

「反応槽間欠曝気におけるりんの挙動把握と変動緩和のための運転方法の検討」  
調査研究報告書（平成25年度）

公益財団法人山梨県下水道公社  
桂川清流センター

1 目的

桂川清流センターは現在1/2系列が供用開始され、反応タンクを1池使用しており15,000m<sup>3</sup>/日の処理能力を有する標準活性汚泥法による桂川流域下水道の終末処理場である。

現在、約6,000m<sup>3</sup>/日の下水処理を、曝気時間を約17時間とする間欠運転にて行っているが、りん除去の観点からみた場合、一時的に反応タンクの曝気や攪拌の停止の影響を受けることや、汚泥処理系統からのりん負荷変動の影響が大きいことなどから、県内他流域と比較してみた場合、安定した除去が困難な状況にあると言える。

この状況下、神奈川県との共同事業として凝集剤添加設備が平成26年度当初より供用開始予定とされていることから、処理場内におけるりんの挙動把握を行うこととし、目標水質遵守や必要とされる電力・薬品コスト節減等につながる運転方法についての研究を行うこととした。

2 放流水りん濃度の経時変動と原因の想定

前年度の分析により、放流水は1日以上長い周期で緩やかに、かつ大きく変動していることが確認されている(図-1参照)。

また、年24回実施している精密試験結果において、試料採取前日に汚泥脱水機の運転実施の有無により放流水 PO<sub>4</sub>-P(別称 O-P)濃度に差が生じる傾向があることから、汚泥処理棟からの脱水分離液の返流による影響を受けているものと想定した。当年度の試験結果を表-1に示す。

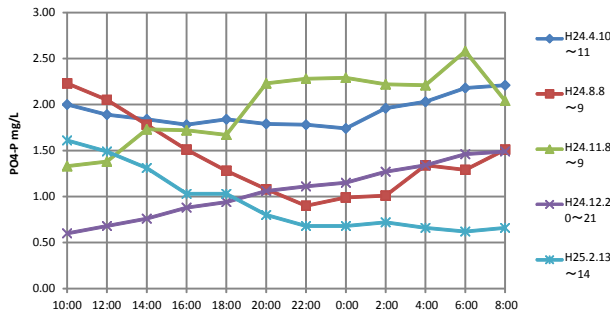


図-1 放流水 PO<sub>4</sub>-P の経時変動 (H24度)

表-1 平成25年度精密試験結果

	mg/L			
	T-P		PO <sub>4</sub> -P	
	流入水	放流水	流入水	放流水
最大	5.22	2.50	2.35	2.43
最小	2.80	0.70	1.05	0.59
平均	4.10	1.45	1.75	1.35
平均(前日脱水有)	4.21	1.55	1.84	1.45
平均(前日脱水無)	3.54	0.95	1.34	0.84

3 桂川清流センターのりん収支

りん収支を把握するため、水質及び汚泥含有試験を平成25年5月に実施し、脱水機運転日における収支図を作成した。図-2に示す収支図での数値はT-P、括弧内の数値はPO<sub>4</sub>-Pの流入負荷量に対する割合となる。

生物的りん除去が必要となるPO<sub>4</sub>-Pにおいて、流入負荷とほぼ等量が汚泥処理系統から返流されるとした算定結果となり、主因は濃縮受槽内にて溶出したりんが、脱水分離液として返流されることによるものであると考えた。

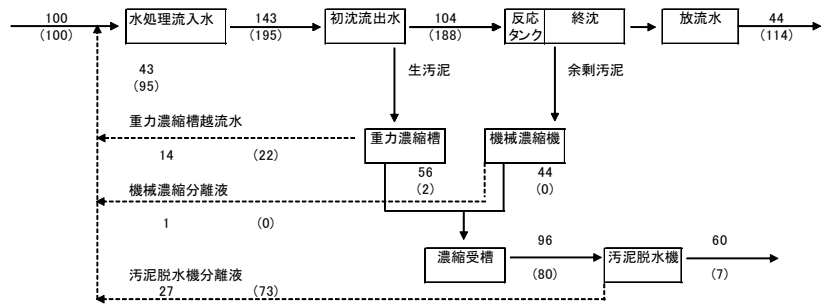


図-2 りん収支図

4 反応タンクでのりん挙動

当センターの反応タンクは、槽容量比1:1.5:1.5:2.25の合計5,049m<sup>3</sup>となり、第1槽を嫌気槽として使用している。

平常時の嫌気槽 ORP と実質滞留時間の経時変動を図-3に示す。

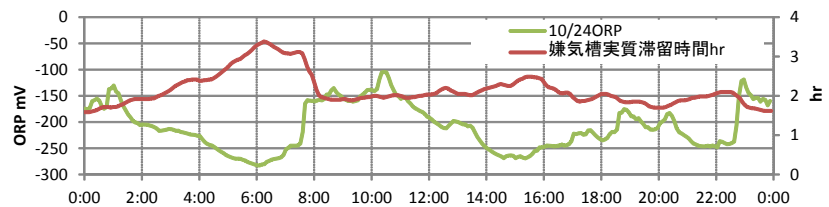


図-3 反応タンク嫌気槽の経時変動

ORP は、特定の時間帯に増減を繰り返す傾向にあり、間欠運転に伴う返送汚泥の停止時間に低い傾向を示し、日汚水量の5割程度に相当する川中継ポンプ場からの送水等の水量増減の影響が確認された。よって生物学的りん除去を行う上で必要となる反応タンクでのりん放出及び固定の程度を、高 ORP 及び低 ORP の時間帯に区分し、調査を行うこととした。

嫌気槽 ORP 値の高い傾向を示す10:30と、低い傾向を示す15:00の PO4-P を基本に、同一水塊の移動時間を滞留時間計算をもとに推定し、反応タンク流入水及び反応タンク末端における推定時刻の PO4-P を測定し、濃度変動を比較することとした。調査結果を図-4に示す。

グラフの実線／破線表示はそれぞれ汚泥脱水機運転の有無を、マーカーの塗りつぶし／白抜き表示はそれぞれ川合中継ポンプ場圧送水への酸素注入の有無を示す。

### 1) 高 ORP 条件

反応タンク流入水 PO4-P 濃度は1mg/L 前後で安定しており、嫌気槽におけるりん放出に伴う濃度増加も低い水準であり、反応タンク第4槽では脱水運転日にその返流水が想定より早く到達した影響と見られる濃度上昇があるが、脱水休止日は1mg/L 以下となった。

### 2) 低 ORP 条件

脱水機運転時は、反応タンク流入水 PO4-P 濃度で高い値を示した後、嫌気槽にて12~16mg/L の範囲の高い放出がなされたが、反応タンク末端では2mg/L 以上が残存した。一方、脱水休止日は全般的に低い水準にあった。

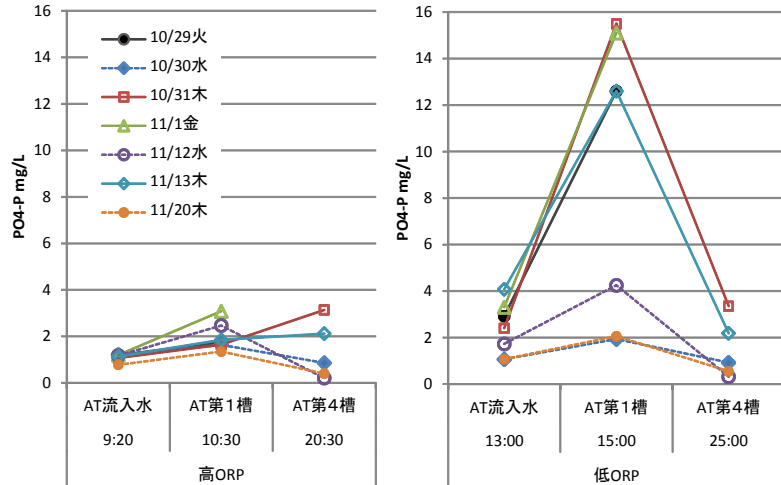


図-4 PO4-P 変動 (左：高 ORP 条件、右：低 ORP 条件)

川合中継ポンプ場の酸素注入については、注入時の方が嫌気槽にて両 ORP 条件とも低いりん放出量となる傾向を示したが、酸素注入により生成された硫酸塩の流入によることが想像される。

また、脱水実施の影響については、脱水分離液により有機物の供給がなされ、高いりん放出がなされている一方、流入する PO4-P 濃度が高くなることから、現状のりん固定量では不足することとなり、その結果反応タンク出口及びその先の PO4-P 残存により良好な処理水質につながらないものとする。

## 5 濃縮汚泥受槽のりん放出抑制

当センターの余剰汚泥は、余剰汚泥受槽による貯留後、機械濃縮機により濃縮され次第、混合汚泥受槽に流下される。濃縮汚泥受槽内では、BOD 源となり得る重力濃縮汚泥と機械濃縮汚泥の混合攪拌により、りん放出が加速していることが想像される。

濃縮汚泥受槽にて生成される PO4-P を抑制することを目的として、受槽攪拌機運転を制限し、脱水終了時の槽内残留汚泥を減らすことによる、脱水分離液 PO4-P 濃度の低減効果について調査を行った。RUN3では脱水機供給ポンプのつまり防止のため攪拌機運転時間を60分前に変更した。調査結果を図-5に示す。

表-2 試験区分

	RUN1 (対象系)	RUN2	RUN3
実施期間	H25.6.7~12	H25.6.14~19	H26.12.11~16
攪拌機運転	平常運転 (1.5m以上で自動運転)	脱水開始30分前 ~停止まで	脱水開始60分前 ~停止まで
汚泥移送	平常運転 (毎日均等に移送)	平常運転 (毎日均等に移送)	脱水停止時の 受槽水位0.9m

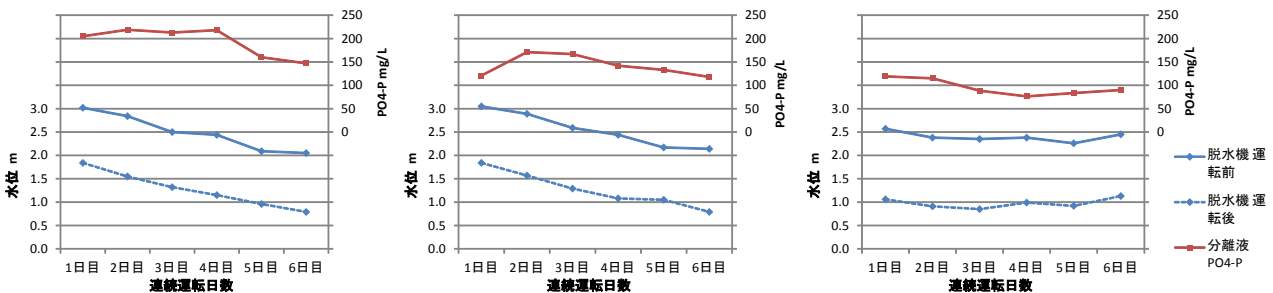


図-5 脱水分離液 PO4-P と受槽水位 (左より RUN1, RUN2, RUN3)

RUN1の PO4-P 平均194mg/L に対し、RUN 2は全般的に低く平均142mg/L となり、約50mg/L の低減効果を得たことから、攪拌機の制限がりんの放出抑制に寄与したものとする。

また、RUN2にて脱水運転後水位が低いほど PO4-P 濃度が低いことが示され、停止水位設定を0.9m とした RUN3においても PO4-P 平均95mg/L に至る低減効果を示したことから、停止水位を低く保つことも返流水の PO4-P 低減に寄与するものとする。ただし、RUN1, 2実施が6月、RUN3が12月のため、季節変動の他諸条件が異なっていることに留意したい。また、RUN3による攪拌機運転の制限により約30万円/年相当の電気コストの削減が期待できる。

## 6 逆流負荷の平準化

脱水分離液の逆流に由来する高濃度負荷の平準化を検討することとし、現有2槽の内 No.2 逆流水槽のみ使用としている逆流水槽内 PO4-P の実測及び推計を平成26年2月に行った所、12:00実測値で約40mg/L、試算で14:00付近にて最大45mg/L 程度と流入水の概ね20倍以上の高濃度水が日中に集中して逆流されていることが予測された（図-7参照）。

そこで、未使用としている No.1 逆流水槽が構造上脱水分離液系統のみを貯留できるものであることから専用とし、No.1 逆流水槽吐出配管仕切弁を寸開とすることで、両水槽の吐出量に偏差を与え、水位差が水槽間移動により解消する作用が生じることを利用し、逆流負荷の平準化を試みた。設定諸元を表-3に、逆流水槽の水位変動の概要を図-6に示す。

図-8に、逆流水槽二槽使用による逆流水 PO4-P 測定結果と各水槽 PO4-P 濃度及び貯留量の推計結果を示す。

図-7に示す単槽使用結果と比較した場合、逆流水 PO4-P 濃度ピークを4割程度削減し、ピーク発生時間を2~4時間程度遅延させることとなる。また、貯留量も大幅に増加し、それを緩やかに逆流することで水処理施設への逆流負荷を平準化することが示された。

表-3 逆流水槽の設定諸元

	No.1逆流水槽	No.2逆流水槽
貯留対象排水	脱水分離液系統	脱水分離液系統以外の全排水 (重力濃縮槽越流水、 機械濃縮分離液、し 渣洗浄水等)
吐出管仕切弁	寸開	全開
逆流ポンプ制御	No.2逆流水槽水位による自動運転	

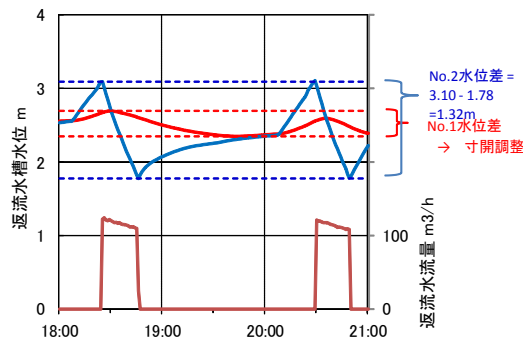


図-6 水位変動の概要

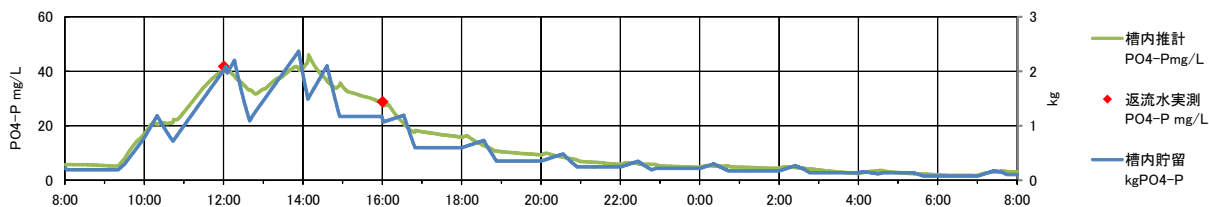


図-7 逆流水 PO4-P 測定と単槽モデルによる推計結果 (H26. 2. 12~13)

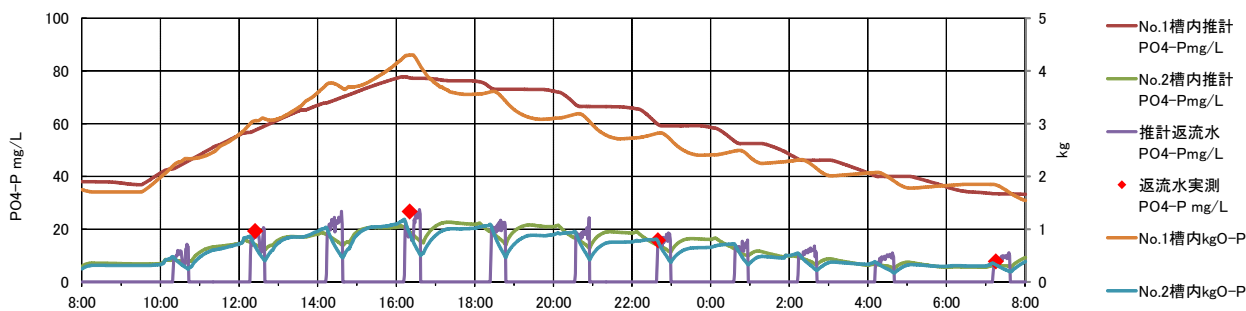


図-8 逆流水 PO4-P 測定と二槽水位偏差モデルによる推計結果 (H26. 3. 12~13)

## 7 まとめ

当センターのりんの挙動に関する調査を行い、放流水りん濃度の変動緩和に関する対策として、負荷変動の主因となる汚泥処理棟の逆流負荷の軽減及び平準化を図った。対策後の効果検証が今後必要となるものと考えられるが、3月調査時点による比較を図-9に示す。

図中実線の結果が、負荷平準化対策後の結果となる。調査範囲において、やや高めではあるが経時変化が少なく安定した濃度を維持した結果を得ており、凝集剤添加設備の供用開始後の安定したりん除去につながることに期待したい。

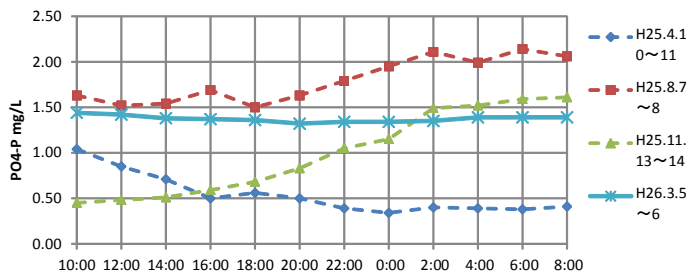


図-9 放流水 PO4-P の経時変動 (H25度)

りん濃度変動の諸要因は、施設の処理能力に対し流入水量が少ないことによるものが多いと考える。例えば、水処理施設の間欠運転の影響、流入水に対する過大な逆流負荷等が挙げられる。よって、流入水量増加がりん除去率向上につながることを予測されることから、利用者の増加を促すための活動も今後の課題となる。