

氏名	ひし 菱	たく 拓	お 雄
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)		
学位記番号	農 博 第 1494 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	Architecture and Function of Fine Root Systems in a Forest Ecosystem (森林生態系における細根系の構造と機能)		
論文調査委員	(主査) 教授 武田博清 教授 谷 誠 教授 東 順一		

論 文 内 容 の 要 旨

樹木細根生産は陸上生態系の純一次生産において重要な役割を担っていることがこの十年ほどの間にわかってきた。近年の研究では、個々の根の生長、枯死、分解といった細根生産に影響するメカニズムが着目されてきている。根系構造の発生史的な異質性は、細根の生産機構に深く関わると考えられるが、過去の研究では、細根系内の発生史的な違いを動的、物質循環的な視点から扱うことはなかった。本研究では、細根系の発生史的な異質性が生態系機能に対して担っている重要性を明らかにするため、ヒノキ細根の静的、動的特性を調査した。また、細根のおかれた環境要因が根系構造に与える影響を明らかにした。

調査はすべて京都市近郊のヒノキ天然林において行われた。ヒノキは内性菌根性で、浅根性の針葉樹である。当調査地においても、ヒノキの細根は表層の有機物層に集中的に分布している。

解剖、生理、機能的特性の点で、個々の根の生活史において最も劇的な変化である二次生長に着目し、個々の根の生活環における異質性と、細根系内における個々の根の分布様式を解剖学的手法を用いて調査した。個根の生活環は同じ原生木部数を持つ原生木部群によって異なった。原生木部の数が二、三、四個のものをそれぞれ二原基、三原基、四原基と呼ぶ。二原基根は二次生長前に枯死し、四原基は二次生長後に枯死する。三原基では二次成長の前、後に死亡するものが多かった。原生木部の数は、根の生活環を通して不変であるため、個々の根のたどる生活環は、原生木部の数によって発生史的に決定されていることが示された。さらに、原生木部群の細根系内の分布は、先端に二原基、基部に四原基が多かった。このことから、細根系構造内の個根の異質性は個々の根の齢と発生史的な拘束によると考えられた。

細根系の発達段階に沿った、個々の根の加入、維持様式を連続イングロースコア法によって調査した。細根系の初期発達段階では、二次成長性の四原基が生長した。その後、短命性の二原基根が加入した。このように、個根の加入順序は発生史的に決定されており、それが細根系構造を構成していた。これらのことから、細根系構造が、異なる機能を持った個々の根の加齢と加入によって決められていると考えられた。

原生木部群ごとの根長動態と分解の過程について調査した。それぞれの原生木部群の動態は、二次成長を行わない動的な根と、二次成長性で、蓄積型の根によって特徴づけられた。二次成長に移行する傾向の強い四原基の根長動態は、二次成長を行わない二原基の根に比べて変動が少なかった。全枯死量に占める二次根の枯死量の割合は原生木部の数が多いほど高かった。また、二次根の分解速度は、一次根のそれに比べて低かった。これらの結果から、細根系内で異なる機能を持つ個々の根は、枯死量、分解速度の違いによって、土壤生態系に対しても異なる有機物供給様式を示すであろうと考えられた。

異なる土壤環境に対する反応を見るため、有機物層と鉍質土層で生長する細根系内の個根分布様式を調査した。有機物層において、頂端根の吸収能力は鉍質土よりも低かった。これは、有機物層は鉍質土に比べて、ストレスが高いため、吸収根がストレス耐性を高めた結果として解釈できる。細根系は、どちらの土層においても短命性の二原基はより頂端近くに、長命性の四原基はより基部近くに位置していた。しかしながら、頂端根における二原基の占める割合は土層によって大きく異

なり、有機物層では9割を占めるのに対して鉍質土では3割程度であった。有機物層における根系内での機能的な分化は、ストレス、資源供給がともに高い環境にあって、根が炭素コストを調節するのに役立っていると考えられた。これらのことから、細根系が発生的な制約を受けながらも、環境の違いによって可塑的に変化すると考えられた。

以上のように、細根系構造内の個根の生活環と分布様式は発生的に制約されているものであり、根系発達は機能の異なる個根の加入と維持の様式として表現される。根系構造はまた、内的な決定構造だけでなく、外的な環境要因によって可塑的に変化する。これらの仕組みは、樹木が細根を通して行う資源獲得の様式として説明される。資源獲得のために細根系内に形成される機能の異なる根は、枯死、分解課程の異質性を生じ、土壌有機物動態に対して異なる寄与をすると考えられる。これら一連の研究により、細根系構造は地上部シュート系における枝、葉との生理的機能、生態系機能における分化の類似性が示され、森林生態系の研究に重要な知見が加えられた。

論文審査の結果の要旨

樹木細根生産は陸上生態系の純一次生産において重要な役割を担っていることがされてきている。根系構造の形成における個根の発生段階における異質性は、細根の生産機構に深く関わると考えられるが、これまでの研究では、細根系内の発生段階における違いを動的、物質循環的な視点から扱うことはなかった。本研究では、細根系の発生段階における異質性との関連で、ヒノキ細根の静的、動的特性を調査し、さらに細根のおかれた環境要因が根系構造に与える影響を明らかにしている。この論文の評価すべき点は以下の通りである。

1. ヒノキは内性菌根性で、浅根性の針葉樹である。調査は京都市上賀茂試験地のヒノキ天然林において行われた。ヒノキの細根の分布様式を調査し、ヒノキ細根が、土壌表層の有機物層に集中的に分布していることを定量的に明らかにしている。
2. 解剖、生理、機能的特性の点で、個々の根の生活史において最も劇的な変化である二次生長に着目し、個々の根の生活環における異質性と、細根系内における個々の根の分布様式を解剖学的手法を用いて調査し、個根の生活環は同じ原生木部数を持つ原生木部群によって異なることを明らかにしている。原生木部の数は、根の生活環を通して不変であるため、個々の根のたどる生活環は、原生木部群によって発生段階において既に決定されていることが明らかにされた。原生木部群の細根系内の分布を検討し、先端に二原基、基部に四原基が分布する事を明らかにし、細根系構造内の個根の異質性は個々の根の齢と発生段階での形態により決定されていることを明らかにしている。
3. 細根系の発達段階に沿った、個々の根の加入、維持様式を連続イングロースコア法によって調査し、個根の加入順序は発生段階においてすでに決定されており、それが細根系構造を構成していることを明らかにしている。この結果から、細根系構造が、異なる機能を持った個々の根の加齢と加入によって決められているが明らかにされた。
4. 原生木部群ごとの根長動態と分解の過程について調査している。全枯死量に占める二次根の枯死量の割合は原生木部の数が多いほど高く、二次根の分解速度は、一次根のそれに比べて低いことを明らかにしている。これらの結果から、細根系内で異なる機能を持つ個々の根は、枯死量、分解速度の違いによって、土壌生態系に対しても異なる有機物供給様式を示すことを示唆している。
5. 異なる土壌環境に対する反応を見るため、有機物層と鉍質土層で生長する細根系内の個根分布様式を調査している。有機物層において、頂端根の吸収能力は鉍質土よりも低いことを明らかにし、有機物層は鉍質土に比べて、ストレスが高いため、吸収根がストレス耐性を高めていることを明らかにしている。有機物層における根系内での機能的な分化は、ストレス、資源供給がともに高い環境にあって、根が炭素コストを調節するのに役立っていることを明らかにしている。これらの結果から、細根系が発生的段階における制約を受けながらも、環境の違いによって可塑的に変化することを明らかにしている。

以上のように、本学位論文は、細根系構造内の個根の生活環と分布様式は発生段階での形態特性に制約されており、根系発達は機能の異なる個根の加入と維持の様式として表現されることを明らかに、さらに、根系構造は、こうした内的な決定構造だけでなく、外的な環境要因によっても可塑的に変化することを明らかにしたものであり、森林生態学、森林生物学、森林生化学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17年2月10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。