

嫌気-無酸素-好気法におけるリン除去の安定化に関する研究

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

1. はじめに

神通川左岸浄化センターでは、下水の高度処理法の一つである嫌気-無酸素-好気(A₂O)法を導入している。A₂O 法は、生物反応槽に嫌気槽、無酸素槽、好気槽の 3 つの槽を設け、微生物の働きにより窒素とリンを同時に取り除くことができる処理法である。しかし、降雨流入等の影響により放流水のリン濃度が高くなることもあり、リン除去の安定化が課題となっている。リン濃度が上昇する原因として、降雨流入等により流入水中の有機酸濃度が低下することが考えられる。したがって、本研究では、生物反応槽の流入水や返流水に含まれる有機酸の濃度を測定し、どのような状況で有機酸濃度が低下しているかを明らかにする。

2. A₂O 法によるリン除去の仕組みと汚泥処理法

嫌気条件では、活性汚泥を構成するリン蓄積細菌(PAO)の細胞内でポリリン酸の加水分解が起こり、溶解性リン酸が細胞外へ放出されるとともに、有機酸など有機物が摂取される。摂取された有機物はグリコーゲンやポリヒドロキシアルカノエイト(PHA)等の基質として細胞内に貯蔵される。好気条件では、これらの細胞内貯蔵基質は酸化・分解されて減少し、PAOはこのエネルギーを利用することで、嫌気状態で放出した以上の溶解性リンを摂取し、その後、最終沈殿池で汚泥として除去される。

一方、神通川左岸浄化センターでは、汚泥処理として汚泥溶融を実施している(図-1)。最初沈殿池の生汚泥は汚泥濃縮槽で、最終沈殿池の余剰汚泥は機械濃縮機で濃縮される。濃縮された汚泥は汚泥脱水機で脱水される。脱水汚泥は溶融炉でスラグにされ、埋戻材などの建設資材として有効利用されている。

3. 方法

生物反応槽の流入水及び汚泥濃縮棟、汚泥処理棟、溶融炉棟からの返流水について揮発性有機酸を測定した(図-2)。流入水については週に1度、その他は月に1度の頻度で分析をした。揮発性有機酸は、下水試験方法に準拠して、GC-FIDにより酢酸など6成分を分析した。その他、解析に使用した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. 結果及び考察

2015年7月から11月までの流入水に含まれる揮発性有機酸の濃度(図-3)は、7/23と10/1に極端に低く、それぞれ2.26mg/Lと1.93 mg/Lであった。他は5.94~26.4mg/Lで推移した。そのため7/23と10/1の放流水のTP濃度はそれぞれ1.55, 1.66mg/Lと高くなった。有機酸濃度が低くなったのは、溶融炉が停止していたためである。流入水中の有機酸6成分の割合(図-4)は、酢酸が47~88%(平均62%)、*n*-酪酸が2~17%(平均12%)、プロピオン酸が0~14%(平均8.8%)であった。溶融炉が停止していた10/1は、平常時と比べ組成が異なり、酢酸の割合が大きかった。

一方、9/10, 10/1および11/5における返流水の有機酸濃度と組成は、図-5~7に示したとおりである。濃縮棟では56~87mg/L、汚泥処理棟では99~143mg/Lとさほど変動は大きくなかったが、溶融炉棟では228, 0, 62mg/Lと変動が大きかった。すなわち、溶融炉が停止

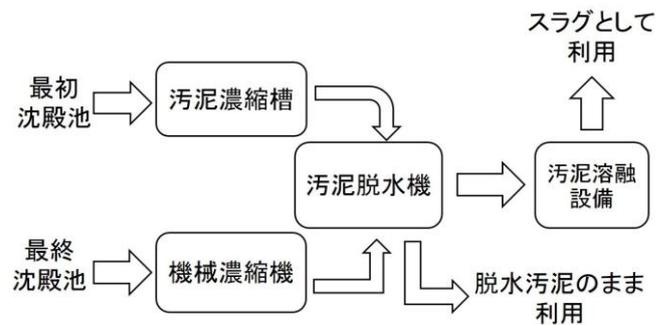


図-1 汚泥処理法

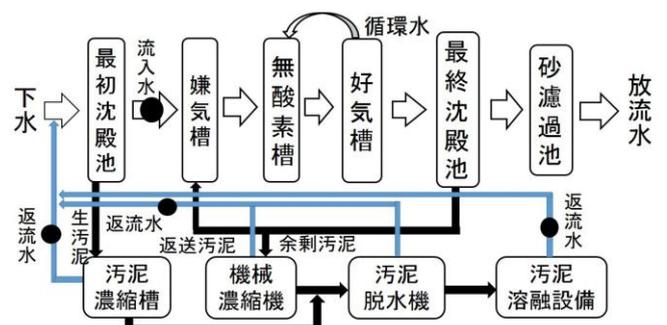


図-2 サンプルの採取地点(●)

していた 10/1 には有機酸が検出されなかったが、9/10 は 228mg/L と顕著に高かった。また、有機酸 6 成分の組成は、濃縮棟と汚泥処理棟からの返流水では、流入水と比べると *n*-酪酸の割合が小さかった。逆に、溶融炉棟では *n*-酪酸の割合が大きかった。溶融炉棟の酢酸の割合は、濃縮棟と汚泥処理棟より小さい傾向であった。

返流水流量は、溶融炉棟から 3200~3500m³/d、濃縮棟および汚泥処理棟から 1200 m³/d である。有機酸の発生負荷量はそれぞれ、9/10 では 764kg/d、223kg/d、10/1 では 0kg/d、219kg/d、11/5 では 242kg/d、207kg/d であり、どの返流水もリン除去安定化の鍵を握っている。とくに溶融炉棟からの有機酸濃度を9/10のように高く維持できれば、リン除去の安定化対策に活用できると考えられる。

溶融炉棟からの返流水は、おもにほぼ同流量の脱水汚泥の乾燥排ガス洗浄処理水と溶融炉排ガス洗浄処理水から構成されている。それぞれの有機酸濃度を測定したところ、それぞれ 284mg/L、21.4mg/L であった。脱水汚泥の乾燥過程で多くの有機酸が揮発していること、とくに高分子量の酪酸や吉草酸の揮発量も多いこ

とがわかった。

5. おわりに

前報(駒田ら, 2016)でも述べたように流入水中の有機酸濃度が低いと放流水のリン濃度が高くなることが明らかとなった。今後も調査を継続するとともに活性汚泥モデルを用いた解析も行い、溶融設備をはじめ汚泥処理施設で発生する有機酸をリン除去の安定化に有効に活用する方策を検討する予定である。

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

駒田ら(2016)土木学会中部支部研究発表会。

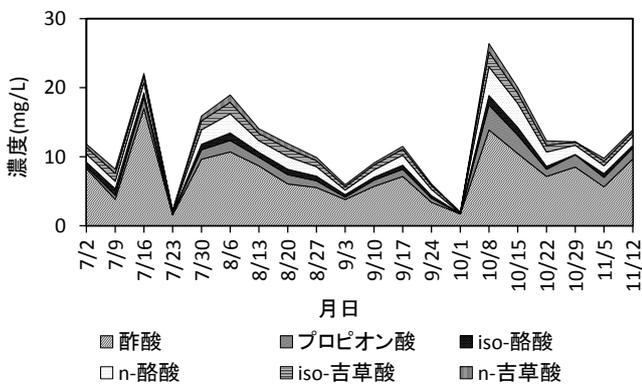


図-3 流入水中の有機酸濃度の変動

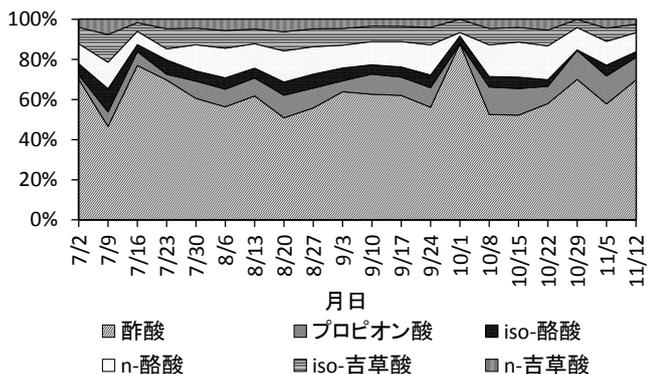


図-4 流入水中の有機酸組成の変動

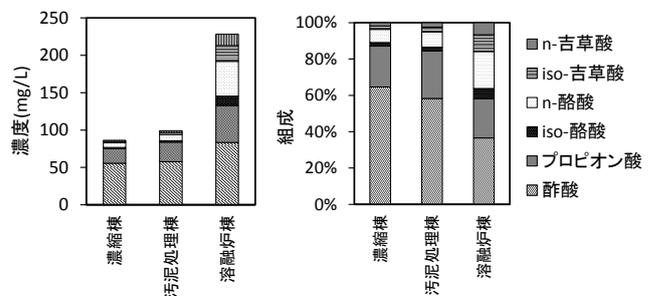


図-5 返流水中の有機酸濃度と組成(2015/9/10)

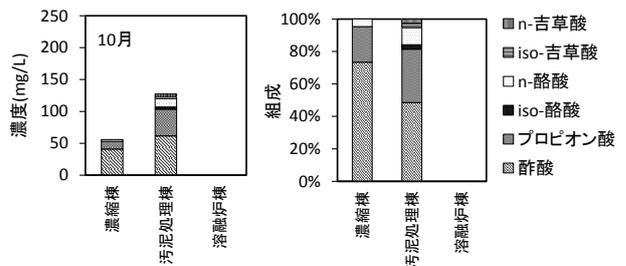


図-6 返流水中の有機酸濃度と組成(2015/10/1)

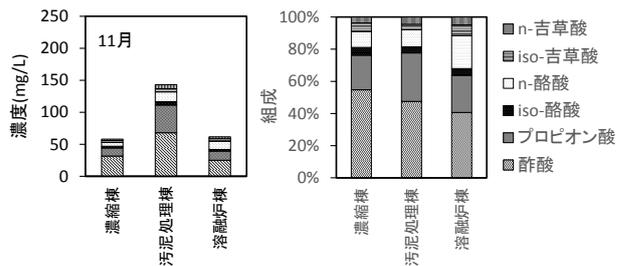


図-7 返流水中の有機酸濃度と組成(2015/11/5)