

高度処理施設における PHA 挙動調査

下水道水質課 ○木下 直樹
坂本 俊彦
浅野 卓哉

1. はじめに

本市では水再生センターの下水処理施設の一部に、高度処理法（A₂O 法、AO 法等）を採用している。高度処理法は従来の標準法と比べ窒素・りん除去性能は高いが、運転管理が難しい。特にりん除去は、降雨など流入水質の変化により除去性能が大きく変動し、雨天時の最適な運転条件が確立されていない。また、標準法と比較して、活性汚泥中のりん含有量が高くなるため、処理悪化時には処理水のりん濃度が標準法以上に高くなる恐れがある。

りん除去は、一般にりん過剰摂取反応と呼ばれる、活性汚泥中のりん蓄積細菌（PAO）による複雑な反応で行われる。その反応には PHA とよばれる有機物の挙動が重要であることが知られているが、これまでその測定方法が難しく、実測データでの挙動を示す知見は極めて少なかった。

当課では、この PHA を既存の分析装置を用いて簡便に測定する方法を開発し、報告している¹⁾。これにより、実プラントでの PHA 挙動の調査が可能となった。今回は、本市高度処理施設での PHA 挙動調査の一例及び今後の活用方法について紹介する。

2. りん除去のしくみと雨天時対策について

PAO は、体内で PHA やポリりん酸（X_{PP}）を合成する性質を持つ。高度処理施設ではその性質を利用し、りんを活性汚泥中に蓄積し余剰汚泥として引き抜くことで除去する。

まず嫌気槽では流入水中の有機酸等の低分子有機物を体内に取り込み、PHA を合成する。その際のエネルギー源として体内の X_{PP} を分解し、PO₄-P の形で体外に放出する。好気槽では、嫌気槽で合成した PHA を分解して得たエネルギーで菌の増殖を行うと同時に、体外の PO₄-P を取り込み X_{PP} を合成する。その結果、好気槽で取り込み量が嫌気槽での放出量を上回るため、りんが除去される。

一方、りん除去は雨天時に低下することが知られており、その対策が必要である。過去に実施した、活性汚泥モデル（ASM）を用いたりん除去変動のメカニズムと対策の解析結果では、雨天時の除去低下を抑制するには、嫌気槽でのりん放出促進（循環ポンプ停止等）と同時に好気槽での PHA 蓄積促進（好気槽短縮等による PHA 消費抑制）が有効であることが示されているが、特に好気槽での反応に関しては実測値での検証はできていない²⁾。

3. 調査内容と方法

本調査は、当課で開発した活性汚泥中 PHA 測定法を用いて、実プラントでの PHA 挙動を調査し、雨天時対策の有効性を実証すること等を目的として実施している。今回は、金沢水再生センターの A₂O 法施設と栄

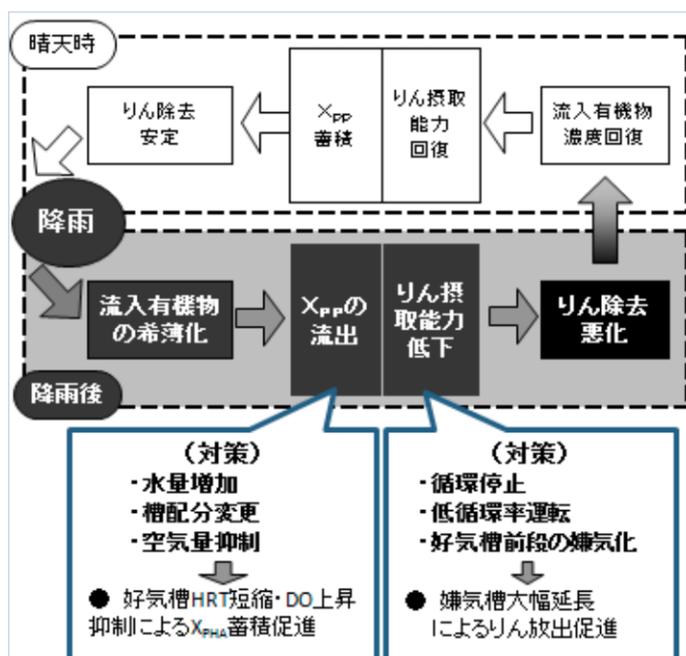


図1 シミュレーション結果に基づく A₂O 法の雨天時りん除去変動機構と対策のまとめ²⁾

第二水再生センターのAO法施設において、晴天時と雨天時にわけて、反応タンク内各セル及び返送汚泥のPHA含有率（gPHA/gSS）及びPO₄-Pの挙動調査を実施した。調査・測定方法は文献³⁾のとおりである。

4. 調査結果事例

各施設での調査結果の一例を図2、図3にそれぞれ示す。いずれも晴天時と比較して雨天時には嫌気槽でのりん放出濃度とPHA含有率は低く、好気槽でのりん摂取も遅れていることがわかる。金沢では雨天時りん除去悪化対策として循環ポンプ停止（無酸素槽の嫌気化）を実施しており、好気槽末端ではPO₄-P濃度はほぼ晴天時と同レベルとなっていた。また、金沢ではりん除去対策として最初沈殿池汚泥の投入も行っており、その影響も考慮する必要がある。

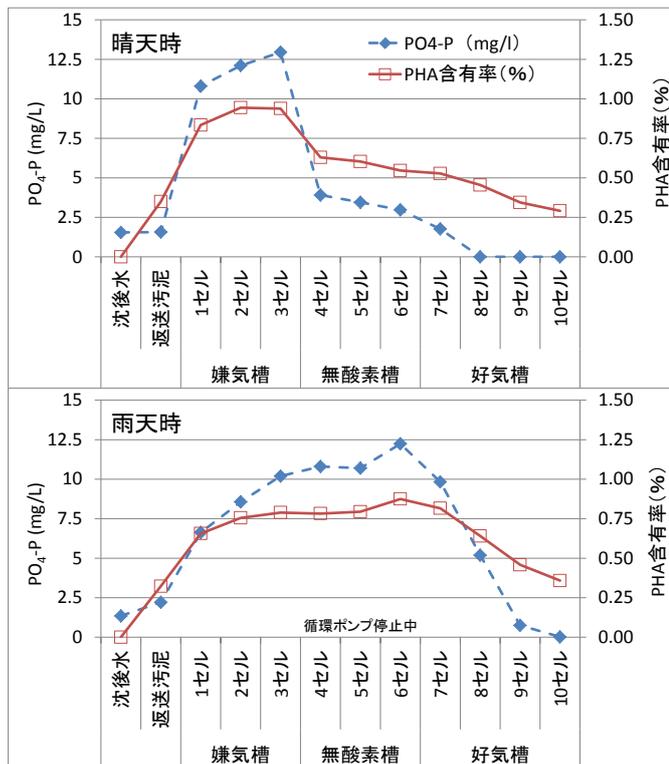


図2 金沢 A₂O 法施設の反応タンク内 PO₄-P 及び PHA 挙動例（上段:晴天時、下段:雨天時）

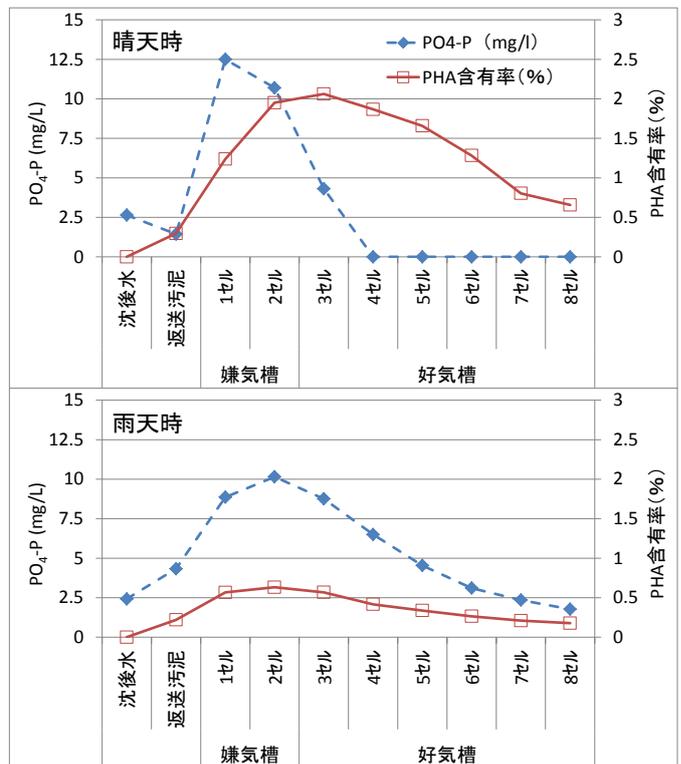


図3 第二 AO 法施設の反応タンク内 PO₄-P 及び PHA 挙動例（上段:晴天時、下段:雨天時）

5. 今後の活用方法

上記のようなデータを蓄積し、りん除去変動に関する解析を行っていくことで、より定量的な運転条件の検討が可能になると考えられる。

今後は、上記施設で継続してデータを収集していくと同時に、下記検討を行っていく。それらの結果を活用し、りん除去の安定化及び効率化を図っていきたい。

- ・各センター高度処理施設・疑似AO法施設のPHA含有量を調査し、各施設のりん除去特性を把握する。
- ・実施設で雨天時に様々な条件で運転し、PHA挙動を踏まえた最適運転条件を検討する。
- ・机上実験でりん放出・摂取とPHA挙動を調査し、詳細な知見を得る。

参考文献

- 1) 坂本俊彦、他：アルカリ分解を用いた活性汚泥一時貯蔵物質 PHA の測定法、第 50 回下水道研究発表会講演集,pp.1072-1074、2013
- 2) 浅野卓哉、他：活性汚泥モデルを用いた A₂O 法の雨天時最適運転条件の検討、下水道協会誌 Vol.47、No.570、pp.116-126、2010
- 3) 坂本俊彦、他：活性汚泥一時貯蔵物質 PHA の実態調査および活性汚泥処理における挙動について、第 52 回下水道研究発表会講演集、pp.872-874、2015