

コムギ縞萎縮病の発生生態と 病原ウイルスの系統に関する研究

学位論文内容の要旨

コムギ縞萎縮病は、土壤微生物 *Polymyxa graminis* により媒介される土壤伝染性のウイルス病害である。本研究では、コムギ縞萎縮病の耕種的防除技術の開発並びに抵抗性品種の開発に資するために、被害の特徴に基づく診断方法を提示し、発生生態の詳細を温度環境との関連から明らかにするとともに、効率的接種試験条件を確立し、播種期（晩播）による発病軽減の機作を明らかにした。さらに、これまで不明であったコムギ縞萎縮ウイルス（WYMV）の病原性系統の分化とその分布実態を明らかにした。

1. コムギ縞萎縮病の病勢進展と被害、および診断

(1) 病勢進展と減収要因

縞萎縮病の病勢進展を調査した。モザイク症状は最初に新葉の基部に認められ、やがて、萎縮症状を伴って植物体全体に現れた。重症株では下位葉や分けつのでえ死が起こったが、しばしば軽症株は回復し終息した。病勢進展を基に、以下の評価基準（Disease Index: DI）を定めた。0：無病徴、1：最上位の1葉にのみ軽いモザイク、2：複数の上位葉にモザイク症状、3：株全体にモザイク症状と萎縮症状、4：株全体の激しい萎縮症状と新葉の壊死。

コムギ縞萎縮病の減収要因を DI との関係から解析した結果、コムギ縞萎縮病の減収は、主に DI3 以上での一穂粒数の減少によるものであり、DI4 の重症個体では 1000 粒重の減少も減収に関与していた。

(2) 酵素標識抗体法（ELISA）による診断

ELISA により WYMV を検出するための検出部位を、症状の程度別に検討した。その結果、無病徴感染株と軽症株では植物体全体を、中症株、重症株、および回復後の株では上位葉を用いることで確実に検出可能であった。

2. コムギ縞萎縮病の発生生態に及ぼす温度の影響

(1) 感染期と潜伏期の温度環境

様々な時期に汚染圃場へコムギ苗を移植し、感染期とその時の温度条件を調べた。その結果、翌春の発病に関与する感染は秋期に日平均地温が約 8~15°C の時期に起こっていた。汚染圃場のコムギを定期的に掘り取り、潜伏期のコムギ体内での WYMV の増殖時期を調べた。その結果、WYMV の検出頻度は、播種 2 ヶ月目以降、積雪下約 0°C の条件下を含む冬期間に上昇し、発病前にはほぼ全ての調査株の全身から高濃度に検出された。

(2) 気温が病勢進展に及ぼす影響

初発時からの病勢の変化と気温の推移を圃場での自然発病下で調査した。5 年間の試験

を通して、病勢は、日平均気温が約5~10℃の時に進展し、10℃近辺で推移する時には停滞し、連続して10℃以上の時はマスキングが起り回復した。同一年なら播種期を変えても病勢進展の様式は同じであることから、春の発病期の気温が、感染時の気象条件とは別に病勢進展に影響を及ぼすことが明らかになった。気温と地温を制御した人工気象下で、接種試験により WYMV の地下部から地上部への移行や地上部での増殖、発病に及ぼす温度の影響を確かめた。その結果、WYMV のコムギ体内における増殖・移行は10℃付近が活発であったが、病徴発現には5℃が適し、15℃はウイルスの増殖と病徴発現のいずれにも適さなかった。病勢進展に対する温度の影響は、圃場での観察結果とほぼ一致した。

(3) WYMV の媒介者 *P. graminis* の活動に対する温度の影響

P. graminis の活動適温を土壌恒温槽で地温を変えて調べた結果、*P. graminis* の活動は8℃~20℃で認められ、13~15℃の時に最も活発であった。

以上の発生生態に及ぼす温度の影響の解析から、効率的接種試験系として以下の温度条件を確立した。i) 土壌から感染させる場合：コムギ苗を地温 10~13℃に保った縞萎縮病汚染土壌で60日間育てたのち滅菌土へ移植し気温5℃で育てる。ii) 汁液接種の場合：WYMV を接種した植物を5℃で60日間程度育てる。

3. 晩播による発病軽減効果の作用機作

(1) 翌春の発病期におけるコムギ体内でのウイルス濃度

播種期の異なるコムギの間で、発病期の地上部における WYMV 濃度を ELISA 値で比較した。その結果、全ての供試個体で感染が確認され、播種期が遅れるに従い ELISA 値が低下し、同時に発病も軽減された。

(2) 気温低下に伴う感染好適期間の短縮の影響

土壌恒温槽内で地温を10℃に保ち、30日間と60日間 WYMV 汚染土壌で育てたコムギを殺菌土に移植・栽培して発病率を比較した。その結果、両処理で全ての株が感染していたが、発病株数は30日間汚染土壌で育てた区で少なく、感染好適期間の短縮が発病を軽減した。

(3) 秋期におけるコムギの生育量の影響

晩播によりコムギの生育量も減少する。そこで、感染時のコムギの生育量が発病に及ぼす影響を調べた。異なる生育量のコムギ苗を汚染圃場に同時に移植した結果、移植時のコムギの生育量が少ないほど発病が軽微になり、感染期間のコムギの生育量の減少が翌春の発病を軽減した。

(4) 感染機会の減少の影響

伝染源密度を変えて、感染機会の減少が発病に及ぼす影響を調べた。無発病地の土壌で2倍ずつ段階希釈したコムギ縞萎縮病汚染圃場の土壌では、希釈段階が高いほど感染株数は減少し感染機会の減少を確認した。このとき高希釈段階では無病徴感染株が観察された。すなわち、感染機会が減少すると、発病株率に加えて感染株の発病程度も低下することが明らかとなった。

以上から、晩播で発病が軽減される機作を以下のように推定した。感染好適期間の短縮とコムギの生育量の減少は、伝染源への暴露時間とコムギ根の量を減ずる。このため感染機会が減少して、コムギ1個体当たりの WYMV 感染量と WYMV の増殖量が減少するため発病が軽微になる。

4. WYMV の病原性系統の分化とそれら系統の日本国内における分布

(1) WYMV 病原性系統の判別品種体系の確立と各系統の分布実態

日本の標準株である WYMV-T 株と東北農業研究センター圃場から分離した WYMV-M 株との間の病原性の違いを基に、農林登録品種とその系譜上の品種を中心とする 54 品種から、汁液接種検定による WYMV 系統の判別品種として「フクホコムギ」と「北海 240 号」を選抜した。国内の主要なコムギ縞萎縮病発生地で採取した WYMV 株の病原性は、「フクホコムギ」のみを侵す I 型、「フクホコムギ」と「北海 240 号」の両方を侵さない II 型、両方を侵す III 型の 3 系統に類別された。III 型 (Yt 株) は、福岡県の 1 地点から採取された。

岩手県以北からは II 型、宮城県以南は I 型が採取され、系統の分布に地域性が認められた。岩手県以北から I 型株が採取されない理由を過去の品種の抵抗性から説明することは出来なかった。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 内 藤 繁 男
副 査 教 授 上 田 一 郎
副 査 教 授 幸 田 泰 則
副 査 助 教 授 近 藤 則 夫

学 位 論 文 題 名

コムギ縞萎縮病の発生生態と 病原ウイルスの系統に関する研究

本論文は、図 35、表 31、200 頁からなる和文であり別に参考論文 5 編が付されている。

コムギ縞萎縮病は、土壤微生物 *Polymyxa graminis* が媒介する土壤伝染性のウイルス病害である。防除の主体は、耕種的防除法と抵抗性品種の作付けに頼らざるを得ない現状にあるが、これら防除法の基礎となる、発生生態の詳細や病原ウイルス (WYMV) の系統は不明であった。そこで、本論文では、コムギ縞萎縮病の発生生態の解明と接種試験系の確立、播種期 (晩播) による発病軽減の機作の解明、さらに、WYMV の病原性系統の分化とその分布実態の解明、を試みた。

1. コムギ縞萎縮病の病勢進展と被害、および診断

病勢進展の観察に基づき 0~4 の 5 段階の発病指数 (Disease Index: DI) を定めた。また、縞萎縮病による減収は、DI3 以上の中~重症個体の一穂粒数の減少と千粒重の減少によることを明らかにした。

次に ELISA により WYMV を検出するための部位を症状の程度別に検討した結果、無病徴感染株と軽症株では植物体全体を、中症株、重症株、および回復後の株では上位葉を用いることで確実に検出できた。

2. コムギ縞萎縮病の発生生態に及ぼす温度の影響の解明と接種試験系の確立

(1) WYMV 感染から発病に至る温度条件

コムギ苗の汚染圃場への曝露試験により発病に至る感染時期と温度条件を調べた結果、秋期の日平均地温が約 8~15°C の時期に起こっていた。汚染圃場に育てたコムギのウイルス検出頻度の変化から、潜伏期間中の WYMV の増殖時期とその時の温度条件を調べた結果、WYMV は積雪下約 0°C の条件下で増殖し続け、発病前にはほぼ全個体で高濃度に検出された。自然発病と接種試験により WYMV の増殖、病勢進展に及ぼす気温の影響を調べた結果、病徴

発現には5°Cが適し、10°C以上では病徴は消えた。WYMVのコムギ体内における増殖・移行は10°C付近が活発で、15°Cはウイルスの増殖と病徴発現に適さなかった。

(2) WYMVの媒介者 *P. graminis*の活動に対する温度の影響

*P. graminis*の活動適温を土壤恒温槽で地温を変えて調べた結果、*P. graminis*の活動は8°C~20°Cで認められ、13~15°Cの時に最も活発であった。

以上の発生生態に及ぼす温度の影響の解析から、接種試験系における温度条件を以下の通り確立した。i) 土壤から感染させる場合：縞萎縮病汚染土壤でコムギ苗を地温10~13°Cで60日間育てたのち滅菌土へ移植し気温5°Cで育てる。ii) 汁液接種の場合：WYMVを接種した植物を気温5°Cで60日間程度育てる。

3. 晩播による発病軽減効果の作用機作

晩播に伴う感染期間短縮とコムギの生育量の減少による感染機会の減少からその効果を検討した。

まず、土壤感染試験系で感染期間を30日間と60日間としたコムギで感染と発病を比較した結果、両処理で全株が感染したが発病株数は30日間処理区で少なく、感染期間が短いと発病が軽くなることを確認した。次に、生育量の異なるコムギ苗を同時に汚染圃場に移植し、感染期間のコムギの生育量が少ないと感染しても発病が軽くなることを確認した。

コムギ縞萎縮病汚染土壤を無発病土壤で段階希釈しコムギを育てると、希釈段階が高い程感染株数は減少し、感染機会の減少を確認した。高希釈段階では無病徴感染株が観察され、感染機会の減少に伴う発病度の低下を確認した。

播種期の異なるコムギの間で、発病とWYMV濃度を比較した結果、感染率100%でも播種期が遅れるに従い発病が軽減されWYMV濃度は低下した。

以上から、晩播すると、コムギ1個体当たりの伝染源への曝露時間と被曝根量が減少する結果、コムギ1個体当たりのWYMV感染量が減少し、それがWYMV増殖量の減少をもたらし、翌春の発病が軽微になる、と考察した。

4. WYMVの病原性系統の分化とそれら系統の日本国内の分布

農林登録品種とその系譜上の品種を中心とする54品種から、WYMV系統の判別品種として「フクホコムギ」と「北海240号」を選抜した。国内の主要なコムギ縞萎縮病発生地で採取したWYMV株の病原性を、「フクホコムギ」のみを侵すI型、「フクホコムギ」と「北海240号」の両方を侵さないII型、両方を侵すIII型の3系統に類別し、I型は宮城県以南、II型は岩手県以北、III型は福岡県にそれぞれ分布することを明らかにした。

以上、本論文で得られた、コムギ縞萎縮病の発生生態の詳細、接種試験系の確立、晩播による発病軽減の機作、WYMVの病原性系統の類別と抵抗性遺伝資源、WYMV系統の国内分布等の新知見は、本病の耕種的防除や抵抗性品種の育成に大きく貢献するものであり、学術的、実用的に高く評価されるものである。

よって、審査員一同は、大藤泰雄が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。