発生する<sup>15)</sup>とされており、ばか苗病防除にたいする種子消毒剤のように、年1回の使用回数では、薬剤耐性菌は発生しにくい、あるいは、発生しても耐性菌率は高くなり一定範囲以内に収まると思われてきた<sup>64)</sup>。

ベンズイミダゾール系殺菌剤が種子消毒剤として岩手県内に広く普及されたのは1974年頃で、その7年後に耐性菌の出現が確認されたことになる。種子消毒剤のように年一回だけの処理であっても、同一薬剤を長年継続して使用すると耐性菌が出現することを示すものと思われる。

ベノミルおよびMBCに対するMIC値が1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上を示すばか苗病菌に汚染された種子に対し、ベノミル水和剤およびチウラム・ベノミル水和剤など現行種子消毒剤の湿粉衣処理の効果が低いことが判明した。このことから、MIC値1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上を示すばか苗病菌を本報告ではベノミル耐性菌とした。

岩手県で1985年度までに耐性菌が確認された地域は、ばか苗病の発生地と同様に山間部に偏在しており、県南平坦部と沿岸部での確認は少なかった。また、ベノミル耐性菌の出現率が低い地域の種子消毒は湿粉衣法が多いのに対して、耐性菌出現率の高い地域では低濃度長時間浸漬法が多かった。このことから、耐性菌の出現は消毒方法、特に低濃度長時間浸漬法の採用の有無が重要と考えられた。

現在種子消毒剤として登録されている薬剤の効果と消毒方法を調査すると、低濃度長時間浸漬法(200倍液24時間)は湿粉衣法、20倍液10分間浸漬法および吹付け法に比べて薬剤の種子固着性が劣り<sup>62)</sup>、効果が劣る。効果の低い消毒法を採用

したことによる不完全な消毒が薬剤耐性化の一因と考えられる。

ばか苗病菌のベノミル剤に対するMIC値の分布は、1980～1981年では $15.6 \mu\text{g}/\text{ml}$ 以下の感受性菌群と $1,000 \mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の耐性菌群に分かれる2峰性分布曲線を示した。その後、分布曲線は2峰性から3峰性へ、さらに2峰性へと年次を追って移行し、中程度のMIC値菌株の出現をみながら高MIC値菌株へと急速に進行して行ったことが認められた。分布曲線の年次推移に2峰性から3峰性への移行が認められたことは、耐性菌が突然変異により出現しただけでなく、ベノミル剤に感受性菌が順化し耐性菌に移行していく過程を反映しているとも考えられるが、この点については更に検討を要する。

穂の汚染源になる本田発生のばか苗病罹病株にはベノミル剤に耐性を持った分生孢子のみを形成する病株と、耐性・感受性の両分生孢子を混在して形成する病株とが存在しているのが認められ、また、多発圃場産の種子から感受生菌と耐性菌とが混在して分離された。このことから、汚染源の耐性菌孢子の密度と汚染種子の耐性菌率とは密接な関係にあると思われる。

耐性菌は、ベノミル濃度 $1,000 \mu\text{g}/\text{ml}$ の培地上では菌糸の形態的な変化を生じながらも、極めて緩慢な生長を示した。このことは、耐性菌に汚染された種子は育苗前半に発病が抑制されても、育苗後半に発病することも考えられる。育苗期および本田期の発病苗から分離された菌株の耐性菌率が高い<sup>5,6)</sup>のはベノミル処理条件下で耐性菌の生長が持続していたことを示している。

本病多発農家における種子消毒法の実態として、塩水選の省略、低濃度長時間浸漬法の採用、湿粉衣法における風乾処理の不徹底、浸種中の薬剤流亡などがあげられ、いずれも消毒効果が十分に発揮されていない状況にあった。このことは、本病多発の原因が薬剤防除法と関連しているとともに、多発農家には耐性化を助長する要因が潜在していることを示している。

現在市販の種子消毒剤、ベノミル、チウラム・ベノミル、チウラム・チオファネートメチルおよびキャプタン・チアベンダゾール各水和剤の湿粉衣法、高濃度短時間浸漬法は感受性菌接種種子に

たいして高い防除効果を示した。しかし、耐性菌接種種子に対しては、チウラム・チオファネートメチル水和剤とキャプタン・チアベンダゾール水和剤の湿粉衣法だけが高い防除効果を示した。

ベノミル剤とチオファネートメチルまたはチアベンダゾールを主成分とする薬剤は同系のベンズイミダゾール系殺菌剤に属し、互いに交叉耐性を示すと見られている<sup>5,6)</sup>が、使用歴の全くなかったチウラム・チオファネートメチル水和剤とキャプタン・チアベンダゾール水和剤は湿粉衣法で高い防除効果を維持していることが認められた。

#### IV 総合考察

イネ箱育苗は、育苗箱を用い、高温、高湿度、高播種密度の条件下で出芽処理した後、ビニールトンネル、または、ビニールハウス等施設内で行われる。出芽処理後は育苗期間中の気温経過に影響され、特に春先気象変動の大きい北東北では、育苗中しばしば高温、低温の気象条件に遭遇する。このような育苗環境では種々の病害が発生し健苗育成上問題になっている。

本研究は、イネ箱育苗で発生する主要病害、とくに被害の大きい *Rhizopus* 属菌、*Pythium* 属菌による苗立枯病、および、*Gibberella fujikuroi* 菌によるばか苗病の発生生態を明らかにし、これに基づいた総合的な防除法を確立するために行った。

出芽時 $30^{\circ}\text{C}$ を越える高温、高湿度の状態では、*Rhizopus* 属菌が優先的に発生し、イネ苗の出芽、発根に多大な被害を与える、特に根では棒状根、球状根などの異常根を生じ、苗の根張りを悪くする。イネ幼苗に病原性を有する *Rhizopus* 属菌として既往の報告<sup>1,3)</sup>も含めて10種類明らかにされ、箱内に発生する本菌は単一種にとどまらず複数存在すると考えられる。これらの中で、*R. chinensis* は他の菌株に比べて異常根の発生が顕著で、*R. stolonifer* は軽く、種類によって病原性に差異があると考えられる。

*Rhizopus* 属菌は、種子、床土に付着あるいは育苗器内外の飛散孢子によって箱内に侵入し、種子に混入している玄米、傷粃で着菌増殖することが明らかにされた。また、本菌孢子の発芽は種子、

玄米の浸出液、トマトジュースによって促進され、硫酸アンモニウムにもわずかながら発芽促進作用が認められた。このことから、種子の玄米、傷粃混入は箱内における本菌の発生源になっていると考えられる。また、箱内における本菌の発生を人為的に促進する方法として播種時に箱当たり5gの玄米粉を散布するのが有効と考えられる。

*Rhizopus* 属菌の生育適温は30~35℃にあることから、育苗箱内での菌叢生育は通常の育苗条件下では常に適している。特に出芽処理期間の高温(34℃)高湿度条件下では菌叢の生育が旺盛である。また、緑一硬化期間が低温(平均気温13.7℃)高温条件下で苗の生育が停滞するような場合も、菌叢生育は旺盛である。催芽前種子および催芽後にいったん芽が乾いた種子を播種した場合も出芽日数が長びき本菌の発生を多くする。通気性不良の床土または排水不良の育苗箱を使用するのも本菌の発生には好適であった。すなわち、出芽時苗の生育を停滞させるような条件は本病の発生に適していると考えられる。

加温出芽処理を伴わない中苗育苗では日中の高温で *Rhizopus* 属菌の生育が助長される反面、夜間の気温降下によって苗の生育が停滞することから、*Rhizopus* 属菌の発生が多く、更に、*Fusarium* 属菌の混発も見られ、出芽前腐敗率が高まる。

以上のような *Rhizopus* 属菌の生態に関する知見をもとに、本病の防除法について検討した。防除法としては、耕種的には無傷種子の利用、鳩胸程度の種子催芽、種子混入玄米の除去、通気性、排水良好な床土の利用、適正温度(30~32℃)による出芽処理および育苗管理等があげられる。特に良質無傷種子の使用が大切である。

防除薬剤としては、既知種子消毒剤のチウラム・ベノミル水和剤およびTPN水和剤が有効である。チウラム・ベノミル水和剤は浸種前種子に種子重0.5%量の薬剤を湿粉衣、20倍液に20分間浸漬または7.5倍液を3%量吹付ける方法のいずれかを採用することによって、*Rhizopus* 属菌を防除することが出来る。またTPN水和剤は500~1,000倍液を箱当たり1ℓを播種時灌注処理することで効果が高いと考えられた。

以上、耕種的対策と併せて、これらの防除薬剤の利用が本病防除に有効と考えられた。

本葉2葉抽出期に急性的に萎凋枯死する障害苗、いわゆるムレ苗から病原菌を分離し、*P. graminicolum* と同定した。本菌はムギ<sup>39)</sup>、トウモロコシ<sup>33)</sup>の病原菌および陸稲<sup>32)</sup>幼根の生育阻害菌として報告されたが、イネ苗立枯病の病原菌としては新しい種類であった。

*P. graminicolum*は、感染時期によって2つの異なった症状を発現する。すなわち、播種時から出芽時の接種では苗立枯病の症状を呈し、1.5葉期では萎凋性苗立枯病の症状を呈する。

萎凋性苗立枯病の罹病苗は、症状の発生以前から冠根、根毛の伸長が小さく、新根の発根力も著しく劣る。萎凋症状の発生は病原菌の侵入による葉鞘基部の内部組織の褐変崩壊とそれに伴う新根の発根減少によると考えられる。

本病の発生は、土壌pHが5.2以上の床土を使用し、低温(0~2℃)に遭遇した場合に著しい。土壌では岩手山火山灰土壌で特異的に多発する。本土壌は腐植含量が多く、土壌pHが6.0前後と高いことから *P. graminicolum* 菌の生育を旺盛にしている一方、本土壌の加里含量が少なく、苗の病害抵抗性が低下していることによると考えられる。したがって、生育中の加里の追肥は本病の発生抑制に有効と考えられる。遮光処理は土壌の水分を高く保持し、本病の発生を助長する。

*P. graminicolum* 菌は土壌伝染性病害で、岩手山火山灰土壌等から分離される<sup>24)</sup>。本病の防除法は、上記の生態的知見に基づいた耕種的防除法、すなわち、土壌pHはイネの生育適正pH5.0に調整する、生育中は保温管理を行う、加里養分の不足を来たさないように追肥等の適正肥培管理を行う、などが有効と考えられる。

防除薬剤は、ヒドロキシイソキサゾール・メタラキシル粉剤の箱当たり8gを播種前土壌混和または同液剤500~1,000倍液箱当たり0.5ℓを播種時または生育中に灌注、メタスルポカルブ粉剤の箱当たり10~15gを播種前土壌混和、がいずれも有効と考えられる。

ばか苗病は、汚染種子で育苗箱に持ち込まれ、箱内二次感染によって多発する<sup>68)</sup>。汚染種子に対する塩水選処理、種子消毒は本病の防除に高い効果を示し、特に種子消毒剤としてベンズイミダゾール系殺菌剤のベノミル剤は卓効を示した。

1980年に岩手県においてばか苗病の発生が漸増した。この原因はベノミル剤に対する耐性菌の出現によると結論した。1980～1981年に岩手県で分離された菌株はベノミル、カーベンダジン（MBC）に対するMIC値が $15.6\mu\text{g}/\text{ml}$ 以下の菌群と $1,000\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の菌群にわかれる2峰性分布曲線を示した。 $1,000\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上を示すばか苗病菌株を接種して得た種籾に対してベノミル水和剤およびチウラム・ベノミル水和剤など現行の種子消毒剤では効果が劣り、本報告ではMIC値 $1,000\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の菌株をベノミル剤耐性菌とした。

耐性菌の出現には消毒方法、特に低濃度長時間浸漬法（200倍液24時間）の採用の有無が重要と考えられる。すなわち、本消毒法は湿粉衣法等他の処理法に比べ、消毒効果が劣り、消毒が不完全になることが薬剤耐性化の一因をなしていると考えられる。

ばか苗病菌のベノミル剤に対する耐性化は、本剤に感受性菌が馴化して中程度のMIC値菌の出現をみながら、急速に進行したと考えられる。

本田発生のばか苗病罹病株には、ベノミル剤に対して耐性および感性を示す両分生孢子が混在して形成されるのが認められた。これらの両分生孢子が次年度種子の汚染源になっており、汚染源の耐性菌孢子密度と汚染種子の耐性菌率とは密接な関係にあると考えられた。

ベノミル剤耐性菌に汚染された種籾に対して、現在市販の種子消毒剤の中では、チウラム・チオファネートメチル水和剤およびキャプタン・チアベンダゾール水和剤は湿粉衣で効果が高いと考えられる。また、新規開発の薬剤では、トリフルミゾール水和剤、プロクロラズ乳剤の湿粉衣、高濃度短時間浸漬（30倍液10分）および7.5倍液3%吹付けが高い効果を示し、ベノミル剤耐性菌に対して両剤は実用性が高いと考えられる。

## VII 摘 要

本研究は、イネ箱育苗で発生する主要病害、特に、*Rhizopus* sp.、*Pythium* sp. 菌による苗立枯病、および、*Gibberella fujikuroi* 菌によるばか苗病の発生生態とその防除法について行ったものである。

### *Rhizopus* 属菌による苗立枯病

1. 育苗箱で発生する苗立枯病に関与する病原菌として、*Rhizopus* 属菌、*Fusarium* 属菌、*T richoderma* 属菌、*Pythium* 属菌等が分離された。出芽時 $30^{\circ}\text{C}$ を越える高温、高湿度の状態では、*R hizopus* 属菌が優先的に発生した。

2. *Rhizopus* 属菌は、イネ苗の出芽、発根を抑制し、特に、根では棒状根、球状根などの異常根が認められ、中茎では異常伸長、歪曲、鞘葉肥大などの症状が認められた。発生の甚だしい場合には腐敗枯死した。

3. *Rhizopus* 属菌の接種方法は孢子懸濁液を播種時に灌注するのが有効であった。接種量は200倍の顕微鏡下で1視野当り約250個の孢子濃度の液を箱当り300～400ml灌注するのが良好であった。更に、播種時に箱当り5gの玄米粉の散布は自然発生を助長させた。

4. 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種類が確認された。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、イネ幼苗に対し病原性を認めた。しかし、*R. stolonifer* は他の菌株に比べて病原性が弱く、病原性に種間差のあることを認めた。

5. *Rhizopus* 属菌の孢子は、出芽種子、傷籾からの浸出液および玄米粉によって発芽が著しく促進されることを認めた。肥料として施用する硫酸アンモニウム液も僅かに発芽を認めたが、促進効果は小さかった。畑土壌煎汁液は孢子発芽促進効果を示さなかった。

6. *Rhizopus* 属菌の育苗床内侵入経路は、培土および種子付着して侵入するか、育苗器内外の飛散孢子によることが確認された。次に、侵入菌は種子に混入している傷籾、玄米に着菌するか、あるいは出芽時の種子浸出液によって増殖することを認めた。

7. 育苗箱内における菌叢の生育は、出芽時の高温(33℃以上)高湿度、緑～硬化時期の低温(10℃前後)高湿度により、催芽前種子、催芽後に芽の乾きすぎた種子、傷糲混入種子の使用により、また、通気性または排水不良の培土および育苗箱を使用することによって助長される。

8. *Rhizopus* 属菌に対して有効な薬剤は、TPN水和剤、チウラム・ベノミル水和剤であった。チウラム・ベノミル水和剤は1,000倍液を箱当り1ℓ覆土前灌注が、少発条件で有効であった。TPN水和剤は500～1,000倍液を箱当り1ℓ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TPN水和剤1,000倍液を箱当り1ℓ播種時灌注と、ヒドロキシソキサゾール粉剤を箱当り5g土壌混和、または同剤1,000倍液を緑化時に1ℓの灌注で効果が認められた。

9. チウラム・ベノミル水和剤の種子処理有効濃度は、種子1kg当り成分量で各0.5g以上と考えられるが、催芽種子では、生育抑制があり実用低でなかった。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当り成分量で各0.8～1.2g)が有効であった。

10. チウラム・ベノミル水和剤の吹付けによる浸種前種子消毒は、いもち病、ばか苗病、ごま葉枯病防除と同時に、*Rhizopus* 属菌、*Fusarium* 属菌、*Trichoderma* 属菌、および*Pythium*属菌等の苗立枯病に対しても有効であり、種子消毒による総合防除の可能性がみいだされた。

#### *Pythium* 属菌による苗立枯病

1. 本葉2葉抽出期に急性的に萎凋枯死する障害苗、いわゆるムレ苗は、症状発生以前から根部の生育、特に、冠根、根毛の伸長が不良となり、再生根の発根力も劣った。冠根、根毛の組織内には*Pythium*属菌の有性器官の存在が認められた。

2. 萎凋枯死苗からは他の苗立枯病菌と同時に*Pythium*属菌が分離され、分離菌株は *P.grami-*

*nicolum* と同定された。本菌はイネ苗立枯病の病原菌としては未報告の、新しい種類であった。

3. 播種時および出芽時接種では苗立枯病の症状を呈し、1.5葉期接種では萎凋枯死苗、すなわち、ムレ苗類似症状が再現された。このことから、*Pythium*属菌によって育苗後半に発生する病害を「萎凋性苗立枯病」とし、育苗初期の苗立枯病と区別した。

4. 萎凋性苗立枯病は、土壌pHが5.2以上で、低温(0～2℃, 24時間)を伴うと発生が著しかった。

5. 分離菌の生育最適pHは6.0前後であることから、育苗培土のpHが岩手山火山灰土壌(pH5.8)のように高い場合は、病原菌の活動を助長した。

6. 加里含量が土壌100g中20mg以下になると発生は多く、加里含量が萎凋性苗立枯病の発生に関与していると考えられた。

7. 遮光処理は、育苗前半の苗立枯病の発生、および、育苗後半の萎凋性苗立枯病の発生を助長した。

8. 萎凋性苗立枯病の防除は、ヒドロキシソキサゾール・メタラキシル剤の箱当り8g土壌混和、同液剤500～1,000倍液を箱当り0.5ℓ播種時処理または出芽時から発生直前までの間に灌注処理すると効果が認められた。

以上により、*Pythium*属菌による苗立枯病は耕種的な防除と併せて薬剤防除を行うことにより、健苗育成が達成される。

#### *G. fujikuroi* 菌によるばか苗病

1. ばか苗病の発生は、1973年度以降ベンズイミダゾール系殺菌剤の使用によって、1978年度まではほとんど見られなかった。1980年度には局地的に多発生を見、以後急激に増加した。この原因はベノミル剤耐性菌の出現によると結論した。

2. 1980年の多発圃場から採集したイネばか苗病菌の中に、ベノミルおよびカーベンダジン（MBC）に対し感受性が極めて低い、MIC値（最小生育阻止濃度）1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の菌株が発見された。

3. 1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上のMIC値菌株を接種し、採種した種子へのベノミル水和剤、およびチウラム・ベノミル水和剤の湿粉衣による防除効果は著しく低く、MIC値1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上の菌株をベノミル剤耐性菌とした。

4. ベノミル剤耐性菌の出現率が低い地域の種子消毒は湿粉衣法が多いのに対して、耐性菌出現率の高い地域では低濃度長時間浸漬法が多かった。

5. 低濃度長時間浸漬法による消毒は、湿粉衣法または高濃度短時間浸漬法に比較して効果がやや劣り、耐性菌の出現を助長した。

6. ばか苗病菌のベノミル剤に対する耐性化は、ベノミル剤に感受性菌が順化して中程度のMIC値菌の出現をみながら高度MIC値菌へと進行した。

7. 発病株に形成されたばか苗病菌の分生孢子には耐性菌と感受性菌が混在していた。多発圃場産種子の発病苗から分離した菌株にも同様な混在を認めた。

8. 耐性菌は、ベノミル剤希釈培地上で菌糸がやや膨化、歪曲、ねん転し、分岐が多くなるなどの形態的变化を生ずるが、極めて緩慢な菌糸伸長を示した。

9. 耐性菌を接種し、採種した種子に対して、使用歴の無いチウラム・チオファネートメチル水和剤とキャプタン・チャベンダゾール水和剤の湿粉衣法は高い消毒効果を示した。

10. 耐性菌を接種し、採種した種子に対して、新規開発のトリフルミゾール剤、プロクロラズ剤は高い消毒効果が認められた。

11. トリフルミゾール水和剤の30倍液10分間浸漬、7.5 倍液3%吹付け、および、0.5%湿粉衣の各処理は耐性菌に対する新しい種子消毒法として実用性が認められた。

## 引用文献

- 1 千葉末作・千葉順逸・島田慶世（1972）イソキサゾールによる畑苗代の苗立枯れ発生初期処理および折衷苗代の苗立枯れ防除効果 北日本病害虫研報 23:84
- 2 Drechsler, C. (1936) *Pythium graminicola* and *P. arrhenomanes*. *Phytopathology* 26: 676 - 684
- 3 遠藤頼嗣・茨木忠雄（1986）イネ箱育苗における *Pythium* 属菌による苗立枯病の接種時期別病徴 日植病報 51:320-321（講演要旨）
- 4 福田兼四郎・小林次郎（1973）土壌酸度と立枯 北日本病害虫研報 24:46
- 5 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 日植病報 39:141（講演要旨）
- 6 —————（1973）同上 2 *Rhizopus* 属菌による根の障害 日植病報 39、190（講演要旨）
- 7 —————（1974）同上 4 *Rhizopus* 属菌に対する薬剤の効果比較 日植病報 40:124（講演要旨）
- 8 —————（1974）同上 5 *Trichoderma* 属菌による障害 日植病報 40:189（講演要旨）
- 9 —————（1975）同上 7 *Rhizopus* 属菌による障害発生と耕種条件 北日本病害虫研報 26:30
- 10 —————（1976）同上 9 *Mucorm* 属菌による障害 日植病報 42:332（講演要旨）
- 11 —————（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 51:40-44
- 12 —————（1976）同上（2）農及園 51:295-298
- 13 —————（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 日植病報 43:80 (講演要旨)
- 14 五十嵐文雄・児玉不二雄 (1986) *Pythium graminicolum* によるイネ苗立枯病の発生環境 日植病報 51:320 (講演要旨)
- 15 飯田 格 (1975) 我が国における薬剤耐性植物病原菌の発生の実態—全国アンケート調査結果より—植物防疫 29:163—166
- 16 鏑方末彦 (1949) ムレ苗および立枯病 食用作物病学 (上巻) 朝倉書店 pp126—128
- 17 伊藤 健 (1943) 水生菌科の数種及 *Pythium* 属菌の稲苗に対する病原性比較研究 日植病報 12:109—115 (講演要旨)
- 18 伊藤誠哉・木村甚弥 (1931) 稲馬鹿苗病に関する研究 北海道農試報告 27:1—94
- 19 Ito S and Tokunaga Y (1933) Studies on the rot-disease of rice seedlings caused by *Pythium* species Jour. Facult. Agr. Hokkaido Imp. Univ. 32:201—227
- 20 岩田和夫・八尾板恒雄 (1974) イネ箱育苗に発生する *Rhizopus* 属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
- 21 岩手県 (1973) 植物防疫20年のあゆみ pp. 173
- 22 ————— (1974) 昭和49年度農作物病害虫防除基準7—9
- 23 椛木信幸・中村 拓 (1984) 水稻ムレ苗の発生生態と対策 農及園 59:545—548
- 24 加藤重博ら (1985) *Pythium* 属菌によるイネ苗立枯病に関する研究 (1) 出芽前後の苗立枯病の発生に関する *Pythium* 属菌 日植病報 51:159—167
- 25 —————ら (1985) 同上 (2) 育苗中・後期の苗立枯病の発生に関する *Pythium* 属菌 日植病報 51:178—175
- 26 —————・中西逸郎 (1985) 同上 (4) 耐久体の発芽所要日数と病徴との関係 日植病報 51:319 (講演要旨)
- 27 河合一郎 (1952) 稲苗腐敗病の病理並びに治病に関する研究 静岡農試特別報告 3:1—62
- 28 木根淵旨光 (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
- 29 北村義男・保積隆夫、田中徳巳 (1982) ベノミル剤耐性イネ馬鹿苗病菌の出現 日植病報48: (講演要旨)
- 30 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
- 31 松本和男・橋本 晃・安達忠衛 (1984) 福島県下でみられたイネばか苗病菌のベノミル剤耐性について 北日本病害虫研報 35:34—36 (予報)
- 32 松尾卓見・市川和規・一谷多喜郎 (1981) 陸稲連作障害に関する菌類、とくに *Pythium graminicolum* Subr. について 日植病報 47:386—387
- 33 Matthews, V. D. (1931) Studies on the genus *Pythium* University of N. C. Press Chape Hill. pp.136
- 34 Middleton, J. T. (1943) The taxonomy, host range, and geographic distribution of the *Pythium* Mem. Torrey. Bot. Club 20:1—171
- 35 茂木静夫 (1984) イネもみ枯細菌病の発生生態と防除 農及園 59:679—682
- 36 永井政次・高橋喜夫・佐藤克己 (1954) 稲苗腐敗病の病態解剖学的知見 日植病報 18:169
- 37 —————ら (1956) 稲苗腐敗病に関する研究 同上 21:100
- 38 中山芳明・笠原喜久男・豊川 順 (1981) 折衷式中苗苗におけるムレ苗の発生 日作東北支部報 24:21—22
- 39 日本植物防疫協会 (1975) 日本有用植物病名目録 1:27
- 40 ————— (1986) 昭和61年度主要病害虫に適用のある登録農薬一覧、18—21
- 41 西田 勉・馬場徹代 (1975) リンゴ黒星病薬剤耐性菌の出現について 日植病報 41:127 (講演要旨)
- 42 西岡幹弘・築地 仁・中西 勇 (1975) イネ箱育苗における *Trichoderma* 属菌の発生環境



- 日植病報 41:247 (講演要旨)
- 43 岡山清司・吉野 喬・鎌仲一夫・飯田周治 (1981) 水稻稚苗栽培における育苗床土について (第7報) 育苗時のムレ苗症状発生原因 土肥要旨集27:46
- 44 大沼幸男ら (1986) 灰星病の薬剤耐性に関する研究 第1報 オウトウにおけるベノミル耐性菌の出現 日植病報 41:407 (講演要旨)
- 45 太田恵二・島田慶世・鷲尾貞夫 (1986) *Pythium* spp. によるイネ苗の苗立枯病と急性萎凋症の発生要因について 日植病報 51:32 (講演要旨)
- 46 齊藤博之・小川勝美・君成田陸・遠藤征彦 (1984) 寒冷地稲作の苗質改善に関する研究 第4報 ムレ苗の発生要因について 土肥要旨集30:84
- 47 坂井 弘・吉田富男 (1962) ムレ苗の発生条件に関する研究 第4報 ムレ苗発生原因菌について 北農試彙報 79:18 ~29
- 48 作井英人・梅原吉広 (1986) *Pythium graminicola* の接種時期とイネ苗の病徴について 日植病報 51:320 (講演要旨)
- 49 佐々木次雄 (1987) イネばか苗病の発生生態と防除に関する研究 東北農試研報 74:1-47
- 50 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* 属菌の生産する毒物質について 日植病報 40:123 (講演要旨)
- 51 ————— ら (1978) イネリゾープス苗立枯病菌 *Rhizopus chinensis* の生産する毒物質について 日植病報 44:349 (講演要旨)
- 52 沢田兼吉 (1912) 稲苗腐敗病調査 台湾総督府農試特別報告 3:1-34
- 53 島貫忠幸 (1984) ピシウム菌による牧草、飼料作物の病害 植物防疫 38:222-227
- 54 諏訪正義・小川勝美・渡部 茂 (1982) イネもみ枯細菌病菌による苗腐敗症の発生生態と防除法 岩手農試報告 23:1-16
- 55 鈴木穂積 (1986) 稲立枯性病害・種子伝染性病害の発生 東北農業研究 38:3-16
- 56 高橋昭二・田中 孝・佐久間比路子 (1986) ベノミル耐性イネばか苗病菌の発生生態と防除対策 山形農試研報 21:27-44
- 57 武市義雄・山岸淳・長野淳子 (1977) 水稻稚苗育苗におけるムレ苗発生に関する研究 千葉農試研報 18:72-104
- 58 多久田達夫 (1987) イネばか苗病のベノミル耐性菌の多発生とその対策 今月の農薬31 (4):30-33
- 59 田中一郎 (1942) 水稻温床苗の「ムレ苗」予防の一方法としての過酸化水素水散布法 札幌農林学会報 35(3):61-78
- 60 ————— (1942) 過酸化水素水による水稻温冷床苗のムレ苗予防法 北農 9 (5):7-11
- 61 徳永芳雄 (1933) ピシウム菌による稲苗の腐敗病に就いて 日植病報 2:545-546 (講演要旨)
- 62 築地邦晃・武田真一 (1987) 種籾の薬剤残存量からみた種子消毒法の問題点 東北農業研究40:61-62
- 63 植松 勉・吉村大三郎・西山幸司・茨木忠雄・藤井 溥 (1979) 育苗箱のイネ幼苗に腐敗症状をおこす病原細菌について 日植病報 42:464-471
- 64 上杉康彦 (1982) 植物防疫講座-農薬、行改編- 植物防疫協会, 東京都p.17-40
- 65 梅原吉広ら (1973) 種子消毒剤によるイネばか苗病防除 (1) ベノミル剤、チウラム・ベノミル剤の防除効果と液温 北陸病虫研報 21
- 66 —————・作井英人・中川俊昭 (1983) *Pythium* spp. によるイネ苗萎凋症 (仮称) の発生条件について 日植病報 49:389 (講演要旨)
- 67 渡部 茂・小川勝美 (1978) 種籾の大量消毒法の開発 岩手農試報告 21:85-118
- 68 ————— (1986) イネばか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 岩手農試報告 25:1-74
- 69 渡辺恒雄 (1981) 農学講座 植物の土壤病害 [12] 農及園 56:353-358
- 70 Waterhouse, G.M. (1967) Key to *Pythium* Pringsheim Commonw. Mycol. Inst Mycol. Pap. 109

- 71 ————— (1968) The genus *Pythium*  
Pringsheim Commonw. Mycol. Inst Mycol. Pap.  
110
- 72 山本 馨 (1975) ベノミル耐性灰色かび病菌  
の野菜における発生と対策、 植物防疫 29  
:194-196
- 73 山内敏美・岩崎 繁・川島嘉内 (1980)  
水稲ムレ苗発生要因の解明に関する研究 第1  
報 低温処理とムレ苗発生について 東北農業  
研究 27:7-8
- 74 —————. —————. —————  
(1981) 同上第3報 苗質とムレ苗の発生につ  
いて 日作東北支部報 24:19-20
- 75 八尾板恒雄・岩田和夫 (1974) イネ箱育苗に  
発生する *Rhizopus* 属菌の防除について 第2  
報 土壌消毒による防除 北陸病虫研報 22  
:53-56
- 76 —————. ————— (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
- 77 —————. 郷 直俊・青柳和男・浅野  
勇・横山竜夫 (1976) 同上 第4報 *Rhi-*  
*zopus chinensis* Saito について 北陸病虫研  
報 24:60-63
- 78 吉田桂輔・吉村大三郎・池田 弘・横山左太  
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
- 79 吉野嶺一 (1987) イネばか苗病の発生生態と  
防除対策に関するアンケート調査結果 昭和62  
年度水稲・畑作物病害虫防除研究会シンポジウ  
ム講演要旨 22-46
- 80 柚木利文 (1973) イネ苗立枯病の防除 植物  
防疫 27(5):197-200

Studies on the Developmental Ecology and  
Control of Diseases of Rice by the Box Nursing  
Katsumi OGAWA

Summary

Main diseases developed and their control of rice plants, such as seedling dumping-off by *Rhizopus* sp., and *Pythium* sp., Bakanae disease by *Gibberella fujikuroi* were described in this report.

Seedling dumping-off by fungi in the genus *Rhizopus* spp.

1. Fungi in the genus *Rhizopus* spp., *Fusarium* spp. *Trichoderma* sp. and *Pythium* spp. were isolated as pathogenic fungi concerning on seedling dumping-off development at nursing boxes. When high temperature of over 30 °C and high humidity were kept at the germination, fungi in the genus *Rhizopus* developed dominantly.
2. Fungi in *Rhizopus* prohibited the germination of rooting of rice seedling, and especially roots showed symptoms of abnormal shaped roots having club and globe shapes. When severely affected, seedlings were decayed and killed.
3. The method of inoculation with spore suspension of fungi in *Rhizopus* was effective to drench at sowing seeds. The inoculation was about 250 spores per a field under the microscope of 200x and 300-400ml of suspension were sprayed to a box. This gave a good result. In addition, dusting of 5 g of rough rice powder per a box at sowing promoted the natural development of *Rhizopus*.
4. Fungi in the genus *Rhizopus* concerning on seedling dumping-off, 5 species, such as *R. arrhizus*, *R. stolonifer*, *R. javanicus*, *R. oryzae* and *R. chinensis* were recognized. Every strains showed abnormal growth of seed root or crown root or longitudinal growth, and these showed their pathogenicities to the young rice seedlings. However, weak pathogenicity was found on *R. stolonifer* compared with the other strains and differences in pathogenicity were recognized among species.
5. Spore germination of the *Rhizopus* was promoted by effusion water from germinating seeds or wounded unhulled rice grain and powdered rough rice. By using ammonium sulfate as fertilizer, poor germination and poor effect on promotion for germination were observed. No effect of promotion on spore germination by field soil decoction was recognized.
6. It was recognized that pass ways of invasion of *Rhizopus* into nursing boxes were within culture soils or attaching on seeds and spores splashing around the nursing boxes. There were two ways on multiplication of the invaded fungi. Their multiplications were made by attaching to wounded unhulled rice grain or rough rice mixed with seeds and by the seed effusion water at germination.

7. The growth of mycelial mass in the nursing boxes was promoted by the following conditions. 1) by seeds having too dry buds before or after bud stimulatoin treatment. 2) by using seeds mixed with wounded ones. 3) by using soils of poor air-circulation or drainage.
8. The effective chemicals to the *Rhizopus* were TPN wettable powder and Thiuram•Benomyle wettable powder. Thiuram•Benomyle wettable powder of 1,000 dilution was use for drench of 1ℓ per a box before covering soils and they were effective on introducing poor disease condition. 1 ℓ of TPN wettable powder of 500-1,000 dilution was effective when it was drenched before seeding.
9. The effective density of Thiuram•Benomyle wettable powder for seed treatment was though as more then 0.5 g net weight per 1 kg seeds, but this amount showed poor practical results on the inhibition of growth to bud formation seeds. By the treatment of seeds before seed soaking in water, the amount of 4-6% of 10-fold diluted one or the amount of 3% of 7.5-fold diluted one was effective when those were sprayed to seeds (amount of contents 0.8-1.2 g per 1 kg seeds).
10. Seed sterilization of spraying by Thiuram•Benomyle wettable powder before soaking was effective to Blast (*Pyricularia oryzae*), Bakanae disease (*Gibberella fujikuroi*) and *Helminthosporium* leaf spot (*Helminthosporium miyabeana*) and at the same time those treatment were also good for control of seeding dumping-off by *Rhizopus*, *Fusarium*, *Trichoderma* and *Pythium*. Those results suggested the possibility of the integrated control by seed sterilization.

#### Seedling dumping-off by fungi in the genus *Pythium*

1. Diseased seedlings of suddenly killed by wilting at the dichotomous cotyledon stage of adult leaves, so called as "Mure seedling" (rotten seedling look like after steamed) showd poor, growth of roots before development of the disease, and especially poor growth of crown root and root hair and also poor rooting ability were found. In tissue of crown root and root hair, sexual organs of the fungusin the genus *Pythium* were recognized.
2. At the same time of the isolation of the other seedling dumping-off fungi, a fungus in the genus *Pythium* was isolated and this was identified as *P.graminicolum*. This was new species as the first reported parasitic fungus of the rice seedling dumping-off fungus.
3. By inoculation at sowing and germinating rice plants showed the symptom of seedling dumping-off and by inoculation at 1.5 leaved period, rice plants showed death by wilting. That is to say the reproduction of the symptom of very similar to "Mure seedling". Therefore, the disease by *Pythium* appeared the latter-half of nursing period is named as "Wilting dumping-off", and this was separated from the dumping-off at the early stage of nursing.

4. Wilting dumping-off appeared severely with the condition of over pH 5.2 of soil and low temperature(0-2 °C, 24 hours).
5. Because the optimum growth of isolated fungus was about pH 6.0 the activity of the fungus was stimulated in the case of high pH of nursing soil as Mt. Iwate volcanic ash soil (pH 5.8).
6. When the content of Kalium in soil as less than 20 mg in 100 g soil, the disease development was recognized quite often, and the content of Kalium seemed to be concerned to the development of wilting dumping-off.
7. The shield treatment promoted seedling dumping-off at the fore-half of nursing, and milting dumping-off at the latter-half.
8. Drench treatment from sowing or before leave development to just before disease development, soil mixture with 8 g Hydroxy-isoxazole metalaxyl powder per a box and 0.5 ℓ of 500-1,000 diluted solution of this chemical per a box showed good results. Thus, seedling dumping-off by fungus in the genus *Pythium* can be controlled by the agronomic control (control by tillage) and the additional chemical treatment. Then nursing of healthy seedlings is achieved.

Bakanae disease by *G. fujikuroi*

1. Development of Bakanae disease had not been observed by using Benzimidazole, from 1973 to 1978. However, the disease reported at various places locally in 1980, since then disease development had increased rapidly. The cause of these phenomena was concluded by the appearance of a new strain, resistant to Benomyle.
2. A strain of Bakanae disease fungus collected at the severely affected paddy field was found in 1980. This had quite low sensibility MIC value (minimum inhibition content) of over 1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$  to Benomyle and Carbendazine (MBC).
3. When new strain of MIC value of over 1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$  was isolated, the extremely low effect of control by Benomyle wettable powder and Thiuram•Benomyle wettable powder to inoculated seeds was observed. On this case strains having MIC value of over 1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$  was named as the Benomyle resistant fungus.
4. In areas of low rate appearance in the fungus of resistant to Benomyle, the seed sterilization was made by wet powder dressing. On the contrary, in areas of high rate appearance of resistant to Benomyle, the seed treatment was made by soaking in low density and in long time.
5. Low density long time soaking method showed poor effect compared with wet powder dressing of high density short time soaking method, and the former treatment promoted the ap-

pearance of the resistant fungus.

6. Having resistance to Benomyle in Bakanae disease fungus was progressing to the high MIC value fungus. This process made the sensitive fungus became acclimatize to Benomyle and the fungus transferred to resistant to high MIC value through middle resistant grade.
7. Resistant and sensitive species of Bakanae disease were mixed together on disease stocks. The same tendency was observed on isolated strains in diseased seedlings collected from seeds at severely affected paddy fields.
8. Newly developed Trifulmzole and Prochloraz showed the high sterilization effects to inoculated seeds after inoculation of the resistant fungus.
9. New seed sterilization methods, such as for 10 min. immersion in a 30-fold dilution of Trifulmizole wettable poeder, 3% spraying of its 7.5-fold dilution and its 0.5% wet powder dressing are practical to the resistant fungus as new sterilization methods.