

氏名 木庭啓介
 学位(専攻分野) 博士(農学)
 学位記番号 論農博第2281号
 学位授与の日付 平成12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 dynamics in forested ecosystems elucidated by ^{15}N natural abundance method
 (窒素自然安定同位体比を用いた森林生態系における窒素動態に関する研究)

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物質循環の実態を把握することは、健全な森林を維持管理するために重要な研究課題である。これまで樹木の成長の制限要因となっている窒素の循環について多くの研究がなされてきている。しかし、こうした研究において直接的な窒素循環量の測定がなされていないことが問題点として指摘されてきている。森林生態系研究において系を攪乱することなく窒素の循環量を追跡する手法の確立が必要となっている。申請者は、森林生態系における物質中の窒素自然安定同位体比を1つの指標とし、この値の変動を追跡することにより窒素循環量についての研究を行い、以下の結論を得た。

1) 滋賀県南部のヒノキ人工林において、森林土壌溶液中の硝酸についてその濃度、窒素安定同位体比の変動を追跡した。土壌深度に伴って硝酸態窒素濃度の減少が見られた期間、硝酸態窒素の窒素同位体比の上昇が認められた。これは、脱窒により軽い同位体 (^{14}N) が優先的に消費されることにより同位体比が上昇したことを示している。硝酸の濃度減少に伴う同位体比上昇から、森林における脱窒現象を明らかにした一方、硝酸態窒素濃度の変動が見られなかった期間、その同位体比は土壌中でほぼ一定の値をとり土壌中において均一な土壌溶液が存在していたことを示唆した。以上のように、同位体比による土壌水の変動解析の結果、硝酸が脱窒過程を受け消失していることを確認し、普通の森林においても脱窒過程が生じていることが明らかになった。

2) 滋賀県東南部のスギ人工林において、植物と土壌中の窒素の安定同位体比を3年間にわたって調査した。同位体比測定機器の改良により無機態窒素の同位体比を測定し、硝酸生成の少ない土壌では、同位体比は有機態窒素>アンモニア>硝酸の順で重いことが明らかとなった。一方、硝酸生成の盛んな土壌では、同位体比の順序はアンモニア>有機態窒素>硝酸の順となり、硝酸が生成される際の ^{14}N と ^{15}N の反応速度の差が大きいため、アンモニアに ^{15}N が濃縮していることを明らかにした。安定同位体を用いることで、二つの立地条件における窒素無機化過程が異なることを示した。

3) 窒素安定同位体比から、植物の同位体比が硝酸、アンモニアのいずれの窒素の同位体比に近いかを調べることで、植物の窒素源を明らかにした。植物と土壌中のアンモニア、硝酸について窒素同位体比の比較から、植物の利用する窒素源は立地条件、樹木の種類により異なることが明らかとなった。硝酸生成の盛んな斜面下部では、硝酸態窒素が植物にとっての重要な窒素源であることが判明した。またアンモニア態窒素生成の高い斜面上部では、植物がさまざまな窒素源を利用していることが明らかとなった。

以上のように、自然安定同位体の研究手法を森林生態系の窒素循環に応用することで、これまでの窒素循環の研究において未解決であった、1. 森林生態系における窒素循環における脱窒現象、2. 樹木の窒素吸収源を明らかにした。

論文審査の結果の要旨

森林生態系における窒素循環は、これまでおもに窒素蓄積量をもとにして研究されてきている。本論文は、森林生態系の窒素循環研究に、窒素の自然安定同位体の研究手法を応用することにより、これまでの手法では未解決であった窒素循環機

構について新しい知見を得ている。評価される点は、以下のとおりである。

1. 土壌中の無機態窒素の同位体比について土壌中の無機態窒素がとる同位体比については、その重要性から議論されモデル化をもとにして同位体の変動が予想されてきた。しかし、安定同位体の測定そのものは、土壌中の無機態窒素が微量であることから、非常に困難であり同位体比を用いる研究の多くでは、予想される値を用いて議論を展開するにとどまっていた。本研究では自然安定同位体の研究手法を森林の窒素循環に応用するための測定器具の改良を通じ、無機態窒素の同位体比を精度良く測定することを可能とした。その結果は、今までの予想と反したものであり、80年代から用いられてきた同位体比の変動の予測モデルが不完全であったことを明らかにした。

2. 同位体比を用いた窒素研究における基礎となる調査方法、実験、解析方法を新たに開発しその有効性を検討し、森林生態系における土壌の水分条件と脱窒過程の現象を明らかにしている。

3. 本研究では、植物の同位体比を論じる場合の前提条件について検討を行った。現在利用可能な技術を用いて、森林の窒素循環研究への安定同位体の研究手法の応用について検討を行っている。植物体内中での同位体比の変動、植物の葉の同位体比が示すと考えられる季節変化、さらには土壌中の無機態窒素の持つ同位体比などを測定し、実測の安定同位体の変動値を明らかにしている。

4. さらにはその自然安定同位体の手法の限界を明らかにした上で、同位体比でしか分からない、樹木—土壌の相互関係についての解析を行い、斜面の上部と下部における樹木の窒素吸収源を明らかにしている。

以上のように本論文は、森林生態系の窒素循環研究に自然安定同位体の研究を応用することで、森林生態系における脱窒現象と土壌水の関係や樹木の窒素吸収源を明らかにしたものであり、森林生態学、森林水文学、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11月15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。