

別紙1-1

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 中 島 寛 文

論 文 題 目

クロマツ海岸林の成立に関わる外生菌根共生系の解明

論文審査担当者

主 査	名古屋大学教授	肘 井 直 樹
委 員	名古屋大学教授	戸 丸 信 弘
委 員	名古屋大学准教授	梶 村 恒
委 員	名古屋大学助教	土 岐 和多瑠
委 員	三重大学教授	松 田 陽 介

論文審査の結果の要旨

日本の海岸林は、おもに、防潮、防風等様々な公益的機能を持つクロマツによって造成され、海岸地域において重要な役割を果たしてきた。海岸地域は、潮風や乾燥等、樹木の生育にとって不利な環境であるが、クロマツは外生菌根菌と共生関係を築いているため、このような環境下でも生育できると考えられてきた。しかし、クロマツ海岸林における外生菌根菌群集の構造や環境変化に伴う群集の変化は明らかにされていない。本研究は、クロマツ海岸林における菌根菌群集の構造を明らかにし、菌根菌との共生がクロマツ海岸林の維持・再生にどのように寄与しているのかを明らかにすることを目的としている。そのために、まず、(1) 菌根菌相を子実体の調査により明らかにし、植生や環境との関係性を調査した。次に、(2) クロマツ実生の菌根菌への感染過程の違いが、実生の更新にどのように影響するのかを明らかにした。さらに、(3) 海岸地域における菌根菌の代表種 *Cenococcum geophilum* の優占性に、マツ材線虫病対策として実施されている殺虫剤の空中散布がどのように影響しているのかを検証し、最後に、(4) 近年、マツ材線虫病に強いクロマツ海岸林を再生するために植栽されている抵抗性品種の生育特性に、菌根菌が与える効果を明らかにした。

(1) クロマツ海岸林における菌根性子実体群集

クロマツ海岸林の環境は、マツ材線虫病による攪乱や松葉の堆積等による土壌の肥沃化によって変化してきたが、これにより菌根菌相も変化していることが考えられた。そこで、子実体観察によりクロマツ海岸林の菌根菌相を明らかにし、菌根菌相に植生構造や環境状況が与える影響を調査した。その結果、1年間の子実体観察により、8科10属19種の菌根性子実体を計597個体確認した。菌根菌相は植生構造によって異なっており、クロマツの更新が活発に行われている場所ではショウロが優占し、ウバメガシが侵入していた場所ではツチグリが優占していた。また、菌根菌相は土壌の状態によっても異なっており、キチチタケとアマタケは、とくに土壌窒素含有量大きい、土壌が発達した場所で高頻度に出現していた。以上のことから、植生や環境の変化に対応した子実体群集の時空間的な発生パターンは、クロマツ海岸林の遷移に応じて菌根菌相が変化する可能性があること、また、菌根菌子実体が植生や土壌環境の指標となり得ることを強く示唆した。

(2) クロマツ実生の更新に関わる菌根菌

菌根共生は宿主植物の成長や生残に不可欠であるとともに、宿主植物同士が地下部で菌根菌の菌糸によって繋がる菌根菌ネットワークを通して栄養等のやり取りを行なっていることが知られている。近年、実生の更新においても、菌根菌ネットワークの存在が有効に作用することが明らかとなってきた。そこで、クロマツ海岸林において、菌根菌ネットワークがどのように実生更新に貢献しているかを明らかにするため、すでに菌根菌ネットワークを構築していると考えられる成木からの距離を変えてクロマツ種子を播種し、実生の菌根菌の感染状況と生育特性が、成木からの距離に応じて異なるかどうかを調査した。その結果、成木近くで育ったクロマツ実生は、成木が感染している菌根菌と一致していたが、成木から離れると、成木とは異なる菌根菌が感染していた。成木から離れた場所において、実生に

論文審査の結果の要旨

多く感染していたショウロ、コツブタケ、*T. ellisii* の菌根菌 3 種のうち、ショウロと *T. ellisii* はおそらく孢子由来で実生に感染したものと考えられた。また、この 3 種の存在は、実生の生残に対し、正の効果をもたらすことも明らかとなった。以上のことから、実生の初期感染は孢子由来もあり得ること、また、成木が構築した菌根菌ネットワークに繋がること、必ずしもクロマツ実生の更新の必須要件ではないことが示唆された。

(3) 海岸地域において菌根菌 *C. geophilum* が優占する要因

クロマツと共生する菌根菌の一種である *C. geophilum* は、様々な環境ストレスに対し耐性を持っており、海岸地域において優占していることが広く知られている。また、とくに日本のクロマツ海岸林では、マツ材線虫病予防のため、スミパイン®と呼ばれる殺虫剤（有効成分：フェニトロチオン）を毎年大量に散布しているため、*C. geophilum* の優占性に対して何らかの影響を及ぼしている可能性がある。調査の結果、スミパイン散布区で生育するクロマツ実生の *C. geophilum* の感染割合は、非散布区のそれよりも有意に高かった。また、スミパイン添加培地上での菌糸伸長量を比較したところ、*C. geophilum* のほか、クロマツ海岸林でよくみられるショウロ、コツブタケのいずれも、スミパインの添加量を増やすほど菌糸伸長量は減少したが、菌糸伸長量の低下割合は *C. geophilum* において最も低かった。これにより、*C. geophilum* のスミパインに対する相対的に高い耐性は、継続的にスミパインが散布されている日本各地のクロマツ海岸林において本種が優占する要因の一つとなっている可能性が示唆された。

(4) 菌根菌が抵抗性クロマツの生育特性に与える効果

日本のクロマツ海岸林では、マツ材線虫病に強い海岸林を造成するため、様々な地域でマツノザイセンチュウに耐性を示す抵抗性クロマツが開発されている。すべての抵抗性クロマツは、同種であるにも関わらず異なる生理特性を示す。そこで、4 品種のクロマツ（抵抗性 3 品種、非抵抗性 1 品種）の成長量と生残率、および共生する菌根菌を調査した。その結果、同所的に植栽して約 2 年が経過したにも関わらず、各品種の菌根菌の構成は有意に異なっていた。とくに、白色の菌根を多く形成した抵抗性クロマツは、品種に関わらず、高い成長量と生残率を示した。白色菌根の DNA を調べた結果、白色菌根には、ツチグリ属、アテリア科、イグチ科、イボタケ科の菌根菌が含まれていることが明らかとなった。以上のことから、品種間の初期成長、生残に関わる生理的適応は、菌根菌の構成や特定の菌根菌によって影響を受ける可能性があることが示唆された。

このように、本研究は、厳しい環境のもとできわめて重要な公益的機能を発揮するクロマツ海岸林を健全に維持・再生していくためには、クロマツとの親和性が高い菌根菌種との共生系の維持が重要であることを示す、多くの新知見をもたらした。これらの成果は、菌根菌研究における高度な学術的価値を有するとともに、森林に備わる様々な生態系機能の維持機構の解明にも大きく貢献するものと判断される。よって本審査委員会は、本論文が博士（農学）の学位論文として十分価値あるものと認め、論文審査に合格と判定した。