

氏名	ひろべ 宗
学位(専攻分野)	博士 (農学)
学位記番号	農博第1080号
学位授与の日付	平成11年9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	Spatial Variability of Soil Nitrogen Dynamics along a Forest Slope in a <i>Cryptomeria japonica</i> D. Don Plantation (スギ人工林内の斜面に沿った土壌窒素動態の空間的異質性)

論文調査委員 (主査) 教授 武田博清 教授 谷 誠 教授 小崎 隆

### 論文内容の要旨

森林生態系における窒素の循環は植物-土壌間の内部循環系が卓越している。森林土壌の窒素無機化特性(無機態窒素の生成量やその形態)は、緯度、高度といった大スケールでは気候条件の違いによって大きな変動を示すことが知られている。しかし、土壌の窒素無機化特性は集水域やランドスケープといった小スケールでも、土壌環境の違いによって大スケールと同様に大きな変動を示すことが知られているが、その変動パターンや決定要因については不明な点も多い。我が国では森林のほとんどが急峻な地形に存在しており、窒素無機化特性の地形による違いを生じる要因を明らかにする必要がある。本論文は、スギ人工林の一斜面を調査対象地形とし、1. 斜面に沿った窒素無機化特性の変動パターン(空間的異質性)の把握とその決定要因の解析、2. 実験室における窒素無機化過程の解析、3. さらに森林土壌における樹木への窒素可給量を明らかにしている。主要な結果は、以下のように要約される。

1. 斜面の下部から上部まで連続的に多数の地点を対象として土壌の純窒素無機化特性を把握した。純窒素無機化速度は斜面に沿った傾向を示さなかったが、純硝化速度は斜面下部で大きく、斜面上部ではほとんど検出されなかった。以上の結果から、土壌中で生成される無機態窒素形態が斜面位置によって異なることを明らかにした。また、斜面の中部は上部、下部の土壌の性質が混在する移行帯であることが明らかとなった。

2. 斜面に沿った無機態窒素形態の違いを生じる要因の解析を行った。主成分分析により土壌条件を3グループに分け、重回帰分析により窒素無機化特性の決定要因としての相対的重要性を評価した。純窒素無機化速度は全炭素・全窒素濃度によって決定されるのに対し、純硝化速度・硝化率(純無機化速度に占める純硝化速度の割合)はpH、C/N比、および溶存態有機物濃度によって決定されることが示唆された。

3. 土壌の培養実験から、窒素無機化の過程に関わる要因を明らかにした。培養実験から、純硝化速度がほとんど検出されない斜面上部の土壌でも、総硝化速度は検出され、硝酸態窒素プールの回転速度が斜面下部の土壌と同程度に速いことから、硝化過程が斜面上部の土壌の窒素形態変化過程において無視できないことが示唆された。

また、純硝化速度と微生物バイオマス・微生物呼吸量・溶存態有機物量の変動から、純硝化速度が微生物に対する炭素・窒素の相対的利用可能性と密接に関わっていることが示唆された。

4. 純窒素無機化速度には斜面に沿った傾向が見られなかったが、無機態窒素形態の違いが土壌中での可動性の違いを通じて、植物に対する窒素可給量に影響を与えていると予想された。そこで、野外の温度・湿度条件の変動だけでなく、イオン種による拡散速度の違いを反映した窒素利用可能量をイオン交換樹脂を用いて把握した。斜面位置による無機態窒素形態の違いが、土壌中での可動性の違いによって植物に対する窒素可給量に差をもたらした。窒素可給量は斜面の下部で上部より多いことを明らかにした。

以上のように野外での窒素無機化の様式の記述と要因解析、実験室における土壌培養実験、さらにイオン吸着樹脂を用い

た無機態窒素の定量から土壌条件に対応して森林斜面において窒素無機化特性の空間的異質性が生じることを明らかにした。

## 論文審査の結果の要旨

森林生態系において窒素は最も重要な一次生産力を制限する要因となっていることが知られている。植物—土壌間の内部循環系が卓越する森林生態系の窒素循環において、土壌の窒素無機化特性（無機態窒素の生成量やその形態）は植物に対する窒素の利用可能量を決定しているが、我が国の森林の大部分が存在する急峻な傾斜地における土壌の窒素無機化特性の変動パターンやその決定要因についての解析は不十分である。本論文では、調査地をスギ人工林内に設定することにより、小スケールでの窒素無機化特性の変動に大きく影響する要因を明らかにし、さらに実験室での培養実験から窒素無機化過程における要因を解析し、実際に森林土壌において樹木に供給されている無機態窒素量を明らかにしたものである。評価すべき点は以下の通りである。

1. これまでの研究において、斜面は上部、中部、下部、あるいは尾根部、斜面部、谷部といった地形区分を基準として議論されてきた。本論文では斜面に沿って下部から上部まで連続的な多数の地点を調査対象とすることにより、斜面全域の窒素無機化特性の変動パターン（空間的異質性）を把握した。これにより、土壌の窒素無機化特性が斜面中部の狭い範囲（斜距離 15 m）で急激に変化すること、また、斜面中部は上部、下部の土壌の中間的性質を示すのではなく、上部、下部の土壌が混在することを明らかにしている。

2. 斜面における窒素無機化特性の空間的異質性の決定要因は、植生が単一であるため、斜面位置による土壌条件の違いによると考えられたが、測定した様々な土壌条件には窒素無機化特性のような斜面中部での急激な変化はみられなかった。そこで、主成分分析を用いて要因をグループ化し、重回帰分析によって窒素無機化特性の決定要因としての相対的重要性を評価した。解析結果から、無機態窒素の生成量と生成される無機態窒素の形態は異なる要因によって決定されていることを明らかにしている。

3. 本研究では、室内での培養実験から窒素無機化過程を明らかにしている。窒素安定同位体 ( $^{15}\text{N}$ ) をトレーサーに用いて窒素形態変化の総速度を直接測定することによって、窒素形態変化における個々の過程の重要性を定量的に把握した。これにより、純硝化速度がほとんど検出されない斜面上部の土壌でも、硝化過程が斜面上部の土壌の窒素形態変化過程において無視できないことが示唆された。また、土壌を長期間実験室で培養することによって微生物に対する炭素資源の可給性が窒素無機化特性に与える影響を把握した。その結果、土壌の純窒素無機化特性は炭素のみの可給性ではなく、炭素・窒素の相対的可給性が密接に関係していることを明らかにしている。

4. 可給窒素量の測定をイオン交換樹脂を用いて行い、土壌中での窒素の可動性の違いが植物への可給量に差をもたらす結果、窒素可給量は斜面の下部で上部より多いことを明らかにしている。

以上のように本論文は、森林斜面に沿っての土壌無機態窒素の生成の要因の解析と培養実験による窒素無機化過程の解析から、土壌からの無機態窒素動態を明らかにしたものであり、森林生態学、森林土壌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あるものと認める。

なお、平成 11 年 8 月 18 日、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あるものと認めた。