

森林が使い切れなくなった窒素

立地環境研究領域
 水土保持研究領域
 北海道支所
 四国支所
 九州支所

小林 政広、伊藤 優子、篠宮 佳樹、稲垣 善之
 坪山 良夫、玉井 幸治、清水 貴範、澤野 真治
 橋本 徹
 森下 智陽
 吉永 秀一郎、稲垣 昌宏、壁谷 直記

要 旨

わが国の森林は窒素が不足していると考えられています。ところが、首都圏周辺の山地の渓流水には窒素がたくさん含まれており、この地域の森林では窒素は余っているのではないかといわれるようになりました（窒素飽和現象）。そこで首都圏周辺の森林で降雨や土壌水、渓流水を集めて、その原因を調べました。その結果、森林の中の雨は林外の雨に比べて窒素が多く、この傾向は都心に近い森林ほど強いことがわかりました。これは、大気中に含まれる窒素化合物が風に乗って運ばれ、森林を通るときに葉や枝がフィルターの効果により、窒素が捕捉されたため（乾性沈着）と考えられます。そのため、都心に近い森林ほど窒素が多く流入し、過剰な窒素は溪流に流れ、カルシウムなどのミネラル分も一緒に流出してしまうことがわかりました。

窒素は植物にとって最も重要な養分の一つです。わが国の森林は窒素肥料をまくと成長が良くなることから、窒素が不足していると考えられてきました。しかし近年、首都圏周辺の山地では渓流水の窒素濃度が高いことがわかってきました。これら都市域の森林では窒素化合物を含む汚染された空気が都市から流れ込むため、窒素が余ってきたのではないかとわれています。その実態を明らかにするため、首都圏周辺の森林で（図1）、降雨等による窒素の流入と溪流への窒素の流出、土壌中の窒素の移動などを調べました（写真1）。

結果

雨によって森林に流入する窒素の量は、森林の中と外では異なっていました（図1）。特に、都心に近い東京西部の多摩のスギ林や茨城県南部の筑波のヒノキ林では、森林の中の雨に含まれる窒素の量は森林の外の雨より著しく多くなっていました。これは、車の排ガスやアンモニア肥料などに由来する窒素化合物が森林に流れ込んで樹木の枝葉に付着（乾性沈着）し、雨で洗い落とされるためと考えられます。

都心から遠い茨城県北部の桂と都心に近い筑波について、森林内の窒素移動量を比較しました（図3）。桂では、窒素の流入が少なく、土壌中を流れる水（土壌水）の窒素濃度は低く、土壌の深部に到達する窒素の量はわずかでした。一方筑波では、土壌の深部にも多量の窒素が流れてくることがわかりました。渓流水に流出する窒素の濃

度は、筑波では窒素飽和の上限値とされる1 mg/L を超えていました。年間の窒素流出量を計算すると、桂では1ヘクタール当たり2kg 程度と少ないのに対して、筑波では1ヘクタール当たり10kg 以上ありました。なお、土壌水、渓流水の窒素はほとんどが硝酸イオンでした。多量の硝酸は、土壌を酸性化し、土壌中のミネラル分を流出させます。実際、筑波の森林では、桂の3倍近いカルシウムイオンが流出していました。

養分の流出は森林成長を低下させることが懸念されます。そこで桂と筑波の樹木の成長量を調べました。筑波でも森林の成長は旺盛であり、樹木が窒素を十分吸収していることがわかりました。筑波の森林では森林が必要とする以上に多量の窒素化合物が流入し、使い切れなくなっていると考えられました。このような窒素の流出量は森林への窒素の流入量と樹木が利用する土壌の無機窒素の生成量から予測できることもわかりました。

首都圏周辺の森林における多量の窒素流入が続いた場合、ミネラル分の流亡とともに、溪流を通じて湖沼や海洋へ窒素が流出し、水生生物への影響や富栄養化などにつながることが危惧されます。この状態を改善するにはどうしたらよいのでしょうか。一つの手段は、間伐を行って枝葉の量を減らしフィルターの効果を弱めることです。これにより、枝葉に付着する大気汚染由来の窒素化合物を減らせると考えられます。過密な人工林を間伐することは、環境影響の緩和にも効果があると期待されます。



図1 観測地点の位置
都心からの距離の異なる森林を対象にしました。

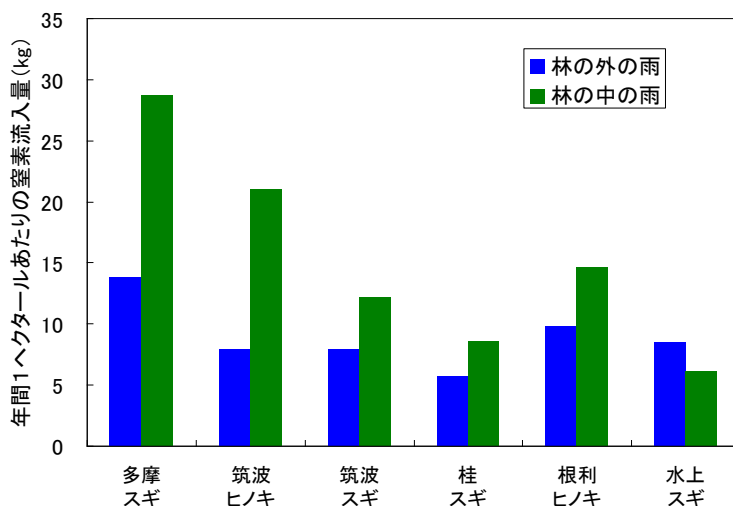


図2 林の外と中で測った窒素流入量
都心に近い筑波や多摩で特に林の中の雨で流入する窒素の量が多い。

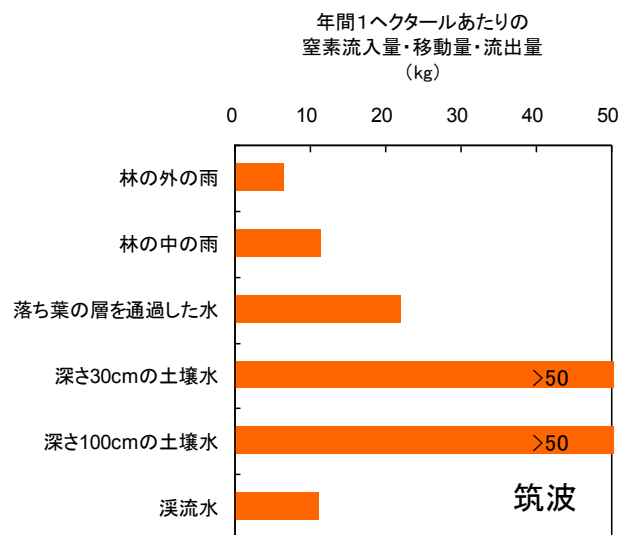
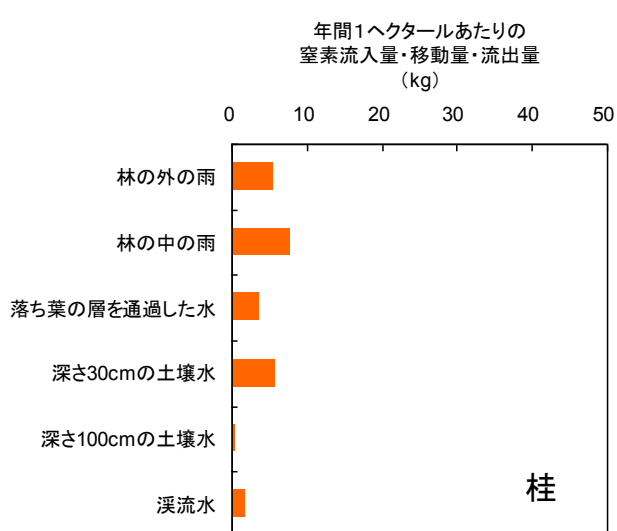


図3 桂と筑波のスギ林における窒素流入量・移動量・流出量
都心に近く窒素化合物の流入が多い筑波では、土壌中の窒素移動量、渓流水としての窒素流出量がいずれも大きい。



写真1 試料採取の様子 画面左のロートとタンクは森林の中の雨の採取装置。画面奥のボトルは地中から土壤水を吸引採取する装置。