

多摩川における N-BOD の挙動に与える下水処理水の影響に関する調査

武蔵工業大学 学生会員 ○馬場 ひとみ

武蔵工業大学 正会員 長岡 裕

1. はじめに

近年の下水道整備の普及に伴い、一部の都市河川の中下流域の流量の大半は、下水処理水で占められている。このような都市河川では、BOD 中に占める NH_4^+ の硝化による N-BOD の割合が高いことが確認されている。N-BOD は、硝化細菌量と NH_4^+ 濃度に依存し、また残留塩素にも影響している。N-BOD の挙動を正確に把握するためには、残留塩素が N-BOD にどのように影響するのかを明確にする必要がある。

よって本研究では、多摩川を都市河川の例として N-BOD の挙動を定量的に示すことで、河川水質に与える下水処理水の影響を評価することを目的とする。

2. 調査方法

多摩川における現地調査を行い、図-1 に示すように、河口から丸子橋(13.2km)、調布取水堰(13.8km)、多摩川原橋(27.8km)、日野橋(39.9km)、拝島橋(46.2km)、永田橋(51.8km)、和田橋(64km)を調査地点とした。また、下水処理水の塩素消毒前の処理水と塩素消毒後の放流水は、A 下水処理場(43.8km)で採水した。測定日は 2004 年 7 月 27 日、8 月 31 日、9 月 29 日、10 月 27 日、11 月 18 日、12 月 15 日、2005 年 1 月 31 日である。

調査項目は、水温、気温、残留塩素(残留遊離塩素、残留全塩素)、電気伝導度、BOD、C-BOD、N-BOD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、TOC である。

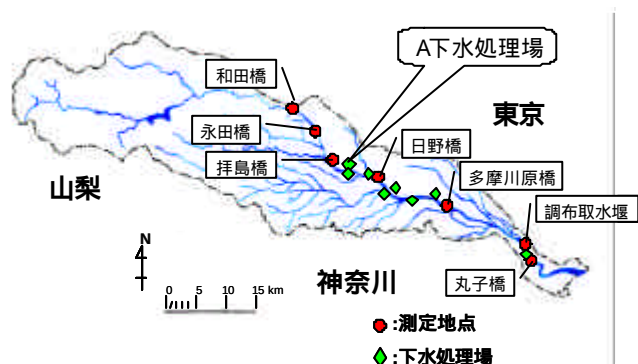


図-1 多摩川における調査地点及び流域図

3. 分析方法

BOD の分析は、下水試験法により残留塩素を除去した BOD と事前に何も処理をしない見かけの BOD を測定した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ の測定は、携帯分光光度計 DR-890(HACH 社)によりサリチル酸法を用いた。イオン(NO_2^- , NO_3^- , Cl^-)の測定はイオン分析計 IA-100 (TOA 社)により行った。

硝化細菌の初期菌体濃度は、以下の(4)式を用い、経過日数と水質変換速度試験で得たアンモニア性窒素の実験値へのカーブフィッティング法により算出した。ただし、(4)式は硝化細菌の飽和定数に比べ十分な基質濃度条件の場合に適用できる。

$$dX/dt = (m - K_d)X \quad \dots (1)$$

$$X = X_0 + Y(S_0 - S) \quad \dots (2)$$

$$m = \frac{m_{\max} \cdot S}{K_s + S} \quad \text{Monod 式} \quad \dots (3)$$

$$t = \frac{1}{m_{\max}} \cdot \ln \left\{ 1 + \frac{Y(S_0 - S)}{X_0} \right\} \quad \dots (4)$$

X: 菌体濃度(mg/L), S: 窒素濃度(mg/L), μ : 比増殖速度(1/day), K_d : 死滅係数(1/day), $\mu_{\max}$: 最大比増殖速度(1/day), K_s : 飽和定数(mg/L), Y: 増殖収率(mg/mg), t: 経過日数(day), 添字 0: 初期値

水質変換速度試験(バッチテスト)は、サンプル中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を経過日数ごとに測定することによって硝化反応の動向を示すものである。その際、硝化反応の動向を読み易くするために、予め $\text{NH}_4\text{-N}$ 標準液を加えて基質濃度を十分(約 5mg/L)に与えてから行った。またバッチテストは、1000ml フラスコに下水処理水の塩素消毒前と塩素消毒後の試料と河川水(日野橋、多摩川原橋、調布取水堰、丸子橋)の試料を入れ、スターラーで攪拌することにより行った。

4. 実験結果及び考察

図-2 に残留塩素除去した C-BOD と見かけの C-BOD の関係、図-3 に残留塩素除去した N-BOD と見かけの N-BOD の関係を示す。図-2 より塩素消毒前の処理水は、

キーワード: N-BOD, 硝化細菌, 下水処理水, アンモニア性窒素

連絡先: 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1 丁目 28 番 1 号 武蔵工業大学 TEL 03-3703-3111 (内線 3257)

残留塩素除去した C-BOD の方が見かけの C-BOD より高い値となり、残留塩素による BOD の抑制を確認できたが、図-3 より N-BOD の抑制は見られなかった。

図-4 に塩素消毒前の処理水，塩素消毒後の放流水と河川水における硝化細菌の初期菌体濃度 X_0 と残留塩素濃度の関係を示す．塩素消毒によって下水処理水の初期菌体濃度は，残留塩素濃度が高いほど減少する傾向と読み取れる．よって，塩素消毒により硝化細菌が死滅し菌体濃度が減少したと考えられる．

図-5 に硝化細菌の初期菌体濃度の流下方向分布を示す。下水処理場の放流水(A 下水処理場, B 下水処理場, C 下水処理場)の Cl^- 濃度と拝島橋の Cl^- 濃度を足した値と日野橋の Cl^- 濃度より、下水処理水の河川放流後の希釈率を算出した。ただし、拝島橋から日野橋までに現地調査を行っていない 2 箇所 B, C の下水処理場があり、これらの下水処理場の放流水の Cl^- と硝化細菌の濃度は、A 下水処理場と同じ濃度と仮定して算出した。その希釈率は、塩素消毒後の放流水の Cl^- 濃度 1 に対し日野橋の濃度 0.14 となった。図-5 より塩素消毒後の放流水の菌体濃度(A 下水処理場, B 下水処理場, C 下水処理場)を 1 に対し日野橋の初期菌体濃度 0.09 となり、 Cl^- 濃度より求めた希釈率 0.14 と一致しない。よって、下水処理水の硝化細菌は河川放流後に 35%程度死滅したと考えられる。

5. まとめ

下水処理水は塩素消毒により硝化細菌数が減少したが、河川水中では、残留する塩素による N-BOD の減少は見られなかった。

下水処理水の河川放流後に河川水において硝化細菌は死滅し、35%程度減少していると考えられる。

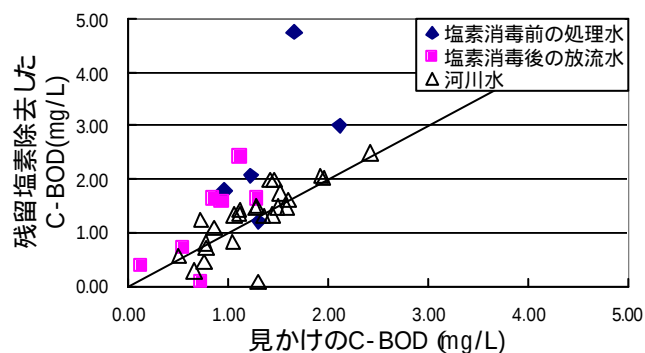


図-2 残留塩素除去した C-BOD と見かけの C-BOD の比較

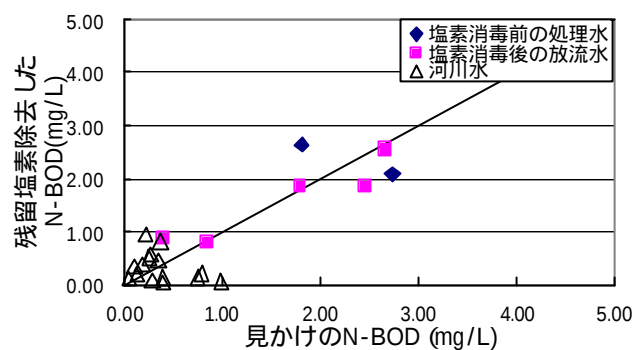


図-3 残留塩素除去した N-BOD と見かけの N-BOD の比較

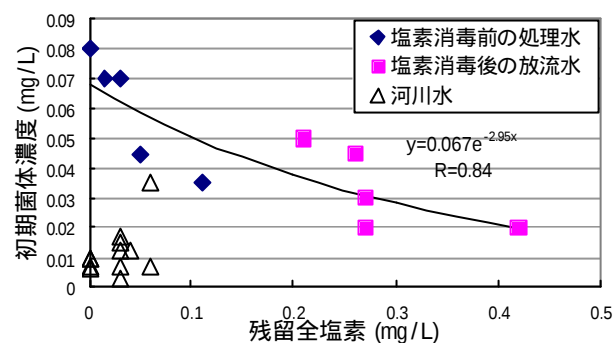


図-4 硝化細菌の初期菌体濃度と残留塩素濃度の関係

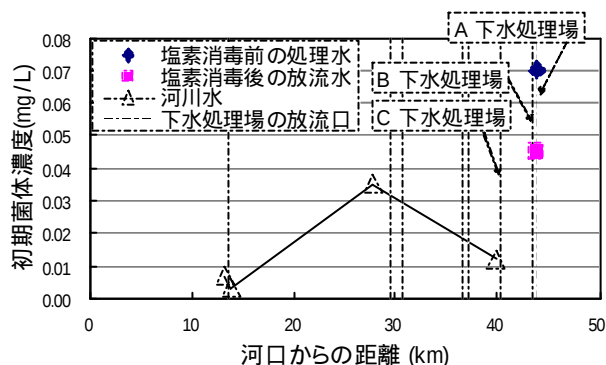


図-5 初期菌体濃度の流下方向分布(2005年1月)

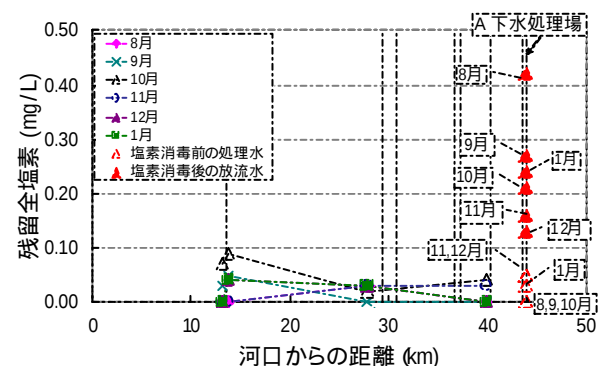


図-6 残留塩素濃度の流下方向分布

＜参考文献＞ 高橋ら 都市河川中流域の窒素系自浄作用に関する基礎的研究 2000/5 Vol.37, No.451