

大気由来の窒素負荷と森林からの窒素流出に関する研究

Effect of nitrogen deposition on nitrogen output from the forested ecosystems

大浦 典子 [1]; 新藤 純子 [1]; 戸田 任重 [2]
Noriko Oura[1]; Junko Shindo[1]; Hideshige Toda[2]

[1] 農環研; [2] 信大・理
[1] NIAES; [2] Fac. Sci., Shinshu Univ.

世界で人口増加や経済発展が進む中、化学肥料投入や化石燃料燃焼などの人間活動により、陸上生態系における反応性窒素は増加の一途をたどってきた。これにともない、大気中に放出されるNO_xやアンモニアも増加しており、大気由来の窒素負荷の増加が生態系の窒素循環にもたらす影響が懸念されている。森林は、これまで、水の涵養機能や浄化機能により、安定した水資源を供給してきたが、大気由来の窒素負荷量が大きい都市近郊林では、渓流水への硝酸イオン(NO₃⁻)流出が報告されつつある。

本研究では、森林における窒素負荷と窒素流出との関係を明らかにすることを目的とし、窒素負荷レベルの異なる3つのエリアの6地点で窒素循環量を比較した。生態系への窒素のインプットとして、林内降水によるNO₃⁻およびNH₄⁺の沈着量を測定した。アウトプットとしては、土壌層からのNO₃⁻流出量および林床からの亜酸化窒素(N₂O)放出量を比較した。また、植物-土壌系における内部循環量と比較するために、リターフォールの窒素量を測定した。土壌各層での無機態窒素のフラックスについても測定を行った。これらの測定値を基に、生態系間で窒素循環量を比較した。また、文献値を用い、ヨーロッパの森林データと合わせた比較検討を行った。

各調査地の窒素負荷量は、茨城のマツ林および落葉広葉樹林で、それぞれ29、12 kg N ha⁻¹ yr⁻¹、栃木県奥日光の標高の異なる2つの落葉広葉樹林では、13 - 14 kg N ha⁻¹ yr⁻¹であった。長野県乗鞍岳は、針葉樹林および落葉広葉樹林で、それぞれ2、4 kg N ha⁻¹ yr⁻¹と非常に窒素負荷の小さい地域であった。

50 cm土壌層から下層への硝酸イオン流出量および、林床からのN₂O放出量(年平均)は、窒素負荷の大きい地点で大きい傾向がみられたが、窒素負荷量が10 - 15 kg N ha⁻¹ yr⁻¹の地点で、流出量のばらつきが大きく、有意な相関はみられなかった。

また、A0層浸透水および表層(20 cm)土壌層の硝酸およびアンモニウムイオンフラックスは、温度や降水量などの季節的要因に強く影響を受けるケースがあり、内部循環による窒素の無機化・有機化の過程の寄与が大きいことが示唆された。また、各地のN₂O放出量(年間値)は、表層土壌の無機態窒素のフラックス(年間値)との間に、有意な正の相関がみられた。

内部循環の指標とした、リターフォールによる林床への窒素の還元量は、生育地や樹種の異なる樹林間で、大きく変化した。文献値と合わせた解析では、落葉広葉樹林では、窒素負荷量が大きいほど、リターフォールの窒素量が増加する傾向が顕著であった。一方、針葉樹林では、リターフォール窒素量の増加率は、落葉広葉樹に比べ小さかった。すなわち、窒素負荷量の増加が、内部循環窒素量の増加をもたらしたが、樹林タイプによりその増加のしかたは異なった。

また、林外降水窒素量と林内降水窒素量の関係をみると、落葉広葉樹林に比べて針葉樹林で、樹冠通過による窒素の増加率が大きかった。この結果、大気や降水中の窒素量が同じ環境においても、樹林タイプの違いにより、林内降水による窒素負荷量およびリターフォールの窒素量が大きく異なることが示された。

長期にわたる窒素負荷は、土壌-植物系の内部循環窒素量の増加をともなっており、また、土壌中の無機態窒素の動態は、内部循環に強く影響されている。また、樹林タイプにより、窒素負荷量(林内降水)やリターフォールの窒素量の増加量に偏りがあることが明らかになった。これらを考慮すると、林床への窒素インプットとして、窒素負荷量(無機態窒素)と内部循環窒素量(有機態窒素)の両方を勘案した指標が有効であると考えられた。生態系からの窒素流出経路であるN₂O放出および、土壌からのNO₃⁻流出は、窒素負荷量と内部循環窒素量(葉リターフォール窒素)との合計と、それぞれ高い正の相関を示した。この結果から、森林生態系からの窒素アウトプットは、大気由来の窒素負荷量と系内の内部循環量によって支配されていることが示された。