

企画シリーズ 汚水処理施設と水環境を考える

水質保全のための汚水処理施設の処理機能について
 —統計データと既存調査報告を用いた評価—

独立行政法人土木研究所
 材料地盤研究グループ長

鈴木 穰

1. はじめに

下水道などの汚水処理施設は、家庭や事業場等から排出される汚濁負荷を削減することにより、水域の水質保全に貢献している。これを確実なものにするため、処理水には水質基準が設定されている。

水質基準は、基本的に処理施設の方式・構造によって担保されることになるが、処理の基本原則が微生物反応であることから、しばしば処理機能が不安定になり、場合によっては処理水質基準の遵守が難しくなることがある。これに対応するには、定期的な維持管理作業において、処理状況の確認と運転条件の調整を行うことが重要となる。

本稿では、処理施設の規模や種類、管理主体の違いに着目し、これらと処理水質との関係について、統計データと既存の調査報告を用いて検討するとともに、流域内で除去されなかった汚濁負荷がどのように水域に流達するかについて、最近の研究成果を用いて論ずる。

2. 汚水処理施設の規模等と処理水質実績

2.1 BOD の処理

公共下水道、流域下水道、特定環境保全公共下水道、

浄化槽から放流される処理水について、統計データ等を用いて処理水 BOD の頻度分布図を作成し、相互に比較した。

下水処理水については、下水道統計¹⁾に掲載されている各処理場の処理水 BOD 年間平均値（原則月に 2 回測定されている値の年平均値）、浄化槽処理水については、各戸の法定検査（第 7 条・11 条）による検査結果²⁾の値を使用した。なお、双方のデータを同等の条件で比較するため、浄化槽処理水については、処理性能 20mg/L 以下の浄化槽であって消毒後に水質が測定されたものだけを対象とした。

図-1 に、下水処理水 BOD の年間平均値の頻度分布を下水道の種類ごとに示す。新しい処理水質基準 BOD：15mg/L に対して、ほとんどの処理場で基準値以下となっており、しかも多くの処理場で 5 mg/L 以下の低い濃度が達成されている。規模の小さな特定環境保全公共下水道においても、他の下水道と同程度の処理成績を示していることがわかる。

図-2 に、浄化槽処理水 BOD の法定検査結果を、硝化抑制剤（ATU）添加有無の違いも含めて示す。ATU 無添加の場合、処理水質基準 20mg/L に対して 20～30% 程度の浄化槽処理水が基準オーバーとなっており、また、高い濃度の処理水も見られる。ATU を

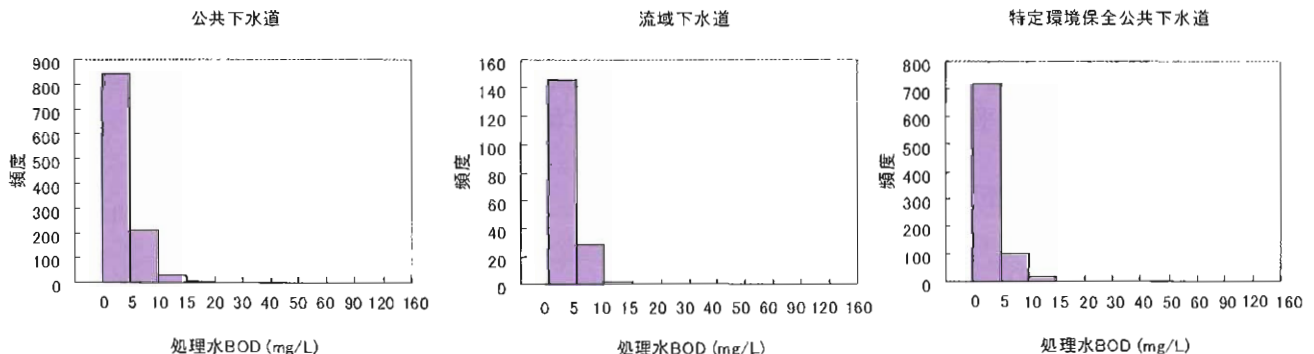
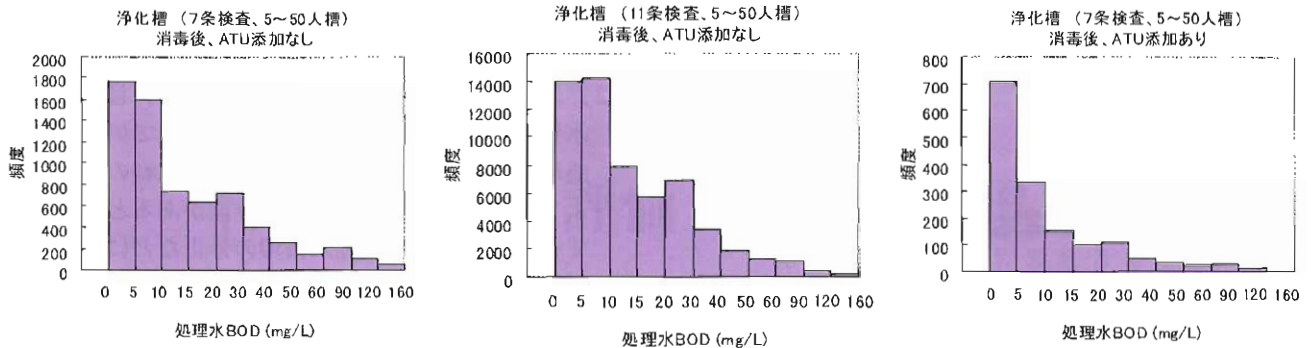


図-1 下水処理水 BOD の年間平均値の頻度分布



図－2 浄化槽処理水の法定検査（第7条・11条）のBOD頻度分布

添加した処理水では、全体的に濃度が低下し、基準オーバーの割合も15%程度に低下していることから、高いBODの一要因として、硝化に伴う酸素消費が考えられる。しかしながら、ATU添加後も依然濃度の高い処理水が見られており、有機物除去が不十分な浄化槽が存在すると思われる。

2.2 栄養塩類の処理

下水処理水については、栄養塩類除去が以前から行われてきた湖沼関連の処理場を対象とし、下水道統計¹⁾に掲載された計画放流水質および年平均処理水質の範囲を求めるとともに、両者の比を算出した。浄化槽処理水については、藤村ら³⁾によって、BODが10mg/L以下、T-Nが10mg/L以下の処理性能を有する小型合併処理浄化槽28基についての実態調査が行われているため、この結果を用いた。

湖沼関連の高度処理下水処理場では、表－1に示すように、目標とする計画放流水質に対して十分にこれを満足する低濃度の処理水が得られている。高度処理型合併処理浄化槽（表－2）については、試料数が少ないため中央値が示されており、おおむね目的とする処理性能があると評価されているが、調査施設によっては、曝気や処理水循環の停止などにより、処理水濃度が高濃度となるケースのあったことが報告されている。

表－1 湖沼関連下水処理場の高度処理水質

	計画放流水質 (mg/L)	年平均処理水質 (mg/L)	年平均処理水質 / 計画放流水質 (-)
T-N	8～15	2.1～8	0.21～0.8
T-P	0.5～2	0.04～0.4	0.07～0.3

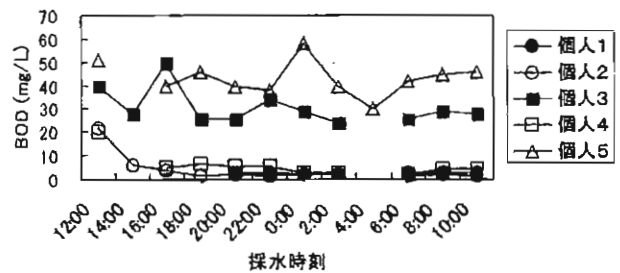
表－2 高度処理型合併処理浄化槽の処理水質³⁾

	処理水質の範囲 (mg/L)	処理水質の中央値 (mg/L)
T-N	2.3～140	6.5

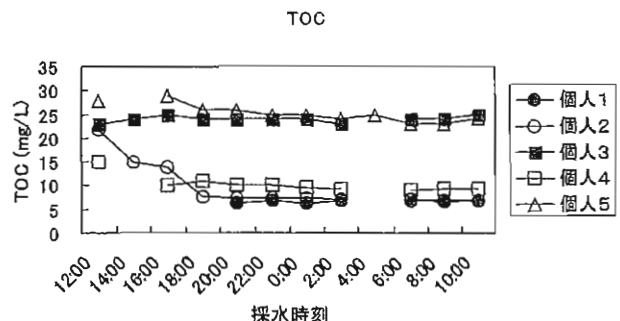
2.3 浄化槽処理水質の日間変動

国土交通省下水道部が(社)土木学会環境工学委員会に委託して行われた「汚水処理施設の整備手法に関する調査業務」⁴⁾において、浄化槽処理水の通日調査が実施されている。

図－3に示すように、BODが良好で安定している浄化槽がある一方で、処理水質が基準をオーバーしている浄化槽があり、これらの浄化槽では一日を通して濃度が高い状態にある。硝化に伴う酸素消費の影響を除外するため、有機物指標（TOC）で見ると、処理水BODの高い浄化槽において処理水TOCも高い値を示しており（図－4）、有機物自体の処理が十分ではないことを示している。また、平均的には水質が良好な浄化槽（個人2、個人4）においても、突発的に濃度の高いデータが見られているが、これはSSが急に高い濃度で流出していることによる（図－5）。



図－3 浄化槽処理水のBOD日間変動



図－4 浄化槽処理水のTOC日間変動

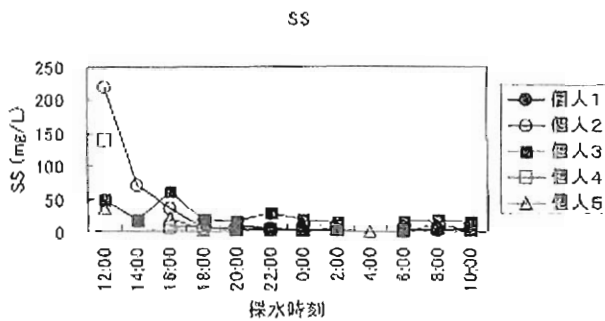


図-5 浄化槽処理水のSS日間変動

2.4 残存汚濁負荷の下流域への流達

流域内で処理されなかった汚濁負荷がどのように水域に到達するかについて、土木研究所による調査⁵⁾が行われている。生活系汚濁負荷が卓越し、かつ、下水道整備が途上である流域を対象として、雨天時を含めた流量・水質調査が行われ、汚濁負荷流出モデルにより、流域からの年間流出汚濁負荷量が計算されている。その結果、晴天時に水路等に堆積した汚濁負荷が雨天時に流出することにより、N、Pに関しては、年間では排出負荷量にほぼ等しい負荷が流出することが示されている。

このため、特に閉鎖性水域を考える場合には、流域内において確実に汚濁負荷を削減することが重要であると考えられる。

3. おわりに

統計データや既存調査報告を用いて、処理施設の規模や種類、管理主体の違いと処理水質との関係について検討した。その結果をまとめると、以下の通りである。

- 1) 下水処理水の年間平均BODは、ほとんどの処理場で水質基準以下となっている。また、小規模下水道においても、他の下水道と同等の処理機能を示す。

浄化槽処理水では、有機物除去が不十分なものが存在すると考えられる。

- 2) 湖沼関連の高度処理下水処理場では、目標とする水質を十分に満足する処理水が得られている。高度処理型合併処理浄化槽については、試料の中央値によりおおむね目的とする処理性能があると評価されているが、曝気や処理水循環の停止などにより、処理水濃度が高濃度となるケースも見られる。
- 3) 浄化槽処理水において、SSが急に高い濃度で流出することにより、突発的にBODが高くなることがある。
- 4) 流域から排出されたN・P負荷は、晴天時に水路等に堆積するものの、雨天時にその多くが水域に流出する。このため、閉鎖性水域の水質保全のためには、流域内において確実に排出負荷を削減することが重要である。

(参考文献)

- 1) (社)日本下水道協会：下水道統計(平成19年度版)
- 2) 環境省ホームページ：浄化槽行政組織等調査結果について、平成20年度浄化槽行政組織等調査結果、第10章 浄化槽法7条及び11条BOD検査結果
http://www.env.go.jp/recycle/jokaso/data/soshikitou_chousa/h20/10soshiki_chousa2008.xls
- 3) 藤村葉子、小島博義：高度処理型合併処理浄化槽実態調査、千葉県環境研究センター年報 第8号、平成20年度
- 4) 国土交通省 都市・地域整備局 下水道部：汚水処理施設の整備手法に関する調査業務報告書、平成18年
- 5) 鈴木稔、岡安祐司、久岡夏樹：閉鎖性水域と下水道の放流水質の関係に関する研究業務、平成19年度下水道関係調査研究年次報告書集(土木研究所資料第4123号)、pp.43-48、平成21年

