

## 【学位論文審査の要旨】

本論文は、A study on sclerotia and mesofauna relationships in forest soils described by ectomycorrhizal fungal community profiles (和訳：外生菌根菌の群集構造プロファイリングにもとづく森林土壌における菌核と中型動物相の関係性に関する研究) と題し、5章より構成される。

植物の栄養循環と生長に影響を及ぼす重要な働きには、土壌根圏で土壌微生物と土壌中に生息する中型動物が大きくかかわっている。土壌微生物の中でも菌根菌として植物根に共生する子囊菌、担子菌などの菌類は、菌糸を凝集・接合させて菌核と呼ばれる耐久構造体を形成する。一方、ダニ、トビムシ、センチュウ、甲虫幼虫などの中型動物は、菌類を捕食し、植物遺体の分解と植物栄養吸収に寄与することが知られている。しかしながら、土壌生態システムにおける菌類と中型動物の活動の関係性は明らかにされてきていない。そこで、本論文では日本の冷温帯林土壌を対象として、菌核形成などを通して樹木と共生関係をもち、かつ中型動物に捕食される外生菌根菌の多様性を検討して森林生態システムを明らかにすることを目的としている。このためにゲノム解析手法の中で、T-RFLP 末端標識制限酵素断片多型分析法を用いて外生菌根菌の耐久構造体である菌核と中型動物体内に取り込まれた菌類のゲノム構造のプロファイリングを行う意義と課題を第1章(序論)で述べている。

第2章では、研究目的を達成するための一つのステップとして、日本の4つの冷温帯林地帯を対象として、菌核へ T-RFLP 法を適用する手法を確立し、菌核形成菌とそれ以外の腐生性や寄生性の菌類群集構造プロファイル調べている。その結果、秋田土壌では *Laccaria* sp. が、鳥海山土壌では *Arthrimum arundinis* が、岩木山土壌では *Inonotus* sp. が、長野土壌では *Tuber* sp. が優占することを示し、T-RFLP 法を用いた菌核試料から検出される菌類の群集構造の特徴を世界で初めて明らかにしている。

第3章では、土壌から検出される中型動物の組成を目レベルで調べた上で、中型動物体内の菌類について T-RFLP 法による菌類相プロファイリングを行っている。その結果、対象とした4つの森林土壌中の中型動物相の個体数割合は森林を問わずダニとトビムシが70%を占め、ダニとトビムシは外生菌根菌の摂取量が多いことを明らかにしている。さらに、秋田土壌と鳥海山土壌のダニから *Laccaria laccata* が、秋田土壌のダニからは *Inonotus* sp. が、鳥海山土壌のトビムシからは *Paxillus obscurusporus* が、鳥海山土壌のダニからは *Phyllactinia* sp. が、鳥海山土壌と岩木山土壌のダニからは *Tuber aestivum* が、鳥海山土壌と岩木山土壌のトビムシからは *Inocybe* sp. が、そして岩木山土壌のダニと秋田土壌と岩木山土壌のトビムシから *Trichoderma viridae* が、特異的に検出され、センチュウなどの中型動物相が菌相を幅広く捕食する傾向とは異なる明確な選択性がダニとトビムシにあることを明らかにしている。

第4章では、4つの冷温帯林地帯のほか、比較対照として菌核が検出されない暖温帯二次林土壌を加えた5つの森林土壌を対象に、T-RFLP 法による土壌の菌類相プロファイルと

土壌 pH および低 pH 下で生物毒性を引き起こす土壌中の交換性アルミニウム含量、菌核の重量密度 ( $\text{mg g}^{-1}\text{soil}$ ) 等を調べた上で、土壌、菌核および中型動物相 (ダニとトビムシ) の三者の関係性を検討している。その結果、交換性アルミニウム含量が増大し、極度の低栄養状態となりうる土壌 pH4 以下の土壌環境では、中型動物相の菌類捕食性が低下し、菌核形成が旺盛となり、逆に土壌 pH が比較的高い土壌では中型動物相の菌類捕食性が旺盛となり、菌核重量密度が減少し、菌核 1 粒子の平均質量も小さくなるという傾向を明らかにしている。この知見にもとづいて、森林土壌における菌核形成と中型動物相の菌類捕食傾向との関係性と多様性を植物に及ぶ環境ストレスの強さによって説明する定性モデルを提案している。

第 5 章では、以上を総括し、T-RFLP 法が外生菌根菌の耐久構造体である菌核と中型動物の 2 つの土壌生物の関係性を明らかにしていく際の有用な手法であると結論づけている。しかしながら、中型動物相の菌類捕食性が菌核形成へ及ぼす直接的な影響については今後の課題としている。また、本研究で確立した手法を細菌群集構造のプロファイリングに応用することによって、細菌捕食性の土壌動物相と細菌の生息空間でもある菌核との関係性を求める可能性について言及し、森林生態システムでの栄養循環において土壌動物相と菌核が果たす役割をさらに解明できるとしている。

以上を要約すると、本研究は日本の冷温帯林土壌を対象として、樹木と共生関係にある外生菌根菌の菌核、土壌に生息する菌捕食性の中型動物、そして土壌の三者を用いて外生菌根菌のゲノム構造のプロファイルを比較し、菌核形成と中型動物相の菌捕食傾向の関係性と多様性を明らかにしたもので、この関係性が土壌環境ストレスによって影響を受けていることを示唆しており、森林生態システムの解明に寄与する学術的価値が高い研究と判断される。よって、博士 (理学) の学位を授与するに値する。