

7系高度処理施設の処理実績について

水再生水質課 ○紺野 繁幸
浅野 卓哉

はじめに

北部第二水再生センター（以下 北二と称す）では平成 20 年 5 月から第 7 系列において窒素・りんの同時除去をめざす嫌気無酸素好気法（以下 A2O 法と称す）による高度処理施設を稼働させた。本施設は①「下水のネットワーク化構想」の一環として建設されたこと②返流水を受け入れている水再生センターの下水を高度処理するという点に他の水再生センターにおける高度処理化と異なった特徴がある。①については、北部第一水再生センター（以下、北一と称す）および神奈川水再生センター（以下、神奈川と称す）で今後、高度処理を進展させるに際して、両水再生センターに施設的な余裕がないという理由により、北二に新たな高度処理施設を作り、北一、神奈川の下水の一部を処理するという計画である。また、②については反応タンク流入下水の窒素・りん濃度が他の水再生センターと比べて高く、稼働以前から、とりわけりん除去の困難性が指摘されていた。今回、7 系のりん除去および窒素除去改善の取り組みとその結果について報告する。

7系施設概要

7系施設を図-1 および概要を表-1 に示す。本施設は 7-1 系と 7-2 系からなるが、返送汚泥、循環汚泥、余剰汚泥はそれぞれ共通のポンプによって運転される。また、最初沈殿池の水面積負荷が 100m³/m²・日と大きく、かつ原水から最初沈殿池を通さず直接反応タンクへ投入できるバイパス水路を有している。

反応タンク容積は 1 系列が約 10000m³ で嫌気槽、無酸素槽、兼用槽、好気槽の比率はそれぞれ、22 : 20 : 15 : 43 となる。

運転実績

表-2 に平成 20 年 7 月から 21 年 8 月までの運転実績を示す。平成 20 年 5 月 28 日より 7-1 系が、6 月 17 日より 7-2 系が流入開始となり 6 月 25 日は 40000m³/日、7 月 2 日より計画水量である 48000m³/日（北一より 24000m³/日）の処理を開始した。

運転開始から平成 21 年 3 月まで、ブローの最低送風量を 140m³/分以下には下げられなかったため兼用槽は好気槽の運転となり、反応タンク後段での DO 値は高い値となった。

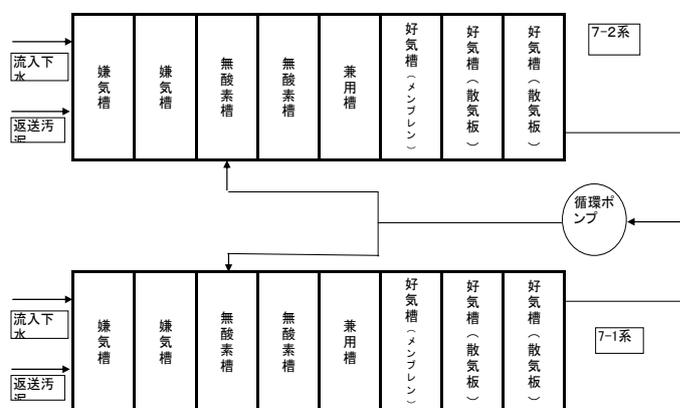


図-1 7系反応タンク施設図

表-1 7系施設概要

	巾	長	水路数	水面積	深さ	容積	池数	総水面積	総容積
	m	m		m ² /池	m	m ³ /池		m ²	m ³
最初沈殿池	5.6	22	2	246	3.5	861	2	492	1722
反応タンク	嫌気槽	11.4	91	1		10031	2		20062
	無酸素槽					2216			
	兼用槽					2028			
	好気槽					1455			
	好気槽					4332			
最終沈殿池	上層	5.6	66.5	2	744	4	2976	2	1488
	下層	5.6	61.2	2	685	4	2740	2	1370
	計							2858	11432

表-2 運転実績

	処理	循環率7-	返送率	MLSS	DO	SRT	A-SR	ORP1	ORP2
H20.7	45103	83.9	57.5	2730	6.0	56	32	-101	-104
8	40877	53.45	56.3	3088	4.3	13	7.7	-150	-198
9	33878	42.25	61.9	1945.5	8.7	35	20	-41	-34
10	45151	0	60	2918	7.8	19	11	-64	-130
11	45943	0	56.4	2954	6.5	13	7.3	-84	-224
12	46677	0	39.9	2483	6.4	10	6	-93	-184
H21.1	45848	0	40.9	2720.5	4.8	9.7	5.6	-105	-128
2	44735	0	41.7	2716.5	4.5	9.4	5.4	-97	-40
3	46467	0	40.7	2496	3.9	9.7	5.3	-85	-69
4	46896	0	40	2776.5	3.2	9.2	4	-105	-301
5	43964	0	41.2	2233.5	2.9	8.2	3.6	-87	-292
6	35199	0	51.4	2169	4.2	26	11	-74	-305
7	46296	0	40.3	2328	1.8	8	3.5	-144	-343
8	46516	69	40	2021	2.4	8	3.5	-159	-156

計画水質と処理実績の比較

ここで、7系の計画水質と実際の水質（平成20年7月～21年8月の平均値）との比較を表-3に示す。

反応タンク流入水のBOD, T-P, T-N値の計画値と実績値()の値はそれぞれ100mg/l (61mg/l)、4mg/l (5.5mg/l)、26mg/l (28mg/l)で、また、BOD/T-P比は25(11)であり、硝酸性窒素(以下、NO3-Nと称す)が実績値では5.8mg/l存在した。

また処理水ではBOD10mg/l (3.7mg/l)、T-P0.5mg/l (4.0mg/l)、T-N9mg/l (12mg/l)であった。

文献や過去の調査結果から、北二流入水質が生物学的りん除去に適さない理由としては、流入水中の①NO3-N濃度が高いこと②有機酸がほとんど存在しないこと③BOD/T-P比が低い点が挙げられる¹⁾²⁾。事実、本処理実績からもT-Pの除去率は25%と低い値であった。一方、BOD, SSについてはほぼ計画値の除去率が得られ、T-Nについては若干下回る程度であった。

りん・窒素除去の検討

(1) りん除去向上の検討

りん除去効率の向上を目的として以下の運転を行った。

① 生汚泥の投入 (平成20年7月22日～)

図-2に平成20年6月24日から8月22日までの7系反応タンク流入水および処理水のオルトリン濃度の変化を示す。

また、反応タンク流入水と処理水のT-P, T-Nの変化を図-3, 4に、それぞれの除去率の変化を図-5に示した。なお、図-3, 4, 5の図中にある①～⑤の矢印は本文中に記されたりん除去改善対策①～⑤の期間をしめしている。

図-3、オルトリンでの除去率の変化をみると6月24日から投入まで平均-6.1%とほとんど0%以下で推移していた。そこで最初沈殿池汚泥(以下、生汚泥と称す)を7月22日より1000m³/日(9月3日より600m³/日)投入した。その後、オルトリンの除去率は20%台となった。

② バイパス水路 (平成20年9月16日～12月20日)

生汚泥の投入をやめ、バイパス水路を使用した。この間のりん除去率は29%で生投入時の21%とあまり違いは認められなかった。

表-3 計画水質と処理実績

	反応タンク流入水質		処理水質		除去率	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%	%
BOD	100	60	10	3.7	90	94
SS	80	42	5	2	94	94
T-P	4	5.5	0.5	4	88	25
T-N	26	28	9	12	65	57
NO3-N		5.8		9.3		
BOD/T-P	25	11				

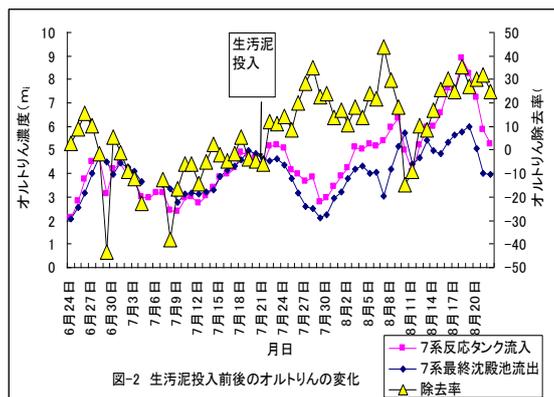


図-2 生汚泥投入前後のオルトリンの変化

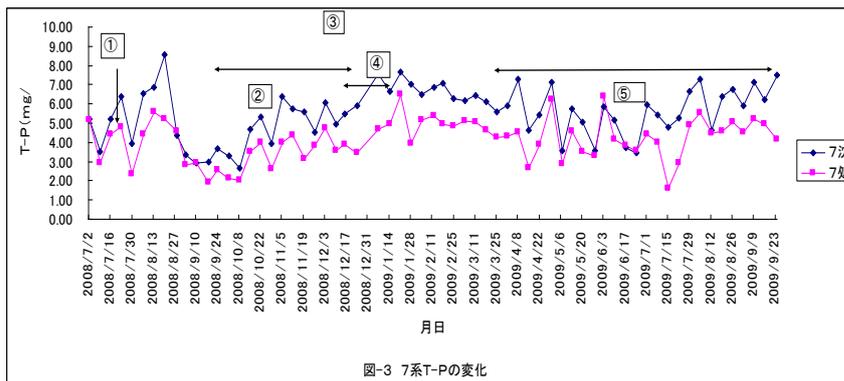


図-3 7系T-Pの変化

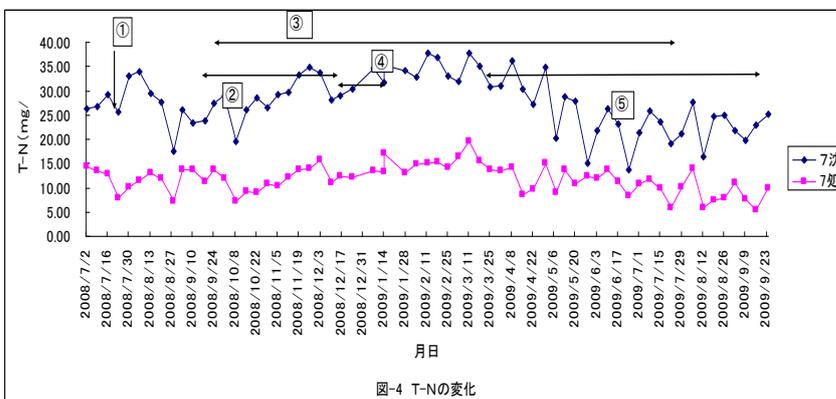


図-4 T-Nの変化

③ A2O法からAO法へ（平成20年9月25日～）

循環ポンプを停止し、無酸素槽を嫌気槽とした（嫌気槽：好気槽の容量比 42：58）。

④ 流量比率 7-1系：7-2系 2：1（平成20年12月17日～平成21年1月18日）

7-1系を32000m³/日、7-2系を16000m³/日として負荷の違いによるりんの除去の変化を調査した。北一などでは流量を増やすことによりりん除去の向上が図られたが、7系ではこの間、7-1系、7-2の処理水のオルトリン濃度平均値は双方とも3.8mg/lで違いは認められなかった。

このことから流入水中に有機酸を含まない北二ではこの方法は有効ではないことが分かった。

⑤ 兼用槽 好気→嫌気運転（平成21年3月24日～）

稼働後、兼用槽は好気槽でしか運転できなかった。平成21年3月24日よりブロー吸込み弁の改善により風量を下げることが可能になった（最低風量140m³/分→110m³/分）ので、兼用槽を嫌気槽とした（嫌気槽：好気槽の容量比 57：43）。しかし、嫌気槽容量を拡大する以前と以後のりん除去率はそれぞれ25、24%と変化は認められなかった。

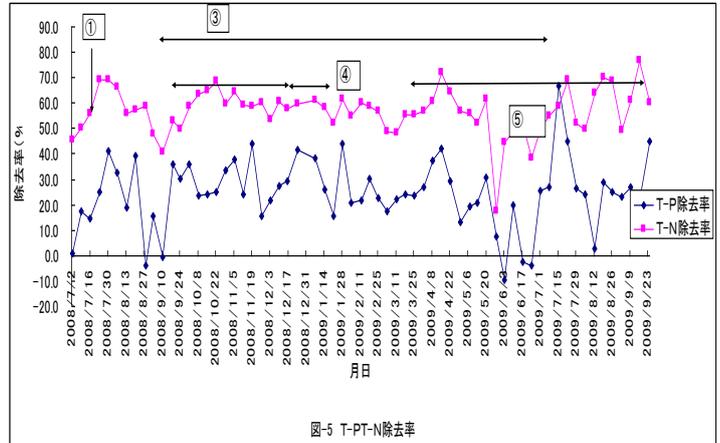


図-5 T-PT-N除去率

(2) 窒素除去向上の検討

以上より、7系ではりん除去の改善にむけていくつかの手法を試みましたが、いずれの方法も効果を上げることは出来なかった。そこで循環率を上げ、窒素がどの程度除去されるか、またりん除去への影響を調査した。

表-4に循環率と窒素、りんの処理実績を示す。

表より窒素にかんしては循環率と除去率は比例していることが分かる。また、循環率を150%にすれば処理水のT-N濃度を計画水質である9mg/l（目標除去率65%）にすることは可能であることが分かった。一方、りんの除去は循環していない

表-4循環率と脱窒率の関係

ときのほうが高い結果になっているが、通常は25%程度であり調査期間中の流入水質の影響と考えられる。

循環率	期間	T-P		T-N		除去率	
		7流入	7処理水	7流入	7処理水	T-P	T-N
%	平成21年	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%	%
0	9/24-9/30	7.4	5.0	26.1	11.7	42.7	57.5
100	8/10-9/9	6.2	5.1	20.7	7.6	17.1	63.0
150	9/11-9/22	6.4	4.7	23.5	6.7	25.4	71.1

まとめ

- ① 7系の処理実績は除去率で T-P 25%, T-N 57%, BOD 94%, SS 94%であり BOD, SS 除去に関しては計画値を満足でき、T-N 除去では若干下回る程度であった。しかし、りん除去率は低かった。
- ② りん除去改善としてバイパス水路法、AO法、負荷加重法、嫌気時間の増大などの対策を行なったがいずれもりん除去の改善には結びつかなかった。
- ③ 窒素除去については循環率が0%でも60%近い除去率を示し、150%循環率では目標水質の9mg/lを達成できることが確認できた。
- ④ 7系流入水質は5系返流水質に規定されることから、りん除去の向上は返流水処理施設による窒素およびりん除去の向上と不可分である。今後、7系は循環率を維持し、窒素の除去を確保する運転をめざす。

参考文献

1) 「下水道施設計画・設計指針と解説 2001年版 後編」(社)日本下水道協会
 2) 浅野卓哉他:「反応タンク流入水質の違いが窒素・りん除去に与える影響の評価」:第44回下水道協会研究発表会講演集 p691