

下水処理場における有機酸の重要性

水再生水質課

○米本 豊 新井 久雄

福田 好史

下水道・河川研究室

浅野 卓哉

1. はじめに

現在、栄第二水再生センターにおいては、高度処理が導入されつつあり、リン・窒素の除去が重要な課題となっている。平成 19 年に高度処理施設が完成するが、現在は、通常の処理施設で実施可能な疑似嫌気好気法の運転を行っている。従来よりリンの除去では、有機酸が重要な因子となっており、嫌気状態で PHB (PolyHydroxyButyricAcid) として取り込まれ、好気状態となった時分解され、同時にリンが取り込まれる生物学的脱リンに関わっていることが知られている。

また、有機酸はスフェロチルス等の糸状性細菌の炭素源として利用されることが報告されているように、糸状性バルキングの原因物質としても関係がある。

今回、栄第二水再生センターにおいて、有機酸が実施設でどのように関わっているか一年間（平成 16 年 2 月～平成 17 年 2 月）に渡って調査をし、若干の知見を得られたので報告する。

2. 施設概要

処理方式は、標準活性汚泥法で、合流式の 1 系と分流式の 2,3 系からなっている。表-1 に施設概要を示した。

表-1 施設概要

	1系(合流)	2,3系(分流)
散気方式	標準・旋回流	深層・旋回流
処理水量(m ³ /d)	30,200	各 46,450
反応タンク容積(m ³)	7,760×1池	4,190×3池
滞留時間(hr)	8.3	8.4

3. 有機酸(C₀~C₂)による BOD

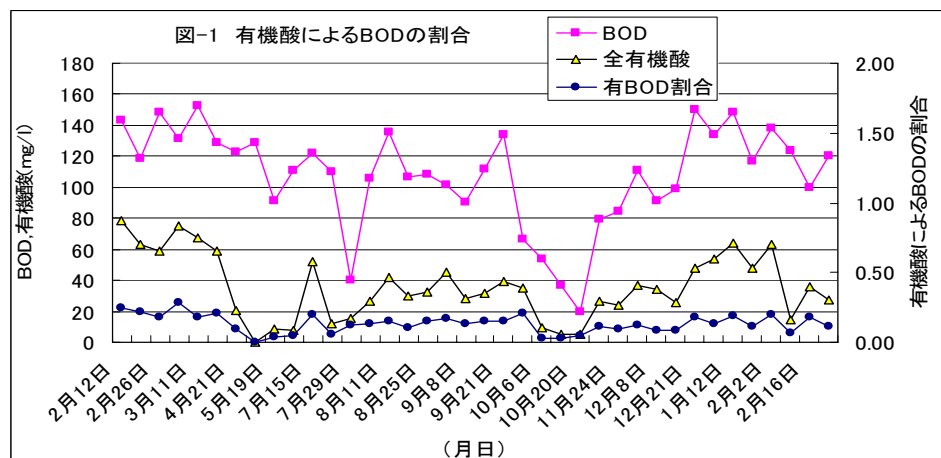
最初に、最初沈殿池流出水の有機酸が炭素源の BOD として、どの程度なのか推定式を作成した。この式は、各有機酸の BOD 測定の実験結果の報告¹⁾ と酸素量の計算結果から求めた。推定式として BOD は以下に示したようになる。

$$\text{BOD}(\text{mg/l}) = 0.211 \text{ ギ酸濃度}(\text{mg/l}) + 0.661 \text{ 酢酸濃度}(\text{mg/l}) + 1.029 \text{ プロピオン酸濃度}(\text{mg/l})$$

この式を使用して年間を通しての BOD 中に占める有機酸による BOD の割合の比率を求め図-1 に示した。

この結果、雨の時を除いて、年間を通して 0.15~0.2 程度の割合であることが示された。

試料が最初沈殿池流出水なので、冬季と夏季では、割合が異なるのではないかと考えられたが、それほどの差はみられなかった。一般に、場内の調整槽や最初沈殿池で汚泥が腐敗した場合、一時的に有機酸が高くなり、BOD に占める割合が大きくなる



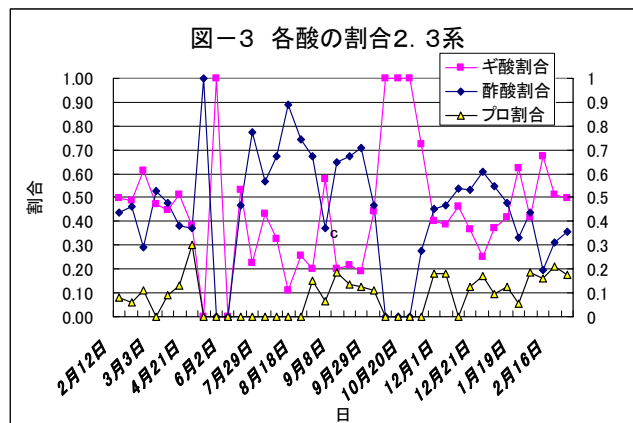
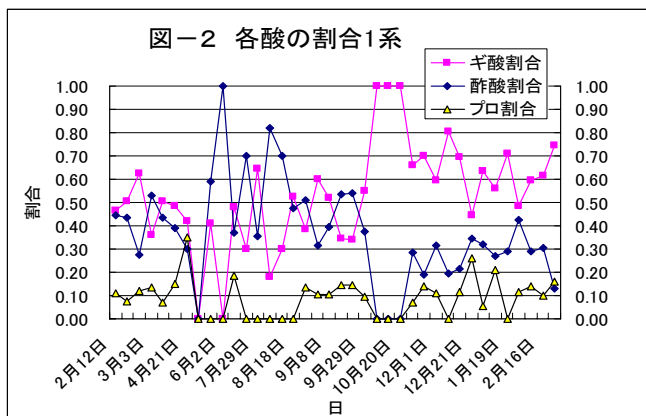
が予想されるが、有機酸の濃度に高低の差がある場合でも、BOD に占める割合が同じなので、幹線から流入してくる BOD 成分が変質して溶出してくる可能性が高く、有機酸は流入に起因していると考えられる。したがって、流入幹線中で滞留する場所があると考えられる。

4. 各有機酸の動向

下水中の有機酸は、消化槽と同様に酸素が十分でない状態の下水管中で、溜まった炭水化物が通性嫌気性菌、嫌気性細菌によって、分解され生ずると考えられる。

ここで、各有機酸の比率の変動がないかを、図-2・3に示した。

一般に、嫌気性消化の場合有機物負荷が多くなるとプロピオン酸、酪酸の比率が多くなるが、ギ酸の場合は特に調査されていない。今回の調査では有機物負荷に関係すると思われる比率の変化等が、系列別の差でみられた。



図中でギ酸が100%となっているところは、雨で薄まり、他の有機酸が測定できなかったからである。

1系と2, 3系で平成16年10月から明らかな差がみられた。1系は、分流ポンプの停止により、平成16年10月から3月まで、合流、分流の容量の小さいポンプから、容量の大きい合流ポンプで合流と分流の汚水を受け入れた。このためポンプ井等で汚泥が堆積することによって酢酸が減少し、ギ酸が増える変化が起こっていると思われる。今回の結果からは、容量の大きい合流ポンプの方が汚泥等の滞積が少ないためと考えられる。

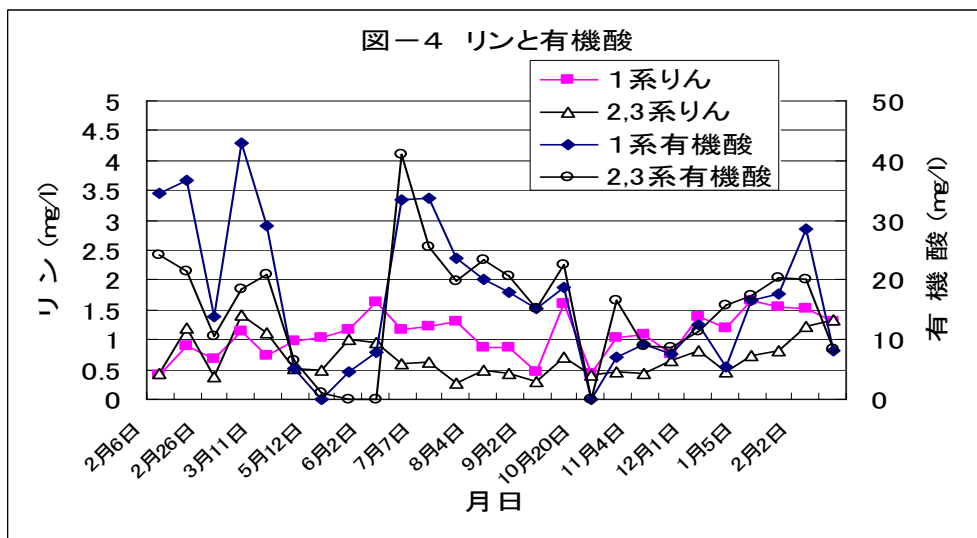
リンの除去の観点からいえば、酢酸が多い方が良く、汚泥が溜まっている方が良く、容量の小さい合流ポンプの方が有機酸の発生が多くなり、有利となると考えられる。

しかし、通常の処理においての負荷の増大は、処理に影響を与えるので、適度な有機酸濃度である必要がある。また、夏季と冬季で有機酸の発生速度が違うため維持管理も難しく、実際は、濃度コントロールできない。

5. リンの除去について

栄二水再生センターでは、河川への窒素、リンの負荷の低減のため、簡単な疑似嫌気好気方式で運転している。今回一年間の有機酸の測定を行ったので、リンの除去との関係を示し、結果を図-4に示した。

この結果、年間を通して、2, 3系のリンが低いのが



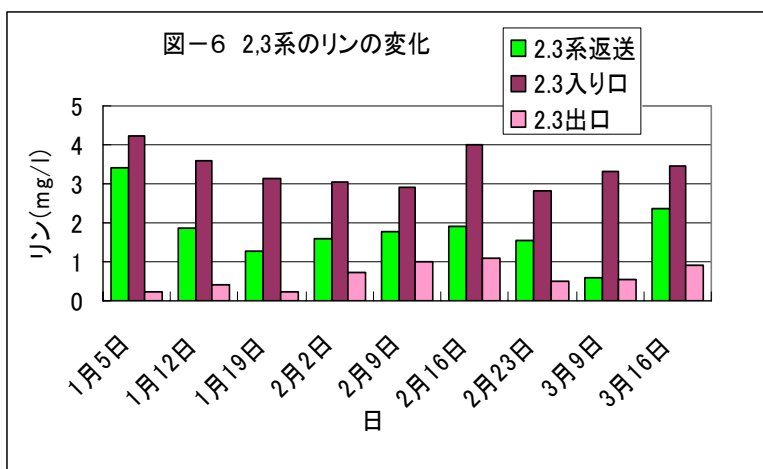
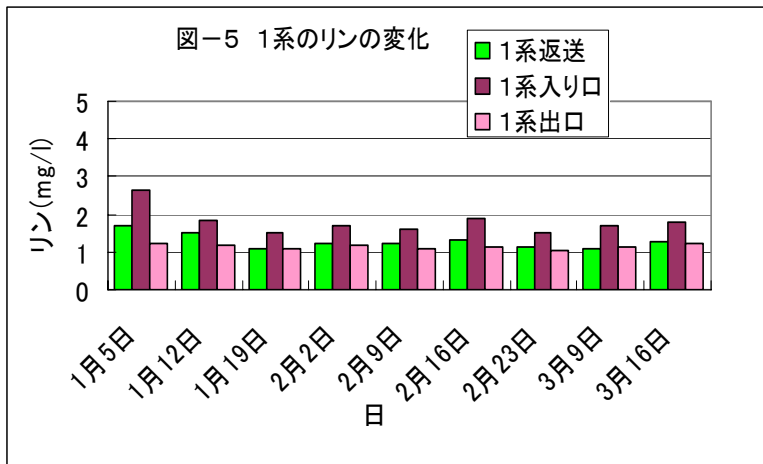
見受けられる。有機酸が30mg/l以上あると30分程度の嫌気状態でも十分にリンの放出が行われ、1系のリンの濃度が2, 3系と同じか、低くなる期間がある報告²⁾があった。今回では年末に合流のポンプを容量の大

きなポンプに切り替えたため、冬期に有機酸濃度が高くなり、その確認はできなかった。

1系は、平成16年6月以降、リンの濃度が1mg/l程度であった。2, 3系は、平成16年6月以降、0.5mg/l程度で、平成17年2月から高くなった。

これは、一つは処理水でのNO_x-Nが平成16年5月から7mg/l程度であったのが、平成17年2月から9mg/lとなったことや、平成17年1月から工事の関係で余剰汚泥を調整槽から最初沈殿池へ投入したため、最初沈殿池でのリンの放出等による影響があったものと考えられる。また、1系の硝酸濃度の高い返送汚泥を2系へ汚泥移送を行ったことも関係があるのではないかと思われる。

この2月から、2, 3系でリンが高くなった現象を平成17年1月からのリンの反応タンクでの変化として図-5, 6に示した。この図より、2,3系は反応タンク入り口でのリンの濃度は高いが出口では良く除去されていて、2月まで処理水のリン濃度が低く、2月から濃度が若干高くなったことわかる。なお、この期間の有機酸の濃度は、10~30(mg/l)であった。



6. まとめ

以上から、当水再生センターでは、流入してくる下水のBOD成分の一部が有機酸に変化し、有機酸の量、質の変化によって、リンの処理に影響があり、水処理にも影響を与えられられる。

これらの結果をまとめて以下に示した。

- 1) BODに占める有機酸によるBODは、年間を通して15~20%程度であり、年間をとおしてもほぼ大きな変化がみられなかった。
- 2) 汚泥の滞積状況等により、各有機酸の割合が変化する傾向がみられたが、総量で比較すると変化がないと考えられる。
- 3) 2, 3系は、一年を通して、リン濃度が低かった。これは、DOや有機酸や有機物負荷等により影響を受けていると思われる。

今後、リンの除去についてのデータを蓄積して、解析していく必要がある。

(参考文献)

- 1) 八木 博, その他, 用水と廃水, 18, 10, (1976)
- 2) 浅野 卓哉, 第41回下水道研究発表会講演集, 825, (2004)
- 3) 井出 哲夫, 水処理工学 (1980).

