

# A<sub>2</sub>O法における必要嫌気槽滞留時間に関する検討

横浜市 ○小川 洋平  
浅野 卓哉

## 1 はじめに

現在横浜市では、下水処理水質の一層の向上を目的として、高度処理施設の整備を進めている。しかし、現在の設計指針では標準法と比較して施設規模が大きく、建設コストの縮減が課題となっている。また、嫌気槽滞留時間の設定方法が曖昧であり、より定量的な検討が必要である。

そこで本研究では、必要な嫌気槽滞留時間の検討を行った。まず、実施設で嫌気槽滞留時間の違いによるりん除去への影響を評価した。また、嫌気槽りん放出反応と流入水質について調査し、りん除去安定化に必要なりん放出濃度および有機酸濃度について検討した。さらに実験プラントを用いて、嫌気槽短縮による処理への影響を検証した。今回はこれらの検討結果について報告する。

## 2 調査方法と内容

### 2.1 実施設調査

実施設調査は横浜市の神奈川水再生センターで行った。当センターは合流式で、一部をA<sub>2</sub>O法施設で処理している。このうち、反応槽流入水が同じで嫌気槽容量の異なる2系列(1系、2系)を調査対象とした。調査期間は平成16年6~9月とした。両池の槽配分を図1に、期間中の運転条件実績値および平均流入水質を表1に示す。

期間中、各調査日に、反応槽流入水(以下、流入水)、両系処理水の24時間コンポジット試料について、T-PとPO<sub>4</sub>-Pを測定した。また、流入水、返送汚泥および嫌気槽各セル水を午前10時から実滞留時間を考慮してスポット採水し、PO<sub>4</sub>-P、流入水有機酸を測定した。各水質分析は下水試験方法に準拠して行った。

### 2.2 実験プラント調査

A<sub>2</sub>O法実験プラント2系列を用いて、嫌気槽短縮による処理への影響を調査した。当プラントは中部水再生センター(合流式)内に設置され、反応槽容量は1m<sup>3</sup>で、流入水は当センターの最初沈殿池流出水を水中ポンプで常時引き上げて、それを用いた。平成17年2~3月に調査を実施した。槽配分および期間中運転条件実績値、平均流入水質を図2、表2に示す。調査期間前に表2の条件で約1ヶ月間馴致運転を行った。なお、当センターの流入水は、横浜市各センター平均と比較してT-P濃度が低い。そこで、本調査では、流入水にKH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>溶液を添加し、T-P濃度を0.5mg/L増加させた。調査内容は、実施設調査と同様である。

## 3 調査結果と考察

### 3.1 実施設調査

#### 3.1.1 嫌気槽滞留時間がりん除去に与える影響

実施設において、嫌気槽滞留時間の違いがりん除去に与える影響を、処理水質と嫌気槽りん放出濃度の違いから評価した。

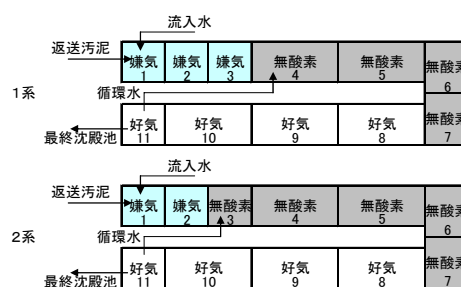


図1 実施設槽配分

表1 実施設運転実績、流入水質

	1系	2系	流入水 (mg/L)
滞留時間合計(h)	7.3	7.3	BOD 76
嫌気槽滞留時間(h)	1.3	0.8	COD 38
無酸素槽滞留時間(h)	2.8	3.3	T-N 21
好気槽滞留時間(h)	3.2	3.2	T-P 2.3
返送率(%)	50	50	NH <sub>4</sub> -N 15
循環率(%)	100	100	NO <sub>3</sub> -N -
MLSS(mg/L)	2,070	2,060	

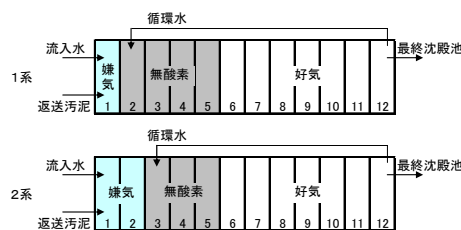


図2 実験プラント槽配分

表2 実験プラント運転実績、流入水質

	1系	2系	流入水 (mg/L)
滞留時間合計(h)	6.5	6.5	BOD 47
嫌気槽滞留時間(h)	0.5	1.1	COD 53
無酸素槽滞留時間(h)	2.2	1.7	T-N 20
好気槽滞留時間(h)	3.8	3.8	T-P 2.2
返送率(%)	52	51	NH <sub>4</sub> -N 16
循環率(%)	100	102	NO <sub>3</sub> -N 0.1
MLSS(mg/L)	2,400	2,300	

調査期間中の処理水 T-P 濃度および T-P 除去濃度（流入水－処理水）平均値を表 3 に、流入水および処理水 T-P 濃度の推移を図 3 に示す。りん除去について、両系に差はほとんどなく、降雨後の数日間悪化している以外は、期間を通じて概ね良好であった。

表 3 実施設りん除去平均値

(mg/L)	1系	2系
処理水 T-P 濃度	0.48	0.38
T-P 除去濃度	1.72	1.82

次に両系の嫌気槽りん放出濃度の状況について比較した。調査期間中のりん放出濃度および、りん放出に影響する流入水有機酸濃度の推移を図 4 に示す。りん放出濃度、有機酸濃度ともに降雨の影響により濃度が低下し、その後上昇するという傾向がみられた。嫌気槽各セルのりん放出濃度の推移を図 5 に示す。除去良好時と降雨直後（降り始め後 24 時間以内）それぞれの平均値で示した。除去良好時については、1 セルで多くのりん放出が行われているが、2 セル以降は少なく、両系のりん放出濃度の差は 1mg/L 程度であった。降雨直後では 1 セルではほとんど放出はなく、2 セル以降は除去良好時と同様の傾向であった。除去良好時と降雨直後の 1 セル放出量の差は、流入水有機酸濃度が原因であると思われる。また、除去良好時においても、2 セル以降では有機酸は枯渇しているため放出速度は低下し、降雨後の 2-3 セルと同様になると考えられる。

これらのことから、今回の条件では嫌気槽滞留時間の違いによるりん除去性能の違いは認められなかった。これは、2 セル以降のりん放出速度が低く、1 セル延長では、りん放出濃度を増加させる効果が小さかったためと考えられる。

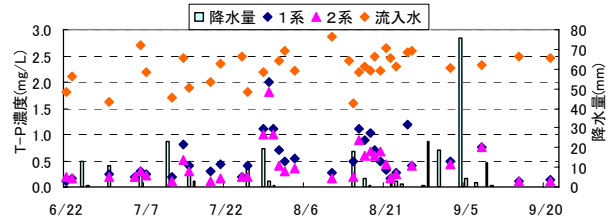


図 3 流入水および処理水 T-P 濃度の推移

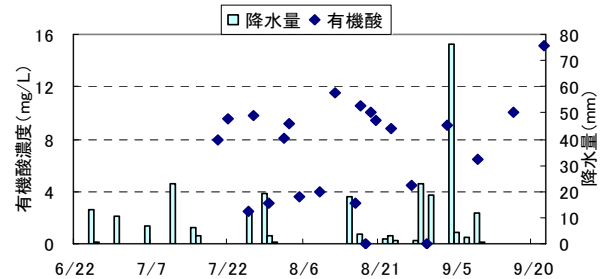
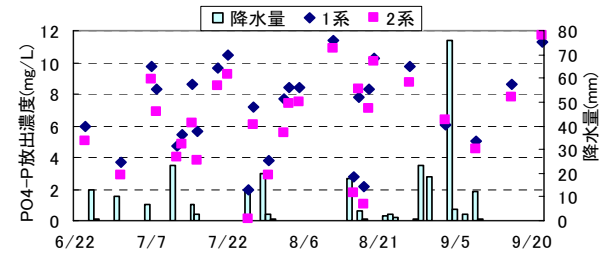


図 4 流入水有機酸および嫌気槽りん放出濃度の推移

### 3. 1. 2 必要嫌気槽滞留時間の検討

次に、各データを用いて、実際に必要な嫌気槽滞留時間および有機酸濃度について検討した。嫌気槽りん放出濃度と T-P 除去濃度、流入水有機酸濃度の相関を図 6 に示す。どちらの組み合わせにも正の相関がみられる。調査期間中の平均流入水 T-P 濃度は 2.3mg/L であった。目標 T-P 水質を 0.5mg/L とすると、目標達成に必要な T-P 除去濃度は 1.8mg/L 程度となる。図 6 から、T-P 除去濃度 1.8mg/L 維持に必要なりん放出濃度は 6mg/L 程度であると読み取ることができる。

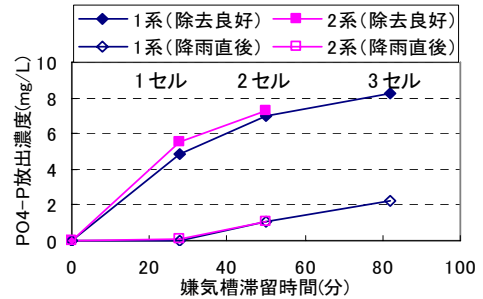


図 5 嫌気槽りん放出濃度の推移

また、りん放出濃度 6mg/L に必要な有機酸濃度は 8mg/L 程度だといえる。従って、当施設では、りん放出濃度 6mg/L 以上を維持すれば良好なりん除去が維持され、またそのためには流入水有機酸濃度 8mg/L 以上を維持することが必要であると考えられる。

さらに図 5 から、必要りん放出濃度確保に必要な嫌気槽滞留時間を検討することができる。除去良好時においては、嫌気槽滞留時間 40 分程度で 6mg/L に達していた。しかし、降雨直後においては、嫌気槽末端においても 2mg/L 程度であった。このことから、当センターで必要放出濃度を確保するには、晴天時では嫌気槽 2 セルで十分であるが、降雨直後には嫌気槽の長い 1 系よりも、さらに約 3 倍の嫌気槽容量が必要となると考えられる。

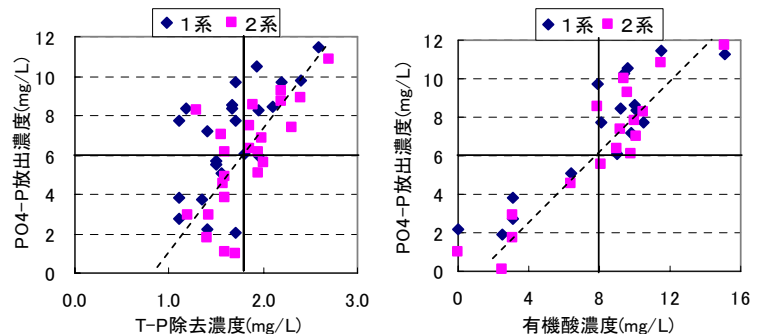


図 6 嫌気槽りん放出濃度と T-P 除去濃度、流入水有機酸濃度の相関

### 3.2 実験プラント調査(嫌気槽滞留時間短縮によるりん除去への影響)

実施設調査の結果、りん除去良好時においては、嫌気槽滞留時間をさらに短くできる可能性が示された。現状の設計指針よりも嫌気槽短縮が可能であれば、建設コストの削減および設計処理水量の増加が期待できるが、その前に短縮化による処理への影響を評価する必要がある。特に、降雨後においては、りん放出濃度が大きく低下するため、嫌気槽短縮化によるりん除去への影響が危惧される。そこで、次に実験プラント2系列を用いて、嫌気槽滞留時間短縮運転(0.5および1時間)を行い、それによるりん除去への影響を検証した。

調査期間中の系列ごとの処理水 T-P 濃度および T-P 除去濃度の平均値を表4に、流入水および処理水 T-P 濃度の推移を図7に示す。処理水 T-P 濃度は実施設調査と比べ、若干高めであったが、T-P 除去濃度は高く、概ね良好であったといえる。降雨の影響がなければ、処理水 T-P 濃度は0.5mg/L以下に抑えられていた。降雨後数日間は、実施設調査同様りん除去は悪化したが、悪化ピークおよび回復期間については嫌気槽短縮による悪影響は認められなかった。また、T-P 以外の水質項目についても良好な処理が行われており、嫌気槽滞留時間短縮による影響は全く認められなかった。

表4 実験プラントりん除去平均値

(mg/L)	1系	2系
処理水T-P濃度	0.62	0.68
T-P除去濃度	2.10	2.05

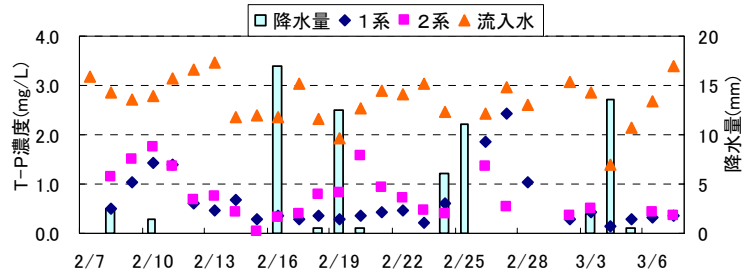


図7 流入水および処理水 T-P 濃度の推移(実験プラント)

次に、調査期間中の嫌気槽りん放出濃度と T-P 除去濃度、流入水有機酸濃度の相関を図8に示す。実施設調査と同様、どちらの組み合わせにも、概ね正の相関がみられた。調査期間中の平均流入水 T-P 濃度 2.7mg/L から、必要りん放出濃度および必要流入有機酸濃度を推定すると、それぞれ6mg/L、8mg/L程度と推定できる。これは実施設調査の結果とほぼ同値であった。

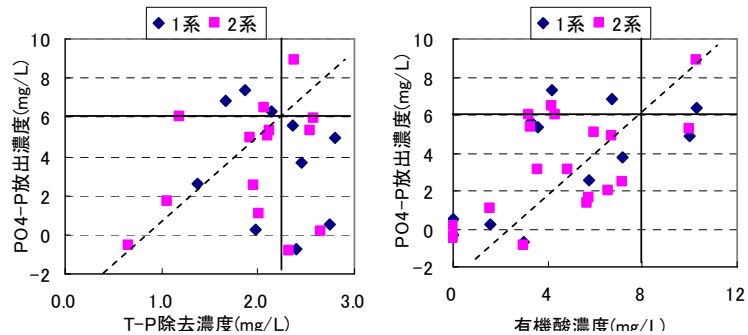


図8 嫌気槽りん放出濃度と T-P 除去濃度、流入有機酸濃度の相関(実験プラント調査)

これらの結果から、嫌気槽滞留時間を0.5時間に短縮しても処理への影響はなく、嫌気槽容量は流入水有機酸濃度が十分確保されれば、現在の設計より大幅に短縮できることが示された。

ただし、今回の実験プラント調査は期間が短かったため、今後さらに検証し、特に降雨の多い季節において、嫌気槽短縮化がりん除去に及ぼす影響を評価する必要がある。

### 4 まとめ

- A<sub>2</sub>O 法実施設で嫌気槽滞留時間 0.8 時間と 1.3 時間の施設を比較評価した結果、りん除去性能に差は認められなかった。これは必要嫌気槽りん放出濃度が、晴天時では1セルでほぼ確保され、降雨後には1.3時間でも確保できないためだと考えられる。
- A<sub>2</sub>O 法実験プラントで嫌気槽滞留時間を0.5時間と1.1時間で運転した結果、両系のりん除去性能に大きな差はみられず、嫌気槽短縮による悪影響は認められなかった。
- データ解析の結果、りん除去安定化に必要な嫌気槽りん放出濃度は、実施設、実験プラントともに6mg/Lと推定された。また、晴天時に必要な嫌気槽滞留時間は約40分であった。ただし、降雨後に流入有機酸濃度が低下すると、必要滞留時間は約4時間であった。
- 以上の結果から、嫌気槽滞留時間は流入水有機酸濃度次第で、現在の設計よりも大幅に短縮可能であることが示唆された。