

氏 名	やま した た もん 山 下 多 聞
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	論 農 博 第 2546 号
学位授与の日付	平 成 17 年 1 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	Nitrogen Cycling in Soil Ecosystems of Temperate Coniferous Plantations (温帯針葉樹人工林における土壤生態系の窒素循環)
論文調査委員	(主 査) 教 授 武 田 博 清 教 授 東 順 一 教 授 谷 誠

論 文 内 容 の 要 旨

持続可能な人工林の維持管理のためには土壤生態系の機能を明らかにする必要がある。スギとヒノキは日本を代表する二大造林樹種であるが、これら人工林における物質循環など土壤生態系の諸機能についてはいまだ未解明の事項が多い。とりわけ土壤窒素の可給性は森林の生産力を規定する重要な要因として認識されながら国内においては研究が遅れている。本学位論文では、スギとヒノキの一斉人工林における土壤窒素の動態を明らかにすることを目的に、林床での長期にわたる落葉分解実験および根系切断による操作実験を京都近郊比叡山の社寺有林であるそれぞれの人工林において実施した。(第1章, 第2章)

森林生態系における窒素循環は外部循環に対し森林生態系内での再循環が卓越しており、有機態窒素から無機態窒素への変換過程が生産速度を決定する律速段階になっている。有機態から無機態への第一段階である落葉分解にともなう窒素動態を把握することは窒素の再循環機構を明らかにする上で重要である。このためにスギとヒノキの針葉を使ったリターバッグ実験を49ヶ月にわたって実施し、全窒素、無機態窒素現存量、窒素無機化能、硝化能、および窒素固定活性の窒素に関わる5種類のパラメーターの長期変動をモニタリングした。(第3章)

一般に土壌において根系は窒素のシンクとして機能し、吸収根は森林土壌ではとくに有機物層と鉱質土層表層に集中して分布する。一方で、枯死根や渗出物の供給を通じた炭素ソースでもある。窒素シンクを排除し、かつ、炭素ソースを変質させた実験区を人為的に創出し、対照区に対する無機態窒素現存量、窒素無機化能、硝化能および窒素溶脱量の変化を通してスギとヒノキの人工林土壌における窒素動態のシステムの違いを明らかにするために、表層の根系を切断し樹木による窒素取込みを遮断する操作実験を行った。(第4章)

これらの実験の結果、以下のような知見を得た。

- 1) 分解実験では、スギリターの分解過程では窒素の不動化は生じておらず、窒素無機化能、硝化能、窒素固定活性が高い活性を示した。さらに、ヒノキリターでは窒素の不動化が生じ、窒素無機化はスギリターと同等であったが硝化活性と窒素固定活性はかなり低かった。
- 2) 根系切断実験では、スギおよびヒノキ人工林ともに無機態窒素現存量や無機態窒素溶脱量は実験区と対照区で有意な差は認められなかった。スギ林土壌では根系切断によって窒素無機化能が低下したが、硝化能には有意な変化は認められなかった。ヒノキ林土壌では根系切断によって硝化能が上昇したが、窒素無機化能には有意な変化は認められなかった。

今回調査対象とした2林分は一般的な土壌条件は似ていたが、ヒノキ人工林と比較してスギ人工林では、リターによる窒素還元量が多く、C/N比の高いリター層においても硝化活性を示し、窒素固定活性も高いなど窒素の循環量が多いことが示唆された。また、根系の窒素シンクとしての機能は、ヒノキ人工林土壌中では微生物との窒素をめぐる競争を通して硝化活性を低下させる要因の一つと考えられるのに対し、スギ人工林では土壤窒素動態に明示的な影響を及ぼしうるものではないことが明らかにされた。炭素ソースとしては、枯死根の供給は余剰窒素の不動化源として寄与し、渗出物の供給はとくにスギ林において窒素無機化の駆動力として機能することが明らかにされた。

論文審査の結果の要旨

森林における窒素循環は、森林生態系の生産力を把握する上で重要な過程である。これまでの日本の森林における窒素循環の研究の多くは、落葉落枝の供給速度および土壌窒素の無機化速度についてさまざまな林分での比較研究であった。本論文では、落葉分解過程および土壌表層における窒素動態の諸過程を操作実験により長期にわたって追跡調査し、森林土壌における窒素循環への植栽木の違いによる影響を明らかにしている。本論文において、とくに評価すべきは以下の3点である。

- 1) 針葉の分解過程における窒素動態は、初期から中期の不動化と窒素固定、中期以降の窒素無機化や硝化に特徴付けられることを明らかにした。スギでは、とくに窒素固定活性と硝化活性が顕著であり、ヒノキでは濃度上昇だけでなく正味の窒素量の増加をとまなう不動化が生じることを明らかにした。分解基質中の利用可能な炭素資源量の減少が、初期から中期の窒素固定活性や不動化量の低下、中期以降のみかけの窒素無機化や硝化の上昇に作用していることを明らかにしている。
- 2) スギとヒノキの人工林では、気象条件、土壌条件および履歴がほぼ同一であっても森林生態系を循環する窒素の量が異なり、スギ林の窒素回転率または窒素可給性が高いことが示唆された。ヒノキ林に比べスギ林では落葉落枝で還元される窒素の量が多く、土壌窒素の無機化速度が速いこと、また、窒素溶脱量は降水による負荷量よりも少ないことから、スギを植栽することでより多くの窒素が森林生態系内で再循環していることを明らかにしている。
- 3) 有機物層および鉱質土表層に分布する根系を切断した場合、スギとヒノキの人工林ともに無機態窒素の現存量と溶脱量には対照区に対して顕著な増加は認められないことを明らかにした。一方、根系切断区と対照区とで窒素無機化と硝化に有意な差が生じ、スギ林では窒素無機化が低下すること、ヒノキ林の4~12 cm 深の鉱質土壌では硝化が上昇することを明らかにした。ヒノキ根系が窒素シンクとして機能し微生物の活動を抑制していること、スギ根系が易分解性有機物を微生物に供給するなど炭素ソースとして機能し微生物の活動を促進していることを明らかにしている。

以上のように本論文は、スギやヒノキ針葉の分解過程における長期の窒素動態と根系切断実験による土壌窒素動態の研究から、スギやヒノキ人工林生態系における窒素循環機構をあきらかにしており、造林学、森林生態学、および土壌生態学の進歩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16年12月22日に論文なら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にあるものと認めた。