

## 学位論文題名

土壌中におけるフザリウム菌の生態ならびに輪作と  
有機物施用によるキュウリつる割病の防除

## 学位論文内容の要旨

本論文は、各種フザリウム菌の土壌中における行動、ならびにキュウリつる割病に対する、輪作と有機物施用による耕種的防除法に関する研究をとりまとめたものである。

土壌中における各種フザリウム菌分生子の発芽状況、ならびに厚膜胞子の形成を観察したところ、無殺菌土よりも殺菌土で良好であり、フザリウム菌の菌種ならびに小型分生子と大型分生子の違いによって差のあることが認められた。分生子の発芽および厚膜胞子形成は土壌の種類によって異なっていた。キュウリつる割病菌厚膜胞子の発芽は5～35℃で認められたが、発芽最適温度は25～30℃であった。また、土壌水分含量が飽和容水量の30～50%では発芽率に大差なく、栄養源が与えられると良く発芽した。その発芽は、グルコース、キシロース、フラクトース、バリン、アスパラギン、グルタミン、およびコハク酸添加土壌で良好であり、とくにグルコースで最も良く、濃度が高くなるほど発芽は良好であった。しかし、メチオニン、クエン酸はいずれの濃度でもほとんど発芽しなかった。キュウリつる割病菌厚膜胞子の発芽は、グルコース添加後12時間目までは良好であったが、添加後24時間には、厚膜胞子を発芽させ得るに十分な還元糖量が残存していたにもかかわらず、ほとんど発芽助長効果は認められなかった。これは、土壌中で著しく増加した細菌との間に基質競合が起こり、発芽が抑制されているものと考えられた。

播種前のキュウリつる割病菌の菌密度と発病の間には相関関係が認められ、現地圃場においても、土壌中の病原菌密度を測定することによって、キュウリつる割病の発生をある程度推定することが可能であった。しかし、ほぼ同一の菌密度でも土壌条件によって発病に差があるのは、病原菌密度のみならず他の要因をも考慮する必要があることを示していた。

キュウリつる割病を対象として、4年間各種作物の連輪作を行なったところ、連輪作にともなって発病、ネコブセンチュウ寄生度、病原菌数ならびに土壌微生物、とくに細菌と放線菌数がそれぞれ変動した。そして、リクトウやトウモロコシとキュウリを輪作すると発病は著しく軽減したが、この効果には病原菌の増加が抑制されること、土壌中の細菌と放線菌の著しい増加によって

細菌数+放線菌数/病原菌数（B/P値）が高くなること、ならびにネコブセンチュウの寄生度が低くなることなどが、関与しているものと考えられた。キュウリ根圏におけるキュウリつる割病菌の分布をみると、根面に近いほど増殖は良好であったが、トウモロコシの根圏では極めて減少する傾向を示した。キュウリつる割病罹病性品種「長型新ときわ」および「全国四葉」の根圏では、病原菌数が増加し、抵抗性品種の「松のみどり」では増加が抑えられた。

一方、ネコブセンチュウ寄生根の根圏における病原菌数は、キュウリつる割病の発病、無発病にかかわらず、寄生度が高くなるにつれて増加する傾向を示した。また、細菌と放線菌も同様の傾向を示し、ネコブセンチュウ寄生根の根圏は微生物的に著しく活性の高い場になっていることを示していた。そして、ネコブセンチュウによるゴールが肥大し始めてのち、病原菌が増加することが明らかになった。ネコブセンチュウの寄生したキュウリ根のゴールは、健全根に比較して浸透圧が高く、TTC還元力は逆に低く、可溶性糖類および炭水化物が減少し、全窒素と水溶性窒素が増加し、C/N比は低下するなど、生理的に異常な状態にあることを示していた。また、ネコブセンチュウの寄生したゴールは、健全根に比較して、キュウリつる割病菌分生子の発芽率を高める傾向を示した。

各種有機物の土壌施用の中で、キュウリつる割病の萎ちよう枯死株が最も少ないのは、乾燥豚ふん施用であり、この施用は土壌微生物相を著しく増殖させ、土壌の静菌作用を高めた。キュウリ連作条件の圃場で乾燥豚ふん連用の効果を検討したところ、キュウリ7作目においても施用効果が認められ、10a当たり10tの多量施用区では枯死株率が低く、クロルピクリン剤連用区とはほぼ同等の発病軽減効果と増収効果が認められた。乾燥豚ふん多量施用の発病抑制効果は施用後2年目まで持続した。つる割病による導管褐変の上位節への進展からすると、乾燥豚ふん施用土壌に栽培したキュウリは、導管部の褐変上昇が何らかの原因で抑制されているものと考えられた。乾燥豚ふん多量施用区では、土壌pH、全窒素、置換性塩基類および有効態リン酸が高くなった。また、乾燥豚ふんを多量に施用するほど、キュウリ根部のケイ酸含有率が高くなった。乾燥豚ふんの施用効果は各種土壌で認められ、とくに、地力の低い砂丘未熟土ならびに岩屑土における効果が高かった。乾燥豚ふんの施用時期と発生との関係では、春期施用あるいは冬期施用ともに発病を軽減したが、冬期施用の方が発病抑制効果および増収効果が優れていた。乾燥豚ふん施用の各種土壌病害に対する防除効果をみると、コンニャク根腐病、乾腐病と腐敗病ならびにダイコン萎黄病に対してほとんど効果を認めなかったが、ハクサイ根こぶ病に対しては効果を認めた。

乾燥豚ふんの施用効果発現の原因を解析したところ、殺菌土壌に乾燥豚ふんを施用すると、無殺菌土壌に施用した場合に比較して、キュウリつる割病枯死株率は著しく増加し、土壌中に生息

する微生物が効果発現に関与しているものと考えられた。なお、乾燥豚ふんの殺菌と無殺菌では、発病軽減効果に大差のないことから、乾燥豚ふんに含まれる微生物の影響はないものと考えられた。乾燥豚ふん施用土壌を100C、30分間蒸気殺菌すると、全く発病軽減効果が認められなくなったのに対して、50C、4日間処理では軽減効果が認められた。従って、50C、4日間の熱処理では死滅せず、100C、30分間の熱処理で死滅するような土壌微生物が、発病抑制に関与しているものと考えられた。乾燥豚ふん施用土壌に育苗したキュウリは、堆肥施用土壌に育苗したものよりも、キュウリつる割病の発生はかなり軽減され、キュウリつる割病に対する抵抗性が高まっているものと考えられた。乾燥豚ふん施用土壌中では病原菌も増加したが、土壌微生物とくに細菌と放線菌が増加した。この傾向は根面においてより顕著であり、根面におけるB/P値は極めて高かった。このような現象から、乾燥豚ふん施用による発病抑制効果は、根面で著しく増殖した細菌と放線菌が、病原菌の活性を低下させることによるものと考えられた。乾燥豚ふん施用土壌に栽培したキュウリ根圏では、無施用土壌の場合に比較して、厚膜胞子の発芽が抑制された。そして、発芽管は根圏で増殖した細菌と放線菌によって溶解するものが多く観察された。キュウリつる割病枯死株率と病原菌数との比率（仮に発病効率という）をとると、乾燥豚ふん施用によって発病効率は低くなり、キュウリの連作年数が長くなるに従って、高くなる傾向を示した。

以上、土壌中におけるフザリウム菌の生態を明らかにするとともに、病原菌密度と土壌微生物相との関連の面から、キュウリつる割病の耕種的防除法の有効性を明らかにした。そして、輪作におけるイネ科作物栽培ならびに土壌への乾燥豚ふん施用の発病抑制効果は、いずれも土壌中に生息する微生物の増加の影響によるところが、極めて大きいことが明らかになった。

## 学位論文審査の要旨

主査	教授	生越	明
副査	教授	木村	郁夫
副査	教授	喜久田	嘉郎
副査	助教授	小林	喜六

本論文は和文で記され、図21、図版4、表58、引用文献119を含み、総頁数231よりなる。内容は8章をもって構成され、参考論文32編が添えられている。

本論文は、多くの農作物に種々の病気をひきおこすフザリウム菌の土壤中における行動と、キュウリつる割病 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*) に対する輪作および有機物施用による耕種的防除について行なった研究を、取りまとめたものである。

フザリウム菌分生子の発芽は、無殺菌土よりも殺菌土で良好であるが、発芽程度は菌の種類、小型分生子と大型分生子の違い、土壌の種類によって異なっていた。厚膜胞子は栄養源が与えられると発芽し、とくにグルコースで良く、濃度が高くなるほど良好であった。キュウリつる割病菌厚膜胞子の発芽最適温度は25~30Cであった。本菌の厚膜胞子の発芽は、糖添加後、12時間目までは良好であったが、24時間目には、厚膜胞子が発芽するのに十分な還元糖量が残存していたにもかかわらず、ほとんど発芽助長効果は認められなかった。これは、土壌中で著しく増加した細菌との間に基質競合が起こり、発芽が抑制されるためであった。

播種前のキュウリつる割病菌の菌密度と発病の間には相関関係が認められ、現地圃場においても、土壌中の病原菌密度を測定することによって、キュウリつる割病の発生をある程度推定できた。しかし、ほぼ同一の菌密度でも、土壌条件によって発病に差があるのは、病原菌密度のみならず、他の要因をも考慮する必要のあることを示している。

連輪作にともなって、キュウリつる割病の発生、ネコブセンチュウ寄生度、病原菌数ならびに土壌微生物、とくに細菌数がそれぞれ変動した。リクトウあるいはトウモロコシとキュウリを輪作すると、発病は著しく軽減したが、この効果には、病原菌増加の抑制、土壌中の細菌の著しい増加、ならびにネコブセンチュウの寄生度の低下などが、関与していた。キュウリつる割病菌は、キュウリ根面に近いほど増殖は良好であったが、トウモロコシの根圏では抑制された。キュウリつる割病罹病性品種の根圏では、病原菌数が増加したが、抵抗性品種の根圏では増加が抑えられた。

ネコブセンチュウ寄生根の根圏における病原菌数は、寄生度が高くなるにつれて増加する傾向を示した。また、細菌も同様の傾向を示し、ネコブセンチュウ寄生根の根圏は微生物的に著しく活性の高い場になっていることを示していた。そして、ネコブセンチュウの寄生したゴールは健全根に比較して、キュウリつる割病菌分生子の発芽率を高め、これが発病を助長した。

各種有機物施用のキュウリつる割病防除効果をみると、萎ちょう枯死株が最も少ないのは、乾燥豚ふん施用であった。キュウリ連作条件で、乾燥豚ふん連用の効果が認められ、10 a 当たり10 t の多量施用区では枯死株率が低く、クロルピクリン剤連用区とほぼ同等の発病軽減効果と増収効果が認められた。殺菌土壌に乾燥豚ふんを施用すると、無殺菌土壌に施用した場合に比較して、キュウリつる割病枯死株率は著しく増加した。乾燥豚ふん施用土壌を蒸気殺菌して、発病軽減効

果をみたところ、50℃、4日間の熱処理では死滅せず、100℃、30分間の熱処理で死滅するような土壤微生物が、発病抑制に関与しているものと考えられた。乾燥豚ふん施用土壤に育苗したキュウリは、つる割病の発生がかなり軽微になり、抵抗性が高まっているものと考えられた。乾燥豚ふん施用土壤中では根面における細菌/病原菌（B/P値）は極めて高かった。このことから、乾燥豚ふん施用による発病抑制効果は、根面で著しく増殖した細菌が、病原菌の活性を低下させているものと考えられた。キュウリつる割病枯死株率と病原菌数との比率（発病効率）をとると、乾燥豚ふん施用によって発病効率は低くなり、キュウリの連作年数が長くなるに従って、高くなる傾向を示した。

以上、輪作におけるイネ科作物栽培および土壤への乾燥豚ふん施用による発病抑制効果は、いずれも土壤中に生息する微生物の増加の影響によるところが極めて大きいことが明らかになった。

以上の研究成果は、病原菌の土壤中における行動を調べ、それにおよぼす土壤微生物の影響を、輪作、有機物施用条件下で明らかにしたものであり、学術上、応用上高く評価される。よって審査員一同は別に行なった学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者下長根鴻は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。