

武蔵野台地の浅層地下水中の硫酸イオンの起源について

A preliminary study on origins of sulfate ion in shallow groundwater in the highly-urbanized Musashino Plateau, Tokyo, J

安原 正也^{1*}, 林 武司², 中村 高志³, 稲村明彦¹, 浅井 和由⁴Masaya Yasuhara^{1*}, Takeshi Hayashi², Takashi Nakamura³, Akihiko Inamura¹, Kazuyoshi Asai⁴¹産総研, AIST, ²秋田大学, ³山梨大学, ⁴地球科学研究所¹Geological Survey of Japan, AIST, ²Akita University, ³Yamanashi University, ⁴Geo-science Laboratory Inc.

武蔵野台地の自由地下水は、凝灰質粘土層（板橋粘土層や渋谷粘土層）が浅層部に厚く分布する台地東部においては同粘土層の上位のローム層中に（水位は地表面下数 m 程度）、一方、粘土層が薄いあるいは存在しない台地西部では武蔵野礫層中に賦存する（水位は地表面下数 5-10m 程度）。この浅層地下水の水質について、本稿では特に硫酸イオンに注目し、その起源について予察を行った結果を報告する。

武蔵野台地の中央部を東流する石神井川の流域を対象に、約 150 地点の浅層地下水について 2009 年に実施した調査では、その硫酸イオン濃度分布には 7-135mg/L と著しい地域差が認められた（産総研未公表データ）。また、硫酸イオン濃度の経年変化も、塩化物イオンや硝酸態窒素・亜硝酸態窒素のそれと明らかに傾向が異なる（安原ほか, 2012）。一例として東京都水道局による杉並浄水場（杉並区善福寺；深さ 15-17m 程度の浅井戸により揚水）の水質データをみると、塩化物イオン濃度は 1960 年代後半にピークに達する。その後、約 30 年間は 21-23mg/L の値を維持するが、1990 年代半ばから減少を始めた。また、硝酸態窒素・亜硝酸態窒素濃度も 1980 年前後に 10mg/L 程度の最高濃度を示した後は減少傾向にあり、現在では 6-7mg/L 程度にまで低下している。これらとは対照的に、硫酸イオン濃度は 1951 年の 2.0mg/L からほぼ一貫して上昇を続け、1999 年にはピーク（17mg/L）に達し、その後も少なくとも 2003 年まで 15-16mg/L のほぼ一定の値を維持している（以上、東京都水道局のデータ；東京都水道局事業年報による硫酸イオン濃度の公表は 2003 年まで）。

このような著しい地域差と特異な濃度経年変化を示す硫酸イオンの起源の同定のため、都市化の程度が異なる小平市、西東京市、杉並区、練馬区、板橋区、豊島区からそれぞれ各 1 試料を選び、硫黄の安定同位体比（delta-34S）の測定を行った。その結果を 2012 年 10 月時点での硫酸イオン濃度とともに示すと次の通りである：小平市（+ 2.3 ‰, 31mg/L）；西東京市（+ 2.0 ‰, 22mg/L）；杉並区（+ 3.0 ‰, 17mg/L）；練馬区（+ 6.2 ‰, 10mg/L）；板橋区（+ 5.1 ‰, 45mg/L）；豊島区（+ 3.9 ‰, 59mg/L）。都市の地下水涵養源としての重要性がしばしば指摘されている水道漏水については、その硫酸イオン濃度は高いものの d34S 値の低さ（練馬区内の水道水；+ 0.6 ‰, 42mg/L）から、硫酸イオンの起源としての水道漏水の寄与の程度は大きくないと考えられる。一方で、化学肥料の d34S 値は +2.7 - + 3.5 ‰（村松ほか, 2010；千葉県野田市の下総台地における測定値）、また生活排水の delta-34S 値は + 6 - + 10 ‰程度（Vengosh, 2004）とされている。これらの値に基づくと、武蔵野台地の場合、浅層地下水の硫酸イオンは同位体的には化学肥料と生活排水を主な起源としているようである。化学肥料については、過去の農業活動によって散布された肥料が現在も関東ローム層中に残留し、降雨浸透に伴って徐々に地下水にもたらされている可能性がある。また、下水には通常高濃度の硫酸イオンが含まれている（区部の下水では最高で 55mg/L；産総研未公表データ）。下水道管渠の経年変化による老朽化によって、近年はより大量の下水が管渠から漏水するようになり、その結果、浅層地下水の水質に多大な影響を及ぼしているとも考えられる。今後はさらに多くの試料について硫黄同位体比の測定を行うとともに、窒素同位体や炭素同位体比も含めたマルチトレーサー手法を適用することによって、都市化が著しく進んだ武蔵野台地の浅層地下水の水質形成プロセスの解明を試みる予定である。

キーワード: 武蔵野台地, 都市の浅層地下水, 地下水水質, 硫酸イオン, 起源, 硫黄同位体

Keywords: Musashino Plateau, urban shallow groundwater, groundwater chemistry, sulfate ion, origins of sulfur, sulfur isotope