

バルキング対策における次亜塩素酸ナトリウム添加の効果の検証

下水道水質課 ○中村 慈実
長楽 陽子
佐藤 直之

1. はじめに：南部水再生センターでは、水処理施設の処理能力の余裕が小さく、バルキングにより SVI が上昇すると最終沈殿池に活性汚泥が蓄積しやすい。そのため、特に汚泥が沈みにくい冬季には、降雨により汚泥の流出が起きて処理水質が悪化することがある。この処理悪化の防止対策として、速やかにバルキングを解消させる必要があるため、SVI 上昇時に反応タンク（返送汚泥）への次亜塩素酸ナトリウム（NaClO）の添加を行い、SVI の上昇を抑制する方法を実施している。しかし、その効果は一様ではなく、また NaClO は処理に有用な活性汚泥微生物にも悪影響を与えることが懸念される。そこで今回、NaClO 添加の効果と処理への影響を把握するため、SVI 及び処理水質（T-N、T-P 及び硝化等）の変化について平成 25、26 年度データの検証を行ったので報告する。

2. 処理設備の概要：南部水再生センターの処理系列は 10 系、20 系の 2 系列から成っており、最終沈殿池は 1 池当たり W3.5m×L45m×H3.3m で、1 系列 6 池で 12,030m³である。また、合流式下水道終末処理場であり、晴天時処理水量は約 14 万 m³/日であるが、降雨時は処理水量が約 30 万 m³/日近くに上昇することがある。処理水量増加時は水面積負荷に余裕がなく、汚泥が蓄積しやすいため SVI 対策が必要である。

3. 最終沈殿池の水面積負荷と沈降速度の比較：

初めに最終沈殿池の能力を検証するため、最終沈殿池の水面積負荷と活性汚泥の沈降速度の月別の平均値等を図 1 に示した。活性汚泥の沈降速度は各月の MLSS(S_M)、SVI(S_D)、反応タンク水温(T)の平均値等を用い、 $V=1.78 \cdot 10^7 \cdot S_M^{-1.46} \cdot T^{0.853} \cdot S_I^{-0.804}$ より算出した。理論上、沈降速度が水面積負荷を下回ると固液分離ができずに汚泥が流出する。比較した結果、平成 25、26 年度ともに 5～11 月は水面積負荷(ave)より沈降速度(ave)が高く能力に余裕があるが、12～4 月は同程度の値に近づくことが分かった。水面積負荷(max)では冬季には沈降速度(ave)の方が低くなっている。沈降速度(min)をみると水面積負荷(ave)では 12～4 月、水面積負荷(max)では 9～4 月にかけて沈降速度(min)の方が低い値となっており、この期間は SVI の上昇対策が必要であることが分かる。

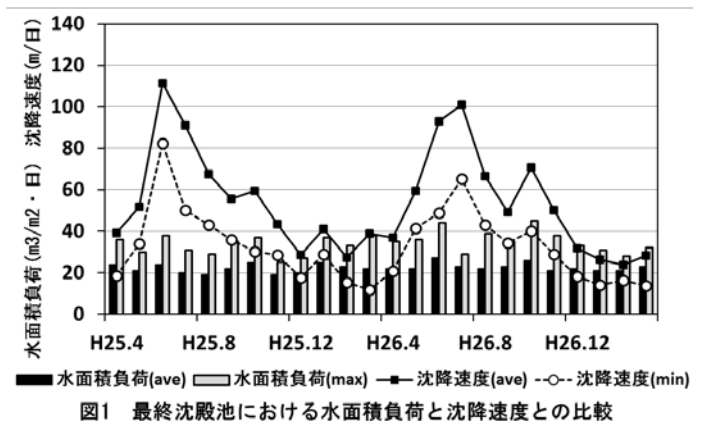


図1 最終沈殿池における水面積負荷と沈降速度との比較

4. NaClO の添加方法と実績：平成 25、26 年度の反応タンクへの NaClO の添加実績を表 1 に示した。NaClO は 180L/hr で 4hr 又は 5hr の添加を 1 日又は 2 日間実施した。年度別の実績では平成 25 年度が 10 回、平成 26 年度が 12 回で、ほぼ同程度の回数であった。また両年度ともに 10 系、20 系で大きな差は見られず系列による偏りはなかった。添加した月を比較すると平成 25 年度は 1～3 月に添加がなかったが、平成 26 年度は 1～3 月に添加があり 20 系では連続して実施されていた。また、4、9、11、12 月は両年度ともに添加しており、季節的な傾向が認められた。

5. SVI への効果：NaClO の添加前から 14 日後までの SVI の変化を表 2 に示した。下線は添加後の最小値を示している。主な傾向として、1～3 日後には低下が始まり 6～7 日後又は 8～14 日後に最小値となることが多く認められた。一方、8～14 日後に

表1 平成25、26年度処理系列別 NaClOの反応タンクへの添加実績

年度	系列	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
H25	10系	1	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0	0	6
	20系	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	4
H26	10系	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	5
	20系	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	7

は上昇に転じているケースも約 1/4 程度あった。また、添加後の SVI が 5 割以上低下したケースが 10 回あったが、2 割以下しか低下しなかったケースも 3 回あり、添加による効果には差が認められた。

6. 処理水質への影響

6.1 T-N、T-P、COD: 平成 25 年 8 月 14~17 日の NaClO 添加による TN、TP、COD の濃度変化を図 2 に示した。各濃度は自動計測器の値を用いた。添加は 14、15 日の 10~14 時に 2 回、10 系列に行った。その結果、無添加の 20 系 TP は全く上昇がみられなかったが、添加した 10 系 TP は 1、2 回目ともにピークが形成され、NaClO 添加の影響を受けていることが示された。一方、TN、COD は 10 系、20 系の濃度変化に差がみられず、添加による影響は認められなかった。

次に、各ケースごとに NaClO 添加後の TN、TP、COD について添加/無添加系列の濃度比率を時間ごとに算出し、その平均値の経時変化を図 3 に示した。添加により、TP は 5~6 時間後に上昇を開始し、10~12 時間でピークを迎え、無添加系列と比較して 4 倍以上の高い濃度となった。一方、TN、COD は NaClO 添加による影響は認められず、濃度比率はほとんど変化がみられなかった。

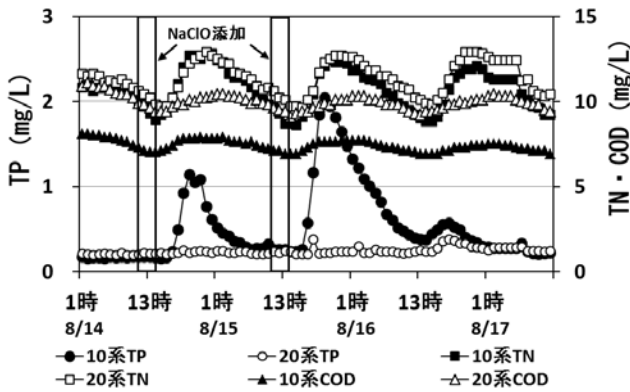


図2 10系列へのNaClO添加によるTN, TP, CODの濃度変化

表2 NaClO添加後のSVIの変化

添加日	SVI				
	添加前	1~3日後 Ave	4~5日後 Ave	6~7日後 Ave	8~14日後 Ave
H25.4.4	296	200	210	223	279
H25.4.11	259	274	276	250	213
H25.8.14	328	199	182	186	173
H25.9.24	435	296	295	306	283
H25.9.30	446	342	-	233	245
H25.11.6	273	192	122	131	208
H25.11.20	349	271	247	244	271
H26.12.3	336	203	161	166	223
H26.12.18	373	217	167	129	114
H26.12.24	312	209	-	-	114
H26.4.10	307	298	282	276	291
H26.4.15	300	278	234	226	236
H26.4.23	299	248	213	200	188
H26.8.9	346	299	-	252	257
H26.11.19	372	294	215	221	228
H26.12.17	347	245	204	207	217
H26.12.22	314	261	-	-	243
H27.1.6	274	133	144	132	171
H27.1.28	300	275	265	250	260
H27.2.6	328	249	223	241	222
H27.3.4	354	209	200	190	208
H27.3.11	298	256	253	238	241
平均値	325	248	216	215	222

※添加日のセル色無は10系、色付は20系。SVIの下線は最小値。

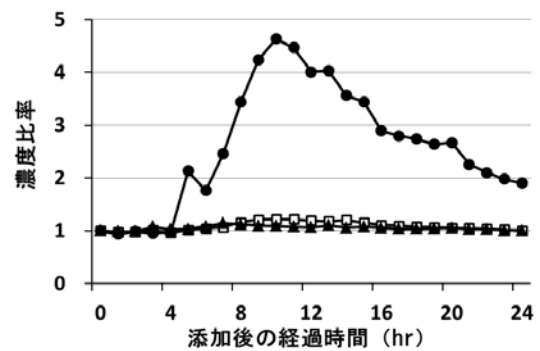


図3 NaClO添加後のTN, TP, COD濃度比率 (添加/無添加系列) の経時変化

6.2 硝化への影響: NaClO 添加後の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ について添加/無添加系列の濃度比率を日ごとに算出し、その平均値の経日変化を図 4 に示した。 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ や $\text{NO}_2^-\text{-N}$ の上昇はみられず、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ は 1.0 前後での推移となり、NaClO 添加による硝化への影響は認められなかった。

7. まとめ: ①最終沈殿池の水面積負荷と活性汚泥の沈降速度の最小値を比較した結果、水面積負荷の平均値では 12~4 月、最大値では 9~4 月に沈降速度が下回ることが分かった。

②NaClO の添加は平成 25、26 年度ともに 4、9、11、12 月に実施されており、季節的な傾向が認められた。

③NaClO 添加による SVI への効果は、1~3 日後に低下が始まり 6 日後以降に最小値となる傾向みられた。一方、8~14 日後には上昇に転じているケースもあった。また、添加後の SVI の低下には差がみられた。

④NaClO 添加により、TP 処理への影響があり 10~12 時間でピークを迎えることが分かった。一方 TN、COD 及び硝化への影響はほとんど認められなかった。

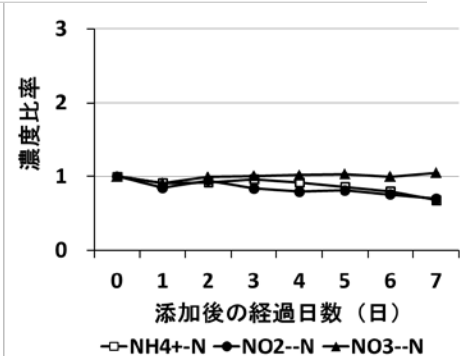


図4 NaClO添加後の $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 濃度比率 (添加/無添加系列) の経日変化

参考文献: ※) 川口幸男他「活性汚泥性状を考慮した最終沈殿池水面積負荷設計手法に関する考察」