

放牧草地小流域における土壤水中および河川水中硝酸態窒素濃度とその空間変動

Nitrate nitrogen concentrations and their spatial variation of soil and stream waters in grassland-dominated watershed

山本 博^{1*}, 佐々木寛幸¹, 中尾誠司¹, 杉崎孝一郎², 小玉浩², 田村俊和²

Hiroshi Yamamoto^{1*}, Sasaki Hiroyuki¹, Nakao Seiji¹, Sugizaki Kouichirou², Kodama Hiroshi², Tamura Tosikazu²

¹農研機構畜産草地研究所, ²立正大学地球環境科学部

¹NILGS, NARO, ²Grad., Geo-env. Sci., Risho Univ.

1. はじめに

畑地や草地での施肥窒素が流域を通して排出される状況は、流域内での過剰施肥量や土地利用率との関連で実態が解明されてきた(田淵ら1995; 嶋ら2001; Hatano et al.2005)。この施肥養分の移動は流域のなかでは窒素の硝化・脱窒の形態変化、作物・植物の吸収、流域斜面での移動、谷部での集積・希釈などの様々の過程を含んでいる。そこで、実態解明をさらにすすめる過剰窒素軽減方策の検討のためには、流域内の上流から下流へ、また農地から林地、河川への物質の移動過程の追跡が必要である。本研究では草地を含む傾斜小流域を対象に、施肥を起源とする窒素の動態を土壤水および河川水の面から解明し、施肥管理が異なる流域内での窒素濃度の空間変動、および流域からの窒素排出量を推定することを目的とする。対象とする草地は長野県東部の浅間山山麓に位置する。

2. 方法

調査流域として、放牧利用されている草地を主体とする二つの流域(御代田流域(部分流域C, D, E)と浅麓流域(部分流域H, I))、および比較対照のための二つの森林流域(F, G)を選定した。ここで、測点をC, D, E, F, G, H, Iで表し、その上流の流域名をこれらの測点名を付けて呼称する。流域の地質は安山岩質溶岩、凝灰角礫岩からなり、地表は最大厚さ4-5mの降下火山噴出物で覆われ、土壤はこれを母材とする腐植質黒ボク土で構成される。地形は火山原面を残した尾根とそれを開析した谷とからなる。御代田C流域(面積35.73ha)における土地利用は草地51.7%、林地34.2%、畑地12.3%、その他1.8%である。草地では黒毛和種肉用牛が放牧され、窒素施肥量は97kg/ha/yである。畑地ではレタス等が栽培されN施肥量は156kg/ha/yである。浅麓H流域(面積46.10ha)の土地利用は草地38.4%、林地61.6%で、草地の窒素施肥量は42kgN/ha/yで、ホルスタイン種育成牛が放牧される。森林流域は全て林地からなる。

これらの流域において農地・林地の土壤水、および流域内で湧出する河川水に含まれる硝酸態窒素などの水質成分を測定した。採水および河川水の流量測定は月1~2回の頻度で行った。

3. 結果と考察

1) 窒素濃度

草地における土壤水中(100cm深)の硝酸態窒素濃度は、御代田流域では0.12~82.8 mg/L、浅麓流域では0.7~7.3 mgN/Lで、施肥量に対応するとともに谷や尾根の位置による空間変動が大きい。施肥草地の谷部では硝酸態窒素濃度は下流方向に増加する。無施肥草地及び林地の谷部では硝酸態窒素が減少する傾向にある。この減少は地形的には谷に沿う下流方向に、また流域面積の増加とともに生じている。しかし、この変化率は湿地と比べると小さい。

河川水中の硝酸態窒素の時期ごとの濃度は、変動は少ないが多量の降水の後では高まる傾向に

ある。濃度の平均は、御代田流域ではC : 2.2 mg/L、D : 1.6 mg/L、E : 1.9 mg/Lで、その変動は湧水のCで大きい。浅麓流域ではH : 0.4 mg/L、I : 0.3 mg/Lで、森林流域の濃度 (F : 0.5 mg/L、I : 0.3 mg/L) と同程度で、変動も小さい。草地流域では土壌水中の比較的高い硝酸態窒素濃度が河川へ流出する際に、御代田流域では約2 mg/Lの濃度にまで、また浅麓流域では森林流域の河川水と同様な濃度にまで低下する。

イオン収支の面からは、陰イオンのモル濃度の和と陽イオンのモル濃度の和はきわめてよく一致した。陽イオンではカリウムとカルシウムが主な変動を示しており、硝酸イオンの増加に伴い陽イオンのカリウムとカルシウムが溶出しているものと判断される。また無施肥区より下流方向の草地・林地の土壌水および河川水では、硝酸イオンの減少に伴って炭酸水素イオンの増加が生じており、脱窒の過程が推定された。

2) 窒素排出

御代田流域 (C,D,E) において河川流出される年間水量は、湧水Cでは10mmと少なく、平水時の流出率は1.3%であるが、D、Eは101、98%と大きい。これは流域外からの地下水としての流入が推定される。御代田流域では、こうした陸水の流動条件下においてD,Eの測点で13~14kg/ha/yの窒素が河川から排出されており降水と施肥による投入窒素のうち、19~22%が排出されていることがわかった。

以上から、放牧草地を主体とし窒素97kgN/ha/yが施用される傾斜小流域では平均1.6mgN/Lの濃度で硝酸態窒素が河川から排出されるのに対し、42kgN/ha/yで施肥される流域では0.4mgN/Lの濃度で排出され、森林流域と同程度に低くなることが明らかとなった。またその低減には脱窒過程が推定された。

キーワード:硝酸態窒素,土壌水,河川水,草地,林地,流域

Keywords: Nitrate, Soil water, Stream water, Grassland, Forest, Watershed