

氏名	谷口 武士
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	農博第1722号
学位授与の日付	平成20年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	農学研究科地域環境科学専攻
学位論文題目	Studies on the effects of nitrogen-fixing tree, <i>Robinia pseudoacacia</i> on the regeneration and ectomycorrhizal symbiosis of <i>Pinus thunbergii</i> seedlings (窒素固定木、ニセアカシアがクロマツ実生の更新と外生菌根共生に与える影響)
論文調査委員	(主査) 教授 二井一禎 教授 武田博清 教授 縄田栄治

論文内容の要旨

クロマツ (*Pinus thunbergii*) は、貧栄養地に適応し、かつ耐塩性に優れているため、日本では古来から海岸の防砂・防風林として利用されてきた。しかしながら、現在、海岸クロマツ林はマツ材線虫病により壊滅的な状態にあり、日本海側の海岸ではクロマツの肥料木として混植されたニセアカシア (*Robinia pseudoacacia*) が優占してきている。ニセアカシアは窒素固定を行う外来植物であり、その旺盛な繁殖力によって日本各地に侵入して、土壤の富栄養化を促進している。クロマツは本来、貧栄養な土壤に適応しているため、土壤の富栄養化をもたらすニセアカシアによって大きな影響を受けると考えられるが、その具体的な影響は不明であった。本論文では海岸クロマツ-ニセアカシア混交林におけるクロマツ実生の更新と外生菌根共生について調査し、土壤の富栄養化による菌根共生系の変化がクロマツからニセアカシアへの遷移を促進する重要な要因であることを解明した。本研究の主な内容は下記のとおりである。

第1章、及び第2章では、ニセアカシア林におけるクロマツ実生の天然更新とその更新に影響を与えている要因について調査した。ニセアカシア林では林床の被陰と土壤窒素の増加が認められ、クロマツ実生の生存率はクロマツ林と比べてニセアカシア林で低下していた。クロマツ実生の生存率に影響を与えている要因について調査したところ、林床の被陰、土壤窒素の増加、土壤病害が複合的に影響している可能性が示された。また、クロマツ実生の病原菌として *Cylindrocladium pacificum* を分離・同定したが、これは日本では新発生病害と考えられる。

第3章では、クロマツ実生の根系に形成される菌根菌相について調査を行った。クロマツ実生の菌根化率、共生する菌根菌種数はクロマツ林と比べニセアカシア林で低下しており、これはクロマツ実生の成長量や生存率の低下に関与していると考えられる。また、共生する菌根菌種も両林分では異なっており、これらの変化には土壤窒素や植物体中の窒素の増加が最も強く影響を与えていた。

第4章では、菌根形成の感染源となる土壤中の菌根菌相について調査を行った。土壤中の菌根菌相は、少なくとも深さ0-5 cmではクロマツ林とニセアカシア林で類似していた。このことから、土壤中に存在する菌根菌の中でクロマツ実生に感染できる菌根菌と感染できない菌根菌が存在していることが分かった。第3章から、クロマツ実生の菌根化には土壤窒素や植物体中の窒素が強く影響していることが明らかになっており、土壤環境への菌の適応性とホスト植物と菌の親和性がクロマツ実生と共生できる菌根菌種を規定していたと考えられる。

第5章では、クロマツ林優占菌、ニセアカシア林優占菌、両林分優占菌を接種したクロマツ苗と菌根菌を接種しないコントロール苗の成長量、植物体中の養分濃度(窒素, リン)、菌根の酵素活性(デヒドロゲナーゼ活性とホスファターゼ活性)を室内実験により調査した。この結果、どの菌根菌を接種した場合も菌根菌を接種しないクロマツ実生と比べ、その成長量は増加していた。一方、クロマツ実生の養分量については、処理区間で大きな差は認められなかった。菌根のホスファター

ゼ活性は、クロマツ林優占菌が形成した菌根と比べ、ニセアカシア林優占菌が形成した菌根で有意に高かった。ニセアカシア林では土壤窒素が増加しているため、リンが制限された養分であると考えられるが、ニセアカシア林で優占した菌根菌はこのリンを獲得する能力が高く、窒素濃度の高い土壤環境に適応的な菌であると考えられた。また、このような菌との共生は結果的に宿主植物の適応性を養分面からは高めていると考えられた。

第6章では、クロマツ林優占菌、ニセアカシア林優占菌、両林分優占菌を接種したクロマツ実生苗と菌根菌を接種しないコントロール苗の土壤病害抵抗性について調査した。この結果、大部分の菌根菌はクロマツ実生苗の生存率を高めたが、ニセアカシア林で優占した *Tomentella* 属菌はクロマツ実生苗の抵抗性を向上させなかった。また、クロマツ実生の生存率を有意に高めた菌根菌を接種した苗では、宿主植物のキチナーゼ遺伝子が早い時期に高いレベルで発現していた。このことは、菌根菌が宿主植物の土壤病害抵抗性を高めるメカニズムには、キチナーゼ活性の増加を介した動的抵抗反応が関与している可能性を示唆している。

以上の結果から、本論文は、現在、海岸林で起こっている植生遷移のメカニズムを実生更新の点から研究し、このメカニズムには環境要因、土壤病害、外生菌根共生関係が大きく関与していることを明らかにした。また、森林の動態に伴う外生菌根共生関係の動態に関する新知見を提示した。

論文審査の結果の要旨

近年、壊滅的な被害を受けている日本各地の海岸クロマツ林では、広葉樹林への遷移が認められている。しかしながら、マツ枯れ後も、土壤が貧栄養であれば、クロマツの天然更新が起こることも報告されており、海岸林の植生遷移がおこるメカニズムには土壤の富栄養化が深く関与していることが示唆される。このような背景の中で、本論文はクロマツの肥料木として混植されてきたニセアカシアに注目し、このニセアカシアがクロマツの更新にどのような影響を与え、どのようなメカニズムで他樹種への遷移が進んでいくのかを調査している。また、クロマツの生育に不可欠な外生菌根共生関係が林内環境の変化に伴いどのように影響を受けるかを調査することで、植生遷移過程に関与する外生菌根共生の機能を研究しており、本論文の評価すべき点は以下のとおりである。

1. ニセアカシアの存在により、クロマツ実生の更新が阻害されることを示すとともに、そのメカニズムとして、土壤窒素の増加や林床の被陰といった林内環境の変化とクロマツ実生の土壤病害が強く関与していることを示した。
2. クロマツの土壤病害として *Cylindrocladium pacificum* を分離・同定し、これが日本では新病害であることを明らかにした。
3. ニセアカシア林ではクロマツ林と比べ、クロマツ実生の菌根形成が阻害され、共生する菌根菌相も両林分では異なっていることを示した。また、この変化には土壤窒素量と植物体中の窒素量が強く関与していることを示した。また、菌根菌の感染には環境要因と宿主植物の生理が影響していることを示した。
4. クロマツ林とニセアカシア林で菌根共生する菌類相は変化したが、ニセアカシア林で優占する菌根菌はクロマツ林で優占する菌根菌よりもホスファターゼ活性が高く、共生菌根菌の変化は宿主植物への生理機能の変化を引き起こしていることを明らかにした。
5. クロマツ林とニセアカシア林で優占した菌根菌種を接種したクロマツ実生苗の土壤病害抵抗性について調査したところ、大部分の菌根菌はホストの病害抵抗性を向上させることを示した。しかしながら、ニセアカシア林で優占した *Tomentella* 属菌は実生の土壤病害抵抗性を高めず、クロマツ林からニセアカシア林への変化に伴う菌根菌相の変化は土壤病害抵抗性の点からは、クロマツ実生の適応性を高めていないと考えられた。また、宿主植物の生存率を有意に高める菌根菌は、ホストのキチナーゼ遺伝子の発現を促進しており、外生菌根菌が宿主植物の土壤病害抵抗性を高めるメカニズムとしてキチナーゼが重要な役割を果たしている可能性を示した。

以上のように本論文は海岸クロマツ林の植生遷移のメカニズムを解明するとともに、森林の動態に伴って外生菌根共生がどのように変化する、この変化が森林の動態にどのようにフィードバックするかを示したものであり、ここで得られた知見は海岸クロマツ林の再生や外生菌根菌の野外への応用に寄与するところが大きい。また、外生菌根菌の生態と機能についても興味深い新知見が得られており、森林生態学や菌学、微生物環境制御学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成20年2月18日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。