

「生物学的りん除去の安定化のための運転方法の検討について」
調査研究報告書（平成29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

「第2期かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画の施策の一つである「相模川水系上流域対策の推進」の具体的対策として、山梨県は神奈川県との共同事業として桂川清流センターのりん除去を目的とした凝集剤添加設備を平成26年度に供用開始しており、目標とされる放流水りん濃度0.6mg/L以下に対し、いずれの年度においても達成してきた。

しかし、これまで課題としてきた放流水りん濃度のピーク形成について、原因の推定やPAC（ポリ塩化アルミニウム）添加率の調整等に関する調査を行ってきたところであるが、未だ目標値を上回る状況があり、安定性の向上が望まれる。

りん除去は、当該設備により添加されるPACによる反応タンクでの物理化学的除去によるものの他、活性汚泥による生物学的りん除去効果も含めた環境にて、目標水質を満足するためのPAC添加率の制御が必要とされる。

これまでの調査により、放流水りん濃度の変動傾向等から、適切な有機物の供給が必要とされることが推定されていることから、本調査研究により生物学的りん除去の安定化に必要な運転方法の検討を行うこととした。



写真-1 凝集剤添加設備
(手前 PAC, 奥アルカリ剤)

2 桂川清流センターについて

桂川清流センターは、全体計画処理水量53,445m³/日、認可計画処理水量23,049m³/日、現有処理能力15,000m³/日の標準活性汚泥法による流域関連公共下水道終末処理場である。平成28年度では供用開始区域内の面積は798.80ha、人口は28,386人となっており、流入下水量は処理区域の拡大、水洗化の進捗に伴い増加傾向を示し、年度平均で6,198m³/日である。

水処理施設の運転方式は、AOAO法(嫌気・硝化内生脱窒法)としているが、水処理能力に対し流入下水量が少ないことから、3時間帯に区分し曝気装置等の間欠運転を行っている。

凝集剤添加設備は、反応タンク第4槽(最終槽)上流部をPACの添加箇所への水量比例注入とし、第2槽をアルカリ剤の添加箇所としている。

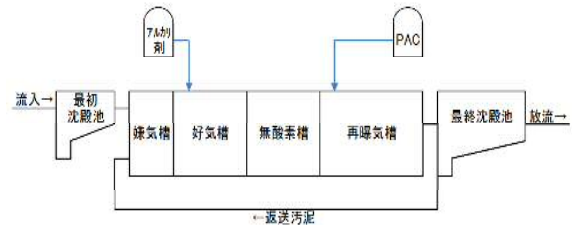


図-1 処理フロー

3 日常モニタリング調査結果

平成29年度の簡易測定器によるPO4-P測定結果とPAC添加率の状況を図-2に示す。

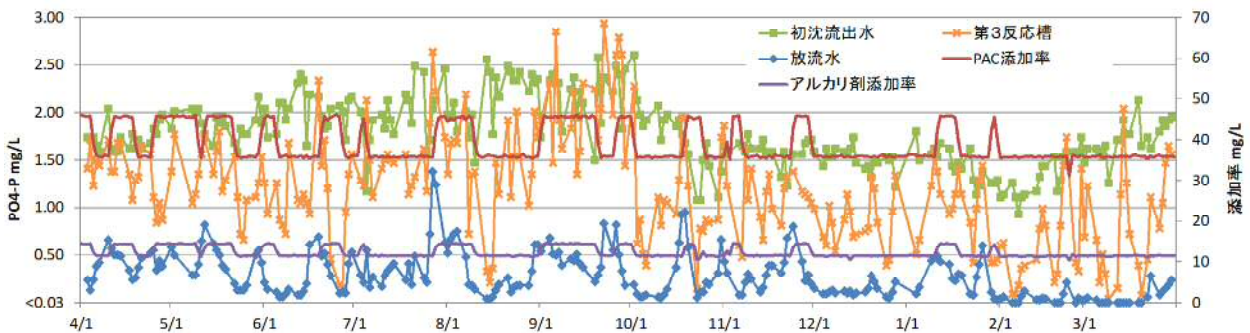


図-2 PO4-Pと薬品添加率 (H29年度)

簡易測定器の調査地点は、初沈流出水、反応タンク第3槽上澄水(PAC添加直前地点として)及び放流水としている。

PAC添加率は、後述する添加率制御の考え方により35mg/L及び45mg/Lのいずれかとした。当年度においても放流水のりん濃度のピーク形成が確認された。

4 PACの添加率制御の状況

添加率制御方法について表-1に示す。

日常モニタリング調査における放流水PO4-P濃度に応じ、平成29年度は添加率を35mg/L及び45mg/Lに設定した。

添加率の設定状況と放流水りん濃度変動の関係を図-3

表-1 添加率制御方法

	H28年度		H29年度
	H28.4~	H28.9~	
制御目標値PO4-P (mg/L)	0.40	0.40	0.40
制御目標値連続超過日数 (日)	2	2	2
〃 回復日数 (日)	2	2	2
標準時PAC添加率 (mg/L)	35	35	35
増加時PAC添加率 (mg/L)	40	45	45

に示す。平成29年度は15回の添加率の制御操作を行い、平成27年度に35mg/L の一定添加率とした時と比較して回復に要した日数が低い傾向を示した。

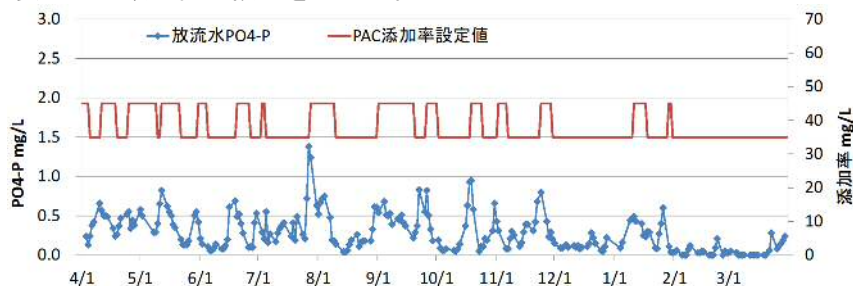


図-3 添加率設定と放流水 PO4-P (平成29年度)

5 初沈バイパスの効果検証

有機物供給の一般的な方法の一つとして、流入水の一部を最初沈殿池（初沈）バイパスする方法があり、この運転について検討を行い、バイパス比率40%程度を上限として効果検証を行うこととした。

1) 5～6月調査

年度当初より、頻繁に放流水りん濃度のピークが発生していたことから、5/30～6/14にかけ初沈バイパス操作を行い効果検証を行った。期間中のバイパス割合を図-4に示す。

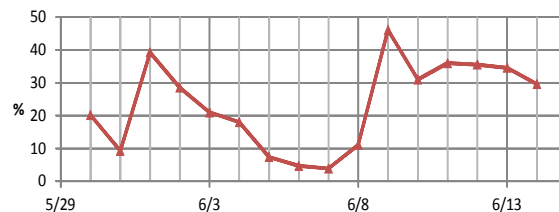


図-4 初沈バイパス比率 (5/30～6/14)

比率調整は、バイパスゲートの開度により行ったが、必要開度が寸開程度であったことから目詰まり等による比率低下が発生した。

バイパス比率の高い時期に、反応タンク流入水のSS, COD, BOD 及び嫌気槽 PO4-P が高くなる傾向を示している。

調査期間中の放流水 PO4-P 濃度の経時変化を図-5に示す。

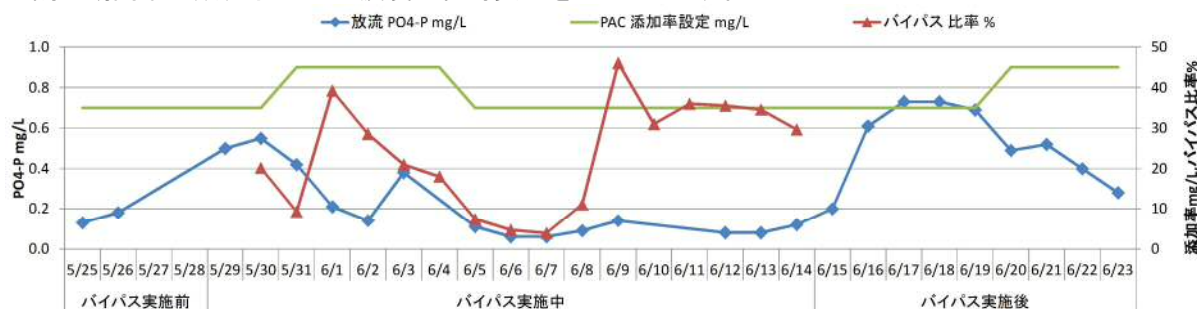


図-5 放流水 PO4-P と初沈バイパス比率の経時変化

バイパス開始5/29の放流水 PO4-P は0.50mg/L と PAC 制御目標値0.4mg/L を上回る値であり、添加率制御により5/31に PAC 添加率を45mg/L に増加した。

その後 PO4-P は徐々に低下し、6/1の污泥脱水機休止の影響と見られる増加が6/3に確認されたが、その後も低下傾向を維持した。6/5には PAC 添加率を35mg/L に低下したが、その後においてもバイパスを終了する迄の間0.1mg/L 程度を維持した。

1) 8～9月調査

5～6月実施条件をもとに、生物学的りん除去が不安定な傾向を示しやすい夏季において再度調査を実施することとした(バイパス期間:8/8～10/1)。期間中のバイパス割合を図-6に示す。

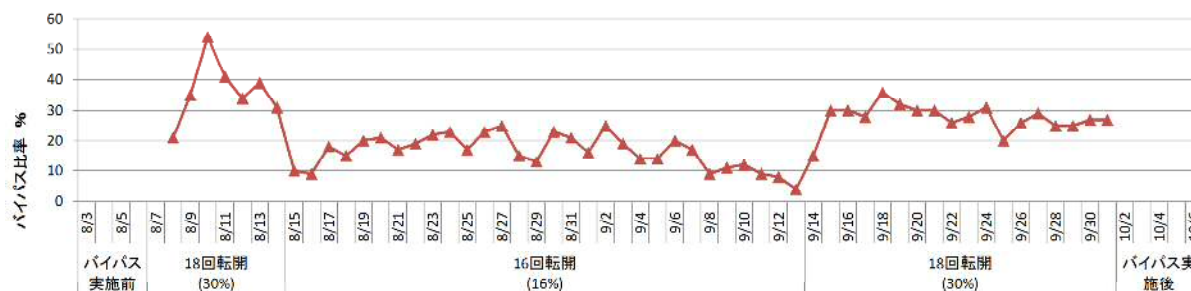


図-6 初沈バイパス比率 (8/8～10/1)

バイパス開度の調整結果を元に、バイパス比率0% (8/3～8/6, 10/2～10/6), 16% (8/15～9/13), 30% (8/7～8/14, 9/14～10/1) の3区分の試験結果等の比較により評価を行うこととした。

反応タンク流入水について図-7に示す。
 反応タンク流入水は、いずれの試験項目もバイパス比率の上昇に応じて増加傾向を示した。
 特に、有機物の不足傾向の指標とみている BOD は、放流水りん除去が良好な時期に多い60mg/L以上の値を示し、バイパス投入の効果がかがえる結果を得た。

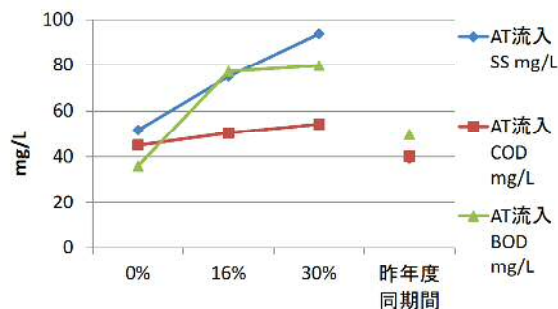


図-7 反応タンク流入水

次に、各地点での PO4-P について図-8に示す。
 AT 流入水は、昨年度の同期間と比較して同程度であった。
 反応タンク第1槽は、バイパス開度の増加とともに増加傾向を示した。このことから活性汚泥のりん放出が有機物供給により増加したことが推察される。

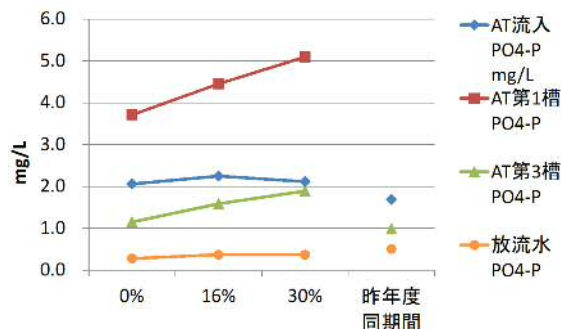


図-8 各地点 PO4-P

反応タンク第3槽も、バイパス開度の増加とともに増加傾向を示し、りん放出量の増加が影響を及ぼしていることが推察される。
 放流水は、バイパス開度0%のとき、0.28mg/Lであったところ、開度16%及び30%ともに0.37mg/Lと若干増加傾向を示した。バイパス流入によるりん濃度低下を期待したところであるが、調査期間中においては確認されなかった。

しかし、昨年度の調査期間中に発生した大きなピーク形成が本調査期間中において抑制されたことが昨年度同期間中平均0.5mg/Lと比較して0.36mg/Lと良好な結果を得た要因と推察する。

次に、汚泥処理に関連する項目について図-9に示す。

初沈汚泥は、バイパス比率の増加に伴い低下傾向を示した。

余剰汚泥は、調査前は45m³/日（約350kg）程度で昨年度と同水準だったが8月中旬以降は最大で65m³/日まで増量した。バイパス操作停止後もその増量を3日間程度継続したため、平均値としてはバイパス開度による差異が図のとおり示されなかったが、5~6月調査と同様に発生量は増加した。

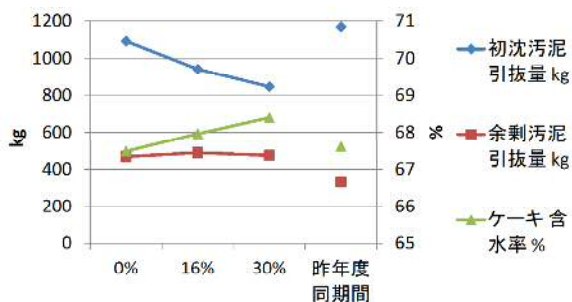


図-9 汚泥引抜量と脱水ケーキ含水率

含水率は、バイパス比率の増加に伴い増加傾向を示したが、昨年度同期間の67.6%と比較して比率30%時においても68.4%であり、0.8ポイントの増加にとどまった。

しかし、主機としている No. 2(二重円筒加圧型)脱水機の運転において、バイパス操作後において起動時に安定性に欠ける状況に対応するため給泥流量を段階的に上げる操作が必要となった時期が確認された。

6 重力濃縮槽汚泥界面調整によるりん除去効果

流入水の一部初沈バイパス運転は、余剰汚泥発生量の増量が伴うことから、比較的余剰汚泥発生量の多い冬期において適用が困難であることが予測された。

そこで、過去の調査から重力濃縮槽汚泥界面の高い時期に放流水りん濃度が安定することから、意図的に界面を高く保つことにより、生成される有機物を水処理施設に返流することで供給し、その効果を冬期に検証することとした。

平成29年度の冬期に、脱水汚泥搬出機の修繕を実施している。この時季は、基本的に毎日脱水機を運転しているが、3基の搬出機修繕に際し、2日間の完全停止と3日目の整備後実負荷運転による少量運転が3回実施され、汚泥の引き抜きが制限されることとなるため、必然的に重力濃縮槽の汚泥も貯留状態を維持する必要が生じた。

そこで、この時季の重力濃縮槽汚泥界面の変動に伴う放流水りん濃度変動を次の休止日程を区分とし、その効果を調査することとした。

- ・ No. 1搬出機：1/22(月)~23(火)脱水休止、24(水)整備後実負荷運転
- ・ No. 2搬出機：2/6(火)~7(水)脱水休止、8(木)整備後実負荷運転
- ・ No. 4搬出機：2/19(月)~20(火)脱水休止、21(水)整備後実負荷運転

1) 調査期間中の汚泥界面と放流水りん濃度の関係

調査期間中の重力濃縮槽汚泥界面と放流水 PO4-P を図-10に示す。

重力濃縮槽汚泥界面は、実施前の1/21には平常時程度の1.1m となった。

No. 1搬出機修繕作業実施直後の1/24は、1.9m まで上昇した。

No. 2作業前日の2/5には1.3m まで低下し、作業直後は2.2m、最大で2.5m まで上昇した。

No. 4作業前日の2/18は1.8m と高く、作業直後は1.8m、最大で2.7m まで上昇した。

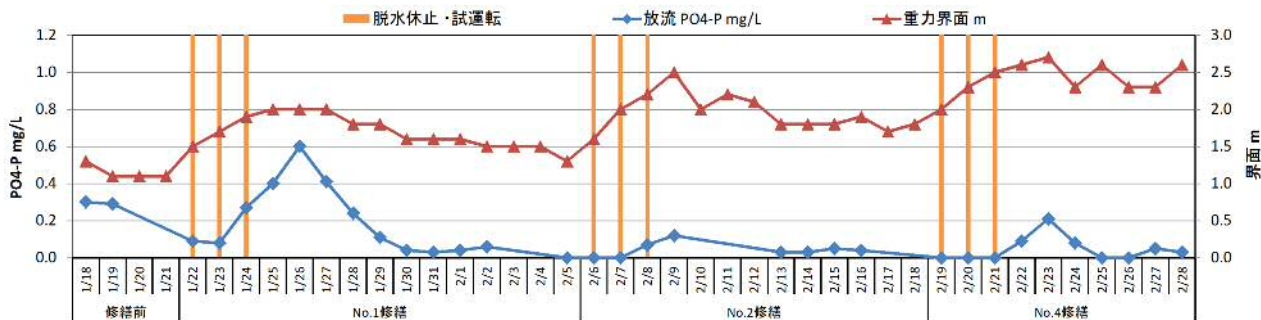


図-10 重力濃縮汚泥界面と放流水 PO4-P

本操作により、3回の脱水機停止を区分に、段階的に界面が高く推移する状況を得た。

この状況により、放流水 PO4-P は、最初の休止期間の2日後に0.60mg/L のピークを形成後徐々に低下傾向を示し、1/30には0.04mg/L に達し、それ以降は2回の脱水機休止後の若干のピーク形成が確認されるにとどまり、低い濃度が維持され、極めて良好な除去効果を得た。

2) 初沈流出水質と反応タンク嫌気槽 PO4-P の挙動

初沈流出水は、汚泥脱水実施日の COD 及び BOD において、図-11に示すとおり脱水休止後の汚泥界面の上昇程度に応じ、その値も上昇する傾向が確認された。これは、汚泥界面上昇時に重力濃縮槽で生成された有機物が水処理施設に供給されていることを示している。

反応タンク嫌気槽の PO4-P 濃度について、脱水休止後の汚泥界面上昇程度に応じ、その値も上昇する傾向が確認された。

また、初沈流出水 BOD においても、汚泥界面高さとの相関性がうかがえる状況にあった。図-12, 13に、界面高さ及び初沈流出 BOD と嫌気槽 PO4-P の関係をそれぞれ示す。

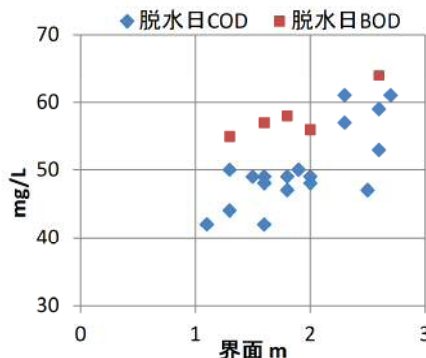


図-11 汚泥界面と初沈流出水の関係

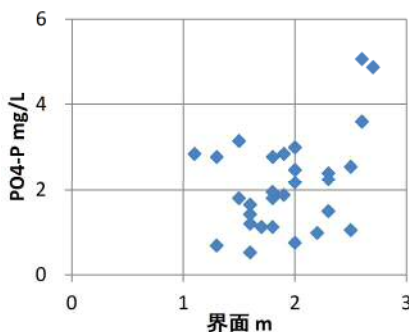


図-12 汚泥界面と嫌気槽 PO4-P の関係

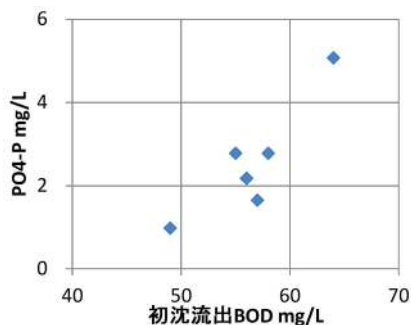


図-13 初沈流出水 BOD と嫌気槽 PO4-P の関係

3) 処理への影響

調査期間中において水処理及び汚泥処理への顕著な影響は確認されなかった。

しかし、高水温期には濃縮性悪化の懸念があり、同様の操作は困難であることが予測される。

7 まとめ

1) りん濃度について

- ・ 添加率35mg/L の流量比例注入に加え、添加率制御として放流水りん濃度ピーク形成時に、添加率を上昇させる制御を行い、ピーク形成期間の短縮に寄与した。
- ・ 現有施設構造を活用した有機物供給方法の調査実施により、ピーク抑制効果が期待される効果を得た。

2) 水処理施設への有機物供給による放流水ピーク形成抑制効果について

- ・ 流入水の30%程度を上限とした初沈バイパス運転により、ピーク抑制効果が期待される放流水りん濃度傾向を確認した。
- ・ 冬期に、重力濃縮槽の汚泥界面を1.5m 程度以上に高く維持することにより、ピーク抑制効果が期待される放流水りん濃度傾向を確認した。

8 今後の課題

反応タンクへの有機物供給方法の継続検証並びに臭気の発生抑制や汚泥処理への影響程度の確認が今後要される。