

## 下総台地北西部における地下水汚染に及ぼす人間活動の影響 窒素・硫黄安定同位体比による解析

### Geochemistry of nitrate nitrogen pollution groundwater in the Shimousa Group, Chiba Prefecture

# 村松 容一 [1]; 荒井 寛未 [1]; 近藤 史也 [1]; 大城 恵理 [1]; 千葉 仁 [2]

# Yoichi Muramatsu[1]; Hiromi Arai[1]; Fumiya Kondo[1]; Eri Oshiro[1]; Hitoshi Chiba[2]

[1] 東理大・理工; [2] 岡大・理学部

[1] Fac.Sci. and Tech., Tokyo Univ.Sci.; [2] Dept. of Earth Sci., Okayama Univ.

【目的】田畑への施肥, 家畜排泄物, 生活排水の過剰投与など多岐にわたる硝酸性窒素による地下水汚染の負荷削減策を講ずるに当たっては, 主要な窒素発生源を特定するとともに, 地下水への混入機構を明らかにする必要がある。千葉県が野田市で実施した15地区の水質測定結果によれば, 全井戸で硝酸性窒素濃度が環境基準値を超過し, とくに深度20mより浅い帯水層に賦存する第1地下水の汚染は深刻な状況にある(村松ほか, 2006)。今回, この第1地下水を野田市全域で採取するとともに, 定点長期連続採水を実施し, 主成分および窒素・硫黄同位体比を分析した。さらに, 代表的な化学肥料および合成洗剤水溶液の成分・同位体比分析を実施した。これらの結果に基づいて, 二次元的な地下水汚染の実態を明らかにするとともに, 硝酸性窒素の発生源, および土壌からの窒素溶脱分の地下水への混入機構を考察した。

【方法】第1地下水を2006年に21地点で採取するとともに, 江川地区の1地点で2007年8月から1年間にわたり週1回の周期で採水した。現地では水温, pH, 電気伝導度を測定した後, 500mLのポリエチレン瓶に採水し, 各種溶存化学成分を分析した。地下水の分析項目と方法は次の通りである。水温, pH, 電気伝導度はpHメータを用いた。HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>は容量法によって総アルカリ度として算出し, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度に換算した。その際, アルカリ度はpH4.8酸消費量として, MR-BCG混合溶液指示薬で硫酸標準溶液による滴定法で実施した。Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, F<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>はイオンクロマトグラフを用いた。また, 市販の代表的な2種類の洗濯用と1種類の台所用合成洗剤をミリQ水に溶かして, 上記の地下水分析法で分析した。さらに, 地下水, 合成洗剤, 化学肥料と原料の窒素同位体比と硫黄同位体比を分析した。

【結果と考察】硝酸性窒素による地下水汚染は広範に認められる。地下水の硝酸性窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値は+3.5~+10.3‰を示し, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度の減少に伴って上昇する傾向が認められる。硫酸イオンの $\delta^{34}\text{S}$ 値は+1.1~+7.8‰の範囲にある。化学肥料と合成洗剤における $\delta^{15}\text{N}$ と $\delta^{34}\text{S}$ は似たような低い値( $\delta^{15}\text{N}$ 値は-1.3~+1.8‰,  $\delta^{34}\text{S}$ 値は-4.2~-0.4‰)であるが,  $\delta^{15}\text{N}$ が最低値を示す地点は高NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度の畑作地帯にある事実は硝酸性窒素の化学肥料源を示唆し, 合成洗剤の影響は小さいと推察される。一方, 地下水の $\delta^{15}\text{N}$ は住宅地で最高値(+9.2~+10.3‰)を示すことから, 硝酸性窒素は生活排水を一発生源にすると判断される。したがって, 野田市の地下水に含まれる硝酸性窒素と硫酸性硫黄は化学肥料と生活排水(合成洗剤を除外)を発生源としていることが明らかとなった。

高NO<sub>3</sub><sup>-</sup>濃度を示す地点は畑作地帯に存在することから, 表層の硝酸性窒素は直下に浸透して第1地下水を汚染することが示唆される。定点における硝酸性窒素濃度は農繁期で高く, 農閑期に低い傾向にあるものの, 年間を通じて高濃度状態を維持している。本地域と同じ地質層序にあるつくば市農業環境技術研究所内で実施した地下水の流出量調査結果(農業環境技術研究所, 2006)に基づけば, 野田市の畑作地帯では長期過剰施肥によって土壌には相当量の化学肥料由来の窒素分が硝化・蓄積しており, 過剰分が降水起源の浸透水によって土壌から常時溶脱されて関東ローム層の亀裂に沿って下方移流する。その多くは難透水性の常総粘土層上面で側方移流するが, 一部は同層の亀裂を下方移流し第1地下水に混入したと推察される。とくに, 施肥時期には土壌中の窒素肥料が過剰状態になり窒素溶脱分が増加した結果, 地下水の高濃度硝酸性窒素汚染がもたらされたと判断される。