

# 18 最終沈殿池における汚泥の浮上について (三)

水質管理課 ○ 紺野繁幸  
高野勝美

## 1 はじめに

前報では、北部第一下水処理場の最終沈殿池における汚泥浮上は脱窒反応により生じ、その量は曝気槽において硝化が進行し、最終沈殿池での汚泥滞留が長い時間帯に顕著に発生することを報告した。しかし前回は 8時から18時までと時間が限定された調査であり、深夜から早朝にかけての状況は得られていなかった。そこで、今回、10時から翌朝の8時まで、同様の調査を行なうことにより、初めて通日にわたる汚泥浮上の状況を把握することができた。前回の水路別調査の結果と合わせてここに報告する。

## 2 調査方法

### 2-1 水路別調査 (平成六年度)

95年2月2日と3月23日、8時から18時にかけて、曝気槽での窒素等の処理状況と最終沈殿池での汚泥浮上の関係を調べるため、II系統第4系列 (II系統は第4、5、6、7系列からなる) において2時間おきに曝気槽流れ方向の水路別調査を行った。図-1に試料の採取箇所を示す。

活性汚泥は採取後ただちに5C濾紙にて濾過し試料とした。硝化の状況を把握するため、イオンクロマト法を用い、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素および硝酸性窒素 (以下、それぞれNH<sub>4</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NO<sub>3</sub>-Nと称す) の測定を行った。有機物量はTOC計で測定しD-TOCで表した。

また、水路別の脱窒速度を知るため2時間ごとに各水路の活性汚泥を102mlのD0びんに封入し水温が20℃の恒温槽に静置し、静置開始時と3時間後の窒素関係の濃度変化を求めた。脱窒速度は単位時間SSあたりのNO<sub>3</sub>-Nの差で表し、単位をmg/gsshrで示した。最終沈殿池では汚泥界面をゾーンメータで、浮上汚泥数を目視で計測した。

### 2-2 汚泥浮上通日調査 (平成七年度)

95年10月13日 (RUN 1), 11月30日 (RUN 2), 12月15日 (RUN 3), 96年1月12日 (RUN 4), 10時から翌朝8時まで2時間おきに第4系列において曝気槽出口の処理状況と汚泥浮上の関係を調査した。今回は水質などの化学的計測に加え、浮上の様子を記録するため最終沈殿池での水中撮影や、隣接する建屋からの空中撮影を行った。また、汚泥浮上の抑制効果をみるためRUN 1, 2, 4で汚泥返送法を率一定(60%)としていたのをRUN 3では返送量を最大値で固定し、量一定(40m<sup>3</sup>/m)運転とした。なお、II系統のDO設定は第5系列で行い、すべてのRUNで2.0mg/lとしたがRUN 4では18時より1.0mg/lに落とし、その効果を確かめた (本処理場では調査対象の第4系列においてII系統のDO制御はできず、ゆえに第4系列のDO測定値はDO設定値よりも高い値を示した)。

## 3 調査結果

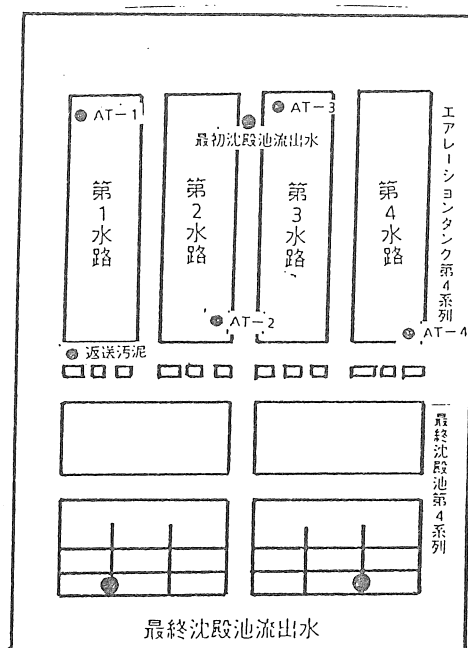


図-1 北部第一下水処理場試料採取地点

### 3-1 水路別調査 (平成六年度)

#### 1) 水路別水質調査結果

表-1に水路別の水質結果の平均値を、表-2に試料を3時間静置した時の窒素の平均減少量を示す。表よりNO<sub>3</sub>-Nの減少量(以下、 $\Delta$ NO<sub>3</sub>-Nと称す)および脱窒速度は硝化の進行した、曝気槽の第3、4水路の試料で大きい。一方、T-Nの減少量でみると、その差が大きいのは後半部ではなく、第2水路の試料で顕著である。この違いはNH<sub>4</sub>-Nが曝気槽後半部の試料で封入中に増加するため、これはNH<sub>4</sub>-Nが汚泥に吸着される量よりもNO<sub>3</sub>-NがNH<sub>4</sub>-Nに還元される量が上回るためと思われる。

#### 2) 水路別脱窒速度の変化

Y( $\Delta$ NO<sub>3</sub>-Nおよび脱窒速度)とX(NO<sub>3</sub>-N)との相関を水路別に示したのが、表-3-1,2である。脱窒速度および $\Delta$ NO<sub>3</sub>-Nの絶対値は1)で示したように後半部の水路で大きい、NO<sub>3</sub>-Nとの相関をとると、その傾きは前の方の水路ほど大きい値を示す傾向がある。この違いは脱窒に必要な有機物濃度の違いによるものと思われる。

### 3-2 汚泥浮上通目調査 (平成七年度)

#### 1) 浮上汚泥数の経時変化

処理水量と浮上汚泥数の経時変化を図-2に示す。図より明らかに、返送率一定のRUN2,4で汚泥浮上が顕著でその数は処理水量が少ない時間帯に多くなる傾向が認められた。尚、RUN1は浮上汚泥の目視計測は行わなかったが、写真から判断すると、汚泥浮上はRUN3のように少なかった。

#### 2) NO<sub>3</sub>-Nと滞留時間と浮上汚泥数

曝気槽出口のNO<sub>3</sub>-Nと最終沈殿池における沈殿汚泥の滞留時間、これらの経時変化を図-3,4に示す。硝化率は全てのRUN、全ての時間帯ではほぼ100%に達していた。

NO<sub>3</sub>-N平均値でみると浮上が少ないRUN1は他のRUNが19mg/l以上と高かったのに対し13mg/lと低かった。また、図-4より、滞留時間を比較すると、RUN2,4が平均で60分あったのに対して、NO<sub>3</sub>-Nが低く浮上が少ないRUN3では40分と短かった。

#### 3) RUN3,4における $\Delta$ NO<sub>3</sub>-Nの比較

調査期間中RUN3,4では2-1の方法で曝気槽出口で採取した活性汚泥の $\Delta$ NO<sub>3</sub>-Nを求めた。図-5に沈殿汚泥の滞留時間と合わせて示す。脱窒速度の平均値では双方と

表-1 水路別水質結果 (平均値)

	AT流入水	第1水路	第2水路	第3水路	第4水路	返送汚泥	処理水
T-N	3.5	2.2	2.0	2.0	2.1	1.4	2.1
NH <sub>4</sub> -N	2.4	1.3	8.2	0.9	<0.5	2.3	0.8
NO <sub>2</sub> -N	<0.1	1.5	2.2	1.7	0.3	1.1	0.5
NO <sub>3</sub> -N	<0.1	6.4	1.1	1.7	1.9	9.8	1.8
D-TOC	7.1	1.3	1.2	9.8	9.4	1.0	9.3
Y.LSS	—	1800	2200	2000	2400	5500	—
DO	—	1.6	3.5	6.1	8.2	—	—
T-N	3.1	1.8	1.6	1.6	1.4	1.2	1.5
NH <sub>4</sub> -N	2.7	1.5	1.0	1.6	<0.5	2.9	<0.5
NO <sub>2</sub> -N	<0.1	0.3	0.7	0.7	<0.1	0.4	0.2
NO <sub>3</sub> -N	<0.1	2.7	7.4	1.4	1.5	7.4	1.4
D-TOC	5.6	1.1	1.0	9.4	8.3	1.1	9.8
Y.LSS	—	1800	1900	1900	1900	6000	—
DO	—	0.7	1.8	2.6	6.4	—	—

\* 単位はmg/l 上段は95年2月2日、下段は95年3月13日

表-2 水路別窒素の変化量 (平均値)

	第1水路	第2水路	第3水路	第4水路	返送汚泥
$\Delta$ T-N	5.7	7.3	5.4	5.4	7.9
$\Delta$ NH <sub>4</sub> -N	1.8	1.4	[0.8]	[1.2]	[1.5]
$\Delta$ NO <sub>2</sub> -N	0.6	0.9	0.6	0.0	0.9
$\Delta$ NO <sub>3</sub> -N	3.4	4.8	6.0	6.6	8.5
脱窒速度	0.63	0.74	0.99	0.92	0.52
$\Delta$ T-N	4.1	4.8	4.0	2.9	6.1
$\Delta$ NH <sub>4</sub> -N	2.8	1.9	[0.4]	[0.8]	[0.9]
$\Delta$ NO <sub>2</sub> -N	0.2	0.1	0.2	[0.2]	0.2
$\Delta$ NO <sub>3</sub> -N	1.3	2.8	4.3	4.0	6.8
脱窒速度	0.25	0.49	0.78	0.71	0.39

\* 単位はmg/l、但し、脱窒速度はmg/gshr

上段は95年2月2日、下段は95年3月13日、[ ]の数値は増加したことを示す。

表-3-1  $\Delta$ NO<sub>3</sub>-N (y)とNO<sub>3</sub>-N (x)の相関

	1水路	2水路	3水路	4水路	全体
95年 2月2日	k 0.72 (r2) (0.97)	0.58 (0.90)	0.25 (0.72)	0.55 (0.85)	0.28 (0.80)
95年 3月23日	k 0.39 (r2) (0.96)	0.24 (0.85)	0.28 (0.77)	0.07 (0.11)	0.23 (0.88)

表-3-2 脱窒速度 (y)とNO<sub>3</sub>-N (x)の相関

	1水路	2水路	3水路	4水路	全体
95年 2月2日	k 0.14 (r2) (0.94)	0.09 (0.87)	0.05 (0.52)	0.08 (0.86)	0.04 (0.59)
95年 3月23日	k 0.08 (r2) (1.00)	0.05 (0.86)	0.07 (0.91)	0.02 (0.46)	0.04 (0.87)

\* k:傾き、r2:相関係数

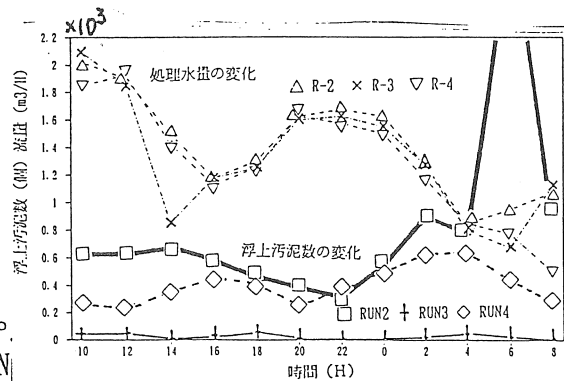


図-2 処理水量と浮上汚泥数の変化

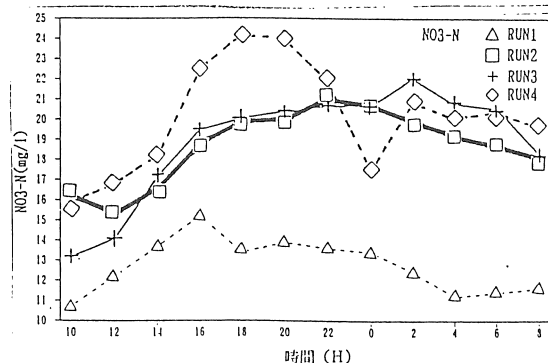


図-3 硝酸性窒素の変化

も0.77mg/gsshrと差が認められない。しかし、 $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$  平均値で比較するとRUN3が4.0mg/l, RUN4が4.8mg/l と異なり、更に、 $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$  が4.0mg/l 以上あった回数でも、RUN3が4回に対してRUN4は12回全ての試料で認められた。このようにRUN3, 4で $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$  に差が生じたのは、RUN3の平均MLSSが1780mg/lに対しRUN4では2110mg/lと高く、脱窒に係わる菌体量の差によるものであることが分かる。以上よりRUN3, 4で浮上数に差が生じたのは滞留時間の差に加えて、 $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$  の違いをもたらしたMLSS濃度の違いも影響したものと考えられる。

#### 4) $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$ と浮上に要する時間

図-6に $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$  と浮上時間を示す。この実験は採取汚泥の上澄を除去した後水道水で置換し $\text{KNO}_3$ および、ぶどう糖を添加した後、20°Cの恒温槽に静置し、 $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$  と500ml シリンダで汚泥が浮上し始める時間を測定した。 $\text{NO}_3\text{-N}$  は5mg/l から30mg/lまでの範囲で、D-TOC は10mg/l相当(図中○印)と100mg/l相当(図中●印)になる、ようぶどう糖を添加した。図より実験では $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$  が4mg/l以下、 $\text{NO}_3\text{-N}$  が13mg/l以下では5時間以内で浮上することはなかった。前回、 $\text{NO}_3\text{-N}$  が高いほど $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$  が大きく、その関係は一次の回帰式で表せることを報告したが、上記結果より浮上時間と $\text{NO}_3\text{-N}$  または $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$  の関係は曲線回帰となり、実際の最終沈殿池では $\text{NO}_3\text{-N}$  値がある値以下では浮上しないことと符合した。

#### 5) DO設定値と抑制効果

DO設定値とその抑制効果を見るためRUN4(96年1月12日)とその前後に撮影した写真をもとに浮上数を求め、その変化を調べた。結果を図-7に示す。図よりDO設定値が1.0mg/lより高い1月11日(2.0mg/l)と14日(2.3mg/l)では朝方の浮上数が多いのに対してRUN4では明らかに減少している。このことから、浮上しやすい時間帯に適切なDO値を設定することにより、汚泥浮上を抑制することが可能であると思われる。

#### 4 まとめ

汚泥浮上は $\text{NO}_3\text{-N}$  およびMLSSが高く、かつ沈殿汚泥の滞留時間が長い時に顕著である。硝化を促進させ、かつ浮上を防ぐためにはDOの時間帯制御やMLSSの設定値に留意した運転が必要である。また、施設のみにみると、本処理場では最終沈殿池内に存在するデッドスペース(コレクターが汚泥を掻き寄せられない部分)が汚泥の滞留時間を延ばす要因となっているので、ピット部では汚泥の引き抜き方法をテレスコ弁による水位差方式からポンプで直に返送する方法に変えたり、コレクター間にある敷居板の部分では汚泥が溜まらないように改善することが必要である。

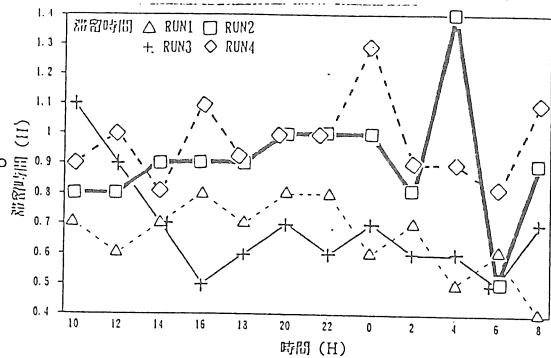


図-4 沈殿汚泥滞留時間の変化

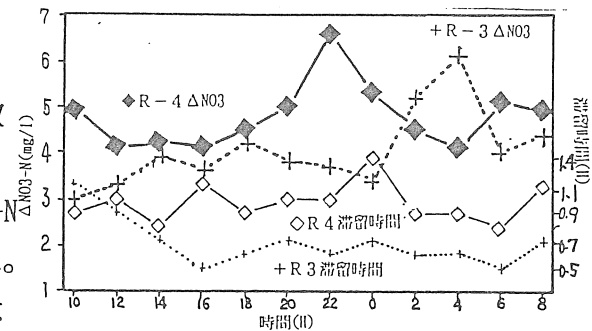


図-5 RUN3, 4の $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$ の比較

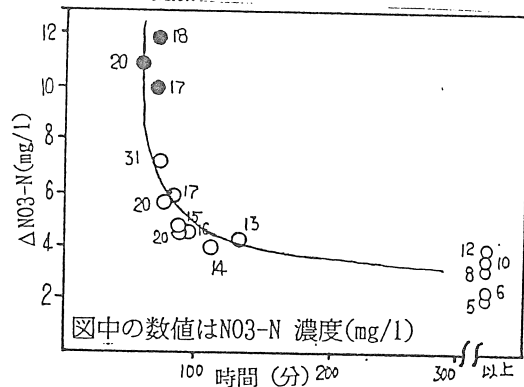


図-6  $\Delta\text{NO}_3\text{-N}$  と浮上に要する時間

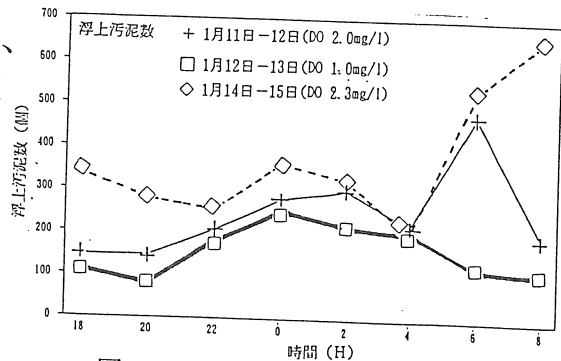


図-7 DO設定値と浮上汚泥数の変化