

イネ糸状菌による育苗期病害について

梅原吉廣

Yoshihiro UMEHARA:

Studies on the fungus disease of rice seedlings in nursery box

まえがき

1970年代に入って、全国的に箱育苗の技術が普及され、富山県ではそれよりさらに2~3年早く実用化に踏切った農家や施設があった。

当初の育苗技術は農業機械分野を中心に開発されたため、障害苗の発生など、多くの問題点を持っていた。このため、本県のように先進的に取組んだ農家などでは、加温育苗がもつ諸問題がいち早く顕在化してきた。特にばか苗や立枯症の発生が目立ち、育苗の安定化の上で、これらの防止技術の確立が最も重要と考えられていた。

当時、障害苗には、床土由来の生育不良苗、種子由来として、ばか苗病などの病害、育苗環境の不適や汚染資材由来の苗立枯症状など、原因不明なものが多かった。立枯れ症状には別項で報告される稈枯細菌病や褐条病など細菌病によるものや畑苗代時代にみられた、フザリウム属菌やリゾクトニア属菌による苗立枯病と新しく発生が認められたリゾプス属菌、トリコデルマ属菌によるもの、またピシウム属菌による萎凋症(ムレ苗)などがあり、さらに、これらが組合さった混発のものなど、多種多様であった。

本報告では、紙面の関係上、既往の研究についてはすべて成書にゆずり、北陸地域において、発表された成果を中心に、今日の確立された技術に至ったあゆみとしてまとめた。

I. 種子伝染由来の病害

1. イネばか苗病

本病は、1898年に堀氏により発見され、澤田(1917)により種子伝染が、黒澤(1926)により本苗の産生する毒素によって発病することが明らかにされた。

病原は *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Ito であるが、一般ほ場では不完全時代のみ観察されたが、1977年、本邦で最初に、富山県の発病イネ上で、完全時代が確認された(WATANABE, UMEHARA 1977)。

1) 育苗箱における多発要因

(1) 苗代様式と発病

戦後普及されてきた保温折衷苗代や畑苗代に比較して、著しく多発をみたことより多発の原因が苗代に由来していると考えられた。そこで、ハウネンワセなど3品種の保菌種子を用い、箱育苗、水苗代、保温折衷苗代および畑苗代で育苗し、徒長苗、抑制苗及び外見正常苗に区別し、調査するとともに、徒長苗と外見正常苗については本田に移植し、成熟期まで発病を調べた。徒長苗の発生率は箱育苗で最も高く、保温折衷、畑、水苗代の順となり、逆に、抑制苗では箱育苗が他の3苗代より低くなった。本田発病では、各症状苗とも田植1か月後から収穫期近くまで認められた。外見正常苗の場合、各品種とも箱育苗が他の苗代より明らかに高かった。これに対し、徒長苗の場合、草丈の低い富交60や日本晴では箱育苗が明らかに高く推移した。しかし、草丈の高いハウネンワセは明らかでなかった。この原因は本品種が育苗環境によっても徒長現象を示す性質を有することから、保菌由来の徒長苗との区別が不十分であったと考えられた(梅原, 1975)。

(2) 浸種温度

大量処理に入り、浸種方法にも変化が見られたことから、浸種温度と発生との関係を知るため、浸種温度を100日℃を基準にし、15℃から35℃まで5℃間隔に、催芽と出芽後の温度条件は一定として、徒長苗の発生を調べると、3品種を用いたが、いずれも35℃が顕著に高く、それより低くなるにつれて発生率も低くなった(梅原, 1978)。

(3) 催芽温度

催芽は苗の生育を早く、均一にするため欠くことの出来ない処理である。

催芽温度と徒長苗発生との関係を知るため、浸種温度15℃(7日間浸種)、は種後の温度を25℃に設定し、催芽温度35℃から20℃まで5℃間隔とし、鳩胸状になるまで催芽処理を行った。各品種とも35℃の催芽条件下で発生率が最も高く、それより低くなるにつれて、比例的に

下がった。これらの結果より、催芽処理は育苗作業上、欠くことが出来ないが、温度管理に、特に注意を求めた。当時、急激に普及された循環式の鳩胸催芽機の使用に当って、梗枯細菌病の発生防止と併せて、高温とならないよう注意を求めた（梅原，1977）。

(4) 出芽温度

当時、育苗の効率上、出芽温度もかなり高く設定した育苗が行われていた。前述と同様に、温度との関係をするため、浸種温度15℃、催芽温度30℃とし、出芽温度を25℃と30℃に設定、徒長苗発生率を調べた。

浸種や催芽の場合と同じく、高温条件で高くなる傾向が認められた。さらに、外見正常苗と徒長苗に区別して本田における発生推移をみると、両症状とも、高温区の方が高かった。

以上、浸種から催芽、出芽に至る管理の中で、加温によって、徒長苗の発生が助長されることが明らかとなり、防止対策としては健全種子の利用や種子消毒の徹底が極めて重要と考えられた（梅原，1977）。

(5) は種密度

箱育苗は、従来の苗代に比較して、は種量が極めて多く、箱当り200gで、梗と梗が接触し、層を形成する状態になることから、保菌梗を中心に、二次、三次感染が発生するものと考えられた。1葉期まで数本の発病が移植時には箱全体が徒長苗となる事例や発病苗を中心に抜き上げ、梗周辺を観察すると、付近の梗まで紫白色の菌糸の蔓延が見られるなどからも、十分に予想された。そこで、保菌梗と健全梗を一定比で混合、播種量を箱当り50gから倍量刻みで800gまでとし、徒長苗発生率を調べた。100gまでは混合比とほぼ一致した発生であったが、150g以上になると徒長苗の比率が比例的に高まり、200gから300gまで最も高かった。このことから、は種後に二次感染の起きること、さらには種量が多いと助長されることが明らかとなった（梅原，1975）。

(6) 品種

品種と罹病程度との関係は、日野ら（1968）は早生種が中・晩生種より高く、これは出穂期の温度と密接な関係にあることを明らかにしている。本県においてもほぼ同傾であった。箱育苗では、保菌、罹病のほかに、前述の試験でも示されたように、徒長現象の程度も含まれることから、検定手法も含めた検討が必要と考えられる。

(7) 床土の種類、施肥量、土壌pH

病原菌の繁殖、イネの反応に対して、標記の条件が影響を与えると考えられ、前述までの試験に準じた検討を行ったが、明確な結果が得られなかった（梅原，未発表）。

2) 本田における病徴発現

(1) 病原菌の体内分布

病徴のみられない保菌茎や発病茎上の梗の伝染経路などを明らかにするため、田植直後から成熟期に至る間、発病イネ体内の病原菌の分布とその推移を調べた。

移植1か月頃まで、茎基部を中心に、下位の茎から分離されたが、外見正常な葉鞘や葉身からは分離されなかった。節間伸長が始まるにつれて、次第に上位の茎から分離されるようになり、出穂後に、上から第2節の節間部まで分離され、まれに、穂首節間の下部から分離されたものもあったが、穂首からは分離されなかった。葉鞘からは枯死部から分離されたが、外見正常なものからは分離されなかった。葉身では枯死部も含めて分離されなかった。

以上の結果などから、病原菌は節間伸長に従って上位へと伸展するが穂首まで達するものはなく、発病茎経由の保菌梗の発生は否定されると考えられた（梅原，1986）。

(2) 病徴消失現象

本田に徒長苗を移植した場合、1か月後から回復する現象がよく観察され、あたかも治癒した状態を示した。ばか苗は程度の差があるものの、一般に第2～第4節間が異常に伸長し、倒伏しやすいため、水田水中で匍匐茎となり、さらに第3～第5節から異常発根し、その節から新しく、正常な分げつ茎を出すため、外見、あたかも親茎から独立したような茎（株）となる。その後、成熟期まで正常な成育経過をするものと再発病するものとが観察された。新しく分げつ茎が発生した時点で、匍匐茎を切断すると再発病はみられなかった。また、徒長苗の最上位節を残し、下位を切断除去し、発根処理後、水田に茎挿すすると正常な成育を示し、再発病もなかった。

これらの観察や実験結果から、病徴消失の原因は徒長した茎（匍匐茎）は節間が長いこと、ジベレリンの移行や病原菌の伸長蔓延が一時的又は全期間にわたり断られたことによると考えられる（梅原，1975，青木ら，'75）。

(3) 株内伝染

田植機による移植の場合、植付け本数も多く、同一株に、健病両苗が植込まれる可能性が高く、株内伝染が懸念されてきた。

これを明らかにするため、1株4本植、健・病の比率をかえ、健苗にマークし、その後の発病推移を調べた。いずれも、健全苗由来のイネの発病は認められなかった。このことから、水田状態では、移植後、茎や根を経由した感染はないと考えられた。また、本田中後期の発病も、移植前からの保菌苗由来であると考えられた（梅

原, 未発表)。

(4) 飛散胞子由来の本田発病

ばか苗病の多発田において、止葉節より上位の葉身、葉鞘が枯死し、節が白色の菌糸(胞子)に覆われた、節いもちに類似した症状がしばしば観察された。この症状は病態からみて、胞子感染によるものではないかと推測された。明らかにするため、止葉完全出葉時に胞子懸濁液を葉鞘内に注入接種したところ、自然発病とほぼ一致した症状が再現された。これらの個体では、第1節(上から)以下の節、節間は正常で、接種菌の再分離も出来なかった。本試験では、接種菌の濃度が高かったが、生育中の地上部の感染、発病を肯定するものと考えられた。今後、本田中・後期の複数回の接種と病徴の整理などが必要と考えられる(梅原, 1976)。

(5) 土壌中の被害ワラにおける生存

発病推移や常発田がみられることなどから古くより、全国的に、土壌伝染の疑いが持たれてきたが、まだ、明確な結論が得られていなかった。

筆者は刈取り直後に、被害ワラを土壌表面と土中に埋め、その後、病原菌を分離する手法により生存を調べた。湛水状態では4月の時点で、地中、地表とも分離されなかった。乾田状態では地中からは分離されなかったが地表の桿の部分において、かなり高率に分離された。さらに、地表のこれらの試料を集めポットに埋め、乾田直まきしたところ、低率ではあったが発病した。

本試験より、ポットの設置を軒下としたこと、節と節間を混在して調べたこと、乾田直まきによる発病調査を行ったことなど、若干の問題点もあるが、湛水状態や乾田状態でも土中の被害ワラは次年度の発生源とならないと考えられる。また、乾田、土壌表面に残存する被害ワラは生存の可能性があると考えられるが、なお試験条件を揃えた検討が必要である(梅原, 1975)。

3) 被害

(1) 種籾中の菌の生存力

種籾の低温貯蔵が実用化されてきた時代となり、保菌種子の寿命や病原菌の生存に関心が持たれてきた。1973年に採種された品種の保菌種子を用い、 -5°C 、乾燥条件(シリカゲール入、ガラスビン使用)下で、12年間継続して、籾発芽率、籾保菌率及び徒長苗発生率を調べた。籾発芽率は収穫時に比較して、若干低くなる傾向であったが、対照とした健全種子と明らかな差がみられなかった。さらに、籾の保菌率や徒長発生率においても、低下傾向は認められなかった。以上、12年間の低温貯蔵による発病防止効果は認められなかった(梅原, 未発表)。

(2) 苗発病と本田発病の関係

特に、育苗施設では障害苗の発生による育苗箱の破棄は、経済的な損失と植付け計画の狂いなど、重大な問題である。ばか苗病は他の病害虫のように、本田における直接的な伝染源とならないこと、植付本数を増加することにより、収量への影響を小さくすることが出来ることから、発病箱の利用を求める技術開発が求められていた。そこで、苗の発病と本田発病の関係を明らかにするため、数品種を用い外見正常苗のみを移植した。徒長苗は移植後に、大部分が枯死することから除いた。結果は、苗発病率と移植1か月後の発病株率の間に $r=+0.928^{***}$ の高い相関関係が得られた(梅原, 1986)。

(3) 収量への影響

発病株(茎)は出穂期頃までに、大部分が枯死することから収量への影響が極めて大きいと予想された。前述の試験と同様に、植付本数を1本、2本及び4本植とし、本田発病株率と玄米収量との関係をみた。1本植で $r=-0.656^{***}$ 、2本植で $r=0.921^{***}$ と高い相関関係が得られた。しかし、4本植では品種間差異が大きく、減収傾向が認められるものの明確でなかった。これは1、2本植の場合発病株は欠株となるが、4本植の場合、欠株となる頻度が小さく、残された個体はその後補償作用により穂数がかかり確保されることによると考えられた(梅原, 1975)。

4) 防止対策

(1) 保菌籾の検定

健全種子の生産には、採種時における発病株の抜取り(伝染源の除去)と隣接地からの病原菌の飛散の防止が重要である。同時に、採種籾の保菌状況を事前に把握しておくことも、種籾の流通、消毒作業に重要なことである。簡易に、大量の点数を検定する方法として、駒田氏の選択分離培地(1976)の利用がすぐれた。ばか苗病菌は同培地上で鮭肉色のコロニーを作り、判別が容易である(梅原, 1975)。

(2) 籾の比重区分と保菌率の関係

古くより、塩水選によって感染籾が除去されることが明らかになり、防除の手段として実用化されてきた。筆者は7品種を用い、比重1.0~1.13まで5段階に区分し、籾の発芽率、徒長苗発生率及び籾からの菌検出率を調べた。いずれも、既往の報告と同様に、軽い籾ほど検出率や発生率が高かった。特に1.0以下の籾の保菌の多いことが明確であった(梅原, 1973)。

(3) 種子消毒法

1970年代は有機水銀剤から非水銀剤への移行期であり、種子消毒法の大転換期となった。このことから全国的に関連試験が実施された。筆者はチュウラム・ベノミ

ル剤を中心に、浸漬消毒における濃度と消毒時間、液温、連続使用回数、薬液の補充、液量、風乾など、使用方法について検討した（梅原ら、1973、'74、'75）。

また、種子粉衣による新しい防除法を確立し、その後、全国的に実用化されるようになった。この方法は苗箱で発生するトリコデルマ苗立枯病にも有効であり同時防除として利用出来ることを明らかにした（梅原ら、1974）。

さらに、有機水銀剤と対比しながら、作用機作を検討し、消毒時間を長くすることにより、静菌作用から殺菌作用へと移行し、効果の安定性が高まることを明らかにした（梅原ら、1978）。

(4) 発病苗箱に対する薬剤灌注と本田発病

既に述べた理由などにより、苗箱発生が認められても、廃棄することなく、利用する技術が求められていたことから、ベノミル剤を中心に、薬剤の濃度灌注量、時期などについて検討し、二次感染の防止効果や本田発病の抑制効果の高いことを確認し、発病をみた後の応急処置技術を提示出来た（梅原、1975）。

2. イネいもち病

本病はイネの最も重要な病害であり、籾においても、内外穎、護穎、小穂軸を侵害し、古くより、種子伝染病としても重視されてきた。

箱育苗が実用化された当初、持込みいもちや補植用置苗を中心に発生が認められた。当時、この発生原因は種子伝染によるものか、飛来胞子に由来するものか、特定出来る事例は少なかった。また、その後、種子消毒の徹底や育苗資材としてワラ加工品の使用の減少などにより、北陸地域で特に問題となる発生がなかった。このため、関連する試験研究は極めて少なかった。その中であって、原澤ら（1955）によって、保菌種子を用いて、浸種日数を長くしたり、苗立枯病防除剤の灌注によって苗いもちが抑えられることが報告された。

これらのことも含めて、北陸地域の苗いもちは、現在の育苗技術でほぼ完全に防止されていると考えられる。

3. イネごま葉枯病

本病は、土壤肥料関係が誘因となって発生する重要な病害である。箱育苗では、不発芽や出芽後に、黒褐変、枯死に至り、箱全体または坪状に苗焼け症状を示す。現在、ばか苗病やいもち病との同時種子消毒により、激発事例はみられなくなった。本病に係る試験も、岩田ら（1973）の種子消毒による防除試験があるのみである。

II. 床土及び置床由来の病害

育苗様式が変化したことにより、リゾープス属菌やトリコデルマ属菌による新病害、ピシウム属菌による新

しい病態、フザリウム属菌やリゾクトニア属菌の発生増加など、育苗の安定生産上、重要な病害が発生してきた。

1. リゾープス苗立枯病

1970年代に入り、加温育苗の普及に伴って全国的に発生が認められ、発生生態、被害、防除法などが検討された。北陸地域では新潟県で主に検討された。病原菌として、6種の*Rhizopus*属菌を分離し、そのうち冠根異常などを発生させ、病原力の強い菌として、*R. chinensis*を明らかにし、発生生態も検討した（矢尾板ら、1976）。さらに、培養液を用い、異常根、鞘葉奇形の発生差や毒性物質の抽出法を検討した（郷ら、1978）。防除法として、育苗箱消毒としてTMTDおよびTCMTBを有効とする剤の薬液浸漬、土壌灌注としてTPN剤が有効であることを明らかにした（岩田ら、1974、八尾板ら、1974）。

2. トリコデルマ苗立枯病

全国的な発生のある病害であるが、特に本県では、金沢市森本地区の山砂（第三紀系砂岩の風化物）を原土として加工された用土を使用していたことから、当初より各地で多発をみた。しかし、種子消毒による同時防除の効果、ベノミル剤の灌注が有効であることがわかり、TPN、ベノミル剤の灌注が一般的に使用されるようになり、その後の発生は少なくなってきている。このことからその後北陸地域では関連する試験が実施されなかった（梅原ら、1975、'77）。

3. リゾクトニア苗立枯病

一般に、畑土壌を用いた場合、育苗後半に第1葉鞘または第2葉鞘に、紋枯病に類似した病斑を形成する。枯死や苗焼けをおこすことがなく、田植えにより、その後の進展が抑えられ、被害は一般に軽いと理解されている。このことから、北陸地域では関連試験がない。

4. ピシウム苗立枯病

1970～'80年代にかけて、全国的に育苗後半に急激に萎凋症状を呈し、枯死に至ることから、「ムレ苗」として、原因不明の生理障害としてあつかわれてきたが、1983年に梅原らにより、*Pythium graminicola*に起因する病害であることを明らかにした。その後、伝染方法、発生生態、防除法など詳細な検討を行った。

特に耕種的防除法として、伝染環を絶つ管理や、メタラキシル剤が卓効を示すことから緑化前の苗箱灌注や置床灌注などの技術を明らかにした（梅原、1986）。

5. フザリウム苗立枯病など

野菜畑跡地土壌を利用した場合、多発事例はあったが、全国的にはムコール菌、ホーマ菌などと同時に発生する病害として注目されてきたが、北陸地域では特に重視されていなかった。

おわりに

今日、育苗技術の習熟や有効薬剤の開発などにより、安定した箱育苗が行われている。このため、病害分野に求められているものは少ないように考えられるが、軽量化、低コスト化、環境対応など、求められる技術はまだまだ多く、今後も迅速な対応が出来るように、この拙文が役立てば幸いである。

引用文献

- 1) 青木源久ら (1975) イネ馬鹿苗病に関する研究. 徒長苗の移植後における生育状況および病徴について. 北陸病害虫研報 37:1-3.
- 2) 古河 衛 (1989) 育苗箱灌注によるイネばか苗病徒長苗の防除. 北陸病害虫研報 37:1-3.
- 3) 郷 直俊 (1978) イネ箱育苗に発生する *Rhizopus* 菌の防除について. 第5報 *Rhizopus* 属菌の産生物質がイネ幼苗におよぼす影響. 北陸病害虫研報 26:90-94.
- 4) 原澤良栄ら (1995) 箱育苗での苗いもちの発生に関与するいくつかの要因. 北陸病害虫研報 43:1-6.
- 5) 岩田和夫ら (1973) 馬鹿苗病ならびにごま葉枯病を対象としたイネの種子消毒に関する研究. 北陸病害虫研報 21:82-92.
- 6) 岩田和夫ら (1974) イネ箱育苗に発生する *Rhizopus* 菌の防除について. 第1報 育苗箱の消毒による防除. 北陸病害虫研報 22:47-53.
- 7) 管 正道ら (1973) 育苗箱におけるイネ苗の徒長現象と馬鹿苗病との関係. 北陸病害虫研報 21:18-22.
- 8) 梅原吉廣 (1973) 施設育苗におけるイネ馬鹿苗病の多発要因について (2). 保菌種子の比重区分と徒長苗発生との関係. 北陸病害虫研報 21:14-18.
- 9) 梅原吉廣ら (1973) 種子消毒によるイネ馬鹿苗病防除 (1)ベノミル剤, チウラム・ベノミル剤の防除効果と液温の関係. 北陸病害虫研報 21:92-95.
- 10) 梅原吉廣ら (1974) 種子消毒によるイネ馬鹿苗病防除 (2)消毒時間の防除効果および殺菌作用に及ぼす影響. 北陸病害虫研報 22:58-62.
- 11) 梅原吉廣ら (1974) 種子消毒によるイネ馬鹿苗病防除 (3)浸種糶に対するベノミル剤およびチウラム・ベノミル剤の連続使用について. 北陸病害虫研報 22:62-64.
- 12) 梅原吉廣ら (1974) 種子消毒によるイネ馬鹿苗病防除 (4)ベノミル剤, チウラム・ベノミル剤の防除効果と液温の関係 (その2). 北陸病害虫研報 22:64-67.
- 13) 梅原吉廣ら (1974) 種子消毒によるイネ馬鹿苗病防除 (5)ベノミル剤およびチウラム・ベノミル剤の乾燥糶粉衣の効果について. 北陸病害虫研報 22:67-71.
- 14) 梅原吉廣ら (1975) 種子消毒によるイネ馬鹿苗病防除 (6)乾燥糶粉衣法における消毒糶の保存について (予報). 北陸病害虫研報 23:75-77.
- 15) 梅原吉廣ら (1975) イネ馬鹿苗病の伝染について. 北陸病害虫研報 23:10-14.
- 16) 梅原吉廣ら (1975) イネ馬鹿苗病徒長苗に対するベノミル剤の土壌灌注および根部浸漬の効果について. 北陸病害虫研報 23:78-81.
- 17) 梅原吉廣 (1975) イネ馬鹿苗病の種子消毒の問題点. 植物防疫 29:390-395.
- 18) 梅原吉廣 (1976) 種子消毒法改良によるイネ馬鹿苗病防除. 農業技術 306:123-125.
- 19) 梅原吉廣 (1976) イネ馬鹿苗病菌のイネ開花期の接種による節における発病について. 北陸病害虫研報 24:7-8.
- 20) 梅原吉廣ら (1976) 種子消毒によるイネ馬鹿苗病防除 (7)効果検定法の検計. 北陸病害虫研報 24:55-60.
- 21) 梅原吉廣ら (1977) 施設育苗におけるイネ馬鹿苗病の多発要因について (4)浸種, 催芽および育苗の温度と発病との関係. 北陸病害虫研報 25:16-20.
- 22) 梅原吉廣ら (1978) 種子消毒によるイネ馬鹿苗病防除 (8)浸種前種子消毒における消毒後の風乾効果. 北陸病害虫研報 26:29-31.
- 23) 梅原吉廣ら (1978) 種子消毒によるイネ馬鹿苗病防除 (9)薬剤の種糶附着効果. 北陸病害虫研報 26:31-35.
- 24) 梅原吉廣 (1975) 施設育苗におけるイネ馬鹿苗病の多発要因について (3)苗代様式と発生との関係. 北陸病害虫研報 23:20-23.
- 25) 梅原吉廣 (1986) ピシウム菌. ムレ苗の発生実態と対策. 今月の農薬 (特別増大号) 30, 4, 164-169.
- 26) 八尾板恒雄ら (1974) イネ箱育苗に発生する *Rhizopus* 菌の防除について. 第2報 土壌消毒による防除. 北陸病害虫研報 22:53-58.
- 27) 八尾板恒雄ら (1974) イネ箱育苗に発生する *Rhizopus* 菌の防除について. 第3報 県下で使用されている床土の汚染状況. 北陸病害虫研報 23:72-75.
- 28) 八尾板恒雄ら (1976) イネ箱育苗に発生する *Rhizopus* 菌の防除について. 第4報 *Rhizopus chinensis* SAITOについて. 北陸病害虫研報 24:60-63.