

氏 名	ふじ 藤 まき 巻 れい 玲 路
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1471 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 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	Mechanism and Function of Fine Root Production in Forest Ecosystems (森林生態系における細根生産のメカニズムと機能)
論文調査委員	(主 査) 教 授 武 田 博 清 教 授 二 井 一 禎 教 授 東 順 一

論 文 内 容 の 要 旨

樹木細根系は植物の養分獲得を担うだけでなく、生態系の生産性や物質循環などの機能にも重要な役割を果たしている。これまで森林生態系における細根生産のメカニズムを理解する上で、気候要素や土壌の肥沃度といった外的な要因から説明する試みがなされてきた。その一方で植物は生育環境に応じて成長特性や形態を可塑的に変化させる。これは植物の資源獲得様式として理解されてきたが、このような内的な要因と細根生産のメカニズムとの関係は十分に検討されていない。本論文では、植物による土壌資源獲得様式という観点から細根生産のメカニズムを明らかにし、また細根が土壌の物質動態に果たす役割について評価した。

京都府北部の冷温帯天然林において、土壌の無機窒素可給性と細根分布との対応を比較調査した。その結果、アンモニア態窒素の優占する土壌においては細根の分布は土壌の無機窒素可給性と良く対応していた。これに対し、硝酸態窒素の優占する土壌では細根分布と土壌の無機窒素可給性との対応は弱かった。アンモニア態窒素は硝酸態に比べ土壌中の移動力が弱く、アンモニア態窒素の優占する土壌においては高い窒素利用可能性は期待できない。このことから細根の土壌養分への反応性は養分利用可能性の低い立地において強くなることが示唆された。

貧栄養土壌における細根生産のメカニズムをより詳細に明らかにするため、京都市近郊のヒノキ天然林において細根の分布や形態、生産性を調査した。この調査地における細根生産量はおよそ $3.6 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ と推定され、土壌への有機物供給源として地上部リターフォールに匹敵することが示された。細根は好適な土壌基質に対して成長速度を高め、菌根形成を発達させていた。また、林床有機物層における細根系は全般に細長く分枝が良く発達した分枝構造を示し、この土壌層位における高い養分獲得効率が考えられた。これらの特性は、土壌中の不均一な養分分布に対応した細根成長の可塑性を反映していたものと考えられる。

2年間にわたりヒノキ細根の季節動態を調査した結果、細根は春と秋に発生のピークを持つという明瞭な季節性が認められた。また、降水量の少ない年には細根発生の季節変動が大きいたことが示された。これらの結果から、細根生産の季節性は葉の生理特性・季節性に対応していることが示唆された。さらに、細根は林床有機物層に比較して鉾質土層において長い平均寿命を示した。鉾質土層は養分利用可能性が低く、そのような土壌環境においては長命な細根は枯死による養分の消失を抑制する働きを持つことが考えられた。

このような動態を示す樹木細根は、落葉とともに、その分解を通して森林土壌における物質動態に強く寄与していることが推察される。土壌中の物質動態における細根分解の役割を評価する目的で、ヒノキの細根と落葉の分解過程を比較調査した。その結果、細根と落葉とで異なる窒素動態が認められ、森林土壌における枯死細根は分解初期には窒素の供給源として機能する事が示唆された。細根と落葉とで有機物画分の分解パターンに違いが見られ、周囲土壌の微生物呼吸速度と窒素無機化能との対応関係も細根・落葉の間で異なっていたことから、リタータイプの違いが土壌微生物活性に影響を及ぼすと考えられた。しかし、細根と落葉のそれぞれの周囲土壌基質の窒素無機化能は同等であったことから、枯死細根の持つ窒素供

給源としての役割は植物にとっての窒素利用可能性にまでは及んでいないと考えられた。

以上のように、本研究では植物の土壌資源獲得様式という観点から細根生産のメカニズムを検討し、森林土壌における細根生産の機能を評価した。細根系はその分布・成長・形態・動態において局所的な土壌環境の変化に対応した可塑性を示した。このような細根系の諸特性の可塑性は植物の養分獲得様式を反映しており、細根生産とも密接に関連していることが示された。また、細根生産は落葉と並び土壌への有機物供給源として大きな割合を占めるが、その分解過程における物質動態は落葉と異なる事を明らかにした。このことは森林生態系の物質循環機構において樹木細根の動態が重要な役割を担っていることを示唆している。

論文審査の結果の要旨

森林生態系の研究において、地下部の細根生産やその分解過程の重要性が指摘されてきている。これまで細根の研究は、おもに現存量の測定を中心に行われてきている。しかし、細根の生態系における役割を理解するために、細根生産のメカニズム解明は重要な研究課題となっている。植物は生育環境に応じて成長特性や形態を可塑的に変化させる。こうした内的な要因と細根生産のメカニズムとの関係は十分に検討されていない。本論文は、植物の細根による土壌資源獲得様式という観点から細根生産のメカニズムを明らかにし、また細根が土壌の物質動態に果たす役割を明らかにしている。本論文の評価すべき点は以下の通りである。

1. 京都府北部の冷温帯天然林において、土壌の無機窒素可給性と細根分布との対応を比較調査し、その結果、アンモニア態窒素の優占する土壌においては細根の分布は土壌の無機窒素可給性と良く対応していることを明らかにしている。さらに、硝酸態窒素の優占する土壌では細根分布と土壌の無機窒素可給性との対応は弱いことを明らかにしている。これらの結果から、アンモニア態窒素は硝酸態に比べ土壌中における移動力が弱く、その結果、アンモニア態窒素の優占する土壌においては高い窒素利用可能性は期待できないことを明らかにし、細根の土壌養分への反応性は養分利用可能性の低い立地において強くなる傾向を示唆している。
2. 貧栄養土壌における細根生産のメカニズムをより詳細に明らかにするため、ヒノキ天然林において細根の分布や形態、生産性を調査し、細根生産量はおよそ $3.6 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ と推定している。この結果から、細根の土壌への供給量は、地上部リターフォールに匹敵することを明らかにしている。細根形態の定量化から、細根は好適な土壌基質に対して成長速度を高め、菌根形成を発達すること、さらに林床有機物層における細根系は全般に細長く分枝が良く発達した分枝構造を示すことを明らかにしている。これらの結果から、細根の形態は、土壌中の不均一な養分分布に対応した細根成長の可塑性を反映していることを明らかにしている。
3. 細根の生産の季節性を明らかにしている。細根は春と秋に発生のピークを持つという明瞭な季節性を示した。こうした季節変化の要因として葉の生理特性・季節性が、重要であることを明らかにしている。さらに、細根の寿命は、土壌条件により異なることを明らかにしている。こうした、生活史の特性は、土壌の環境条件と密接に関連していることを明らかにしている。最後に、土壌中の物質動態における細根分解の役割を評価する目的で、ヒノキの細根と落葉の分解過程を比較調査した。その結果、細根と落葉とで異なる窒素動態を明らかにしている。

以上のように、本研究は植物の土壌資源獲得様式という観点から細根生産のメカニズムを検討し、森林土壌における細根生産の機能を明らかにし、さらに、森林生態系の物質循環機構における樹木細根の役割を明らかにしている。この論文で得られた成果は、森林生態学、森林生物学、土壌微生物学に寄与するところが大い。

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17年1月13日、論文並びにそれに関連する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。