

窒素飽和森林からの塩基カチオン流出について Possibility of base cation depletion in nitrogen saturated forest

越川 昌美^{1*}; 渡邊 未来¹; 村田 智吉¹; 林 誠二¹

KOSHIKAWA, Masami K.^{1*}; WATANABE, Mirai¹; MURATA, Tomoyoshi¹; HAYASHI, Seiji¹

¹ 独立行政法人国立環境研究所

¹ National Institute for Environmental Studies

演者らは、これまでに陸水中のAlの形態別分析を行い、無機態(加水分解種と無機錯体の和)、有機錯体、コロイド態のAl濃度と酸性アニオン(硝酸イオンおよび硫酸イオン)や塩基カチオン(Ca, Mg, Na, K)の溶存濃度の関係を調べてきた。国内の4地域(茨城県筑波山流域、北海道泥川流域、新潟県三面川流域、東京都多摩川流域)で実施した観測結果を総合すると、いずれの形態のAl濃度も酸性アニオン濃度と相関を示さないのに対して、Ca濃度が酸性アニオン濃度と相関を示すことから、これらの調査地では酸性アニオンの流出に伴ってCaをはじめとする塩基カチオンが流出するという酸性化の初期段階であると考えられた(Koshikawa et al., Appl Geochem, 22, 1209-1216, (2007))。そこで、高濃度の硝酸イオンが森林生態系から溪流に流出する(窒素飽和している)状態が1980年代後半から25年以上持続している茨城県筑波山流域(渡邊ら, 日本陸水学会第76回大会講演要旨集, 195, (2011))において、Caの供給源および流出過程を解析し、Ca流出が進行して森林生態系の必須元素であるCaが欠乏する可能性に注目した研究に着手し、以下の結果を得た。

1) 渓流水中Ca濃度と集水域地質の関係: 筑波山の39集水域において、渓流水中の全Caに占める降水由来Caの割合を、Cl濃度を指標として算出したところ、渓流水中の降水由来Caが全Caに占める割合は平均19%であり、渓流水中のCaの大半が母材風化由来であった。降水由来Caの割合は、変成岩(33%)と花崗岩(21%)の方が斑礫岩(9%)よりも高かった。従って、変成岩と花崗岩の集水域では、母材風化由来Caの寄与が比較的小さく、Ca欠乏の可能性が斑礫岩よりも高いと考えられた。

2) 渓流水中Ca濃度の長期比較: 1980年代に渓流水質観測が行われた筑波山の集水域(平田・村岡, 水工学論文集, 35, 105-110, (1991))において、2010年代の渓流水中Ca濃度が1980年代と比べ、どの程度変化しているかを明らかにするため、降水および渓流水のCa濃度を観測し、約25年間の変化を比較した。渓流水のCa濃度は、年平均値(1.6倍)も平水時平均値(1.7倍)も、2010年代が1980年代より高くなっていた。一方、林外雨のCa濃度は、1980年代の0.6倍に低下していた。林外雨のCa濃度が低下しても渓流水のCa濃度が上昇した一因として、渓流水中の硝酸イオン濃度が上昇しているため、陰イオンである硝酸イオンが、陽イオンであるCaを伴って流出している可能性が考えられる。実際、この集水域で2010年代に観測した土壌溶液中の硝酸イオン濃度とCa濃度は高い相関($r=0.94$)を示した。

3) Sr同位体比を利用した渓流水中Caの起源解析: 花崗岩を母岩とする集水域を流れる溪流の上流、中流、下流において、渓流水のSr同位体比を分析した。その結果を、SrおよびCaの供給源と考えられる降水・花崗岩・火山灰(約3万年前に赤城山の噴火に伴って筑波山地域に降下した火山灰)のSr同位体比と比較し、渓流水中Srの起源(Caの起源も同様と考えられる)を解析したところ、火山灰由来Srの寄与は上流地点で高く、流下に伴って低下した。上流地点では集水域土壌がSrおよびCaの供給能が高い火山灰を多く含むため、渓流水中のSrおよびCaの濃度が高いと考えられた。(本研究におけるSr同位体分析は、H24年度総合地球環境学研究所「同位体環境学」共同研究「Sr同位体比を用いた森林生態系の塩基カチオン動態解析」(研究代表者 越川昌美、共同研究者 中野孝教)の一環として実施した。)

今後は、欧米の一部地域で報告されている、酸性アニオン濃度上昇に伴うCa濃度上昇が或る時期を境にCa濃度低下に転じる現象(Fernandez et al., Environ Monit Assess, 171, 149-161, (2010))が筑波山流域でも観測される可能性に注目して、観測を継続する予定である。また、日本の森林土壌における火山灰の機能については、有機炭素(Imaya et al., Soil Sci Plant Nutr, 56, 734-744, (2010))や硫黄化合物(Tanikawa et al., Geoderma, 197-198, 1-8, (2013))の吸着保持能に関する研究が行われているが、Caなど塩基カチオンの供給機能に着目した研究は行われていないことから、集水域全体に不均一に分布する火山灰が渓流水にCaを供給する機能を、Sr同位体比を利用して定量評価する研究を計画している。

キーワード: カルシウム, 硝酸イオン, Sr同位体比, 渓流水, 土壌溶液

Keywords: Ca, nitrate ion, Sr isotope, stream water, soil solution