

横浜市南部下水道センターにおける 修正バーデンフォ法を用いた分離液処理について

横浜市 ○新田 邦博
長樂 陽子
本橋 孝行

1. はじめに

横浜市では、汚泥集約処理が採用されており、各水再生センターで発生した汚泥を南北2カ所の下水道センターで処理している。この汚泥の処理工程で発生する分離液には、高濃度の窒素・りんが含まれており、返流水として隣接する水再生センターへ送水後、専用の返流水処理施設で処理し負荷が下がった処理水と一般下水を混合して処理を行ってきた。しかし、分離液は極めて高濃度であるため、処理しきれなかった窒素・りんによって水再生センター側に過度の負荷がかかっていた。この問題を解決するため、南部下水道センターでは、分離液を処理する専用の新施設を建設し、平成22年7月より運転を開始している。

今回、この汚泥分離液処理施設で採用されている修正バーデンフォ法でステップ投入を運用した結果と共に、処理向上のための最初沈殿池運転方法について報告する。

2. 施設概要

分離液処理施設には、濃縮工程で生じる遠心濃縮分離液(以下、濃縮分離液)と、嫌気性消化した汚泥を脱水し生じる脱水分離液の2種類が流入する。表-1で示されるように、濃縮分離液は有機物(BOD源)が多く、脱水分離液には嫌気性消化によって生じたアンモニア性窒素(NH₄-N)が多く含まれる。

修正バーデンフォ法では、従来のA₂O法の後段に無酸素槽が設置され、流入水を一部ステップ投入しBOD源を処理途中に添加することが可能となっている(図-1)。こうして添加されたBOD源によって、硝酸性窒素(NO₃-N)の脱窒が促進され、窒素処理が向上する。これまで、二つの流入水を一度混合してから最初沈殿池(初沈)へ流入させていたが(図-2左)、この場合、脱水分離液に含まれる高濃度のNH₄-Nも第二無酸素槽に投入されてしまう。分配槽内を改良する事により、図-2右のようにBOD源の多く含まれる濃縮分離液単独でのステップ投入が可能となったため、その効果についての検証を行った。

表-1 分離液の性状と流入水質

	流量 (m ³ /日)	BOD (mg/L)	T-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)
濃縮分離液	7,500	2,600	170	43	59	24
脱水分離液	4,300	100	490	380	42	32
初沈流入水	11,800	1,700	290	160	53	28

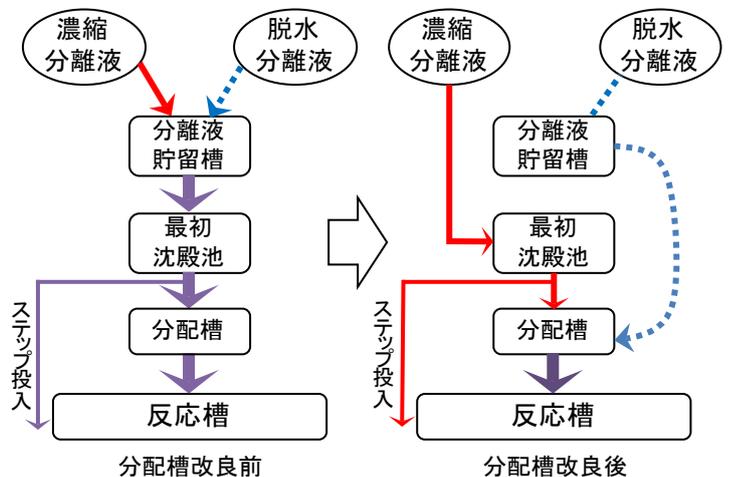
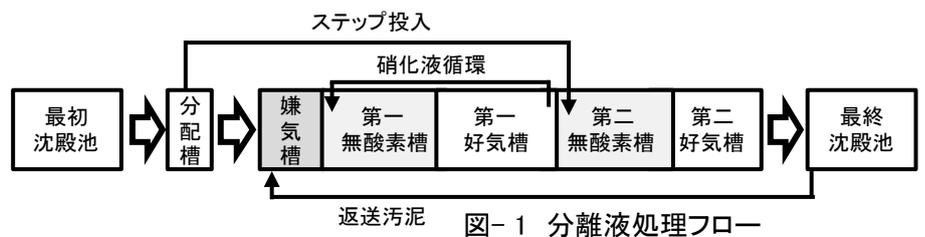


図-2 ステップ投入経路

3. ステップ投入結果

表-2 にステップ比較運転時(平成 23 年 5/21 ~7/13)の運転結果を示す。ステップ添加率は流量に対して条件 1 添加なし、条件 2 は 2.5%、条件 3 は 5%の濃縮分離液をステップ投入し、運転した。この条件での窒素処理の結果を図-3 に示す。処理水中の溶解性窒素量(D-N)は、投入なしで 15 mg/L、2.5%投入で 13 mg/L、5%投入で 9.3 mg/L であった。ステップ投入を行っていない条件 1 と比較すると 2.5%投入で 10%、5%投入で 38%の D-N が減少し処理が向上した。第一好気槽での D-N には条件で差が無いことを確認しているため、ステップ投入の効果によって窒素の処理水質が向上したと考えられる。

また、ステップ投入で加えた濃縮分離液には、りん酸態りん(PO₄-P)が約 20 mg/L 含まれており、5%の投入比率では約 1 mg/L が上乗せされてしまう。ステップ投入の結果、処理水の PO₄-P は条件 1 が 0.55 mg/L、条件 2 が 0.96 mg/L、条件 3 は 1.5 mg/L と、ほぼ想定通りの結果であった。ステップ投入によって添加された PO₄-P はそのまま残っているが、固形物由来のりんの溶出などは確認されなかった。これらの事からステップ投入は、窒素の処理水質を向上させるための有効な手段の一つと考える。

4. 処理向上のための運転方法

本施設の運転開始から 1 年半のデータを解析する事により、処理を良好に保つ運転方法が掴めたので併せて報告する。

(1) 窒素処理

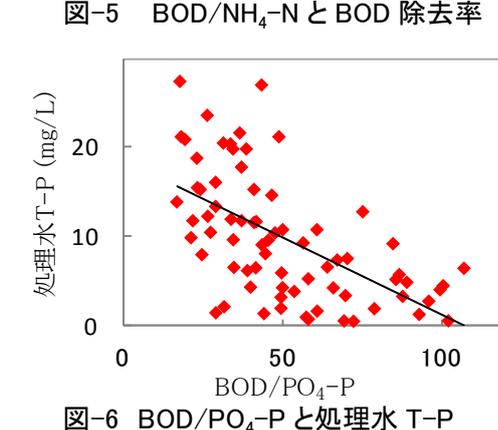
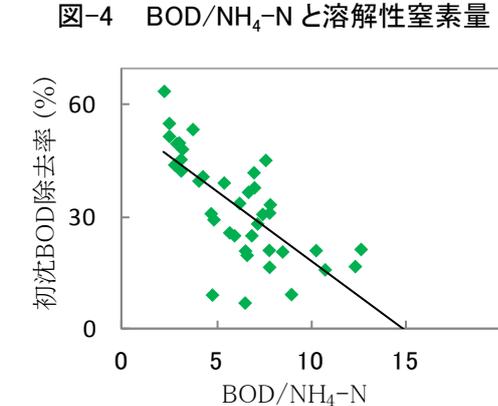
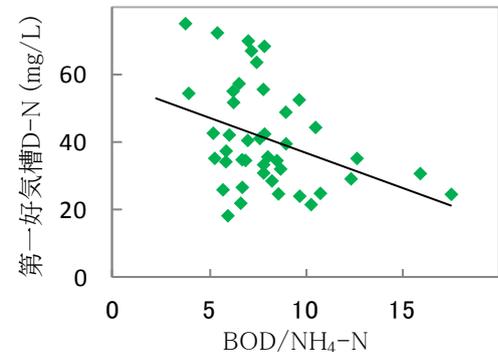
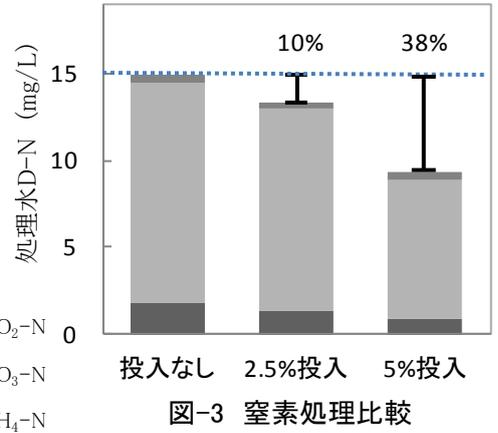
本施設では、嫌気性消化によって生じた高濃度の NH₄-N が流入するが、その脱窒のための BOD 源を確保する事により、ステップ投入を行わずとも良好な窒素処理を達成する事が出来た。反応槽流入水の BOD/NH₄-N 比と第 1 好気槽での D-N との関係を図-4 に示す。BOD/NH₄-N 比が高くなると第一好気槽での D-N が低下し、窒素除去が向上している。BOD 源を反応槽へと多く投入し、この BOD/NH₄-N 比を高めることによって、第 1 好気槽での窒素量を低く抑える事が出来ると考えている。また、この BOD の確保は初沈の除去率を下げることにより達成でき(図-5)、初沈での BOD 除去率を下げると BOD/NH₄-N 比が上昇していく傾向が見られた。初沈の運転系列数を少なくし BOD 除去率を下げた結果、平成 23 年度の秋季からは、一般下水処理水と比較して遜色ない NO₃-N 濃度 10 mg/L 以下(全窒素での除去率 97%)を達成する事ができた。

(2) りん処理

反応槽流入水の BOD/PO₄-P 比と、処理水の T-P の関係を図-6 に示す。反応槽流入水の BOD/PO₄-P 比が高いほど、りん処理が良好となる傾向が認められた。この反応槽流入 BOD/PO₄-P 比を高めるための

表-2 投入比較試験運転結果

	流入水量 (m ³ /日)	ステップ量 (m ³ /日)	返送 汚泥率	循環率	空気量 (m ³ /日)	MLSS (mg/L)
条件1	3,500	0	50%	350%	89,100	3,540
条件2	3,420	84	50%	350%	88,200	3,490
条件3	3,340	150	50%	350%	91,500	3,580



運転も、初沈での除去率を下げる事により可能になると考えている。初沈での BOD 除去率と、反応槽流入水の BOD/PO₄-P 比の関係を図-7 に示す。初沈の BOD 除去率を下げるほど反応槽流入水の BOD/PO₄-P 比が上昇しており、りんの処理に関しても、初沈の池数を減らすなどの工夫によって処理を向上させる事ができると考えられる。

本施設の流入水では T-N のうち、約 60% が溶解性の NH₄-N であり、T-P の約 50% が溶解性の PO₄-P である。また、流入水 BOD の溶解性分の割合は 20% に満たず、固形物由来の割合が非常に高い。図-8 に初沈での SS 除去率と BOD、T-N、T-P それぞれの除去率との関係を示す。SS の除去率が高まり、固形物が除去されるにつれて、BOD、T-N、T-P も除去されていく。しかし、図-8 からは BOD が最も除去率が高く、T-P、T-N が続いて除去されており、処理に重要となる BOD が最も初沈で除去されやすい事がわかる。

また、初沈の除去率を下げることによって BOD、T-N、T-P の負荷量は上昇してしまうが、不溶性窒素・りんの反応タンク流入量が増加しても、処理水質を悪化させるという傾向は確認されなかった(図-9、10)。

これらの事から、高い窒素・りん負荷がかかる分離液処理施設では、初沈での滞留時間を短くし、BOD 源となる汚泥を必要な量を保ったまま反応槽へと流入させる事が、処理を安定させ良好に維持するための効果的な運転方法だと考えられる。

5. まとめ

横浜市南下水道センターでは、平成 22 年 7 月より修正バーデンフォ法を用いて汚泥分離液に含まれる高濃度の窒素・りんの処理を開始した。BOD の高い濃縮分離液の一部をステップ投入し、その評価を行ったところ、2.5% の投入率で 10%、5% の投入率で 38% の溶解性窒素量が減少した。

また、初沈での除去率を下げることによって、反応タンク流入水の BOD を高めに維持し、BOD/NH₄-N 比、BOD/PO₄-P 比を高く保つ事が、分離液処理水を良好に保つ運転方法であると考えている。

しかし、BOD 源を多く投入することで固形物処理量が増加する事や、A-SRT が減少し硝化菌が維持できなくなる事、ばっ気風量の増加などの問題点が懸念されるため、今後も引き続き調査をしていきたい。

[参考文献]

本橋孝行他:修正 Bardenpho 法による汚泥由来の高濃度窒素・りんについて:第 48 回下水道研究発表会 p752-754
 問い合わせ先:横浜市環境創造局下水道水質課 新田邦博 TEL 045-773-3056 ku00-nitta@city.yokohama.jp

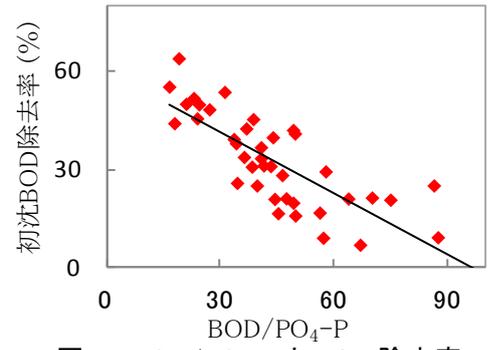


図-7 BOD/PO₄-P と BOD 除去率

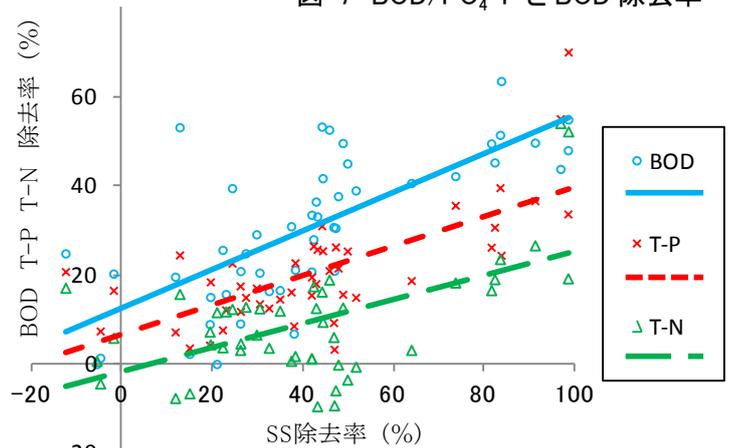


図-8 初沈 SS 除去率と BOD、T-P、T-N 除去率

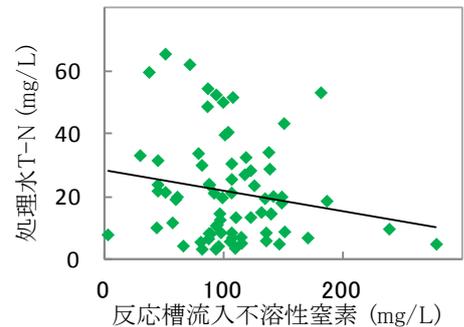


図-9 不溶性窒素と処理水質

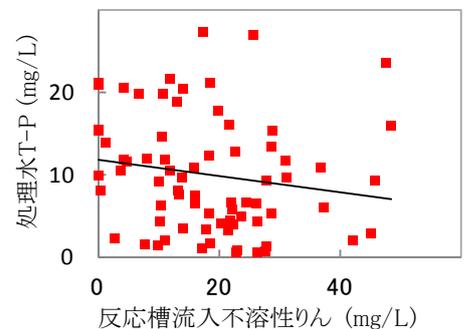


図-10 不溶性りんと処理水質