

# 嫌気-無酸素-好気法におけるリン除去の不安定化要因について

富山県立大学 (学)駒田健吾 (学)高田 怜  
(学)林 敬祐 (正)奥川光治

## 1.はじめに

神通川左岸浄化センター(以下、浄化センターと称す)では、高度処理法の一つである嫌気-無酸素-好気法( $A_2O$ 法)により下水を処理するとともに、汚泥溶融により汚泥処理を実施している。しかし、降雨流入後等に放流水のリン濃度が上昇することがあり、リン除去の安定化が課題となっている。本研究では、リン除去において有機酸の影響があるかどうかを中心に、本研究室ならびに浄化センターで計測された水質データや維持管理データを解析することによって、リン除去の不安定化要因を検討することを目的とする。

## 2. $A_2O$ 法によるリン除去のしくみ

$A_2O$  法は、図-1 に示すように生物反応槽に嫌気槽、無酸素槽、好気槽の3つの槽を設け、循環式硝化脱窒法と嫌気・好気法によるリン除去を組み合わせ、生物学的に窒素とリンを同時に処理する方法である。嫌気槽では、原水と返送汚泥が流入し、原水中の有機物が汚泥微生物に摂取され、微生物内に蓄積したポリリン酸がオルトリン酸として放出される。次の無酸素槽では、硝酸性および亜硝酸性窒素の結合型酸素が呼吸に使われ脱窒が起こる。好気槽では、有機物の酸化・分解、リン摂取、アンモニア性窒素の硝化が行われ、混合液の一部は無酸素槽へ循環される(副島, 2008)。リンはリン蓄積細菌(PAO)と呼ばれる細菌群によって除去される。PAOは嫌気槽で細胞中に蓄積したリンを放出した後、有機酸を細胞内に摂取する。その摂取された有機酸はPHA(ポリヒドロキシアルカノエイト)等の基質として細胞内に貯蔵される。その後、好気槽で細胞内貯蔵基質は酸化・分解され減少する。PAOはこのエネルギーを利用して嫌気槽で放出した量以上のリンを体内に取り込み、最終沈殿池で汚泥として除去される。

## 3.方法

生物反応槽流入水を対象とし、週に1度、下水試験方法に準拠して、GC-FIDにより揮発性有機酸6成分(酢酸、プロピオン酸、*iso*-酪酸、*n*-酪酸、*iso*-吉草酸、

*n*-吉草酸)を分析した(図-2)。なお、有機酸の合計量は酢酸当量値として表示した。解析に使用したその他の水質データと維持管理データは富山県から提供を受けた。

## 4.結果および考察

2015年4月から6月までにおける放流水の全リン(TP)濃度(図-3)と溶融炉運転時間・日降水量(図-4)などの時系列データから、これらの関係を解析した。この期間でTP濃度が1 mg/L以上の高濃度になったのは13日中8日であったが、いずれも数日以内の降水量が大きかったか連休中であった。すなわち、降水あるいは連休のため、流入水中の有機物や有機酸濃度が低下し、PAOによるPHA蓄積が少なくなり、放流水中のTP濃度が上昇したのではないかと考えられる。

有機酸の測定を開始した2015年7月以降、TP濃度が1 mg/L以上の高濃度になったのは15日中4日(7/9、

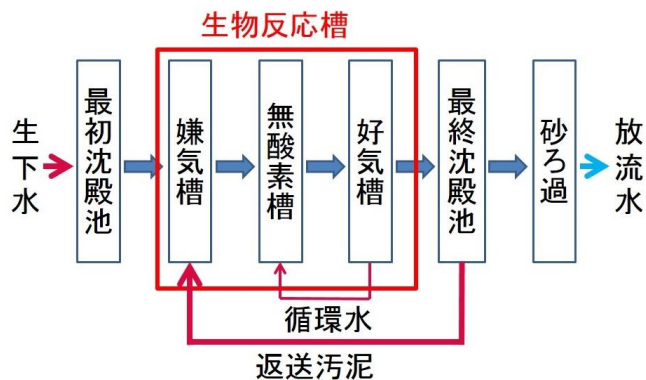


図-1  $A_2O$  法の処理の流れ

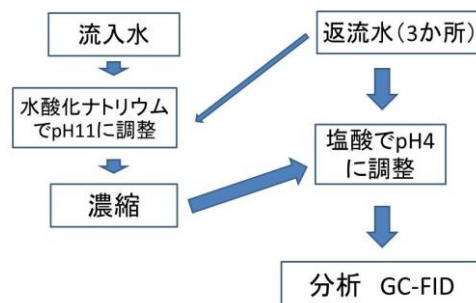


図-2 有機酸の分析方法

7/23, 9/10, 10/1)であった(図-5)。そのうち7/23と10/1は有機酸濃度がそれぞれ 2.26mg/L と 1.93 mg/L と極端に低かった。この両日には、図-6に示すように溶融炉が運転を停止していたため、返流水と反応槽流入水の有機酸濃度が低下していた。溶融炉が稼働していた他の日の有機酸濃度は 5.94~26.4 mg/L であった。7/9と9/10は数日以内の降水量が大きく、有機酸濃度は 8.21, 9.10 mg/L とやや低かった。全体として見ると、有機酸の濃度が低いと TP 濃度が高くなり、有機酸濃度が高いと TP 濃度が低くなる負の相関(相関係数  $R = 0.698$ )が認められた(図-7)。

そこで、放流水の TP 濃度を目的変数、流入水の有機酸・BOD・COD 濃度、採水前の 4 日間降水量、溶融炉運転時間を説明変数として、変数増減法により重回帰分析を実施したところ、変数として有機酸濃度と溶融炉運転時間が選択された重回帰モデル(自由度調整済み重相関係数  $R^* = 0.736$ )が得られた。

## 5.おわりに

今後、有機酸の測定を継続し、データを蓄積するとともに、水質データ、維持管理データ等を対象に重回帰分析その他の多変量解析を行い、リン除去を不安定化させる要因を詳細に検討する予定である。

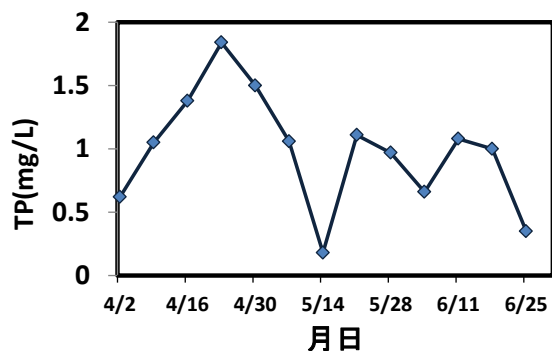


図-3 放流水 TP 濃度の変動

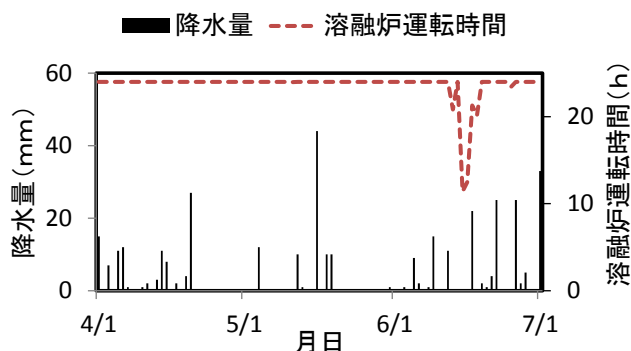


図-4 降水量と溶融炉運転時間の変動

**謝辞** 本研究の遂行にあたり、富山県土木部都市計画課長様はじめ関係各位のご協力を得た。深甚なる謝意を表する次第である。

## 参考文献

佐久間ら(2004)東京都下水道局技術調査年報。  
副島(2008)早稲田大学学位論文。

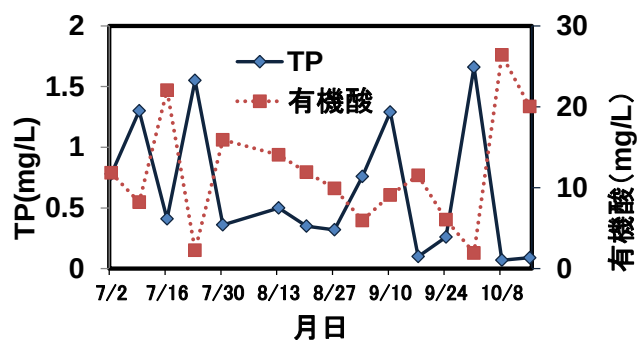


図-5 流入水有機酸濃度と放流水 TP 濃度の変動

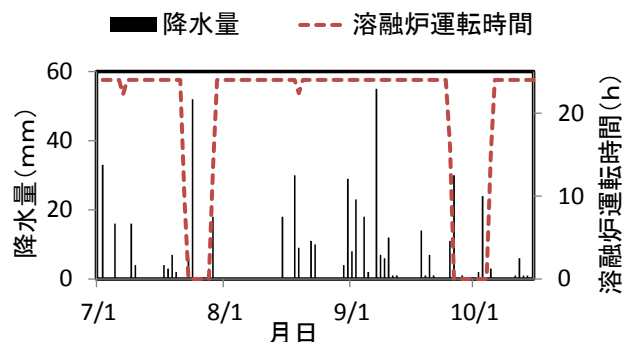


図-6 降水量と溶融炉運転時間の変動

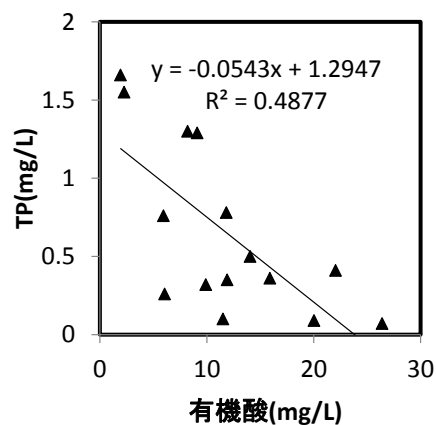


図-7 流入水有機酸濃度と放流水 TP 濃度との関係