

草地・林地からなる排水域谷底土壤中を移動する窒素濃度の推計 An estimation of nitrate concentration of soil water in a valley bottom of pasture-dominated drainage basin

山本 博^{1*}, 佐々木寛幸¹, 中尾誠司¹, 杉崎孝一郎², 徳永英二³
Hiroshi Yamamoto^{1*}, Sasaki Hiroyuki¹, Nakao Seiji¹, Sugizaki Kouichirou², Eiji Tokunaga³

¹ 農研機構畜産草地研究所, ² 軽井沢地理研究会, ³ 中央大学

¹National Institute of Livestock and Gras, ²Karuizawa Physical Geography Society, ³Chuo University

1. 目的

硝酸態窒素による土壌水, 地下水, 河川水における汚染は, 1960~1970年代から継続して生じており, 依然として地下水の濃度は環境基準値を超えている。農地におけるその対策として, 土壌中の窒素の形態変化, 作物吸収, 移動などの動態を組み込んだモデルの検討がされている (Johnsson, H. et al., 1987; van der Burgt G.J.H.M., et al. 2006)。これらのモデルは, 施肥窒素の土壌中での鉛直移動する過程でのモデル化であり, 土壌中の移動 (中村・取出, 2007) および植物との相互作用を含めた変動 (前田, 2008) へ適合する。

窒素の空間移動については, 多くの研究がされてきており, 土壌中から地下水帯におよぶ側方への移動について移動速度や滞留時間との関係での整理がされている (Seizinger et al., 2006; Rivett, et al., 2008; Creed and Beall, 2009)。しかしモデルやパラメーターの検討はまだ十分ではないようである。放牧草地は, 中山間地において比較的広い面積を利用していることから, 施肥窒素が草地から下流に与える影響を推計し評価することが, 資源活用と環境保全のために必要である。そこで, 本研究では傾斜地に位置するおもに草地・林地とからなる流域を対象に, 施肥を起源として空間移動する窒素濃度の大きさを推計することを目的とする。

2. 方法

1) 試験地の概要: 放牧利用を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 (流域 H)) を選定した。流域の土壌は腐植質黒ボク土で構成され, 地形は連続した谷と尾根とからなる。御代田 C 流域 (面積 35.73ha) における窒素施肥量は 97kg/ha/y である。浅麓 H 流域 (面積 46.10ha) の草地窒素施肥量は 42kgN/ha/y である。草地の一部は無施肥で管理し, 下流に林地が配置されている。

2) 試験方法: 草地流域内の尾根型斜面および谷底面において土壌水を採取し, 硝酸態窒素などの水質成分を測定した。また草地流域, 林地流域における湧水および河川水の流量とその水中に含まれる硝酸態窒素などの水質成分を測定した。測点の地形量は, 谷における測点では流域下流から上流方向に谷に沿って測定した水平距離 x (m) で表す。また斜面の測点は谷の位置から斜面の落水線に沿って斜面上方に沿って測定した水平距離 y (m) で表す。

3. 結果の概要

1) 草地流域内での窒素濃度変動

土壌水中の硝酸態窒素濃度は, 施肥草地の尾根型斜面では, 50cm 以深で平均 3 mg/L 以下と少ないのに対し 20cm 深では平均 14 mg/L で大きく, 斜面表層での窒素の側方移動が推定される。谷底面では, 100cm 深濃度は中下流部で増え下流に向かって減少する。谷底面の無施肥草地・林地における硝酸態窒素濃度は下流からの距離 x に沿う低減の平均は 0.0048 /m である。

2) 流域内を移動する窒素濃度の推計

多くの窒素の鉛直移動モデルで予測式として用いられる反応速度式を空間移動に拡張して, 谷底に沿う硝酸態窒素濃度の変動を推計した。施肥のアンモニア態窒素が硝酸へ変化することによる硝酸の増加定数を 0.0040 /m とし硝酸の脱窒・植物吸収などによる低減定数を 0.0048 /m とし, また斜面からの窒素が谷底の水路に周囲から集積するとして初期濃度を与えた場合の予測値は, 施肥窒素量のことなる小流域における施肥・無施肥の管理に対して実測値にほぼ適合した。黒ボク土からなる放牧草地での検討結果であり, ことなる土地, 牧草, 家畜からなる条件での検討はまだである。反応速度式に用いられた空間変動パラメーターについての広汎な検討が必要である。

4. まとめ

草地小流域における土壌水中の硝酸態窒素濃度は, 谷底では中流部で増加し, 下流の無施肥区・林地では減少する。この谷部での土壌水中の硝酸態窒素濃度変動に対して, 空間に拡張した反応速度式を用いると, 濃度値がほぼ予測できることが確認される。

Keywords: Nitrate, Transport model, Soil water, Pasture, Forest, Drainage basin