

北海道北部の森林河川近傍の間隙水域での小出水時における地下水の溶存窒素動態

Dissolved nitrogen dynamics in groundwater in a riparian hyporheic zone during a small storm in a forested basin in northern Japan

柴田 英昭[1], 中村 太士[2], 菅原 修[3]

Hideaki Shibata[1], Futoshi Nakamura[2], Osamu Sugawara[3]

[1] 北大・農, [2] 北大・院・農, [3] 北大・農・砂防

[1] Facul. of Agric., Hokkaido Univ., [2] Graduate school, Agric., Hokkaido Univ., [3] Erosion Control, Hokkaido Univ

<http://www.agr.hokudai.ac.jp/exfor/>

北海道北部の森林河川近傍における間隙水域での溶存窒素動態について小出水時の経時変動解析により間隙水域の溶存窒素ソース・シンク機能の評価を行った。

プロット内に25カ所の井戸を設置し、地下水観測および地下水の成分分析を行った。河川水、地下を経時的に採取し、溶存窒素濃度を分析した。地下水中の水移動モデル(MODFLOW)を適用し、間隙水域内の溶存窒素フローを算出した。アンモニウム態窒素(NH₄-N)は地下水中の主要な溶存窒素であり、間隙水域から河川へと正味流出していた。河川近傍の間隙水域は河川および斜面からの硝酸や有機態窒素を一時的に貯留し、NH₄-Nへ変換した後に河川へと供給する機能を有していることが明らかとなった。

河川生態系において陸上生態系からの栄養塩供給は生態系を維持する上で非常に重要である。河川への栄養塩供給は陸上生態系の物質循環のアウトプットであり、大気や風化によって陸上生態系へ流入した物質が土壌・植生系での循環プロセス(養分吸収、落葉・落枝、有機物分解など)を経て、最終的に河川へと到達するものと考えられている。一方、河川近傍の河川・森林移行帯における研究では、河畔林からのリターの直接落下や林冠からの落下昆虫などが河川生態系へのエネルギー源として重要であるという評価が高まってきている。河川近傍に位置する砂礫帯には河川水と地下水とが混合している空間が存在し、間隙水域としてその構造および機能評価に注目が集まっている。古くは水棲生物の育成空間としての間隙水域の重要性に関する研究から始まったものの、現在では森林と河川とをつなぐエコトーンとして栄養塩や炭素の貯留・変換機能や河川への物質ソース・シンク機能評価に関する研究が盛んに行われている。河川生態系の物質生産や養分循環を明らかにする上でも間隙水域が河川への栄養塩供給に対してどのような機能を果たしているのかを明らかにすることは非常に重要である。しかしながら、間隙水域の栄養塩シンク・ソース機能を明らかにするためには河川近傍における地下水の成分濃度解析のみならず地下水の水移動量を定量的に評価しなくてはならず、これまでは研究の多くは定性的な議論に留まっていた。近年、地下水の水移動に関する物理モデルを利用することによって水および物質の移動フローを定量的に評価しうるツールが用いられはじめて来た(Wondzei and Swanson 1996a, 1996b)。本研究ではそれらの方法を参考にして、北海道北部の森林河川近傍における間隙水域での溶存窒素動態について小出水時の経時変動解析により間隙水域の溶存窒素ソース・シンク機能の評価を行った。

研究は北海道北部の北海道大学農学部附属雨龍地方演習林内のカルウシナイ実験プロットにて行った。プロット内に25カ所の井戸を設置し、地下水観測および地下水の成分分析を行った。また、プロット内土壌の現地飽和透水係数をスラッグ試験法(Bouwer, 1989)を用いて調査した。基盤までの土層厚は電気探査法を応用して推定した。降水量ならびに隣接河川の水位を転倒マス式降雨量計、圧力式水位計およびデータロガーを用いて連続観測した。河川水、地下を経時的に採取し、溶存窒素(硝酸態窒素、アンモニウム態窒素、全窒素)濃度を分析した。溶存有機窒素(DON)濃度は溶存全窒素から硝酸およびアンモニウム態窒素を差し引くことによって求めた。地下水中の水移動モデルを物理式より推定できるMODFLOWモデル(McDonald and Harbaugh AW, 1988)を適用し、間隙水域内の水移動量を定量化し、その水フローに溶存窒素濃度を乗じることによって窒素フローを算出した。間隙水域を2つのコンパートメントに分離し、平水時ならびに出水時における窒素収支を定量化し、溶存窒素動態に対する間隙水域の役割について考察した。

観測した8月の小出水に伴い、近傍斜面から間隙水域への流入水量は出水前の約1.7倍に増加した。また、斜面からの浸透水としての溶存有機窒素およびアンモニウムは河畔域への主要な窒素インプットであった。溶存有機窒素は間隙水域においてアンモニウム態窒素へ無機化されることによって消費されていた。アンモニウム態窒素は地下水中の主要溶存窒素であり、平水時、出水時ともに間隙水域から河川へと正味流出していた。硝酸は間隙水域における微生物や植生の取り込みによって消費されているものと考えられた。以上の結果から河川近傍の間隙水域は河川および斜面からの硝酸や有機窒素を一時的に貯留し、アンモニウム態窒素へ変換した後に河川へと供給する機能を有していることが明らかとなった。