

千葉県下総台地における台地 - 低地系の水循環システムと硝酸性窒素濃度の時空間分布の対応に関する研究 Hydrologic cycle of upland-lowland system in Shimosa Upland, Chiba Prefecture and spatio-temporal distribution NO₃-N in

郡 佑輔^{1*}, 黄 琳¹, 山本 亮介¹, 福井 貴之¹, 近藤 昭彦²
Yusuke Kori^{1*}, Lin Huang¹, Ryosuke Yamamoto¹, Takayuki Fukui¹, Akihiko Kondoh²

¹ 千葉大学大学院理学研究科, ² 千葉大学 CEReS

¹ Graduate School of Sciences, Chiba Unive, ² CEReS, Chiba University

1. はじめに

公共用水域における高濃度の硝酸性窒素はそのほとんどが人為起源であるが、閉鎖性水域の富栄養化の原因となり、様々な環境問題の要因となる。日本における硝酸汚染は1980年代頃からは改善の兆しも見えてきたが、印旛沼のような閉鎖性水域ではいまだ高い濃度のまま留まっている。人為起源の硝酸性窒素をコントロールするためには、正確な水・物質循環の把握と、人間による循環系への介入の実態を明らかにする必要があり、地域における詳細な汚染状況の把握と長期にわたるモニタリングが必要である。本研究では畑作地帯である千葉県下総台地東部の流域において、河川水および地下水を採取・分析し、流域スケールにおける環境水中の硝酸性窒素濃度の時間および空間分布の実態把握を試みた。その結果から台地 - 低地系における水循環・物質循環のあり方を検討することを目的とする。

2. 対象地域および調査方法

研究対象流域は印旛沼流域に属する鹿島川およびその支流の高崎川流域である。当該地域は全国有数の畑作地帯として知られており、千葉県内でも特に公共用水域における硝酸性窒素濃度の高い地域である(山崎, 2008; 郡, 2009; 二瓶ほか, 2010; 赤松ほか, 2010)。河川水については流域の悉皆調査および本流の流量観測を行い、季節変化と空間分布の特徴を捉えた。地下水は上流の台地帯を対象として採水調査を行った。

3. 結果および考察

河川水の硝酸性窒素濃度には季節変化が認められ、5、6月に低くなる傾向が得られた。この傾向は台地上の住宅地の採水点を除いてほとんどの観測点で認められていることから流域における水循環・物質循環の季節変化を捉えている可能性があると考えられる。5、6月の低下は水田における脱窒作用も考えられるが、圃場整備が行われている水田の灌漑用水源の地下水の硝酸性窒素濃度は低く、灌漑期の河川流量の数10%を占めることから灌漑用地下水による希釈の寄与も大きいことが明らかとなった。

高崎川上流域の各支流における流下方向の硝酸性窒素濃度の推移は3つの流路(A、B、C)の特性の違いにより特徴的な変化が認められた。流路A、Cは台地上の浅い開析谷から発し、次第に台地を下刻して流下する。最上流域には宅地が分布するが、流域内台地には畑が多く存在し、開析谷の谷底は水田として利用されている。硝酸性窒素濃度は下流に向けて3kmほどは次第に濃度が上昇し、最大値に達した後、次第に低下した。地形的特徴から、地下水の流出強度が徐々に高まるタイプと考えられる。流路Bは明瞭な谷壁斜面をもつ開析谷の谷頭部を起源とする。硝酸性窒素濃度は最上流部の採水点から極めて高い傾向が見られた。流路Bは谷頭湧水として地下水流出により水流が形成されるタイプである。河川水の硝酸性窒素濃度の流下に伴う変動は地形駆動の地下水流動系と土地利用連鎖によって説明することができる。

なお、表流水の硝酸性窒素濃度は流下に伴い一度増加した後下流に向けて低下していく傾向が見られたが、河川水中の窒素負荷量は流下とともに増大する傾向が見られ、高崎川中流域における窒素負荷量は100~200t/年と見積もられた。

地下水に関する予察的調査によると台地上の灌漑井戸は概ね深度が60m程度であり、硝酸性窒素濃度は低い地点も発見されている。台地における“硝酸プール”は比較的浅層部にあると考えられる。浅層の地下水の排水系として開析谷の形成する局地下水流動系の評価が今後の課題として重要である。

4. おわりに

河川水の硝酸性窒素濃度の時空間変動および地下水の硝酸性窒素濃度分布から研究対象地域における硝酸性窒素濃度の実態が明らかにされてきた。今後は表流水と地下水の交流関係について、特に地形駆動の地下水流動系の観点から検討を進めていく必要がある。台地の地形の特徴、特に馬蹄形谷頭、皿状の浅い谷、侵食前線であるニックポイントの存在等の地形の特徴と、台地を構成する下総層群の層序の詳細な検討を組み合わせた地下水流動系の理解を進める予定である。

また、河川水の硝酸性窒素濃度の変化を理解するためには、深層からの低窒素濃度の水の付加、地下水からの

高濃度の水の付加、および 河川水灌漑による水田の脱窒効果を総合的に捉える必要がある。最下流部では印旛沼からの揚水もあり、人間により改変された水循環系の実態把握が必要である。

谷津の最上流部に設置された灌漑用井戸の上流部は耕作放棄されて、湿地になっている谷頭が存在する。谷頭域は地下水の流出強度が最も大きくなる領域であり、この部分の湿地による窒素除去機能の評価は生態系サービスを利用した健全な水循環系の構築における重要な研究対象である。

キーワード: 硝酸性窒素, 千葉県下総台地, 地形・土地利用連鎖, 地下水流動系, 公共用水域

Keywords: nitrate-nitrogen, Shimosa upland, Chiba Prefecture, The chain of land use and topography, groundwater flow system, public water area