

反応タンク高DO設定によるバルキング対策

水質管理課 ○萩谷 悟
浪華 一夫
栄第一下水処理場 林 善

1. はじめに

栄第一下水処理場では、反応タンクで硝化を促進させると最終沈殿池（以下終沈）において活性汚泥の浮上（以下汚泥浮上）が発生し、処理水質が悪化することがしばしば生じていた。本処理場における汚泥浮上の主原因は、糸状性細菌（以下糸状菌）によるバルキングである。平成7年度から実施している完全硝化を目指した調整の中では、バルキングが発生し、終沈で汚泥浮上が発生したときには、処理水質が悪化しないようにDO設定値を上げて対応していた。その調整の中には、降雨の影響なしにバルキングが解消することもあった。平成9年度は、反応タンクのDO設定値を通常より高く設定する事で、バルキングの抑制または解消が可能かを調査した。また、調査初年度でもあるためバルキングの程度によっては、即効性を期待して次亜塩素酸ナトリウムの注入を実施し効果の有無についても調査した。

2. 処理施設概要

本処理場は、市の郊外に位置する分流式下水処理場である。反応タンクは、A-1系列とA-2系列（西側施設）及びB系列（東側施設）にわかれ、返送汚泥はそれぞれの系列で独立している。反応タンクは1池が4分割で構成され、DO制御地点は最後部である。処理調整は、完全硝化状態を年間通して維持出来るよう注意した。A系運転概要を表-1に示す。

表-1 A系反応タンク運転概要

(H. 9. 4 ~ H. 10. 3)

処理方式	標準活性汚泥法
寸法	長さ24.3m×幅8.4m×深さ10.0m
有効容量	1,920m ³ × 6池
稼働率 ^{*1}	74%
DO制御	時間帯一定制御（4段階）

3. DO設定値の変化

平成8年度及び9年度の4, 7, 10, 1月のDO設定値（A系第一週平日平均値）と空気倍率を表-2に示す。

^{*1}日最大汚水量に対しての稼働率であり、流量調整を目的としたクッションタンク2池を除いた

平成8年度は、処理水のアンモニア性窒素（以下NH₄-N）が定量限界値未満になった場合は、DO設定値を下げていった。平成9年度は、前年度末の設定を出発点としてNH₄-Nが定量限界値未満になってもSVIが上昇傾向にある場合、DO設定値を上げて行った。

表-2 DO設定値と空気倍率

切替時刻 年度 月	K1	K2	K3	K4	空気倍率		
					週平均 ^{*2}	年平均	
8年度	4	1.7	3.3	2.1	2.1	6.6	
	7	1.6	3.1	2.1	2.3	6.4	
	10	1.6	3.2	2.2	2.4	5.7	
	1	1.9	3.8	2.7	2.6	8.2	6.6
9年度	4	2.1	4.5	3.3	2.8	6.8	
	7	2.2	4.8	3.5	2.9	6.5	
	10	2.2	4.8	3.5	2.9	7.0	
	1	5.7	8.8	8.8	5.7	9.9	7.3

4. 次亜塩素酸ナトリウムの注入法

A-2系反応タンク返送汚泥出口へ次亜塩素酸ナトリウム注入ポンプからの仮配管を作成し、注入率が30ppmとなるように調整した。A-1系へは、次亜塩素酸ナトリウムの影響が無いよう汚泥の移送も実施しなかった。

切替時刻は、季節によって多少違うが、おおむねK1は午前1時、K2は午前7時、K3は午後4時、K4は午後10時をDO設定値のスタート時刻とした。^{*2}降雨の影響を除く

5. 結果

図-1は、5月に発生したバルキング時の様子である。この期間は2度の大雨があり、処理水量はA系年平均34,200m³/日のところ、5月25日は、56,500m³/日、6月20日は、62,200m³/日と多くなっていた。この時点で、SVIは上昇傾向にあった。SVIの最大値は、6月2日から6日の間であった。

翌週の6月9日(月)には、反応タンクのpHの低下及びSVIの低下傾向を確認した。その後再び両系ともSVIが上昇を始めたので、A-2系については、7月1日に次亜塩素酸ナトリウムを反応タンク4池のうち2池の返送汚泥に対して30PPMの注入率で24時間注入した。結果SVIは、低下していった。しかし、A-1系についても低下し始めている。この時点では気が付かなかったが反応タンクpHは、6月30日に低下傾向にあった、そのため次亜塩素酸ナトリウムの注入がなくてもSVIが低下した可能性はあるが、その下がり巾はA-1系より大きかった。

図-2は、12月から1月にかけての状況である。年末年始のあいだ処理を良好な状態に維持するためには、A-2系のバルキングを解消させる必要があった。12月15日に、次亜塩素酸ナトリウムを反応タンク4池のうち2池の返送汚泥に対して、30PPMの注入率で24時間注入した結果、SVIは低下していった。

その後、年末年始の間でバルキング状態となったが、1月2日と4日の反応タンクpHが6月30日の状況と同じであったので観察していたところ、SVIは低下していった。

図-3は、2月から3月にかけての状況である。今回のバルキング時においても、降雨はあったがSVIは上昇傾向であった。3月2日よりバルキング対策として、反応タンクの高いDO値になるように調整した。調整期間3月2日から18日の間の空気倍率の平均値は、9.1倍、午前10時のMLDOの平均値は7.4mg/lであった。

本処理場では、午前7時頃から反応タンクへの負荷(炭素系、窒素系)が増加する為、現在採取している午前10時の反応タンク試料は、負荷の軽い時間帯のものである。そこで、午後4時に再度反応タンクを調査しNH₄-N負荷が大きいとどのような変化が生じるか調査した。

図-4にそのときの変化を示す。3月5日、10日は、午前午後でSVIの値が逆転している。5日は、降雨と午前中の流入ピークが重なったこと、10日は、工事により流入幹線を低水位で運転したため幹線フラッシングをしたのと同じ事となり高濃度の流入が午前中の流入

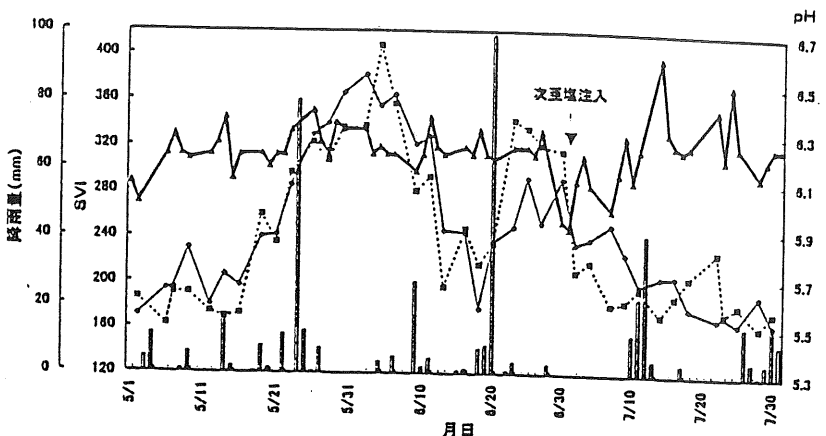


図-1 9年度A系反応タンクSVI、pH、降雨量(5月~7月)

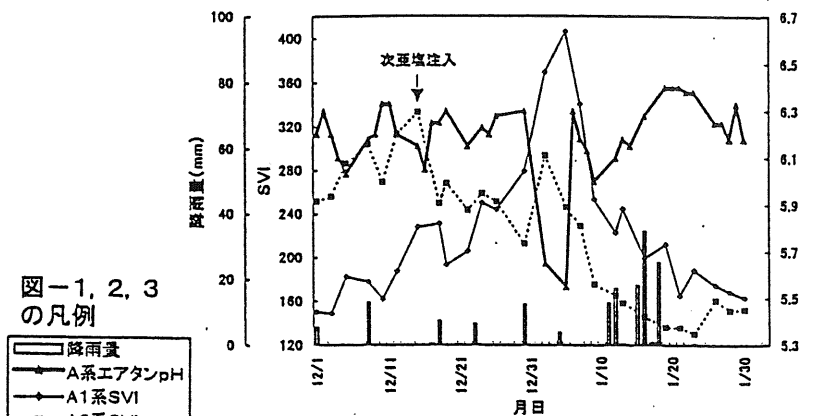


図-2 9年度A系反応タンクSVI、pH、降雨量(12月~1月)

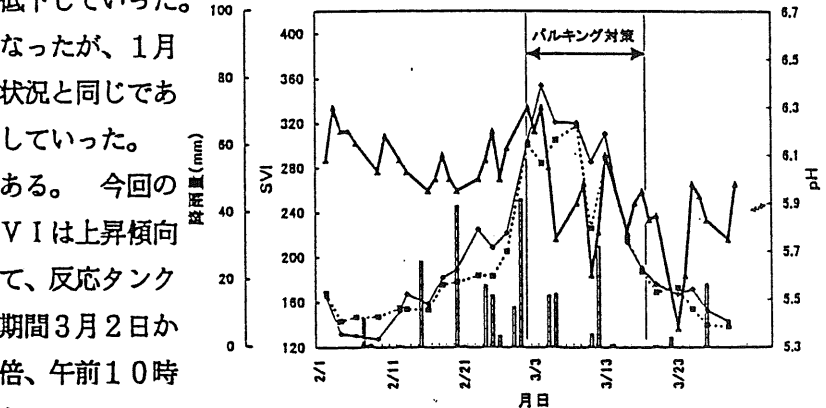


図-3 9年度A系反応タンクSVI、pH、降雨量(2月~3月)

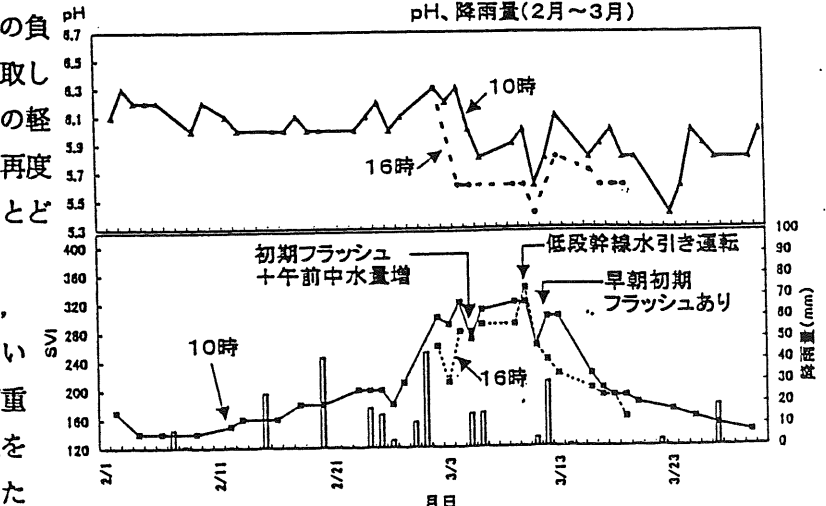


図-4 A系反応タンク10時、16時のSVI、pHおよび降雨量

ピークと重なったことが一因といえる。調査期間中、pHは午後の方が低く最低値を記録した11日の午後以降SVIは、低下していった。図-5にpH自動記録計の一例を示す。この期間中pHは低下した後、低い状態が、5~12時間程度持続しその後は徐々に上昇していった。

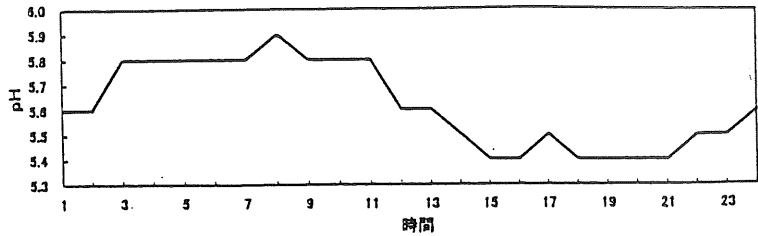


図-5 A系反応タンクpH日変化(10年3月11日)

6. 窒素除去率^{※3}の変化

表-3にA系反応タンク流入水(以下沈後水)質及び処理水質の過去3年間の変化を示す。反応タンク流入水質及び量には、変動があまり無く完全硝化の状態が続いている。

図-6に過去3年間の窒素除去率の月変化をしめす。9年度初めには差が少なかったが、徐々に、その差が大きくなっている。完全硝化している本処理場では、窒素除去率が低下するという事は、系内に於いて硝酸性窒素(NO₃-N)からの脱窒反応が抑制されている事を示す。

		年度	7	8	9
項目					
沈後水T-N	mg/l		22	24	22
沈後水NH ₄ -N	mg/l		20	20	20
処理水T-N	mg/l		13	14	15
処理水NO ₂ -N	mg/l		0.08	0.02	未満
処理水NO ₃ -N	mg/l		13	14	15
処理水NH ₄ -N	mg/l		0.4	未満	未満
処理水量	m ³ /日		35,000	34,800	34,200
窒素除去率	%		41	42	32

(沈後水T-N)-(処理水T-N)

$$\text{窒素除去率} = \frac{\text{沈後水T-N} - \text{処理水T-N}}{\text{沈後水T-N}} \times 100$$

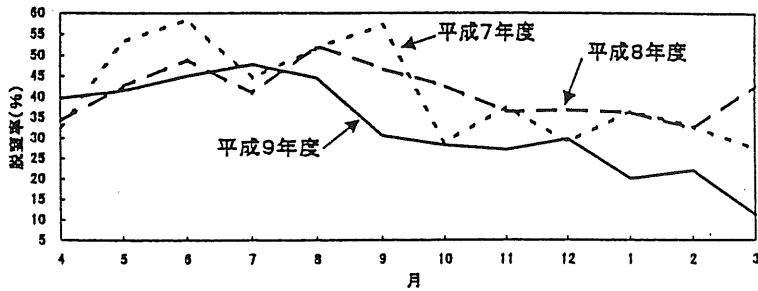


図-6 A系窒素除去率年度別月変化

図-7にバルキング対策を実施していた3月の窒素除去率についてしめす。3月11日には、窒素除去率が8%と最も低い値となっており、反応タンクpHも午後4時のスポット値では、5.3~5.4と低くなっていた。(図-4, 5参照)

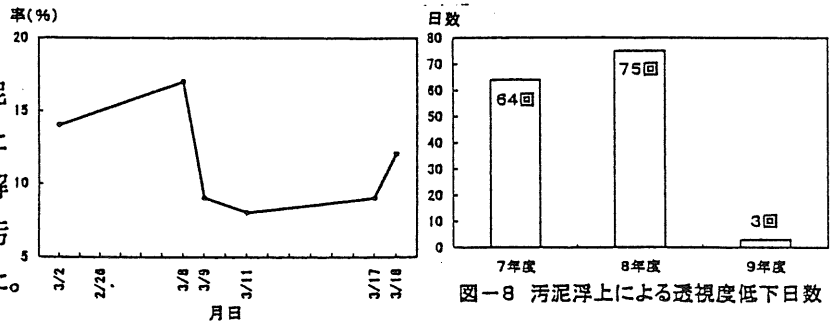


図-7 A系窒素除去率日変化

7. 最終沈殿池での活性汚泥の浮上

図-8に過去3年間に終沈で発生した汚泥浮上により透視度が100cm未満となった日数をしめす。9年度は、バルキングが解消した結果、終沈での汚泥堆積量が減り、汚泥浮上による処理水質の悪化日数が減少した。

図-8 汚泥浮上による透視度低下日数

8. 考察

- 1) 反応タンクでのpHの低下は、処理水pHの低下を招くのでpH違反水を出さないように、高DOによる調整は系列ごと別々に実施するよう注意するべきである。
- 2) バルキングは、年間を通して生じているわけではない。よって、省エネルギーの観点からも完全硝化に必要な最低のDO設定値を模索しバルキング対策として必要な時だけ高DO設定とする工夫が必要である。
- 3) 次亜塩素酸ナトリウムを注入する場合、放流先の環境に対してどのような影響を与えるか検討する必要性を感じる。

9. まとめ 以上の結果より、糸状菌によるバルキング対策として得られた知見を次に示す。

- 1) 硝化が十分に進んでいる反応タンクにおいて、DO設定値を高く保持する事で脱窒を抑制し、pHを下げると、SVIは低下しバルキングは解消した。この方法は、バルキングを解消する有効な方法である。
 - 2) 次亜塩素酸ナトリウムの注入は、バルキングを解消する有効な方法である。
- 最後に、高DO設定によるバルキング対策という今までにない方法で調整するさい、十分な協力体制を取っていただきました栄第一下水処理場長はじめ処理係長、処理場職員の皆様に感謝致します。

参考文献 坂本健彦ら 次亜塩素酸ソーダ及び余剰汚泥投与によるバルキング対策事例について 第34回下水道研究会発表資料集