

# 水質の保全と「豊かな海」の両立に向けた 下水処理場の取組み（栄養塩類管理運転）

（公財）愛知水と緑の公社 ○鈴木 謙之 鬼頭 昌子

## 1. はじめに

愛知県は、閉鎖性水域である伊勢湾や三河湾を擁し、下水処理場から排出される放流水について、窒素及びりん含有量に係る総量規制基準が設けられている。一方近年、ノリ養殖の生産量及びアサリの漁獲量が減少しており、その要因の一つに冬季の栄養塩類の不足が指摘されている。

そこで、豊川浄化センターと矢作川浄化センターでは、平成 29 年度から冬季にりんを対象に規制基準の範囲内でりん濃度を増加させる試験運転を行ってきた。また、令和 4 年度には、第 9 次総量削減計画に水質の保全と「豊かな海」の両立に向けた社会実験を位置付け、上記の浄化センターを対象に令和 4 年度から 2 年間、冬季の窒素とりん濃度の規制基準を緩和し、放流先の栄養塩類を増加させる施策を実施した。

本報告では、令和 4 年度から開始した豊川浄化センターにおける栄養塩類管理運転の実施状況と課題について報告する。

## 2. 施設概要と採水濃度の上限

### 2-1 施設概要

当浄化センターは、昭和 55 年に運用を開始した一部合流式の流域下水道処理施設で、処理能力は 100,000m<sup>3</sup>/日を有する。当施設の施設概要については表 1 に示す。

表 1 豊川浄化センター施設概要

系列	処理方法	曝気方式	反応槽池数
2-1系	擬似嫌気好気法	散気板	5池
2-2系	2段ステップ流入式硝化脱窒法	超微細散気板	5池
3-1系	3段ステップ流入式硝化脱窒法	水中機械式	2池
3-2系		超微細散気板	2池

表 2 社会実験期間と排水濃度の上限

社会実験期間					
R4年度 R4 11/1-R5 3/31			R5年度 R5 9/1-R6 3/31		
排水濃度の基準					
	T-N mg/L	T-P mg/L	COD mg/L	BOD mg/L	pH
社会実験	20	2.0	20	15	5.8以上8.6以下
上記期間外	12.7	1.0	20	15	5.8以上8.6以下

### 2-2 社会実験期間と排水濃度の上限

社会実験期間と排水濃度の上限について表 2 に示す。R4 年度と R5 年度で社会実験の開始時期は異なるが、排水濃度の上限は同じである。

## 3. 運転方法

社会実験に取り組むにあたって、以下の 3 点を遵守することを前提に栄養塩類の増加方法を検討した。

- ① 社会実験期間は T-N10mg/L, T-P1.0mg/L 以上を目標に両項目を上げること。
- ② 社会実験期間外は日間平均値で T-N12.7mg/L, T-P1.0mg/L を超過しないこと。
- ③ その他水質項目についても年間を通して排水基準を超過しないこと。

窒素を増加させる方法として、脱窒や硝化を抑制することで窒素の除去率の低下を図った。また、りんを増加させる方法として、PAC によるりん除去を抑制するため、PAC 注入量を低減させた。

### ○窒素除去抑制運転

#### ・脱窒抑制運転

返送汚泥率の低減（通常時 50%→40%）

図 1 の通り、3-1 系 3 段ステップ流入の段数を削減

#### ・硝化抑制運転

曝気風量の抑制（D0 設定値の低減、風量上限の設定【令和 5 年度のみ】）

### ○りん除去抑制運転

・PAC 注入率の低減（通常時 30-50ppm → 社会実験時 10-15ppm 程度を目安）

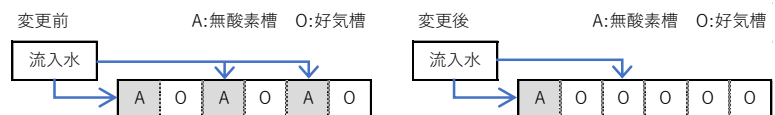


図 1 3-1系運転変更模式図

## 4. 結果

社会実験期間が R4, R5 年度で異なり、3 月は通常運転への移行期間も含まれるため、各年度の 11-2 月間で栄養塩類管理運転の実施状況を比較することとした。

### 4-1 放流水質への影響

#### 4-1-1 窒素

R3-R5 年度の T-N 濃度と負荷量の月平均推移を図 2 に示す。各年度の 11-2 月の平均は下記の通りであった。

R3 年度の T-N 濃度は 7.7mg/L, 負荷量 516kg/日

R4 年度の T-N 濃度は 11.6mg/L, 負荷量 808kg/日

R5 年度の T-N 濃度は 13.3mg/L, 負荷量 942kg/日

R3 年度の負荷量と比較すると、R4 年度は 1.6 倍、R5 年度は 1.8 倍と R5 年度の方が増加した。

R3-R5 年度の三態窒素の月平均推移を図 3 に示す。なお NO<sub>2</sub>-N は、通期ではほぼ検出されなかったため省略した。R3 年度の NO<sub>3</sub>-N の最大値が 6.0mg/L に対し、脱窒抑制の影響で R4 年度 8.1mg/L、R5 年度 8.9mg/L と増加した。また、R5 年度は硝化抑制の影響で NH<sub>4</sub>-N が最大 4.5mg/L まで増加した。

#### 4-1-2 リン

R3-R5 年度の T-P 濃度と負荷量の月平均推移を図 4 に示す。各年度の 11-2 月の平均は下記の通りであった。

R3 年度の T-P 濃度は 0.73mg/L, 負荷量 49kg/日

R4 年度の T-P 濃度は 1.46mg/L, 負荷量 101kg/日

R5 年度の T-P 濃度は 1.09mg/L, 負荷量 78kg/日

R3 年度の負荷量と比較すると、R4 年度は 2.1 倍、R5 年度は 1.6 倍と R4 年度の方が増加した。PAC 注入率を下げたことにより、冬季の T-P 濃度が不安定となり瞬時に 2.0mg/L を超過することがあり、業務時間外の対応が増加した。

#### 4-1-3 その他水質項目

R3-R5 年度の COD, BOD, SS の月平均推移を図 5 に示す。

COD の各年度における 11-2 月の平均値は、R3 年度 8.4mg/L, R4 年度 10.3mg/L, R5 年度 10.4mg/L であった。R3 年度と比べると、R4, R5 年度ともに 1.2 倍に増加した。

BOD の各年度における 11-2 月の平均値は、R3 年度 1.1mg/L, R4 年度 6.3mg/L, R5 年度 9.9mg/L であった。

R3 年度と比べると、R4 年度は 5.5 倍、R5 年度は 8.8 倍に増加した。

R5 年度は硝化抑制による NH<sub>4</sub>-N 増加の影響で BOD の基準値 15mg/L を超過しそうな日があった。

SS の各年度における 11-2 月の平均値は、R3 年度 1.2mg/L, R4 年度 2.6mg/L, R5 年度 2.8mg/L であった。脱窒抑制による NO<sub>3</sub>-N 増加の影響で、最終沈殿池で活性汚泥が浮上し、SS が上昇することがあった。

### 4-2 ユーティリティへの影響

#### 4-2-1 電力量

ブロー電力量原単位を図 6 に水処理電力量原単位を図 7 に示す。R3 年度の 11 - 2 月のブロー電力量原単位の平均は 0.165kWh/m<sup>3</sup> に対し、R4 年度は 0.155kWh/m<sup>3</sup>, R5 年度は 0.142kWh/m<sup>3</sup> と減少した。R5 年度は硝化抑制のため一部系列にて風量抑制を実施した効果でブロー電力量が低下した。

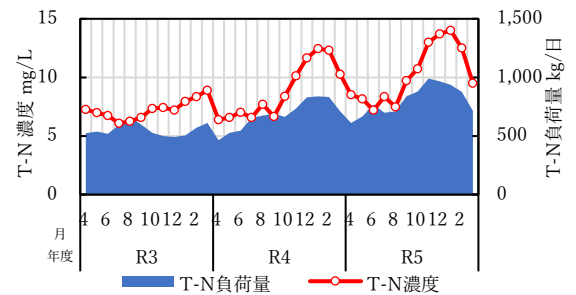


図 2 T-N 濃度・負荷量の推移

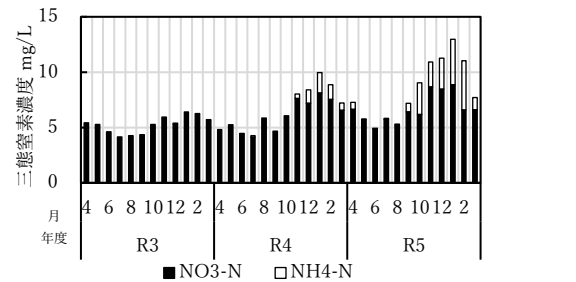


図 3 三態窒素濃度の変動

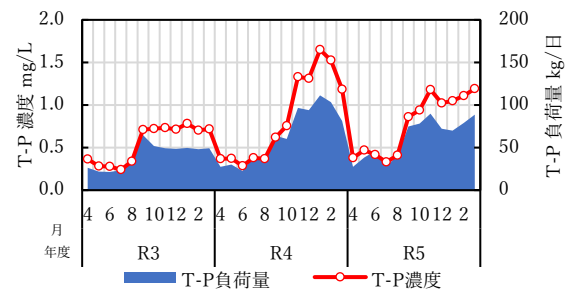


図 4 T-P 濃度・負荷量の推移

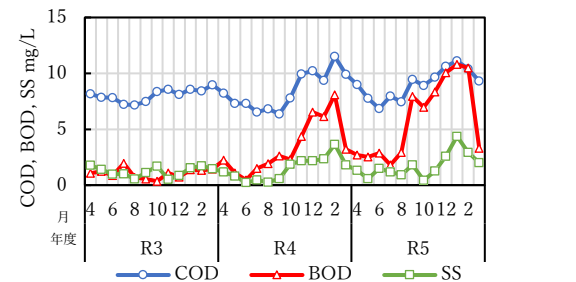


図 5 その他の水質項目の推移

R3年度の11-2月の水処理電力量原単位の平均は、0.110kWh/m<sup>3</sup>に対し、R4年度は0.107 kWh/m<sup>3</sup>、R5年度は0.099kWh/m<sup>3</sup>と低下した。脱窒抑制のため返送汚泥率を下げた効果で水処理電力量が低下した。

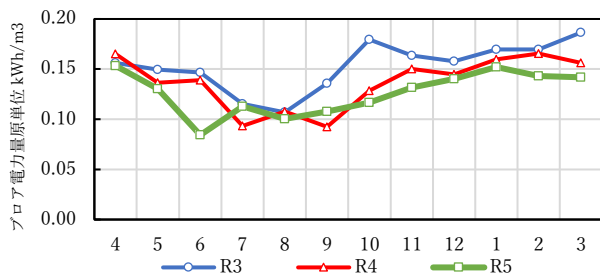


図6 プロア電力量原単位の推移

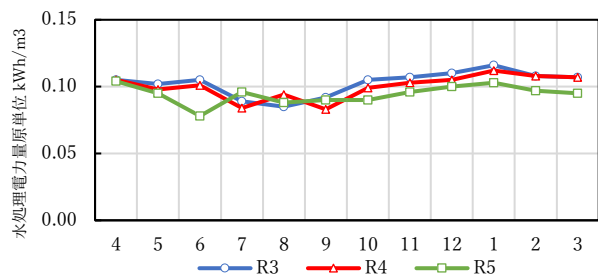


図7 水処理電力量原単位の推移

#### 4-2-2 薬品使用量

本報告で示すPACと次亜塩素酸ソーダの注入率(ppm)は容積比である。

R3-R5年度のPAC注入率を図8に示す。りん除去抑制のため、PAC注入率を抑えた結果、R3年度の11-2月のPAC注入率平均が31ppmに対し、R4年度6.6ppm、R5年度13ppmと大きく低下した。

R3-R5年度の次亜塩素酸ソーダ注入率を図9に示す。R3年度の11-2月次亜塩素酸ソーダ注入率の平均は3.2ppm、R4年度が3.1ppmに対しR5年度は5.2ppmと増加した。次亜塩素酸ソーダの注入量は放流水の残留遊離塩素濃度が一定になるように制御しているが、R5年度は放流水中のNH<sub>4</sub>-Nが増加し、次亜塩素酸ナトリウムと結合したことが影響したと思われる。

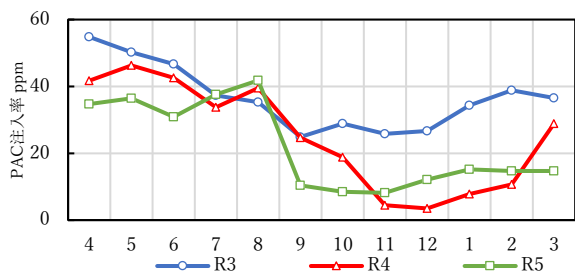


図8 PAC注入率

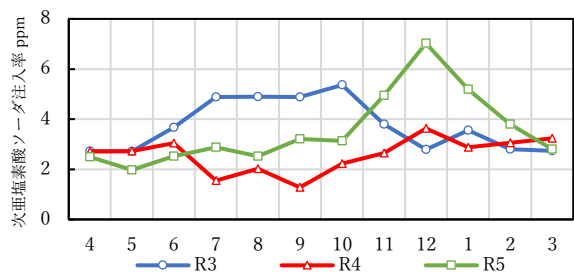


図9 次亜塩素酸ソーダ注入率

#### 5. まとめ

豊川浄化センターにおける社会実験期間の窒素・りんの前平均濃度は、R4年度(R4. 11/1-R5. 3/31) T-N11.4mg/L、T-P1.40mg/L、R5年度(R5. 9/1-R6. 3/31) T-N11.9mg/L、T-P1.05mg/Lとなり、両項目の目標を達成できた。実施した各運転方法の状況と課題を下記にまとめた。

##### ○窒素除去抑制運転

###### ・脱窒抑制運転

無酸素槽の好気化により脱窒が抑制され、NO<sub>3</sub>-Nの増加により放流T-Nを増加することができた。課題としてNO<sub>3</sub>-N増加により最終沈殿池で汚泥の脱窒浮上が見られることがあり、SSやCODが増加した。

###### ・硝化抑制運転

曝気風量の抑制により硝化が抑制され、NH<sub>4</sub>-Nの増加により放流T-Nを増加することができた。曝気風量を抑制したことから、プロア電力量原単位の削減にも効果があった。課題としてNH<sub>4</sub>-Nの増加により、BODの増加や次亜塩素酸ソーダ注入率が増加した。

##### ○りん除去抑制運転

###### ・PAC注入率の低減

PAC注入率を低減することで放流T-Pが増加することができ、PAC使用量も削減できた。課題として、放流T-P上昇に対する業務時間外の対応が増加した。

問合わせ先：(公財)愛知水と緑の公社 下水道部 豊川事業所

E-mail : g-to@aichi-mizutomidori.or.jp Tel : 0532-32-4181 Fax : 0532-32-4183

〒441-0153 愛知県豊橋市新西浜町1番3