

多摩川における N-BOD の挙動に与える下水処理水の影響

武蔵工業大学 学生会員 ○馬場 ひとみ 奥津 健太郎
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、硝化細菌と NH_4^+ に寄与し、また残留塩素にも影響している。残留塩素の影響として、硝化細菌の抑制効果があり N-BOD 挙動に影響することが確認されている。N-BOD 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、Fig. 1 に示すように、河口から Pt.1 丸子橋(13.2km)、Pt.2 調布取水堰(13.8km)、Pt.3 多摩川原橋(27.8km)、Pt.4 日野橋(39.9km)、Pt.5 拝島橋(46.2km)、Pt.6 永田橋(51.8km)、Pt.7 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)で採取した。測定日は 8 月 31 日、9 月 29 日、10 月 27 日、11 月 18 日、12 月 15 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。

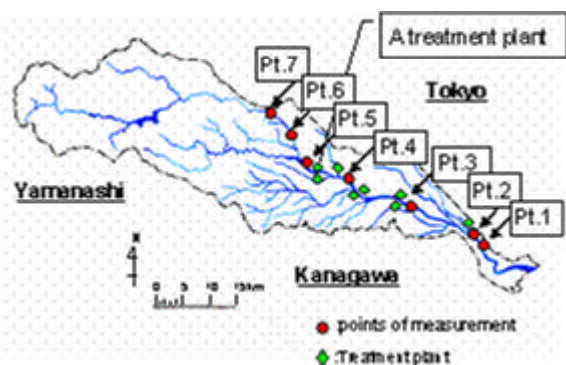


図-1 多摩川の調査地点及び流域図

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、携帯式分光光度計 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 は初期を意味する。

水質変換速度試験(パッチテスト)は、サンプル中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ を 1 日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。その際に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。またパッチテストは、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)を入れ、スターラーで搅拌することにより行った。

キーワード: N-BOD, 硝化細菌, 下水処理水

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)

4. 実験結果及び考察

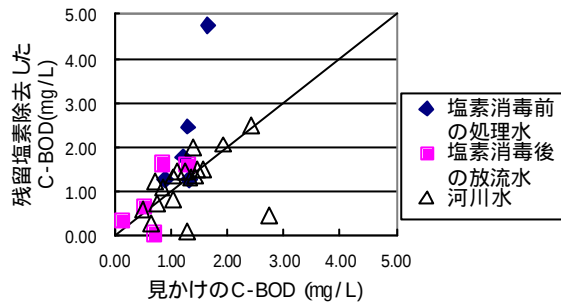


図-2 残留塩素除去した C-BOD と見かけの C-BOD の関係

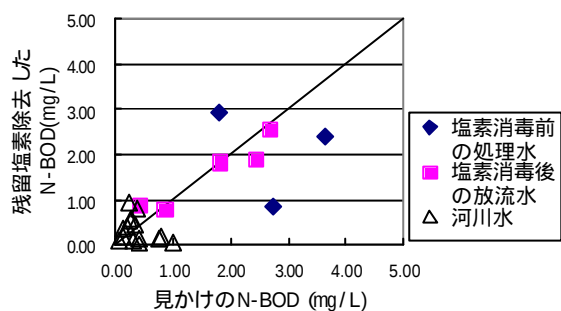


図-3 残留塩素除去した N-BOD と見かけの N-BOD の関係

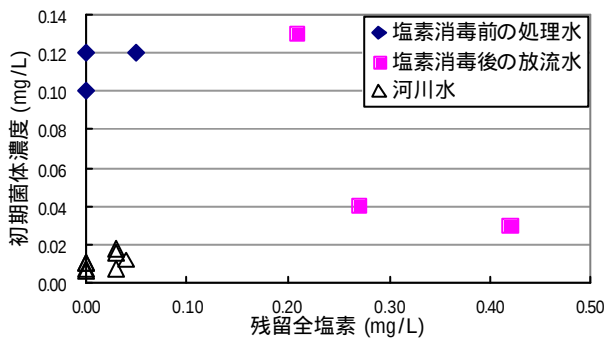


図-4 硝化細菌の初期菌体濃度と残留塩素濃度の関係

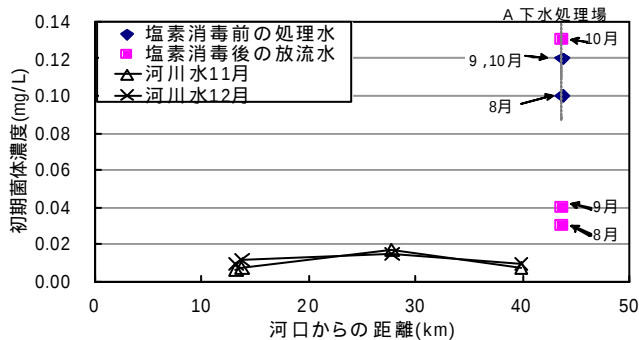


図-5 河口からの距離に対する初期菌体濃度の関係

図-2 に残留塩素除去した C-BOD と見かけの C-BOD との関係, 図-3 に残留塩素除去した N-BOD と見かけの N-BOD との関係を示す. 図-2 より塩素消毒前の処理水と河川水において特異した値があるものの全体的に残留塩素除去した C-BOD と見かけの C-BOD の誤差は小さい. 図-3 も同様な結果である. よって, 塩素消毒による残留塩素濃度では N-BOD の挙動に大きな影響を与えないと考えられる.

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. 塩素消毒後の放流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. その菌体濃度は塩素消毒前の処理水の 3 分の 1 程度である. よって, 塩素消毒により硝化細菌が死滅または抑制し菌体濃度が減少したと考えられる.

図-5 に河口からの距離に対する硝化細菌の初期菌体濃度を示し, 下水処理場で放流された硝化細菌が河川においてどの程度希釈されるのかを示す. その際に, 下水処理場の放流水の Cl^- と拝島橋の Cl^- を足した濃度と日野橋の Cl^- のイオン濃度より, 処理場の河川放流後の日野橋の河川水による希釈率を算出した. その結果は, 塩素消毒後の放流水の濃度 1 に対し日野橋の濃度 0.3 程度となった. 図-5 より, 下水処理水と河川水を同時にパッチテストにかけ菌体濃度を求めていないので, 仮に 8 月の放流水 (塩素消毒後) の菌体濃度を 1.0 としたときの日野橋 (12 月) の初期菌体濃度は 0.33 とした. この値と計算値の 0.3 と比較するとほぼ等しく物質収支計算より濃度が一致すると考えられる. よって, 下水処理水の河川放流後において硝化細菌は死滅または増殖もせず河川水に希釈され则认为られる.

5. まとめ

下水処理場における塩素消毒による残留塩素濃度では N-BOD の挙動に大きく影響しないと考えられる.

下水処理水において塩素消毒により硝化細菌が死滅または抑制し菌体濃度が減少することが確認できた.

下水処理水の河川放流後の河川水において硝化細菌は死滅や増殖もせず希釈されることが分かった.

< 参考文献 >

1) 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

キーワード: N-BOD, 硝化細菌, 下水処理水

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)