

N-11

## 河川浄化システム（水循環・再生浄化システム）

株式会社 タクマ

同上

坂上 正美

中西 英夫

1. はじめに

わが国の河川における水質汚濁の現況は、水質汚濁に係る法の整備による各種排水の規制や水質保全対策の実施等によって改善されてきているものの、近年においても依然として都市域の河川等での水質汚濁が問題化している。また、国民の水に対するニーズの高揚や技術の進歩に伴って、N-BOD（アンモニア態窒素由来のBOD）の発現や、河川等の環境水中におけるクリプトスピリジウムや内分泌搅乱化学物質の検出など、新たな水質環境問題が指摘されている。河川の浄化システムはその対策の一つであり、上記水質に対応したより高度な浄化技術が求められている。

そこで、(財) 河川環境管理財団のもとで実施された“鶴見川水質浄化実験”において、BOD分解菌だけでなく硝化細菌を高濃度に保持できる硝化菌固定材を用いたバイオリアクターに高速砂ろ過器および紫外線滅菌装置を組み合わせた浄化システムにて浄化実験を行った。また、硝化菌固定材に存在する硝化細菌を定量的に測定することにより、硝化菌固定材の性能確認を行った。

2. 浄化システムの概要

浄化システムフローを図-1に示す。本浄化システムは、流入水中に含まれる雑多な浮遊夾雜物（SS）を除去する超微細目ドラム型スクリーンと、生物化学的酸素要求量（BOD）・SS・アンモニア態窒素（NH<sub>4</sub>-N）の除去を目的としたバイオリアクター、そしてBOD・SSをさらに低減する高速型砂ろ過器及び大腸菌群数を滅菌する紫外線滅菌装置から構成されている。以下に主要機器の特長を示す。

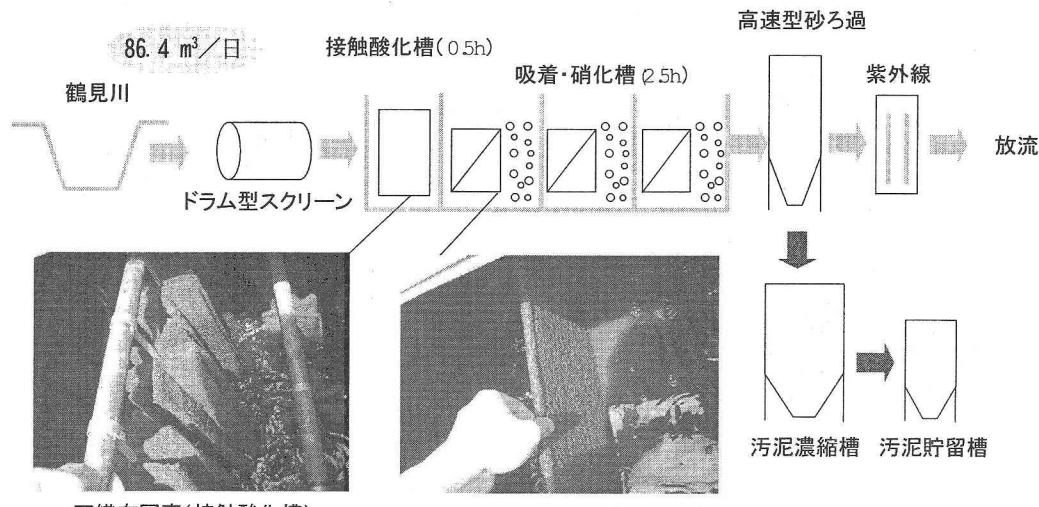


図-1 浄化システムフロー

## 2. 1 バイオリアクター

バイオリアクターは、前段に不織布を用いた接触酸化槽と後段に硝化菌固定材を充填した吸着・硝化槽より構成されている（図一1参照）。接触酸化槽ではSSの除去を目的とし、吸着・硝化槽にてBOD及び $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去を行う。なお、硝化菌固定材は、微生物吸着ポリマーをコーティングしたゼオライト担持型の不織布を使用しており、BOD酸化菌をはじめ硝化微生物を高濃度に付着・保持できる。

## 2. 2 高速型砂ろ過器

原水は下部より導入され、ろ床（ろ過層）を上昇する間にSSが除去される。また、原水のろ過と並行して、ろ材の洗浄（逆洗）が行えるため、ろ過速度を比較的高くすることができる（河川水では450～600m／日まで対応可能）。さらに、本システムでは上記のSS成分の除去以外に浄化槽内の汚泥の排出を目的としている。

## 3. 水質調査結果

原水の水質は水温が低下する12月以降から3月かけて（最小9.8°C）急激に悪化する傾向が確認された。以下に処理水のBOD・ $\text{NH}_4\text{-N}$ ・SSの調査結果について示す。

### 3. 1 BOD

図-3にBOD処理結果を示す。原水のBOD濃度は2.3～23mg/Lと大きく変動したが、処理水のBOD濃度は6月の調査を除いてほぼ浄化目標の3mg/L以下を維持できた。

### 3. 2 $\text{NH}_4\text{-N}$

$\text{NH}_4\text{-N}$ の処理結果を図-4に示す。

原水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、0.75～7.79mg/Lと大きく変動したが、処理水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は、原水水質レベルの急激な悪化や水温低下にかかわらず、目標値0.5mg/L以下を維持できた。

### 3. 3 SS及び透視度

SS濃度及び透視度の処理結果を図-5に示す。SSは3月から6月にかけて調整トラブルにて浄化効率が低下したが、それ以外では概ね2mg/L以下を維持していた。なお、透視度は雨天時の濁水の流入時や処理水SS濃度に影響される傾向が見られたが、浄化目標の50cm以上を安定して維持できていた。

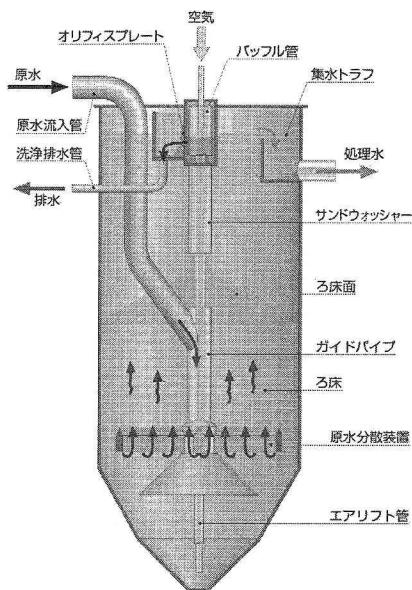


図-2 高速型砂ろ過器イメージ図

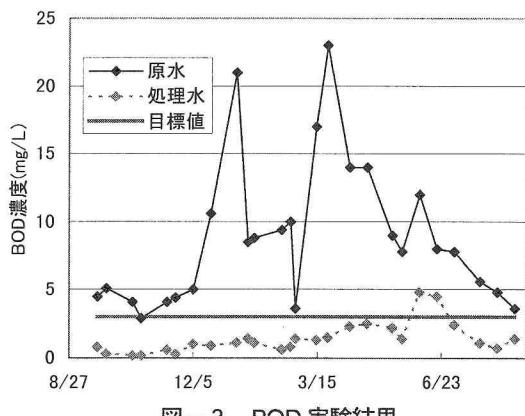


図-3 BOD実験結果

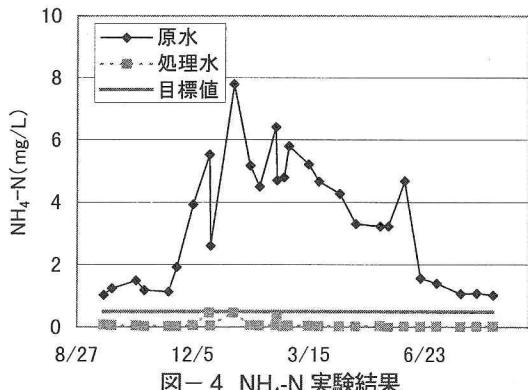


図-4  $\text{NH}_4\text{-N}$ 実験結果

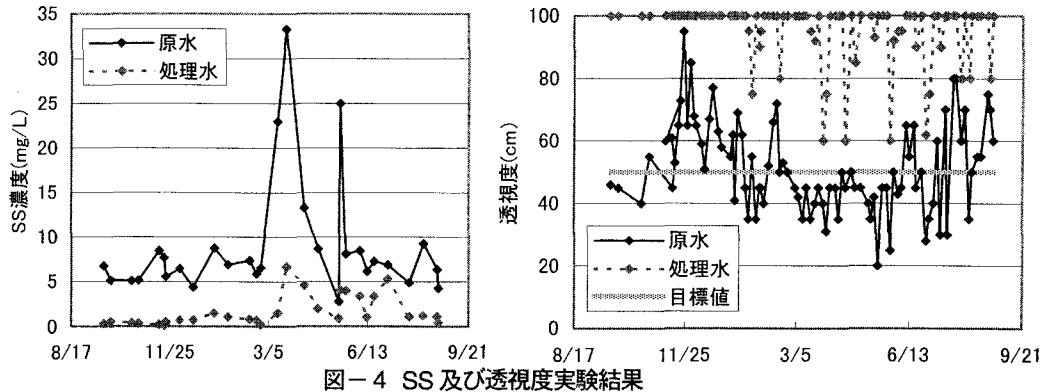


図-4 SS 及び透視度実験結果

#### 4. PCR、定量 PCR 法及び FISH 法による硝化菌固定材の解析

##### 4. 1 測定内容

季節ごと（1月、3月、5月、7月）において下記の硝化菌固定材の解析を行った。

- (1) PCR (Polymerase Chain Reaction) 法による硝化細菌の同定
- (2) 定量的 PCR (real time PCR) により硝化細菌の全菌数に対する割合の測定
- (3) FISH (Fluorescence in situ hybridization) 法により硝化菌固定材に占める全菌数の測定

##### 4. 2 測定結果

硝化細菌の相対比率、全菌数及び硝化細菌の菌数を表-1に示す。表より、冬場の1月、3月において硝化細菌数が多く、夏場では硝化細菌数が少ないことが認められた。すなわち、冬場においてはアンモニア態窒素の他に BOD 濃度も増加していたこと、硝化細菌の増殖速度は他の従属栄養細菌 (BOD 酸化菌等) に比べて遅く、種々の阻害物質 (水温低下、BOD 酸化菌の増殖等) に非常に影響を受けやすいにも関わらず、水温が低下した冬場において硝化細菌の比率が高かったことから、硝化細菌にとって硝化菌固定材は生息しやすい場所であると考えられる。

表-1 硝化細菌比率、全菌数及び硝化細菌数 (第3吸着・硝化槽)

	硝化細菌の比率 (%)	全菌数 (個/cm <sup>3</sup> )	硝化細菌数 (個/cm <sup>3</sup> )
1月	10.8	(4.99 ± 0.67) × 10 <sup>8</sup>	(5.33 ± 0.72) × 10 <sup>7</sup>
3月	10.5	(8.66 ± 1.46) × 10 <sup>8</sup>	(9.09 ± 1.53) × 10 <sup>7</sup>
5月	3.16	(11.8 ± 2.50) × 10 <sup>8</sup>	(3.72 ± 0.79) × 10 <sup>7</sup>
7月	2.4	(7.44 ± 6.41) × 10 <sup>8</sup>	(1.79 ± 1.54) × 10 <sup>7</sup>

#### 5. まとめ

本研究では、(財) 河川環境管理財団のもとで実施された“鶴見川水質浄化実験”において、硝化菌固定材を用いたバイオリアクターに高速砂ろ過器および紫外線滅菌装置を組み合わせた浄化システムにて浄化実験を実施した。結果を要約すると、以下のとおりである。

- 1) 原水の BOD、NH<sub>4</sub>-N は水温が低下する 12 月以降から 3 月かけてとくに悪化する傾向が確認されたが、処理水は若干原水同様に水質レベルが悪化する傾向が認められたが、ほぼ浄化目標値を達成する結果が得られた。
- 2) SS 濃度は、トラブル時以外は概ね 2mg/L 以下を維持していた。
- 3) PCR、定量 PCR 及び FISH 法により硝化菌固定材に生息する硝化細菌について解析した結果、水温が低下した冬場において硝化細菌数が増加することが認められ、硝化菌固定材の優位性が確認された。最後に、本実験を実施するにあたり、ご協力いただきました関係各位に深く感謝いたします。