

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：13601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2018～2019

課題番号：18H06017・19K21157

研究課題名（和文）微量窒素同位体比分析を用いた山岳地域の温暖化に伴う森林の成長と種多様性の変化予測

研究課題名（英文）Forest growth and species diversity due to global warming in mountainous areas using nitrogen isotope analysis

研究代表者

小田 あゆみ（小田あゆみ）（ODA, Ayumi）

信州大学・学術研究院農学系・助手

研究者番号：40571609

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、標高の異なる3地点で土壌中の窒素量と樹木の成長速度データを解析し、温暖化により標高の高い森林の気温が上がった場合に土壌中の窒素と樹木の成長がどう変化するかを調べた。本研究の調査地では、標高が高いほど有機物分解過程の初期に生成されるアンモニア態窒素の割合が高く、土壌中の窒素量も多かった。標高が低い森林では、分解が進んだ形態である硝酸態窒素の割合が増加し、樹木も硝酸態窒素を利用していると考えられた。今後、温暖化が進行した場合、標高の高い森林でも有機物の分解が進み、森林の成長量は増加する可能性がある一方で、樹木種間の土壌養分に対する競合関係も変化すると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の意義は、温暖化の影響を受けやすいと考えられながらも、これまで調査が行われていなかった山岳地域の森林生態系において、土壌中の養分状態の変化が森林の成長量とどのような関係があるかを明らかにした点である。これにより、高標高地域では土壌中に有機物の蓄積があるものの分解が進まないこと、温暖化により分解が促進されると、従来存在していた窒素形態が変化し、その変化に順応できない樹種が存在する可能性を示した。このような養分吸収における樹種特性を理解することは、温暖化による森林生態系の変化を予測するために重要である。

研究成果の概要（英文）：In this study, we analyzed the inorganic nitrogen content in the soil and the nitrogen source and growth rate of tree species at three forest stands with different altitudes in mountain area. In the highest altitude plot of this study indicated higher ammonium content in the soil which produce the early stage of the decomposition process. While in the lower altitude plots, nitrate which is a nitrogen form that has undergone decomposition was higher than higher altitude plots. Growth rate of trees were larger in the lower altitude plots and the number of tree species using nitrate also increased in lower altitude plots. As a results, global warming promote the decomposition of nitrogen will proceed and the growth of forests will increase, but on the other hand, competition between species may change, such as the decrease in tree species that cannot cope with changes in nitrogen sources.

研究分野：森林生態学

キーワード：窒素同位体比 山岳地域 気候変動 硝酸態窒素

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

温暖化により平均気温が上昇すると、従来、冷温で土壌への養分供給が制限されていた山岳地域の森林においても有機物の分解が進み、森林生態系の養分循環が攪乱される可能性がある。森林では、窒素はもっとも不足しやすい栄養素であり、樹木は種ごとに多様な窒素獲得様式を発達させることで多種共存を維持してきた。温暖化により生態系の養分循環が変化した場合、低地よりも厳しい山岳の生育環境に適応した森林の成長や養分吸収がどのように変化するかを調べた研究は少ない。生態系内の窒素循環量が変化した場合の樹木の窒素利用特性を理解することは、温暖化による森林生態系の変化を予測するために重要である。

2. 研究の目的

本研究では、標高 2000m 以上の平均気温の異なる 3 調査地において、調査地内の土壌中の窒素資源の存在形態と存在量の比、および樹木種ごとの窒素源をそれぞれ明らかにしたうえで、既往研究により明らかになっている過去 50 年間の樹種別の成長速度を調査地間で比較し、温暖化により土壌中の窒素の存在形態や量が増加した場合に生育が旺盛になる樹種と、衰退する樹種を明らかにすることで、温暖化による山岳地域の森林の成長量と種多様性の変化予測を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

調査地は、信州大学西駒ステーションの標高 2000m、2200m、2400m 地点に設置された定点観測プロットとした。これらのプロットでは、年輪年代学的手法により、過去 50 年の樹木の生長履歴が明らかになっている。2019 年 6 月から 9 月に各調査地にイオン交換膜 (PRS プローブ; Plant Root Simulator probe, Western Ag Innovations Inc., Saskatoon, Canada) を設置した。回収したプローブは 0.5M NaCl 溶液で無機態窒素を抽出し、オートアナライザーでアンモニア態と硝酸態窒素濃度を測定した。その後、京都大学生態学研究センターにある微量窒素同位体比分析システムを用いて窒素の形態別に窒素同位体比を測定した。

樹木葉の窒素同位体比は、吸収した土壌中の無機態窒素の割合に応じて変化することが知られている。2019 年 8 月に各調査地に生育する樹木種 3 個体以上から葉を採取し、乾燥・粉碎後に信州大学理学部の同位体比分析装置 (EA/IRMS, Thermo Finnigan, Delta V Advantage interfaced with FlashEA1112 HT, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA) を用いて窒素同位体比を測定した。

上記により、調査地ごとの土壌中の窒素資源の存在形態と存在量の比、樹木種ごとの窒素源の違いを明らかにしたうえで、過去 50 年間の樹種別の成長速度を調査地間で比較することで、温暖化により土壌中の窒素の量や存在形態が変化するのか、またその変化が森林の成長量と種多様性に影響を与えるのかを検討した。

4. 研究成果

標高の異なる調査地間でイオン交換膜に捕集された土壌中の無機態窒素の量を比較したところ、標高 2400m プロットでは、硝酸態窒素に比べアンモニア態窒素の捕集量が多かったのに対し、標高 2200m 以下のプロットでは反対に硝酸態窒素の捕集量がアンモニア態窒素よりも高かった。窒素の分解過程は、有機物からアンモニア態窒素、さらに硝酸態窒素へと変化することから、標高の高い調査地では、有機物の分解速度進まず、土壌中のアンモニア態窒素の割合が高い可能性が考えられた。一方、標高 2000m プロットでは、イオン交換膜に捕集された窒素は硝酸態

窒素のみであり、他のプロットに比べて地上部現存量も大きく、植物の窒素要求量も大きいと考えられ、土壤中に利用可能な窒素が残存していないために捕集量が少ない可能性が考えられた。

樹木葉の窒素同位体比を樹種ごとに標高間で比較したところ、標高が異なっても常に同じ同位体比を示す種（例：オオシラビソ）や、標高の低下とともに窒素同位体比も低下する種（例：クロウソグ）があった。樹木葉の窒素同位体比は、吸収利用している土壤中の窒素源の形態を反映して変化することが知られており、窒素源の同位体比は分解過程が進むと低下することが知られている。つまり、標高の低い調査地では、より分解が進んだ（同位体比の低い）硝酸態が多く存在しており、硝酸態窒素を利用する樹種の葉の窒素同位体比が低下した可能性が高いと考えられる。一方で、土壤中の窒素源の存在比が変化しても、樹木葉の窒素同位体比が変化しない種もあり、このような樹種が窒素源の変化に順応できるかは、さらに検討が必要である。植物の利用している窒素源について、本研究では、より詳細な窒素同位体比分析を試みたが、硝酸態窒素の測定が難しく、成功していない。この点について、継続課題を立て引き続き測定手法の確立と解析をおこなっていく。

以上より、これまで温暖化の影響を受けやすいと考えられながらも、調査が行われていなかった山岳地域の森林について、温暖化により有機物の分解が進み土壤中の利用可能な窒素量は増加するものの、それを利用する樹木の窒素要求量が増加すること、また、分解が進んだ形態である硝酸態窒素を利用する種と、利用しない種がある可能性が高く、土壤中の窒素源の変化が森林構成樹種の窒素に対する競合関係を変化される可能性を示した。温暖化による影響は、気候変動や乾燥化だけでなく、分解者や土壤養分に対する種間関係にも影響を与えるものであり、今後もより正確な将来予測に向けて知見を蓄積していく必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小田あゆみ
2. 発表標題 西駒ステーション亜高山帯常緑針葉樹林における樹木の窒素同位体比の分布
3. 学会等名 日本森林学会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----