

# 曝気槽流入水有機物濃度の 生物学的リン除去への影響

佐藤 明雄\*、楢原 道雄\*\*、津村 和志\*\*\*  
金谷 利憲\*、中村 正一郎\*\*

\*(株)安川電機公共システム技術部

北九州市小倉北区大手町12-1

\*\*新南陽下水浄化センター

山口県新南陽市港町8-1

\*\*\*京都大学工学部環境地球工学教室

京都市左京区吉田本町

## <概要>

新南陽下水浄化センターでは標準活性汚泥法の施設を改造して、嫌気・好気法による生物学的脱窒・脱リン処理を試みてきたが、脱窒・脱リン処理が時々不安定となっていた。不安定さの要因は多数考えられるが、なかでも流入下水中の有機物濃度は嫌気槽での脱窒・リン放出および酸化還元電位に大きな影響を与え、窒素、リンの除去を左右すると言えらる。

そこで運転実績についてリン除去率と酸化還元電位および流入下水中の有機物濃度の関係を解析した。そして有機物濃度の急変する年末・年始時期の脱窒・脱リン処理がどのように変化するかを調査した。その結果、硝化進行時には曝気槽流入下水中の有機物濃度の低下によりリン除去が不調になることを確認できた。

## <キーワード>

嫌気・好気法、生物学的窒素・リン同時除去、ORP、曝気槽流入水BOD

## 1. はじめに

新南陽下水浄化センターの放流先は、瀬戸内海の中でも特に閉鎖性の高い徳山湾であり、富栄養化の原因となる窒素、リンの除去はかねてより重要な課題であった。平成5年10月より、窒素、リンの排水規制が本格的に実施され、従来のBOD、SSの処理に加えて、これらの栄養塩類を除去することが下水処理場の大きな責務となった。

栄養塩類を除去する方法としては、標準活性汚泥法の施設を改造することによって実施可能な嫌気・好気法（循環変法を含む）による処理が提案されており、この処理法について活発な研究が進められている。

本浄化センターにおいても、この処理法に着目し、平成3年度より嫌気・好気法による生物学的脱窒、脱リン処理について研究を行ってきた。その結果、硝化・脱窒が進行している時はリン除去率が低く、硝化・脱窒が不調な時はリン除去率が高い傾向にあること、及びリン除去に対して嫌気第1槽のORP値が重要な指標となることなどが明らかになった。<sup>1)・2)</sup>

しかし生物学的脱窒・脱リン処理に影響を及ぼす要因は多数あり、上記以外の要因についても研究を深める必要がある。なかでも流入下水中の有機物濃度は微生物の栄養源として、またORPに大きな影響を与える要因として重要と言えらる。

そこで本報告では運転実績データからリン除去率と酸化還元電位の関係、リン除去率と流入下水中の有機物濃度の関係、および流入下水中の有機物濃度が急変する年末・年始時期の運転結果について報告する。

## 2. 施設及び運転の概要

当浄化センターは分流式処理場として、昭和54年12月より処理を開始し、水処理施設は2系列3水路、処理能力は24525m<sup>3</sup>/日で平成4年度の平均処理水量は12076m<sup>3</sup>/日であった。図1に浄化センターの処理フローおよび自動計測項目を示す。

曝気槽は6槽に等分割されており、第1槽と第2槽に攪拌装置を設置し、平成3年度より嫌気・好気法によるリン除去運転を開始した。その後、窒素除去運転についても試行することにしたが硝化液循環設備をもうけていないため、汚泥返送比率を通常よりも高い比率(40%)にし、硝化液を曝気槽の上流端に返送している。詳細については既報<sup>3)</sup>を参照されたい。

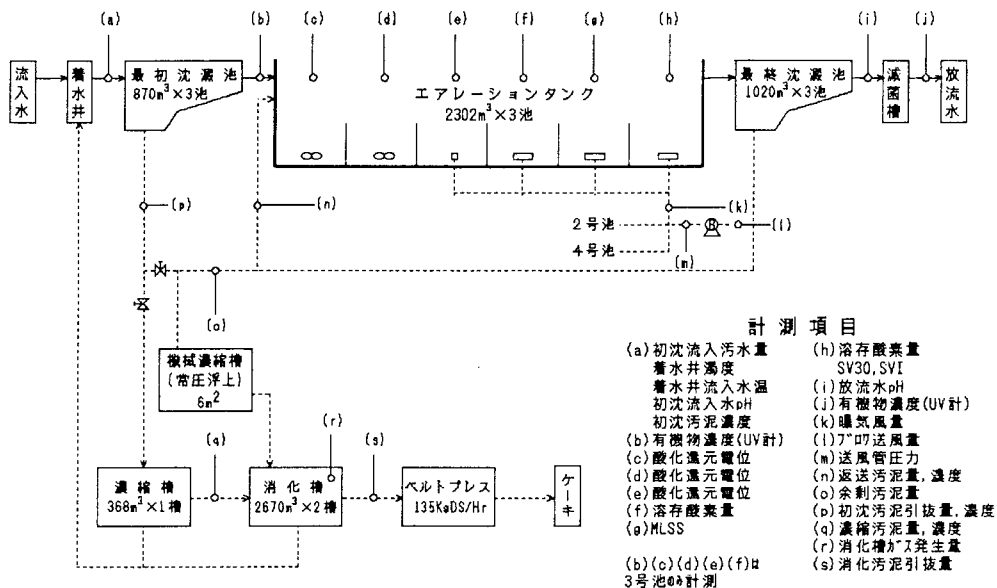


図1 新南陽下水浄化センターのフロー図

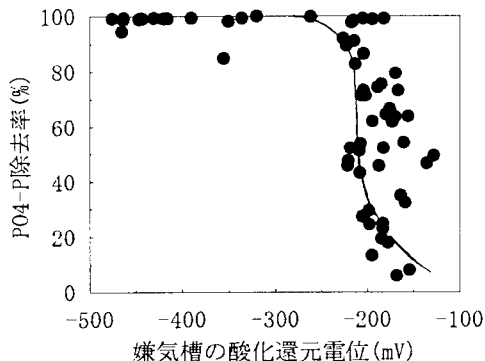


図-2 嫌気第1槽ORPとリン除去率の関係 (H4.10~H5.1)

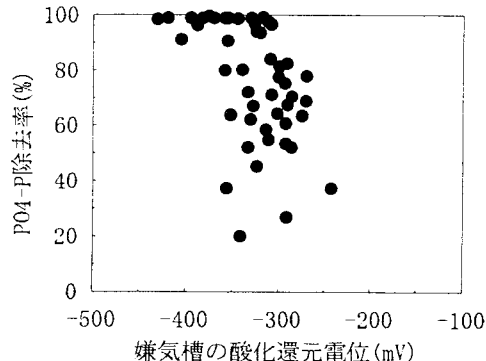


図-3 嫌気第1槽ORPとリン除去率の関係 (H5.9~H5.11)

### 3. 運転データの解析 (リン除去について)

平成4年10月から平成5年1月までのリン除去率と嫌気第1槽のORP(Pt-Ag/AgCl基準、以下同じ)を図2に示す。図より、ORPが約-250mV以下に保持できれば嫌気槽におけるリン放出が十分に進み、リン除去率が高くなることが推察される。この結果は藤井らの報告と一致している。<sup>3)</sup>

次に平成5年9月から11月までのリン除去率と嫌気第1槽のORPを図3に示す。この期間においては、リン除去のためのORPの閾値が約-350mVまで低下したように見える。この2つの時期の相違点として、図1に示したデータの期間(H4.10~H5.1)と図2に示したデータの期間(H5.9~H5.11)では、後者の方が流入下水中の有機物濃度(COD濃度)のレベルが相対的に低く、硝化反応も安定的に進行している点が挙げられる。そこでORPの値が-250~-350mVにあり、かつ硝化反応が十分に進行している時期のデータを抽出し、流入水有機物濃度(UV計による紫外-可視吸光度差)とリン除去率の散布図を作成した。(図4)図より流入水有機物濃度が高い方がリン除去率が高くなる傾向がうかがえる。

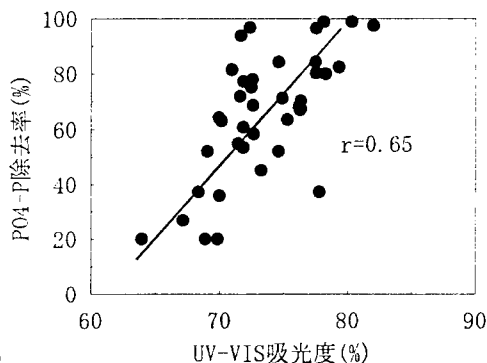


図-4 流入有機物濃度とリン除去率の関係

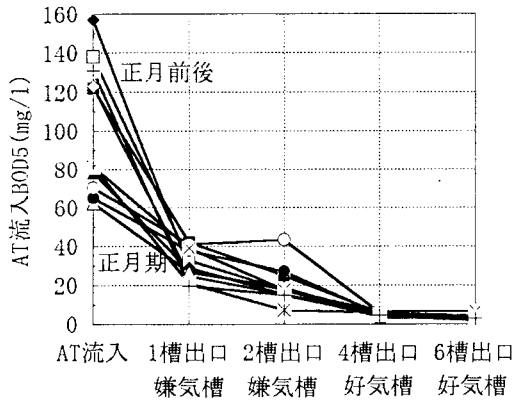


図-5 各ポイントでのBOD<sub>5</sub>の推移

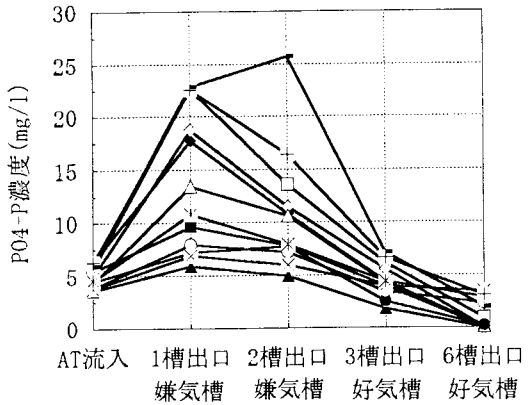


図-6 各ポイントでのPO<sub>4</sub>-P濃度の推移

4. 年末・年始の処理状況調査

上述のように当浄化センターの運転においては、流入水有機物濃度の不足によるリン除去率低下が起こっていることが推定された。しかし流入下水の有機物濃度を操作し、この現象を実処理場において確認することは非常に困難である。そこで有機物濃度が急変する年末・年始の時期に脱窒・脱リン処理の状況がどのように変化するかを調査することにした。曝気槽前後及び槽内を中心に1回/日の頻度で採水し、各種の水質分析を行った。実験期間中のBOD<sub>5</sub>の曝気槽各ポイントでの濃度推移を図5に示す。図5より嫌気槽出口部では、BOD<sub>5</sub>はほぼ分解されているのが分かる。

図6に、曝気槽各ポイントでのPO<sub>4</sub>-P濃度の推移を示す。図よりリンの放出工程は嫌気第1槽でほぼ終了している。脱窒が終了(嫌気状態となる)した後、リン放出工程が始まる事を考えれば、嫌気第1槽で脱窒工程もリン放出工程も行われていることになる。それゆえ、当浄化センターでの嫌気好気プロセスにおいて、嫌気第1槽は重要な役割を果たしていると言える。

図7にアンモニア態、亜硝酸態、硝酸態窒素の積み重ね棒グラフを示す。このグラフより、正月期にはいると(負荷が減少する時期)曝気槽出口部の硝酸態窒素濃度のレベルが高くなっているのが分かる。ただしこの時期の流入下水中のアンモニア態窒素濃度はわずかながら低下している。よって硝酸態窒素濃度の増大は、汚泥の自己酸化によるアンモニア態窒素の溶出と、その硝化反応によるものと推定している。

次に曝気槽流入下水のBOD<sub>5</sub>、PO<sub>4</sub>-P、NH<sub>4</sub>-N濃度及び曝気槽出口部のNO<sub>3</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P濃度の推移を図8に示す。図より、有機物濃度の低下した12月31日から2日程遅れて曝気槽出口部のNO<sub>3</sub>-N濃度が上昇し、その翌日からは曝気槽出口部のPO<sub>4</sub>-P濃度が上昇した。

そして、有機物濃度が高くなった1月6日からNO<sub>3</sub>-N濃度が減少し始め、それから1~2日遅れて、曝気槽出口部のPO<sub>4</sub>-P濃度が低下し始めたことがわかる。

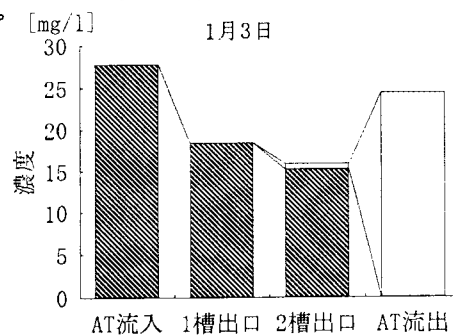
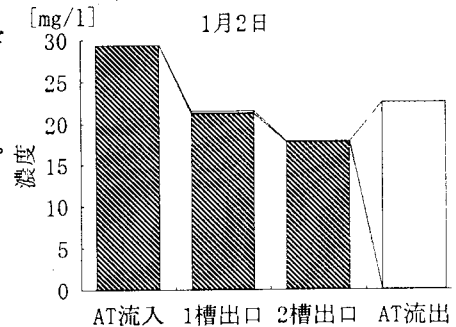
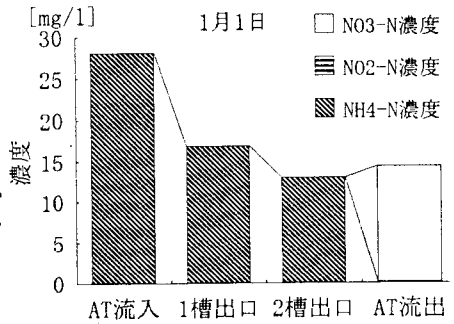


図-7 アンモニア、亜硝酸、硝酸態窒素の濃度推移

そこで流入下水のBOD<sub>5</sub>と2日後のリン除去率の散布図(図9)を作成した。図9より、リン除去に対しては流入下水の有機物濃度が大きな影響をおよぼし、その濃度が十分なレベルにある事が必要と言える。

ここで示された有機物濃度変化とリン除去率変化について、以下のように考えている。1月2日より7日までの間、曝気槽出口部(6槽)の硝酸態窒素濃度は、それ以前に比して高いレベルにある。従って曝気槽流入部に返送される硝酸態窒素の量も多く、脱窒に消費される有機物量が増え、リンの放出が不十分になったと考えられる。

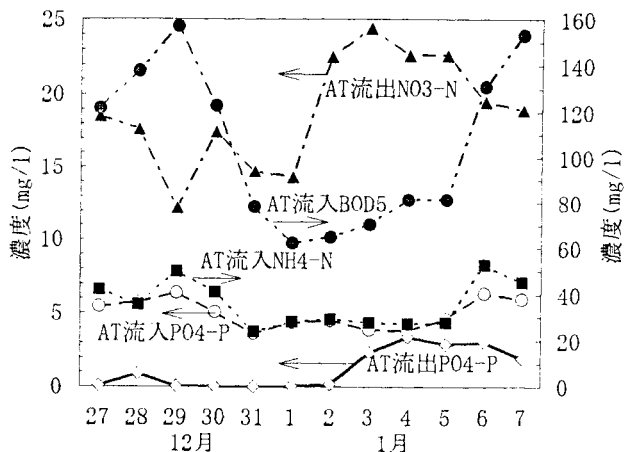


図-8 年末・年始期の水質変化

### 5. まとめ

当浄化センターでは、標準活性汚泥法の処理施設として建設された曝気槽に機械攪拌装置を設置し、嫌気・好気法による生物学的脱窒・脱リン同時除去の運転を試行している。

運転実績データの解析及び年末・年始時期の処理状況調査から、硝化反応進行時は曝気槽流入下水中の有機物濃度の低下により、脱リン処理が不調になるという事が明らかになった。

当浄化センターにおける脱窒・脱リン処理が時々不安定になる要因の一つとして、流入下水の有機物濃度の低いことが挙げられる。これに対応するために、流入下水の有機物濃度を操作することは、非常に困難であることから、安定した脱窒・脱リン処理のためには、いずれかを優先した運転方法を採用すべきと考える。

この点について、

- 1)硝化菌や亜硝酸菌は、その増殖速度が遅いため、一旦減少するとその回復には時間がかかる。
  - 2)リン除去には凝集剤注入という補助的手段が存在する。
- 等の理由から、硝化促進を優先とした運転を基本とし、生物学的に可能な限りのリン除去を行う運転を志向している。

最後に実験に協力していただいた新南陽下水浄化センターの職員各位に感謝の意を表したい。

### 参考文献

- 1)中司他, "新南陽下水浄化センターにおける窒素・リンの生物学的同時除去について", p554, 第30回下水道研究発表会講演集, 1993
- 2)中司他, "新南陽下水浄化センターにおける運転法の改善", p222~225, 第4回環境システム自動計測制御国内ワークショップ<sup>®</sup> 論文集, 1992
- 3)藤井他, "下水のCOD、リン及び窒素の高効率処理の研究", p96~p105, Vol. 30, No. 364, 下水道協会誌論文集, 1993