

Long-term dynamics of fine roots in forest ecosystems
evaluated by scanned image analysis

スキャン画像解析により評価した森林生態系における細根の長期動態

仲畑 了

細根は植物の養水分吸収のみならず、森林生態系の炭素動態においても重要な役割を担っている。しかしながら、細根は土壌中に存在し直接目視できないため、その動態を評価することは容易でない。細根動態の推定手法には大きく分けて、直接根を掘り取り計測する採取手法と透明板越しに細根の挙動を記録する観察手法がある。それぞれの方法には利点と欠点があり、手法は未だ発展段階にある。測定が困難な細根であっても、様々な手法を駆使して空間変異やフェノロジーなどの詳しい動態が明らかになりつつある。しかしながら、細根動態の長期的な時系列変動やその制限要因の理解は乏しい。本研究では以下3つの目的を設定し、森林生態系における細根の長期的な動態の解明に迫る。①細根動態に対する土壌攪乱の影響を検証すること、②ヒノキ林・コナラ林・ブナ林における数年間の細根生産フェノロジーを明らかにすること、③細根動態を規定する環境要因・生理要因の効果を推定することである。温帯のヒノキ・コナラ林において観察手法の一つであるフラットルートスキャナー法を適用し、1-2週間間隔で細根の観察を数年間にわたり行った。また、冷温帯のブナ林においてミニライゾトロン法を適用し、約1か月間隔の測定を数年間行った。観察手法により取得された細根の画像を専用の画像解析ソフトウェアで解析し、測定期間毎の細根生産を推定した。推定された細根生産に対する人為的な土壌攪乱の影響や環境要因（地温・土壌水分）、生理要因（葉・種子生産）の効果を解析した。結果として、機器の埋設に伴う土壌攪乱は直後の細根生産を有意に増加させ、攪乱土壌空間にパイオニアルートを誘引する可能性が示唆された。この結果は、これまでイングロースコア法などの破壊的な調査で仮定されてきた、細根動態に対する土壌攪乱の影響が無視できるとする可能性を大きく否定する根拠となり得る。ヒノキ林・コナラ林・ブナ林においてそれぞれ数年間の細根生産フェノロジーが明らかになった。ヒノキ林は年ごとに複数のフェノロジーのパターンを示したが、コナラ林では数年間を通して一貫した細根フェノロジーが観察された。一方、冷温帯のブナ林では夏優勢型と秋優勢型の2つの細根フェノロジーが明らかになった。これらの結果から、細根のフェノロジーは気候帯で大きく区分されることが明らかになった。しかし、同じ気候帯に属する森林でも種組成が違えば異なる細根フェノロジーをもつことが示唆された。ヒノキ・コナラ林において、春の細根生産は温度に強く依存していることがわかった。しかし同じ温度条件であっても秋の細根生産は温度と有意な相関関係を持たなかった。このように、細根生産は温度に対して季節的なヒステリシスを示すことが明らかになった。また、土壌水分は夏の細根生産に対して負の効果を持ち、土壌の乾燥傾向が細根の伸長をより活発化させる可能性が示唆された。ブナ林では種

子生産の年変動に対して秋の細根生産が有意な相関関係を示した。種子の豊作前年に細根生産が増加し、当年に減少する傾向があった。これらの結果は、ブナが種子形成のために積極的に細根を介して養分を獲得し、また種子形成直後に資源欠乏に陥る可能性を示唆している。一方、葉生産は初夏の細根生産と正の相関を示し、展葉が多ければその直後の細根生産が増加する可能性を示唆している。本研究では、ヒノキ林・コナラ林・ブナ林それぞれにおいて、細根生産のメカニズムは季節によって変化することが明らかになった。今後の課題として、細根動態に対する環境要因と生理要因の包括的な解析が求められる。