

台地 - 低地境界域での窒素の動態 - 自然浄化と地形、地質、地下水流動、植生 の関係 -

Groundwater flow and nitrate fate around a hillslope-wetland zone in Tsukuba, Japan

田瀬 則雄[1]

Norio Tase[1]

[1] 筑波大・生命環境

[1] Life and Enviro. Sci., Univ. Tsukuba

台地から低地へ移行する境界域は、水循環、特に地下水流動系が涵養域から流出域に移行する地帯にあたり、それに伴い窒素(主に硝酸イオン)の輸送過程においても脱窒や希釈、あるいは植生による吸収などによる変容が生じている興味あるゾーンである。

本研究は、つくば市内の台地末端部の谷地や尾根部において、高密度のボーリングによる地質調査、多地点多深度のピエゾメータにより、地下水流動系を明らかにし、硝酸イオンなど各種の水質計測・分析により窒素の動態を明らかにした。

菅原・田瀬(2004)を中心に、現在までに明らかになっている点は以下のようにまとめられる。

- 1) 谷地内には砂層の上部に黒色の粘土層が堆積しており、谷底部で厚く、側壁斜面よりでは薄い傾向がある。
- 2) 地下水は地形に対応した流動系を示す。谷地と谷地の間に存在する尾根部は涵養域であるが、深部では大きな地形に規定される尾根を横断する流れが存在する(黒田、2005)。
- 3) 谷地内における地下水の流動に大きな季節変化はなく、観測期間を通じて台地部では下向きの、谷地内では水平の、湿地付近では上向きの流動が存在する。また、黒色粘土層は粘土層にもかかわらずロームと同等の透水係数を示し、地下水は通過している。とくに、大雨時にはローム層の地下水位が上昇し、黒色粘土層を通過する下向きの流れが増幅される。
- 4) 台地から供給される高濃度の硝酸イオンは黒色粘土層や、その付近で低くなった。硝酸イオンの濃度減少は黒色粘土層を通過する過程でなく、むしろ砂層と黒色粘土層の境界付近で急激に起こる。つまり、主要な浄化ゾーンは砂層と黒色粘土層の境界付近にあり、平面的にはシート状で馬蹄形の広がりをもっている。
- 5) 黒色粘土層は有機物含有量が高く、ORP や Mn の挙動などから還元的な環境である。また、黒色粘土層は浄化の場としての役割というよりは、むしろ DOC や還元的な水を下部の砂層へ供給する役割を有している。
- 6) 浄化ゾーンでは硝酸イオン濃度が低下し、重炭酸イオン濃度が顕著に増加した。浄化のプロセスは有機物を電子供与体として利用した脱窒反応として概ね説明でき、現場で行った有機物による浄化壁での実験(李、2005)の水質組成変化と一致した。
- 7) 側壁斜面側では高い硝酸イオン濃度の地下水が流入してきており、黒色粘土層からの影響を受けていないところは浄化が起らず、高濃度を示すまま湿地へ流出している。谷地内へ流入した汚染水が浄化されるかどうかは、硝酸プルームが DOC や還元的な水の供給の影響を受けやすい位置にあるかによる。この谷地では砂層が深く削られ黒色粘土層が厚く堆積している谷底部が浄化可能ゾーンにあたると思われる。馬蹄形の浄化ゾーンは浄化可能ゾーン周囲の浄化フロントと捉えることができる。
- 8) 浄化ゾーンにおける窒素の浄化量はおよそ 26kgN/year であると見積もることができ、地下水中へ負荷された窒素量 69kgN/year の 38%が脱窒作用により消失している。
- 9) 浄化ゾーン(浄化フロントの位置)の季節変動の要因として、黒色粘土層を通過する流れの増減により後退・前進が影響されることが示唆された(岡田、2005)。
- 10) 植生の影響については、1本のムクノキに焦点をあて、周辺での詳細な地下水調査と水質分析により、樹木による吸水、硝酸イオンの吸収を確認するとともに、樹根の呼吸による嫌気化や吸水による上向き流の発生が脱窒を促進していることが示された(中野・田瀬、2005)。

以上のように、台地 - 谷地境界域は地形、地質、さらに植生も関与し、地下水流動と窒素の動態をコントロールしていると言える。

本研究は、日本学術振興会および文部科学省から交付された科学研究費補助金、基盤研究 B(2)(14380030)および萌芽研究(2)(16651001)により得られた成果の一部である。

参考文献

李盛源(2005)：透水性浄化壁による硝酸性窒素の原位置浄化．平成 16 年度筑波大学大学院環境科学研究科修士論文

黒田興平(2005)：台地末端部における硝酸性窒素の挙動．平成 16 年度筑波大学自然科学類卒業論文

岡田佳寿美(2005)：台地末端部における硝酸イオン濃度の季節変動とその要因．平成 16 年度筑波大学自然科学類卒業論文

菅原洋平・田瀬則雄(2004)：台地末端部における硝酸イオン浄化ゾーンの 3 次元分布．地下水・土壤汚染とそ

の防止対策に関する研究集会第 10 回講演集，383-390．

田瀬則雄(2005)：台地・谷地境界域における地下水流動系、湧出形態と硝酸性窒素の自然浄化ゾーン．平成 14～16 年度科学研究費補助金（基盤研究 B(2)）研究成果報告書

中野誠一郎・田瀬則雄(2005)：樹木による地下水中の硝酸性窒素の吸収浄化の可能性．地下水・土壤汚染とその防止対策に関する研究集会第 11 回講演集