

学 位 論 文 題 名

Studies on the Effect of Plant-parasitic  
Nematodes Infestation on the Incidence of  
Brown Stem Rot in Adzuki Bean Cultivars

(植物寄生性線虫の感染とアズキ落葉病の発病に関する研究)

学位論文内容の要旨

植物病原糸状菌 *Phialophora gregata* f. sp. *adzukicola* によって引き起こされるアズキ落葉病は、北海道においてアズキの主要病害の一つである。本病は、当然アズキ落葉病菌単独の感染で起き、アズキの減収をもたらすが、植物寄生性線虫であるダイズシストセンチュウ (*Heterodera glycines*) が同時に感染することにより、アズキ落葉病の程度がより激しくなることがこれまで報告されてきた。また、他の主要な植物寄生性線虫、キタネグサレセンチュウ (*Pratylenchus penetrans*) も栽培圃場においてアズキ生育阻害に関連するとの報告がある。一方、多くのアズキ品種の中で、品質的に最も好まれ現在のところ栽培面積が多いのが、アズキ落葉病菌のレース 1 及び 2 に罹病性の「エリモショウズ」と、北海道内のアズキ栽培圃場に広く分布すると考えられるレース 1 に抵抗性を有するためアズキ落葉病防除に期待がかかる「きたのおとめ」（レース 2 に罹病性）が主要なものである。しかし、これまでの線虫・糸状菌複合病害の例を見ると、線虫感染による罹病化、あるいはアズキ落葉病症状の激化が懸念され、当然品種の耐久性は植物寄生性線虫との関連で考慮されるべき課題であると考えられた。

そこで本研究は、アズキ落葉病菌の二つのレース及び上記のアズキ二品種を組み合わせて、二種の植物寄生性線虫、ダイズシストセンチュウ、キタネグサレセンチュウそれぞれがアズキ落葉病の発病程度に及ぼす影響を明らかにし、その機構を解明することを目的として行ったものである。

アズキ落葉病菌とダイズシストセンチュウのアズキ落葉病発病に対する相互作用の特質を明らかにするために、異なる三つの環境条件、つまり 20℃ の土壤恒温装置、気温 20℃ の陽光定温装置および変温条件下の温室内で複合感染実験を行った。その結果、アズキ落葉病菌レース 2（菌株 T96-5）とダイズシストセンチュウの相互作用が強いことが明らかになった。すなわち、ダイズシストセンチュウは上記のいずれの環境条件でも、アズキ落葉病菌レース 2 を接種した「エリモショウズ」のアズキ落葉病発生頻度と発病程度に相乗的に影響した。レース 1（菌株 T96-1）に感染した「エリモショウズ」、またはレース 2 に感染した「きたのおとめ」に対するダイズシストセンチュウの効果は実験条件で異なったものの、しばしば相加的あるいは相乗的であった。ダイズシストセンチュウはレース 1 を接種した「きたのおとめ」のアズキ落葉病抵抗性には何ら影響を与えず、レース 1 に対する抵抗性は維持され、抵抗性品種の罹病化は起こらなかった。「エリモショウズ」において茎、根内のレース 1 の病原体密度は線虫感染によって

増加したが、「きたのおとめ」においては線虫感染条件下でも茎、根内において病原体は認められなかった。なお、「エリモショウズ」茎内におけるアズキ落葉病菌レース1の病原体密度は根内より高かった。

アズキ落葉病菌とキタネグサレセンチュウの相互作用は病原菌レース、線虫の系統と密度、およびアズキ品種によって様々であった。本実験で使われたキタネグサレセンチュウの系統は、芽室町（「芽室系統」）とつくば市（「つくば系統」）で採集したものである。「芽室系統」は、アズキ落葉病発生頻度及び発病程度から見ると、レース1と2を接種したとき「エリモショウズ」のアズキ落葉病罹病性を助長するように影響を与え、また、レース1を接種したときの「きたのおとめ」における抵抗性に影響を与えて、わずかであるが罹病化が認められた。「つくば系統」には「エリモショウズ」、「きたのおとめ」においてレース2によるアズキ落葉病に対する罹病性を助長し、「きたのおとめ」では「芽室系統」と同様にレース1によるアズキ落葉病に対する抵抗性をわずかながら打ち破る効果が認められた。「芽室系統」の場合、アズキ落葉病菌レース2に対するアズキの罹病性を助長するには、その閾値は、11頭/g乾土、レース1に対しては4頭/g乾土であり、「つくば系統」の場合、閾値はレース2に対して11頭/g乾土であった。

次に、アズキ落葉病菌と植物寄生性線虫との相互作用の機構に関して、分根法により検討した。分根法は作物の根系を半分に分け、病原菌と線虫を別々に接種したときに作物病害の症状がどのように現れるかを検討するために用いられる方法である。もし、これによって発病程度が促進されるなら、病徴発現に対する植物寄生性線虫の影響は、傷をつけて感染部位を提供するというように物理的効果というよりむしろ、線虫の感染部位で生産される全身移行性の代謝物を通して発揮される生理的な効果であるということが示される。その結果、ダイズシストセンチュウとレース2を同一アズキ植物体の異なる側の分根に接種したとき、アズキ落葉病の発生頻度と発病程度ともに有意に増加したことから、ダイズシストセンチュウに感染したアズキの生理的変化により、レース2に対する罹病性が促進されたと考えられた。一方、キタネグサレセンチュウ「つくば系統」のレース2によるアズキ落葉病に対する影響は、一般的な植物体の生理的変化よりむしろ物理的変化、つまりアズキ落葉病菌にとってより好適な感染部位を与えることによると考えられた。分根の一方に病原菌を単独で接種したときと比べ、レース2とキタネグサレセンチュウ「つくば系統」を同じ側に接種したとき、「つくば系統」の病気を促進する効果は明らかであったからである。反対にレース1を接種したときのアズキ落葉病発病における「芽室系統」の影響は物理的効果よりむしろ生理的効果であった。何故なら、線虫と病原菌を異なった分根側にそれぞれ接種したとき、これらを単独あるいは両者を分根の一方に接種したときと比べ、発病促進効果が高かったからである。

キタネグサレセンチュウとダイズシストセンチュウの生存について、北海道大学アズキ落葉病汚染圃場と帯広市大正のアズキ落葉病汚染圃場で調査した。両圃場において、いずれの線虫も検出され、それらの土壤中の個体群密度は栽培前より栽培後で高かった。このことと温室試験の結果から、キタネグサレセンチュウもダイズシストセンチュウと同様にアズキ落葉病の発生頻度と発病程度に重要な役割を持つと考えられた。

本研究により、アズキ落葉病発病に対する植物寄生性線虫の役割は、単にアズキ植物体に傷をつけるという機構への関与だけではないことが示され、植物寄生性線虫によるアズキ落葉病発生頻度、発病程度の変化が、特異的な線虫・アズキ落葉病菌レースの組み合わせに関係している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 小 林 喜 六  
副 査 助 教 授 近 藤 則 夫

学 位 論 文 題 名

## Studies on the Effect of Plant-parasitic Nematodes Infestation on the Incidence of Brown Stem Rot in Adzuki Bean Cultivars

(植物寄生性線虫の感染とアズキ落葉病の発病に関する研究)

本論文は英文で記され、図23、表13を含む総頁数145からなり、7章で構成されている。

アズキ落葉病は北海道における主要病害の一つであり、この病原菌 *Phialophora gregata* f. sp. *adzukicola* には二つのレース、レース1と2が存在する。これまでアズキ落葉病菌とダイズシストセンチュウ (*Heterodera glycines*) の複合感染によってアズキ落葉病の発病程度が増加することが報告されてきた。また、キタネグサレセンチュウ (*Pratylenchus penetrans*) も栽培圃場においてアズキの生育抑制に関連していることが報告されている。現在のところ、北海道において主に栽培されているアズキ品種としては「エリモショウズ」(両レースに罹病性)と「きたのおとめ」(レース1に抵抗性、レース2に罹病性)があるが、これらのアズキ二品種とアズキ落葉病の二つのレースを組み合わせて、アズキ落葉病の発病程度に与える上記二種の植物寄生性線虫の影響とその機構を明らかにすることを目的に本研究を行った。

アズキ落葉病菌とダイズシストセンチュウのアズキ落葉病の発病に対する相互作用を明らかにするために、異なる三つの環境条件、つまり20℃の土壤恒温装置、気温20℃の陽光定温装置および変温条件下の温室内で実験を行った。その結果、アズキ落葉病菌レース2とダイズシストセンチュウの相互作用が強いことが明らかになった。すなわち、ダイズシストセンチュウは、設定したいずれの環境条件でもアズキ落葉病菌レース2を接種した「エリモショウズ」のアズキ落葉病の発生を助長した。レース1に感染した「エリモショウズ」、またはレース2に感染した「きたのおとめ」もダイズシストセンチュウにより同様に発病が助長された。しかし、ダイズシストセンチュウはレース1を接種した「きたのおとめ」のアズキ落葉病抵抗性には何ら影響を与えず、レース1に対する抵抗性は維持され、抵抗性品種の罹病化は起こらなかった。「エリモショウズ」において茎、根内のレース1の病原体密度は線虫感染によって増加したが、「きたのおとめ」においては病原体は検出されなかった。

アズキ落葉病菌とキタネグサレセンチュウの相互作用は病原菌レース、線虫の系統と密度、およびアズキ品種によって様々であった。「芽室系統」は、「エリモショウ

ズ」のレース1および2に対する罹病性に影響を与え、レース1を接種したときの「きたのおとめ」における抵抗性に影響を与え、わずかであるが罹病化現象が認められた。

「つくば系統」には「エリモショウズ」, 「きたのおとめ」においてレース2によるアズキ落葉病に対する罹病性を増加し, 「きたのおとめ」ではレース1によるアズキ落葉病に対する抵抗性をわずかながら打ち破る効果が認められた。

ダイズシストセンチュウとレース2を同一アズキ植物体の異なる側の分根に接種したとき, アズキ落葉病の発生頻度と発病程度ともに有意に増加したことから, ダイズシストセンチュウに感染したアズキの生理的变化により, レース2に対する罹病性が促進されたと考えた。一方, キタネグサレセンチュウ「つくば系統」のレース2によるアズキ落葉病に対する影響は, 植物体の生理的变化ではなく, 物理的变化、つまり菌にとってより好適な感染部位を与えることによると考えられた。分根の一方に病原菌を単独で接種したときと比べ, レース2とキタネグサレセンチュウ「つくば系統」を同じ側に接種したとき, 「つくば系統」の病気を促進する効果は明らかであったからである。反対にレース1を接種したときのアズキ落葉病発病における「芽室系統」の影響は物理的变化よりむしろ生理的であった。何故なら, 線虫と病原菌をそれぞれ異なった分根側に接種したとき, これらを単独あるいは両者を分根の一方に接種したときと比べ, 発病促進効果が高かったからである。

キタネグサレセンチュウとダイズシストセンチュウ生存について, 北海道大学アズキ落葉病汚染圃場と帯広市大正のアズキ落葉病汚染圃場で調査した。両圃場において, いずれの線虫も検出され, それらの土壤中の個体群密度は栽培前より栽培後で高かった。このことと温室試験の結果から, キタネグサレセンチュウもダイズシストセンチュウと同様にアズキ落葉病の発生頻度と発病程度に重要な役割を持つと考えられた。

本研究により, アズキ落葉病発病に対する植物寄生性線虫の役割は, 単にアズキ植物体に傷をつけるという機構への関与だけではないことが示され, 植物寄生性線虫によるアズキ落葉病発生頻度, 発病程度の変化が, 特異的な線虫・アズキ落葉病菌レースの組み合わせに関係していることが明らかになった。

以上の研究成果は学術上、応用上貢献するところ大きく、高く評価される。よって審査員一同は、Setyowati Retno Djiwanti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。