

深層土壌調査に基づく水及び硝酸態窒素の浸透流出特性の予測 Predicting water and nitrate discharge rates using deep soil survey data

中野恵子^{1,2}, 大倉利明¹, 亀和田國彦³, 加藤英孝¹

Keiko NAKANO, Toshiaki OHKURA, Kunihiko KAMEWADA, Hidetaka KATOU

1. はじめに 農耕地からの硝酸態窒素(NO_3^- -N)の溶脱による地下水汚染の危険性を評価するには、栄養塩類の表面収支だけでなく、土壌表面から地下水面などの流出面に到るまでの深層土壌の土層層序および物理的・化学的性質に基づいて、硝酸態窒素の浸透流出特性を予測することが必要である。しかし、従来の土壌調査は地表からたかだか深さ1 mまでを対象として行われることが多く、より深層の土壌については、採取が困難なこともあってデータ自体がきわめて少ない。本研究では、栃木県思川流域を対象として深層土壌調査を行い、得られた物理的・化学的性質に関するデータから水及び NO_3^- の土層内移動時間を予測し、それらの浸透流出特性の評価を行った。

2. 調査方法 栃木県思川流域に分布する山地斜面、崩積斜面、河岸段丘面及び低位段丘面の計15地点で深層土壌調査を行った。油圧式深層土壌採取装置(サンプリングドリルSD-500, 藤原製作所製)を用いて深さ5 mまで直径5~10 cmの不攪乱土壌試料をポリ塩化ビニル製長さ25 cmの円筒に採取した。試料は密閉して実験室に持ち帰り、断面形態記載後、体積含水率、乾燥密度および1:5水抽出性陰イオン含量を測定した。

地下水面、礫層または深さ5 mのうち最も浅く位置するものを流出面と考え、土壌に浸入した水および土壌表面に存在した NO_3^- が土層内の任意の深さ z' (m)に達するのに要する時間 t' (y)を求めた($z' \geq z_p$, ただし z_p は流出面の深さ(m))。水および NO_3^- が深さ z' に達するのに要する正味の浸透水量 I (m)を

$$I = \int_0^{z'} R \theta dz$$

の関係から求め、それを年間の正味浸透水量で除して t' とした。ただし、 θ は土壌の体積含水率($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$), R は陰イオン吸着による遅延係数(水移動では $R=1$)。計算にあたって、 θ には実測値を、 R には主要な土層ごとに推定した値(軽石層, 軽石混層, ローム層ではそれぞれ $R=2.4, 1.3$ および 1.8)を用いた。年間の正味浸透水量は、鹿沼市の年降水量1690 mmからThornthwaiteの方法で推定した年蒸発散量720 mmを差し引いた値970 mmとした。

3. 結果

3.1 思川流域に分布する地形面の土層構成

思川流域に分布する地形面の土層構成は、鹿沼軽石層と礫層の有無により類別される。鹿沼軽石層の出現地点(図1)では、それより上層にローム層のほか、七本桜軽石層・今市軽石層が見られる場合もあった。これらの軽石層およびローム層は体積含水率が比較的高く、 NO_3^- 吸着能もみられた。一方、礫層出現地点(図2)では、聞き取り調査によれば、大雨時に礫層に相当する深さから水の流出が見られることから、礫層が水および NO_3^- の流出面になると考えられる。表層から礫層に至るまで、体積含水率・遅延係数ともに小さい砂礫混じりの層が存在した。

1 農業環境技術研究所 National Institute for Agro-Environmental Sciences, 2 現在九州沖縄農業研究センター National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, 3 栃木県農業試験場 Tochigi Prefectural Agricultural Experiment Station Key Words 地下水汚染, 深層土壌調査, 硝酸態窒素, 浸透流出

3.2 思川流域の代表的地形面における水および硝酸態窒素の浸透流出時間

水および NO_3^- の浸透流出時間は地形面・土層構成による違いが大きかった。断面内を通じて体積含水率の大きい鹿沼軽石層出現地点(図1)では、深さ5 m に到達するのに水は3.4年、 NO_3^- は6.4年かかると推定された。地下水面は5 m より下層にあるので、地下水に達するにはさらに時間がかかると予想される。一方、礫層出現地点(図2)では、流出面である礫層(深さ1.5 m)に水が到達するのに要する時間は0.7年、 NO_3^- は1.0年と推定された。

いずれの地点でも、実測した体積含水率は土層ごとに比較的変動の小さな値を示したことから、土層構成が分かれば、断面内の体積含水率分布を推定し、水および NO_3^- の浸透流出時間の予測に用いることができると考えられる。以上から、思川流域では鹿沼軽石層および礫層を鍵の層としてその分布範囲と土層内での出現深さを推定することにより、 NO_3^- の浸透流出特性を面的に分類できると結論された。

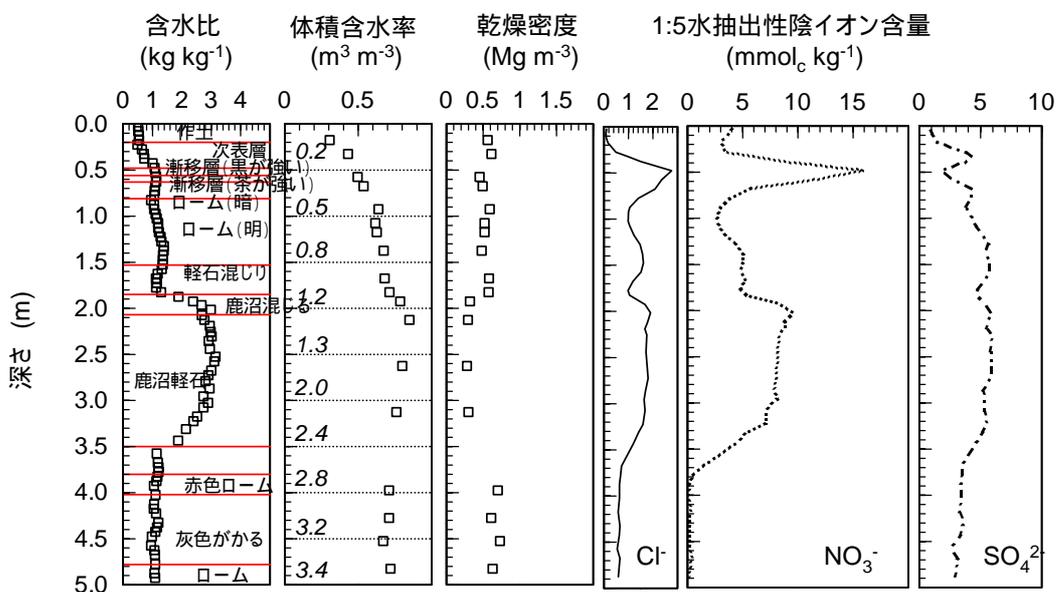


図1 鹿沼軽石層出現地点における乾燥密度，水分含量および水抽出性陰イオン含量の分布(低位段丘面上の畑地の例)．斜体の数字は土層内各深さまでの水の推定到達時間(y)．

Bulk density, water content, and water-extractable anion contents in a soil profile having Kanuma pumice layer.

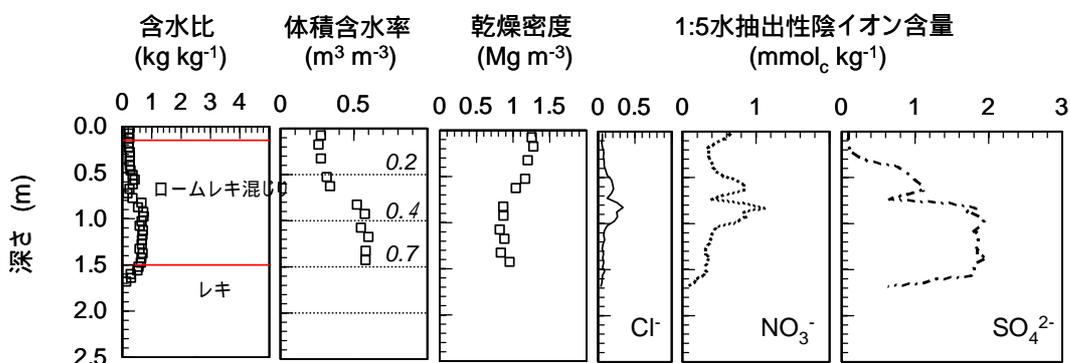


図2 礫層出現地点における乾燥密度，水分含量および水抽出性陰イオン含量の分布(崩積斜面上の畑地の例)．斜体の数字は土層内各深さまでの水の推定到達時間(y)．

Bulk density, water content, and water-extractable anion contents in a soil profile having gravel layers.