

氏 名	土 井 裕 介
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1723 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 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	亜高山帯老齢林における林床異質性に対応した針葉樹 4 種の根系発達様式

論文調査委員 (主 査) 教 授 武 田 博 清 教 授 東 順 一 教 授 二 井 一 禎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、御嶽山の亜高山帯老齢林においてオオシラビソ、シラビソ、トウヒ、コメツガの実生や稚樹の定着場所の特徴を明らかにし、定着場所における根系の発達様式が樹木更新に与える影響を明らかにすることを目的とした。

第1章では、亜高山帯老齢林の樹木更新に関する研究を行う上で、根系発達様式に着目する意義と、本研究の目的、概要について記述した。亜高山帯老齢林は、腐朽材の蓄積などにより林床異質性が高く、倒木更新などの基質と関連した樹木更新が広く観察されている。樹木根系は、水分・養分の獲得や樹体の支持などの役割を担っており、その成長や構造、形態の特性は、定着や成長と深く結びついていることが知られている。よって、亜高山帯老齢林における樹木更新を理解するには、構成種の根系発達様式を明らかにすることが重要と考えられる。

第2章では、林分内の細根現存量、細根生産量、季節変化を土壌コア法とイングロースコア法によって明らかにした。他の北方林の値と比較すると、細根の現存量は大きく、根の回転率は小さい値であった。細根回転率が低いことには、亜高山帯老齢林が、低温や短い生育期間などの厳しい生育環境に生育していることや、降雨や積雪により土壌の環境ストレス（乾燥や土壌凍結）が小さいことが関連していると考えられた。細根回転率が遅いことは、根を作りかえるコストが小さく済むことを示唆している。これらの結果より、亜高山帯老齢林における遅い細根回転率は、少ない一次生産量の中で多くの細根量を維持する機構の一つであると考えられた。

第3章では、林床の異質性が細根成長に与える影響を、細根の分布調査と4種の基質を用いたイングロースコア実験により明らかにした。その結果、倒木よりも養分の多い地面の表層（HA層、LF層）に細根が集中しており、さらに細根の成長量も多いことが明らかになった。このことは、細根の成長には、基質の養分環境が大きく影響することを示唆する。また、倒木上は養分が少なく、細根の成長も悪いことから、樹木の資源獲得にとっては好適な基質ではないことが示唆された。

第4章では、オオシラビソ、シラビソ、トウヒ、コメツガにおける根系発達様式を倒木の腐朽傾度に対する根系構造の可塑性や、不定根比率、根系形態などから調査した。オオシラビソとシラビソの実生は、腐朽材上と地面の両方に定着しており、腐植が厚く堆積した地面や腐朽の進んだ木質基質上で多く更新していた。これらの樹種は、材の腐朽に応じて、より深い根系構造を発達させていた。このことは、腐朽に伴って増加する材上の腐植や材の腐朽部分における資源獲得と関連している。トウヒはモミ属とは異なり、地面における定着が阻害されていたが、林冠木は、モミ属2種よりも地面からの高さが高い基質で多く更新していた。トウヒの実生は、垂直方向における根系構造の可塑性が見られず、腐植の深部における資源獲得に不利と考えられた。しかしながら、トウヒは、腐朽のあまり進んでいない倒木において水平方向の根系拡張に特化した根系構造を持っており、倒木上の薄い腐植層において効率的に資源を獲得していることが示唆された。

コメツガも、トウヒと同様に実生段階において地面への定着が阻害されているが、他の3種よりも更に地面からの高さが高い基質や岩の多い立地で多く更新していた。コメツガの実生は、垂直・水平方向の両方において根系構造の可塑性が見られず、どの腐朽段階の倒木に定着していても、小さい根系構造を維持していた。

5章では、4種の特有の根系発達様式は、これら針葉樹4種における樹木更新と深く関わっていることを明らかにした。オオシラビソとシラビソの実生は垂直方向の資源獲得に特化した根系構造を持ち、そうした構造が地面や腐朽の進んだ材上での優占的な更新と関わっていることが示唆された。また、閉鎖林冠下におけるオオシラビソとシラビソの実生は、土壌の腐植中に幹の大部分が埋まっており、その部分から不定根を発生させていた。不定根の発生は、腐植中の養分獲得と関係するだけでなく、樹高成長や幹の肥大を抑制することにより木部の呼吸などによる維持コストを減少させると考えられる。一方、地面上の実生は、倒木上の実生に比べてより多くの不定根を発生させていた。このことから腐植中への幹埋没や不定根発生は、地面に定着するこれら2種の耐陰性を高める機構の一つとして機能し、閉鎖林冠下において多くの個体数を維持することにも影響することが示唆された。トウヒがモミ属2種よりも地面からの高さが高い基質上で多く更新していたのは、このような水平方向に広く根系を発達させる特徴が関係していると考えられた。コメツガの垂直・水平方向に小さく変化の少ない根系構造は、地面からの高さが非常に高く、腐植が蓄積しづらい貧栄養の基質における定着や、岩が多く面積を占めている立地での優占的な更新と関係していることが示唆された。根の発達様式の検討から、林床異質性が高い老齢林における根系発達様式の違いによる更新サイトでのニッチ分割は、樹木更新の過程における複数種の共存を考える上で重要であることが明らかになった。

論文審査の結果の要旨

亜高山帯針葉樹林の維持において樹木の倒木上における更新は重要である。しかし、これまで倒木上での樹木の定着過程についての研究は少ない。樹木の定着過程において、林床異質性に対応した根系の成長を明らかにすることは、亜高山帯林の樹木更新を理解する上で重要である。本研究では、本州の亜高山帯林に優占する4種の針葉樹を対象として根系発達様式を調査し、さらに樹木更新との対応関係を明らかにしている。主な成果は以下の通りである。

1) 他の北方林に比べ、亜高山帯林では細根の現存量が高く、細根回転率が低いことが特徴であることを明らかにしている。また、その要因を、低温による純一次生産の低さと豊富な降水量と積雪環境から説明を行うことで、亜高山帯林の物質生産システムに関する新しい知見を提供している。

2) 亜高山帯老齢林の林床は、様々な腐朽段階にある枯死材や、土壌層位の違いなどにより、樹木定着サイトの養分並びに物理環境の異質性が高い。本研究では、養分条件に依存した細根成長を、イングロースコア法によって実験的に明らかにしている。さらに、林分における土壌と倒木における樹木の細根の分布や形態から、腐朽材が土壌よりも養分資源に乏しい環境であることを実証的に示している。

3) 土壌の地面におけるオオシラビソ、シラビソの優占的な更新には、腐植の深い基質を利用し根をより深く伸ばすそれらの樹木の特性が関連していた。一方、腐朽材上におけるトウヒの優占的な更新には、浅い腐植中で根系を広く展開する性質が関連していた。さらに、地面からの高さが高い基質や岩で更新するコメツガは、小さく変化の少ない根系構造を持ち、貧栄養環境に順応した特徴を持っていた。このように、オオシラビソ、シラビソ、トウヒ、コメツガの実生を対象として、それらの稚樹の定着場所における根系発達様式から各樹種の更新の特徴を明らかにしている。

4) 地面上のオオシラビソ、シラビソの実生は、幹の埋没部から多くの不定根を発生させており、そのことが同化器官/非同化器官比の変化を通じて耐陰性に寄与することを明らかにしている。さらに、腐植層が薄い倒木上では、幹の埋没や不定根の発生が少ないことも明らかにしている。

以上のように本論文は、亜高山帯老齢林における4樹種の実生や稚樹の定着場所における根系の基質に対応した根系発達様式を明らかにすることで、樹木の更新や維持における地下部の根系成長の重要性を明らかにしたものであり、森林生態学、造林学の分野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のあるものと認める。

なお、平成20年2月14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。