

生態系の観点からみた下水処理システムのあり方



下水道研究部 下水処理研究室 研究官 荒谷 裕介

1. はじめに

下水道が普及した都市域の河川においては、河川水量の大半が下水処理水で占められているところも出てきており、下水処理水の性状や排出状況が河川水辺環境や水生生物に及ぼす影響が懸念されている。また、都市部においては、水との触れ合いの場を創出するために下水処理水を積極的に活用する例も多くみられるようになってきている。しかし、下水処理水が放流される水域に生息、生育する生物と処理水質との関係についての情報はまだ少ないのが現状である¹⁾。

当研究室では、下水処理水の放流先において水生生物の良好な水辺環境を創出・再生するための下水処理システムのあり方を研究している。下水処理水の主要な特性である「栄養塩類」、「塩素消毒」、「水温」の3つのキーワードをもとに、下水処理水と水生生物相との関係を解明するための調査を室内水路実験及びフィールド調査を通じて行っている。ここでは、室内水路実験について紹介する。

2. 室内水路実験

フィールド調査における生物調査では、水深や流速といった物理環境や、水質、周辺に生息する生物などの条件が複雑に変化するため、調査で得られた生物相の変化が、目的とする要因だけによるものなのかどうかの判断は困難である。そこで、人工的に環境条件をコントロールできる実験水路を製作し、対象とする要素のみを変化させた調査を実施している。

異なる下水処理方式や処理水質を想定した実験として、実験施設内に設置した水路に栄養塩類濃度や残留塩素濃度が異なる下水処理水、また、オゾン消毒や紫外線消毒といった異なる消毒方法で処理された下水処理水を流下させ、水路に形成される水生

物相と処理水質との関係を調査している。対象としている水生生物は河川生態系の一部を構成する付着藻類である。試験水は、実下水処理場から引水した消毒プロセス前の高度処理水に、栄養塩類（硝酸塩、リン酸塩）を添加したり、塩素処理（次亜塩素酸ナトリウム）、オゾン処理、紫外線処理を施した水を使用している。実験水路は、長さ1.2m、幅50mmのステンレス製水路が6水路あり、供給水量や流速等の様々な条件に対応できるようにしている。

水路河床は付着藻類調査を行うための付着板として素焼き製の陶器板を各水路に設置できる構造となっている。さらに、生物の成長に欠かせない光量を確保するために照明施設を使用し、昼夜を再現できる施設としている（写真-1、図-1）。

これまで、栄養塩類濃度及び残留塩素濃度に着目した実験を行った。栄養塩類濃度実験では、N/P比（mol/mol）を7～9程度に固定（1回目）、硝酸性窒

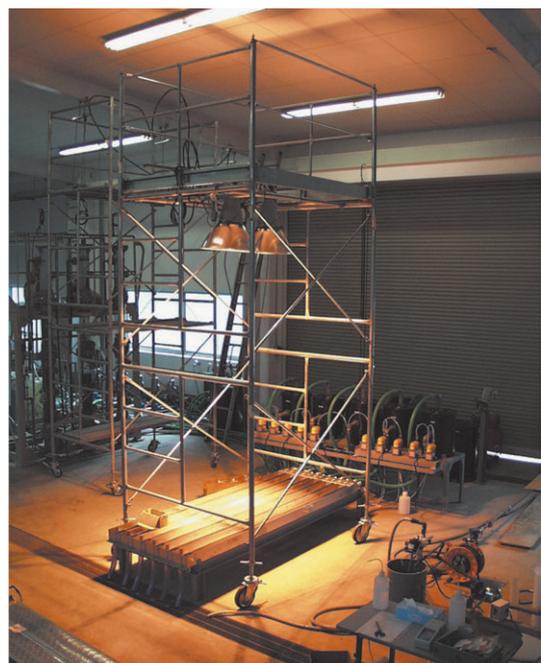


写真-1 実験水路

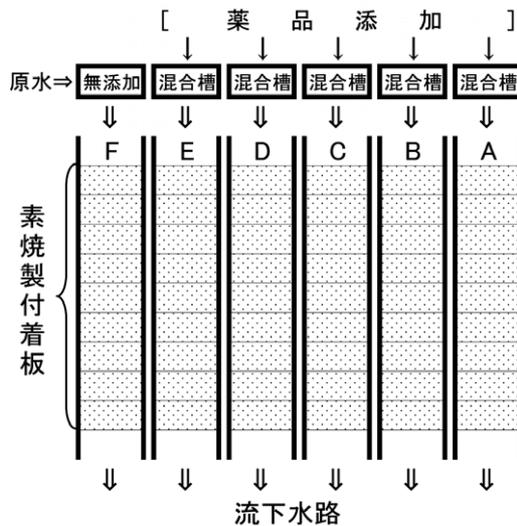


図-1 実験水路模式図

素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 濃度を約 $4\text{mg}/\ell$ に固定 (2回目) し、主にリン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) 濃度と付着藻類相との関係を、また、残留塩素濃度実験では $\text{NO}_3\text{-N}=6.0\text{mg}/\ell$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}=0.06\text{mg}/\ell$ (試験水平均值) で全残留塩素濃度との関係を調査した。その結果、以下の知見を得た。

- 1) 硝酸性窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) 濃度が $1.1\sim 43\text{mg}/\ell$ の濃度範囲においては、付着藻類生物量との関係は認められなかった。
- 2) リン酸態リン ($\text{PO}_4\text{-P}$) 濃度が $0.04\sim 0.09\text{mg}/\ell$ の濃度範囲において、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が高くなるにつれて付着藻類生物量は増加するとともに、緑藻類が優先する傾向を示した (図-2、3)。
- 3) 全残留塩素 (Total Residual Chlorine : TRC) 濃度が $0.07\sim 5.8\text{mg}/\ell$ の濃度範囲において、TRC濃度が高くなるにつれて付着藻類生物量は減少する傾向を示し、TRC濃度 $0.93\text{mg}/\ell$ 以上の濃度範囲においてその傾向が強くなった (図-4)。

3. 今後について

下水処理場においては、高度処理によって、放流水中に含まれる窒素やリン等の栄養塩類を低下させる処置がなされていて、藻類の増殖抑制などへの貢献が期待されている。また、再利用の形態によっては、残留塩素の水生生物への影響を考慮して、消毒方法を塩素消毒からオゾン消毒、紫外線消毒に切り替える場合もある。

今後は、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度や残留塩素濃度と付着藻類相との関係に関する知見についてさらに実験を繰り返して基礎データを蓄積するとともに、水温と付着藻類相との関係、栄養塩類と消毒方法を組み合わせた場合の付着藻類相へ与える影響、といった視点からも実験を行う予定をしている。また、実験で得られた知見を検証するためにフィールド調査を行い、下水処理水によって形成された水辺環境が、水生生物にとって良好な生息環境であるために必要な下水処理方式や処理レベル (窒素・リン等の除去や消毒のあり方) 等に関する知見を求めていく予定である。

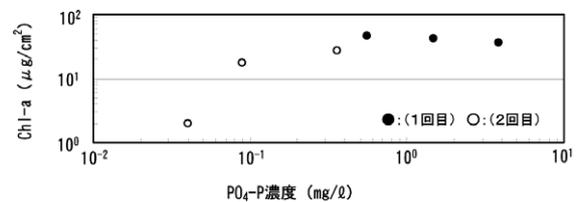


図-2 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度とクロロフィル a の関係

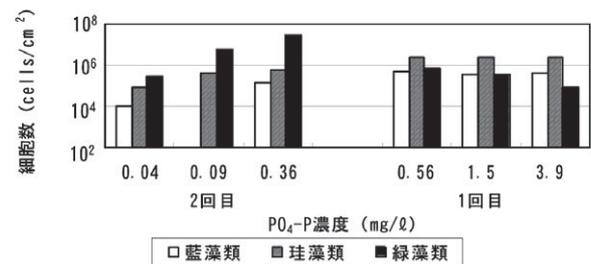


図-3 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度と付着藻類類別細胞数の関係

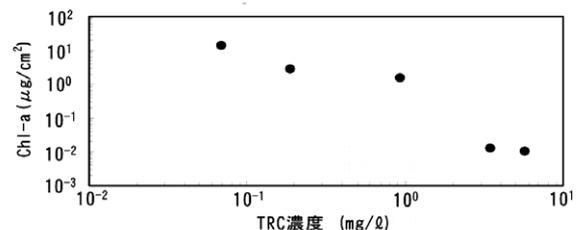


図-4 TRC濃度とクロロフィル a の関係

【参考文献】

- 1) 生態系にやさしい下水道をめざして 生態系との共生をはかる下水道のあり方検討会編、技報堂出版、2001