

玉川上水における再生水の窒素・リン除去速度

法政大学大学院理工学研究科システム理工学専攻 小川智也

法政大学大学院理工学研究科システム理工学専攻 村上昂

法政大学理工学部教授 山田啓一

1.はじめに

東京都の清流復活事業として、枯渇していた玉川上水に 1986 年、下水道再生水が通水された。当初周辺環境への影響が懸念され、水路内の流量、水質などの調査研究がなされた。関東ローム層を素掘りで開削したため、流量は半減していることが示されたが（田瀬 1988）水路内の水質変化については明確な指摘がなされていなかった。再生水の水質は人間活動の影響により時間変化が著しく、流下に伴う水質変化は水質の連続採水分析が必要であった。近年、窒素、リンの自然浄化に関する知見が多く示されている。著者ら（山田ら 2009）は水路内における窒素除去について検討した。本研究は、自動採水器により連続採水分析とその季節変化から窒素、リン除去速度の濃度依存性を示した。

2.対象地域と調査方法

多摩川上流水再生センター（T0）では東京都が流量、TN、TP などを毎時観測している。旧小川水衛所（T1）と関野橋（T2）の 2 地点に、自動採水器を設置し、24 時間連続採水を季節ごとに行った。分析項目は TN、TP、COD、DO、pH である。T0 から T1 区間を A 区間（14.4km）、T1 から T2 区間を B 区間（4.4km）とする（図-1）。放流口での流量は 300(L/s)でほぼ一定であるため、各点での流量流速は時間変化、季節変化は見られなかった。流下時間を考慮して各点の水質を比較すると図-2 の様である。T0 での顕著な時間変化が T1 にも表れている。いずれの

時間も濃度低下が顕著である。

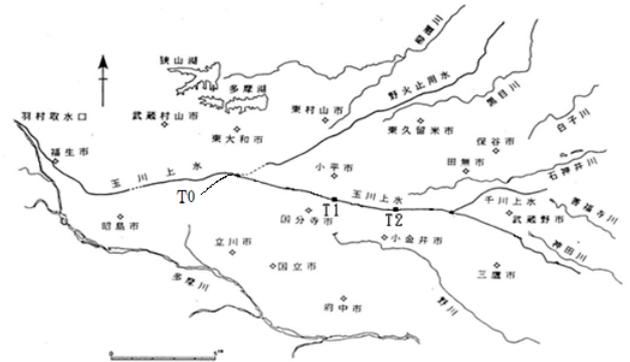


図-1 玉川上水の概要

3.除去速度の算定

各区間での漏水帳を考慮した物質収支式は以下の様である。

$$R = (C_u Q_u - C_d Q_d - C_l Q_l) / A \quad \begin{cases} u = 0, 1 \\ d = 1, 2 \end{cases}$$

R; 除去速度(g/m²/d),

C; 濃度(mg/L), Q; 流量(m³/d),

A; 流下面積(m²), C_l=(C_u+C_d)/2

Q_l=Q_u-Q_d(区間内漏水量)

なお、おおよそ水路の幅 3m、水深 0.4m、流速 0.2(m/s)である。

A 区間では季節に関係なく、TN、TP、COD の濃度低下が顕著に確認された。B 区間では夏季に TP の濃度低下が確認されたが、それ以外の観測項目では濃度変化はあまり見られなかった。

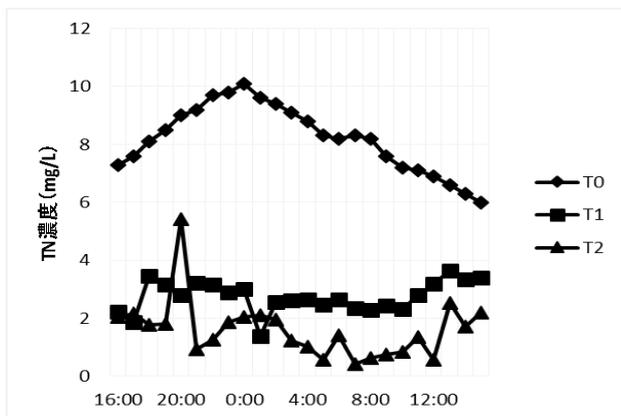


図-2 TN 濃度の流下に伴う時間変化

窒素・リン除去速度に関して、水生植物や微生物との関係性を調べるため、DO、pH、COD の 3 項目の影響を検討したが、明確な関係は見られなかった。一方、上流側の濃度に伴い除去速度が変化する傾向があったため、各区間の上流側濃度と除去速度の関係を示すと、直線関係が示された(図-3,図-4)。

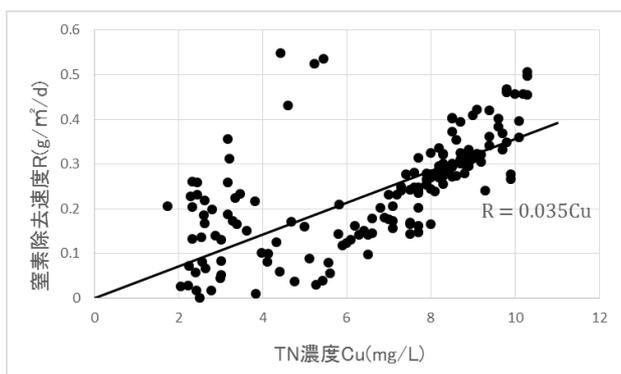


図-3 上流側 TN 濃度と窒素除去速度

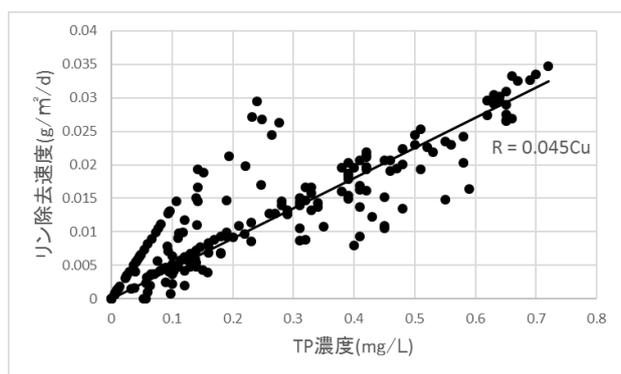


図-4 上流側 TP 濃度とリン除去速度

4. 除去速度の濃度依存性

上流側 TN 濃度が 2(mg/L)以上になると窒素除去が起こり、上流側濃度が 4(mg/L)を超えるとほぼ直線上にある。一方、低濃度域では両者の関係は明瞭でない。さらに濃度が

2(mg/L)以下では窒素除去は行われず、下限があるように見える。図-3 の除去係数は 0.035(m/day)となった。田淵ら(2005)が指摘した 0.032(m/day)に近い値となり、水路内での窒素除去速度の濃度依存性が示された。土層の表層で硝化がそしてそのすぐ下層では嫌気的な脱窒が生じ水面下で適当な有機物があれば脱窒はどんな条件でも起きている。

TP 除去速度も上流側濃度 0.4(mg/L)を超える領域で明瞭な濃度依存性が示された。低濃度領域ではTNと同様、両者の関係は明瞭でなく、他の要因に支配されるようである。

田村ら(2003)は小水路内でリンの除去を報告しているが除去速度の濃度依存性については言及していない。水路や湖沼におけるリン除去に関しては水生植物による吸収、微生物による吸収、金属による沈殿などが報告されているが、除去速度に言及した研究はない。

リン除去のメカニズムについては、沈殿物の分析など、さらに検討する予定である。時間変動の大きい TP も連続観測による詳細な調査で動態を正確に把握することができる。

比較的 TN,TP 濃度の高い再生水を農業用水などの素掘りの水路に通水することにより自然浄化が期待でき、環境改善と再生水の有効利用が計られる。

参考文献

- 1) 山田啓一他(2007)：野火止用水における再生水の窒素除去に関する検討. 下水道協会誌 46,558,p87~95
- 2) 田淵俊雄他(2005)：流量が湛水流下過程の硝酸性窒素除去機能に及ぼす影響,土壌の物理性 99,p73~83
- 3) 田村良三他(2003)：河川における自浄作用評価-植物の存在が自浄作用を促進させるかどうか-,新潟県保健環境科学研究所年報 18,p104~107
- 4) 田瀬則雄他(1988)：玉川上水における再通水が水環境に及ぼす影響に関する研究,とうきゅう環境財団,研究助成,118