

黒ボク土下層部における硝酸態窒素の集積

10108068 坂元 亮介

1. 背景

湧水や地下水の硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) の起源を特定する際、窒素の安定同位体である ^{15}N の存在比 ($\delta^{15}\text{N}$) が有力な手掛かりとなり得る。しかし、この $\delta^{15}\text{N}$ による供給源の推定が実際の土地利用を反映していないケースがある。

周辺を大学の農場や宅地に囲まれた天神谷戸 (神奈川県藤沢市石川付近) の谷頭部には湧水が二箇所あり、 NO_3^- の汚染が確認されている¹⁾。 NO_3^- の平均濃度は、2009 年 6 月～2010 年 12 月において、26.3 mgN/L と 18.2 mgN/L であった。湧水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ の $\delta^{15}\text{N}$ が平均 6.5‰であり、汚染源を周辺の農地で施用された肥料であると寺田¹⁾は推察した。しかし、藤富²⁾が大学内で施用されている全ての肥料について調査したところ、全窒素の $\delta^{15}\text{N}$ は平均 1.2‰であり、湧水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ との差が 5‰を上回ることが判明した。

そこで $\delta^{15}\text{N}$ の不一致は、土壌内での NO_3^- の挙動が影響を及ぼしていると考えた。大学周辺に分布している土壌は、アロフェン質黒ボク土 (以下、黒ボク土) である。黒ボク土は有機物の含有量が高いことが知られている。藤富²⁾によると学内圃場と周辺の畑地の表層土における全窒素の $\delta^{15}\text{N}$ は平均 7.1‰であった。この有機物の酸化で生成する NO_3^- の寄与を考える必要がある。田村ら³⁾の研究によると黒ボク土の下層土で NO_3^- を吸着する能力があると報告している。以上の点から、作物に吸収されなかった肥料由来の NO_3^- と、土壌有機物に由来する NO_3^- が土壌の下層部に吸着・集積される過程で NO_3^- の $\delta^{15}\text{N}$ が湧水中で確認されている 6.5‰となると仮説を立てた。

2. 目的

本研究では、仮説を検証するため黒ボク土下層部における NO_3^- の集積が起こるかについて検証することにした。対象土壌は、自然状態のものと、人為的な影響を受けているもので分類した。なお、畑地土壌に関しては、施肥の期間や作物の種類等の影響を考慮する必要があるため、今回は除外した。

3. 研究方法

3.1 試料

自然条件下での集積を確認するため、大学周辺の林地 St.A ($35^\circ 22' 58.296''\text{N}$, $139^\circ 27' 44.226''\text{E}$) の黒ボク土を、CLS 土壌圏化学研究室が作製した土壌断面 (深さ約 2.6 m) から採取した。サンプリングは季節的な変動を追うため、2012 年 11 月、2013 年 3 月、5 月、9 月、12 月の計 5 回行った。

人為的な影響を受けている土壌として、アスファルト被覆された黒ボク土の採取を 2012 年 5 月に行った。採取場所は、日本大学生物資源科学部の 1 号館駐輪場 (St.B1) と 3 号館駐車場 (St.B2) において、新校舎建設に伴う埋蔵文化財調査により作製された土壌断面 (深さ約 2 m) から採取した。

3.2 土壌分析

層位ごとに採取した土壌は、湿潤土の状態で行った。測定項目は、含水率、水抽出による pH (1:2.5 抽出, pH メータ)、EC (1:5 抽出, 電気伝導度計)、陽イオン (Cation) 及び陰イオン (Anion) 濃度 (1:5 抽出, イオンクロマトグラフ) について測定した。交換態 NH_4^+ は 2 mol/L KCl 抽出 (1:10 抽出) を行い、フローインジェクション (FIA) により測定した。St.A (2012 年 5 月) のみ、110 °C で乾燥させた土壌を元素分析装置に連結した質量分析計で、全窒素 (TN) と全炭素 (TC) の濃度と安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$) を測定した。

3.3 NO_3^- 吸着実験

『見かけの塩吸収』とは、変異荷電土壌に塩溶液 (例として $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ とする) を添加すると、大きな pH の変化を伴わず、Cation (Ca^{2+}) と Anion (NO_3^-) が互いに当量的に吸着される現象である。この時、 Ca^{2+} は陽イオン吸着基 ($-\text{SiO}^-$) に、 NO_3^- は陰イオン吸着基 ($-\text{AlOH}_2^+$) にそれぞれ吸着される。アロフェン質黒ボク土下層土では、この見かけの塩吸収のメカニズムが働いている。そこで、 NO_3^- の吸着能力を評価するため、田村ら³⁾の方法を一部改変して実験を行った。

実験方法は、脱塩水で NO_3^- を溶脱させた土壌に 0～7 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 溶液を添加し、平衡状態に