

北部第一下水処理場における高度処理について

水質管理課 ○紺野繁幸
安達理文

はじめに

北部第一下水処理場（以下、北一と称す）では平成 14 年 4 月から第 2 系統第 7 系列において窒素・リンの除去をめざす嫌気無酸素好気法（以下 A20 法と称す）による高度処理施設を稼働させた。処理結果については稼働当初からリン除去が基準をみたすことができず、対策に苦慮した。しかし、①流入水量を増加し、負荷を高めたこと、②更に降雨対策として、降雨前に循環液を停止させる方法を組み合わせることによって、解決することができた。本論文では 7 系列高度処理施設の稼働から現在までの運転実績と処理状況を報告する。

高度処理施設の概要

本処理場における高度処理施設の特徴は①新設ではなく既存施設（標準法）を改築し、②最初沈殿池の一部を調整池（441m³）、嫌気槽（762m³）として使用したことである。③計画処理能力は 11,600m³/日、反応槽容量 6194m³（嫌気槽 762m³、無酸素、兼用槽 2263m³、好気槽 3169m³）、返送率 50%、循環率 150%、実滞留時間 4.8 時間で全窒素（以下 T-N と称す）10 mg/l、全りん（以下 T-P と称す）0.5 mg/l 以下を処理目標とした。

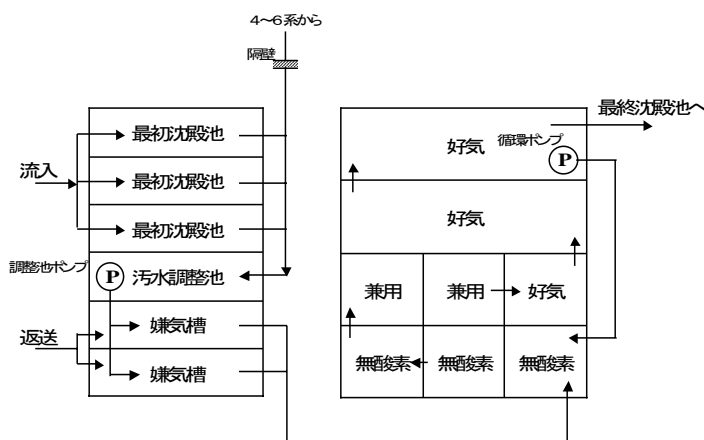


図-1 7系列高度処理フロー

稼働前の検討

本処理場では高度処理を実施するにあたり、A20 法を先行していた神奈川処理場 62 池の平成 12 年度（以下 H12 と称す）調査結果を用いて 7 系列の全りん除去率（以下 $\Delta T-P$ と称す）を予測した。調査結果より、BOD 容積負荷 (X) と $\Delta T-P$ (y) の関係に高い相関が認められることから ($y = 374.8X - 13.9$; $R^2 = 0.54$)、その回帰式を用いて、北一 7 系列の BOD 負荷をプロットし、7 系列の $\Delta T-P$ を求めた (BOD 負荷は H12 年度北一の月別の最初沈殿池流出水（以下、初沈流出水と称す）BOD 値と、7 系列容積 6194m³、計画水量 11600m³/日を用いて算出した)。その結果、 $\Delta T-P$ は 20% から最大でも 60% にしか過ぎず、平均では 50% に達しないことが想定された。さらに BOD 値は H13 年度では 66mg/l と、計画時の 7 割弱の濃度しかないことがわかった (表-1 に H9 年度から 14 年度までの流入下水と初沈流出水の BOD 値の値を示した)。以上より、7 系列で窒素・りん同時除去をおこなうのは現状では不可能であり、負荷を高めるための改良工事が必要との結論に達した。そこで、流入量を現状より多くして負荷を高めることとした。

	H9	H10	H11	H12	H13	H14
流入BOD mg/l	140	130	150	140	140	160
初沈BOD mg/l	100	71	93	90	66	60
返流量 m ³ /日	3877	3294	3458	1720	1230	1420

運転実績

H14 年 4 月 22 日稼働から現在までを流入水量（負荷）の違いから三つのケースに分けることとする。表-1 に「運転実績」を示す。

① ケース I H14 年 4 月 22 日-12 月 19 日（調整池水位一定流量変動運転）

計画どおりに調整池の水位一定運転を目指したが、ポンプのオンオフの激しい運転となった。好気槽の実

滞留時間も平均 3.2 時間（計画 2.2 時間）と長く、DO 値も 8.4mg/l と常時飽和状態の運転となった。

② ケースⅡ H14年12月20日-H15年3月31日（流量一定・ポンプ2台運転 9.3m³/m）

そこで、負荷を高めるべく6、7系列の初沈流出水導水渠の隔壁を撤去し、7系列への流入量を増やした。しかし、この期間3台ある流入ポンプのうち2台しか稼働できなかった。

③ ケースⅢ H15年4月1日-現在（流量一定・ポンプ3台運転 14.0m³/m）

ポンプ3台の運転が可能となり、計画水量（11600m³/日）の約1.7倍（19500m³/日）の流入量まで増やすことができた。また、ケースⅢではH15年8月から、降雨前に循環液を止めてA20法からA0法へ変える運転を行っている。ここで、変更以前をケースⅢA（H15年4月-7月）、変更後をケースⅢB（H15年8月-H16年3月）とする。

処理実績

表-2に「処理実績」を、「降雨量と Ort-P との関係」を図-4（ケースⅠ、Ⅱ）、図-5（ケースⅢ）に示す。

① ケースⅠ

この間、処理水の T-N、T-P 濃度と（除去率）の

項目	単位	計画	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ
流入水量	m ³ /日	11600	10900	13400	19500
流入BOD	mg/l	100	59	60	60
流入T-N	mg/l	26	18	19	18
流入T-P	mg/l		2.3	2.4	2.5
流入SS	mg/l	80	27	35	28
MLSS	mg/l	3000	1700	2100	2500
DO	mg/l		8.4	7.6	3.9
BOD-SS負荷	kg/SS100kg・日	7.5	6.4	6.2	7.7
BOD容積負荷	kg/100m ³ ・日	19	10	13	19
A-SRT			34	15	11
容積	m ³	6194	6194	6194	6194
滞留時間	Hr	12	13	10	7.6
実滞留時間		4.8	6.5	5.7	4.3
返送比	%	0.5	0.5	0.4	0.5
循環比	%	1.5	0.7	0.7	0.6

項目	単位	処理実績						
		ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ⅢA (4月-7月)	ⅢB (8月-9月)	ⅢB (10月-11月)	ⅢB (12月-3月)
降雨量	m/m	5.3	3.8	4.3	3.9	9.2	5.5	1.8
T-N	mg/l	8.1	8.6	7.3	7.9	7.5	6.7	6.8
T-P	mg/l	1.30	0.80	0.55	0.87	0.32	0.55	0.36
Ort-P	mg/l	1.1	0.60	0.39	0.63	0.25	0.44	0.16
Nh4-N	mg/l	0.53	1.0	1.1	1.4	0.5	0.3	1.6
NO2-N	mg/l	0.01	0.25	0.14	0.10	0.03	0.01	0.32
NO3-N	mg/l	7.2	7.5	6.0	7.3	6.6	5.6	4.4
BOD	mg/l	3.3	3.1	3.8	3.0	2.4	1.9	6.5
SS	mg/l	3.0	2	1	1	1	1	2

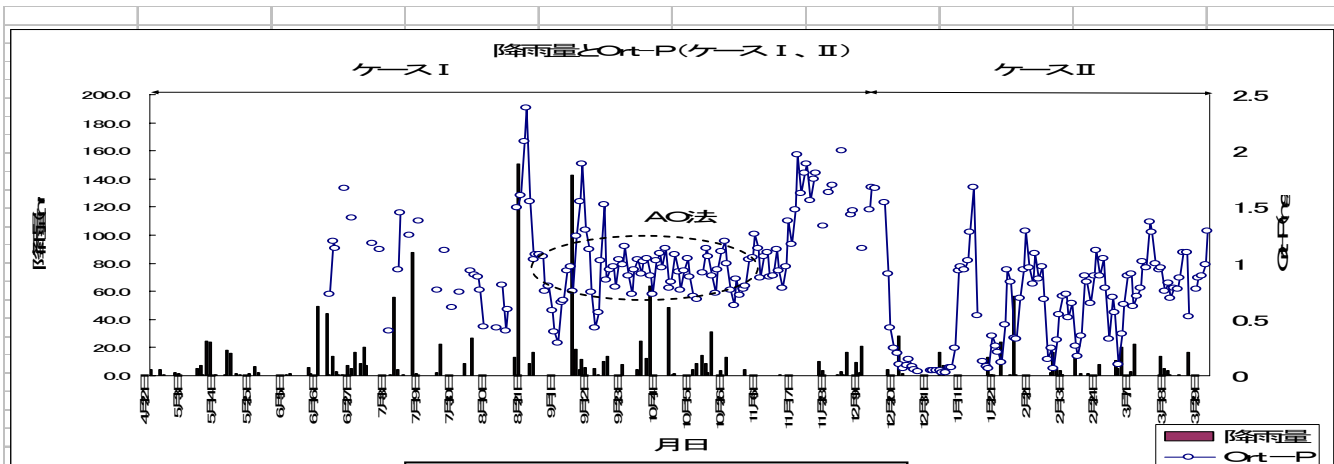


図-2 降雨量と Ort-P (ケースⅠ、Ⅱ)

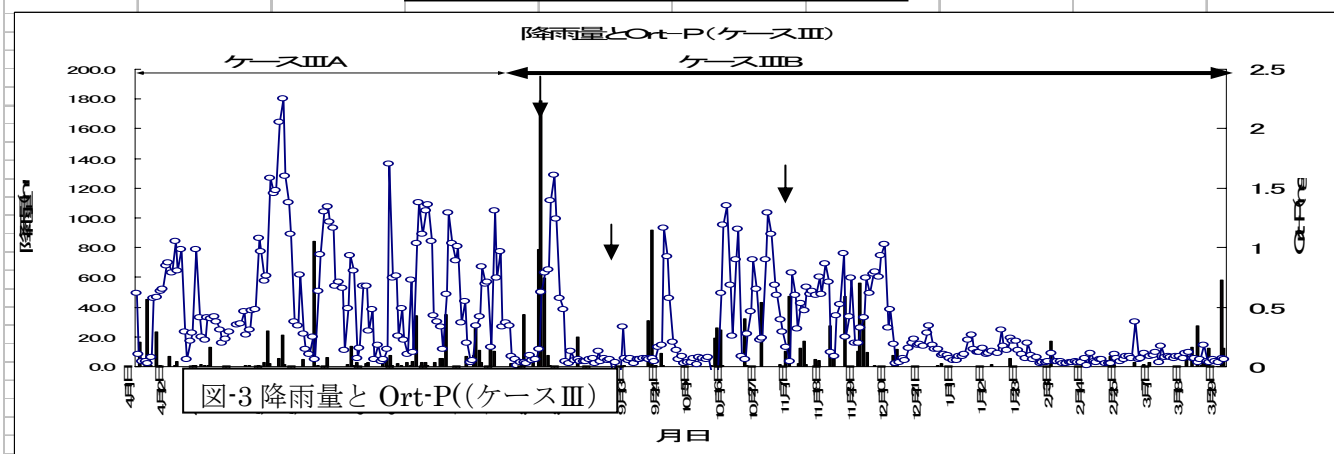


図-3 降雨量と Ort-P (ケースⅢ)

平均はそれぞれ、8.1mg/l、1.3mg/l（53%、39%）であり、当初予測のように、T-Pに関しては、基

準を満たすことはなかった。途中、H14年8月28日から11月7日にかけて循環液を停止しA2O法をやめ、A0法や擬似的なA0A0法を試みた（図-1において楕円中の期間）。実施期間中、その前後に比べて降雨による、トリフ濃度の変動が少なく、きわめて安定していたことは注目される。

② ケースⅡ

この間のT-N、T-P濃度と（除去率）の平均はそれぞれ、8.6mg/l、0.80mg/l（52%、50%）となり、負荷の増加によってりん除去はやや改善された。

③ ケースⅢ

ケースⅢA

ケースⅢAでは、T-N、T-P濃度と（除去率）の平均はそれぞれ、7.9mg/l、0.87mg/l（56%、62%）であった。除去率ではT-N、T-PともケースⅡを上回った。しかし、T-P濃度は流入負荷量を増加したにもかかわらず、ケースⅡを下回っていた。負荷を増やしただけでは降雨の影響を受けると、りん除去は基準を満たすことはできないことが判明した。

ケースⅢB 降雨前循環液停止。A2O法→A0法

この間、返送率、循環率を落とすと、りん除去が安定化することを経験してきた。事実、降雨後には何回か循環をとめる運転を行ってきた。しかし、依然として望ましい状態ではなかった。そこで、ケースⅠでA0法に変更していた時期は降雨にもかかわらずりんの値が安定していたこともあり、今まで、降雨後に循環液を止めていたのを、降雨直前から循環液を止める方法に変更して対処した（なお、ケースⅢB期間中で降雨前に循環液をとめなかった日を図-3の中 ↓ で示した）。

この方法に転じてから、りんの除去はきわめて安定した。降雨後、りんは上昇することがあっても、以前では、回復に1週間ほどかかったものが23日で良好な状態に戻り、12月にはいると、降雨後もりんの値が上昇することのない状態が続いた。ただし、10、11月の長雨期間ではりん除去に安定を欠くことがあった。

ケースⅢB全体の期間ではT-N、T-P濃度の平均（除去率%）はそれぞれ、6.9mg/l、0.40mg/l（60%、79%）と、T-Pに関してはケースⅢAの半分以下の値にすることができた。

また、ケースⅢBを①8月から9月（夏季） ②10月から11月（秋季）、③12月から3月（冬季に分け、それぞれの期間でのT-N、T-P濃度の平均と（除去率）はそれぞれ、①7.5mg/l、0.32mg/l（60%、86%）、②6.7mg/l、0.55mg/l（48%、61%）③6.8mg/l、0.36mg/l（67%、86%）であった。

このように、りん除去に関しては降雨前に循環液を停止し、A2O法からA0法に変更する運転は合流式下水道における高度処理の降雨対策として効果があると思われる。

窒素除去について

ケースⅢでの循環率と全窒素除去率（以下、 $\Delta T-N$ と称す）、T-N濃度（◆流入、◇処理水）の関係を図-4,5に示す。図より、循環率（ r ）と $\Delta T-N$ （ y ）との間には $y = 0.194r + 47$ （ $R^2 = 0.56$ ）という正相関がみられる。ここで、循環をとめた時の平均除去率、平均濃度（◇）値は50%、7.4mg/lで、10mg/lを越えたのは1例（13例中）しかなかった。停止後は降雨状態なので流入下水中の全窒素（◆）は平均で15mg/lと薄く、循環を停止し、りん除去の安定化をはかるといふこの方法を用いても窒素の除去は十分に基準を満たすことが分かった。

降雨前に循環液を止めるとりん除去が安定する原因は1）A0法に切り替えると、嫌気槽が大きくなり、嫌気条件が保たれやすくなり、りん吐き出しに有利なこと2）A2O法だと循環によって更に薄められることなどが考えられるが、今後、検討を重ねたい。

まとめ

- 7系列高度処理のりん除去を安定化させる方法として1）流入量を増加させ負荷を高めたこと。
- 2）降雨前に循環液を停止する運転を行ったことはきわめて効果があった。

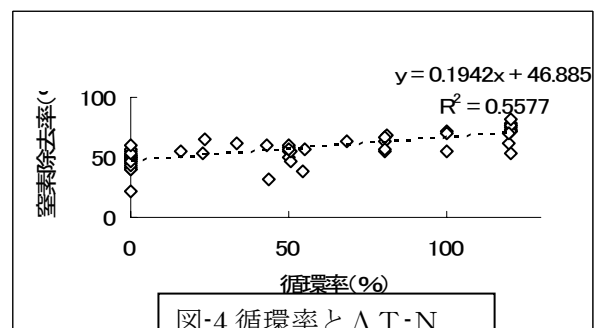


図-4 循環率と $\Delta T-N$

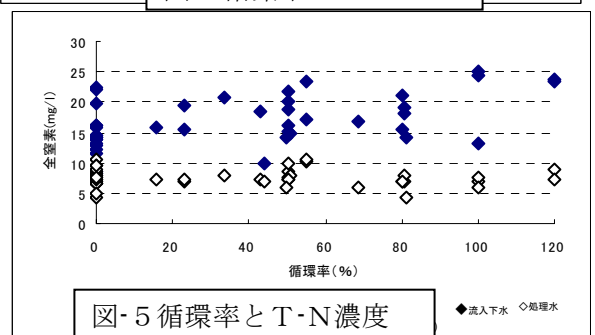


図-5 循環率とT-N濃度