

# 最終沈殿池における汚泥の浮上について (二)

水質管理課

紺野繁幸

## 1 はじめに

前報では、北部第一下水処理場における最終沈殿池の汚泥浮上は脱窒反応がその一因であることを述べた。そこで今年度は室内実験として1) 脱窒速度の測定法と2) 硝酸性窒素濃度、水温、および有機物濃度が脱窒速度に及ぼす影響について検討した。また、実施設では、3) 最終沈殿池の汚泥浮上と曝気槽の処理調査を行った。これらの結果より若干の知見が得られたのでここに報告する。

## 2 実験方法と内容

実施設の曝気槽から活性汚泥を採取し、実験2-1以下の試料とした。①硝酸性窒素(以下、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と称す)の測定は試料を攪拌後、5C濾紙で濾過しUV吸光度法あるいはイオンクロマトグラフ法で行った。また有機物量はTOC計で測定しD-TOCで表した。②脱窒速度は測定開始と、その後、攪拌せずに3~5時間静置した時の $\text{NO}_3\text{-N}$ の差を単位時間SSgあたりで表し、単位を $\text{mg/gsshr}$ で示した。③サンプリングは測定回数分に試料を分け、測定順に採取した。実験は通常 $20^\circ\text{C}$ の室温で行い、期間は94年から95年にかけて行った。

2-1 攪拌と静置状態での脱窒速度の比較 通常、脱窒速度の測定は試料を連続攪拌して行うが、前報および本報告ではすべて静置状態で行った。そこで、同一の試料を200mlのBODふらんびんに封入したのち、脱窒速度の測定法として試料を1) 攪拌して行った場合と2) 静置のまま行った場合とで脱窒速度を比較した。

2-2 試料容積と脱窒速度の比較 次に、試料容積を変えて脱窒速度の比較を行った。同一試料を容量①102ml、②200mlのD0びんと③500mlシリンダー、④500ml BOD希しゃくびん(容積700ml)に入れ、静置状態で脱窒速度を測定した。なお、③と④は前報で脱窒速度とガス量の測定に用いた容器で、③以外すべて密栓を施した。

2-3 硝酸性窒素濃度および有機物濃度が脱窒速度に与える影響  $\text{NO}_3\text{-N}$ および有機物濃度が脱窒速度に与える影響を調べるため、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と有機物濃度がそれぞれ異なった試料を作り、それら試料について脱窒速度を比較した。試料は採取汚泥の上澄を除去した後に水道水で置換し硝酸カリウムおよびぶどう糖を添加して、D-TOCがa) 11 $\text{mg/l}$ 、b) 16 $\text{mg/l}$ 、c) 24 $\text{mg/l}$ 、d) 43 $\text{mg/l}$ の4種類、そして $\text{NO}_3\text{-N}$ がa) ~ d) それぞれについて①2.3 $\text{mg/l}$ 、②6.1 $\text{mg/l}$  ③10 $\text{mg/l}$ ④14 $\text{mg/l}$ となるように(4×4=16種類の組み合わせ)作成した。次に、それら試料を102mlのD0びんに封入し水温が $20^\circ\text{C}$ の恒温水槽に3時間静置し、組み合わせの違いと脱窒速度の比較を行った。

2-4 硝酸性窒素濃度および水温が脱窒速度に与える影響 b) 試料(D-TOCが16 $\text{mg/l}$ で $\text{NO}_3\text{-N}$ が①2.3、②6.1、③10、④14 $\text{mg/l}$ )については、上記の実験と同時に、水温が $15^\circ\text{C}$ と $30^\circ\text{C}$ (下線部は冬季、および夏季に相当する曝気槽水温)においても脱窒速度を測定し、水温と脱窒速度の関係を調査した。

## 3 結果と考察

3-1 攪拌と静置状態での脱窒速度の違い はじめに実験条件と脱窒速度の関係を検討する。図-1に1) 試料(200ml)を攪拌した場合と静置状態での $\text{NO}_3\text{-N}$ の経時変化と2) 容積の違いと $\text{NO}_3\text{-N}$ の経時変化を示す。尚、1)の結果については図中太線部で表した。実験開始と3時間後の $\text{NO}_3\text{-N}$ の差で脱

窒速度を求めると、攪拌汚泥×が1.4 mg/gsshr, 静置汚泥+が0.76mg/gsshrと明らかに前者のほうが後者よりも大きい。また、攪拌汚泥×は実験開始と1時間後および3時間後とで求めた脱窒速度はそれぞれ1.3、1.4 mg/gsshrとほとんど変化がなく一定であるのに対し、静置汚泥+ではそれぞれ1.3、0.76mg/gsshrと変化し、時間ごとに脱窒速度が異なった。

3-2 試料容積と脱窒速度の比較 実験開始から3時間後での脱窒速度は①◇102ml ②+200ml ③△500ml ④□700ml でそれぞれ0.79, 0.76, 0.58, 0.56mg/gss hrと①、②の容量の小さいものの方が③、④の容量が大きいものより脱窒速度は大きかった。

3-1 および2の結果から静置状態で脱窒速度を測る場合、1) 測定時が静置何時間後であるのか、また2) 測定容器の体積を明示することが必要である。逆に、その2点を統一することにより各種、試料の脱窒速度を比較することが可能であることが分かった。

3-3 硝酸性窒素濃度および有機物濃度が脱窒速度に与える影響 図-2に実験開始時のNO<sub>3</sub>-N と脱窒速度の関係性を有機物濃度ごとに示す。図よりNO<sub>3</sub>-N と脱窒速度の関係についてみると①脱窒速度は供給されるNO<sub>3</sub>-N濃度に依存しており、その関係は一次の回帰式で表すことができた。そして②回帰式の傾きは有機物濃度が高くなるにつれて大きくなる傾向が認められた。次に同じ結果を有機物と脱窒速度の関係から表したのが図-3である。図よりその関係も①一次の回帰式で表すことができ、②その傾きはNO<sub>3</sub>-N が高い程大きくなった。

3-4 水温が脱窒速度に与える影響 図-4に水温と脱窒速度の関係をNO<sub>3</sub>-N 濃度別に示す。図よりその関係も①一次の回帰式で表すことができ、②その傾きはNO<sub>3</sub>-N が高い程大きくなった。

以上より脱窒速度は供給されるNO<sub>3</sub>-N 濃度に規定されており有機物濃度および水温の影響もNO<sub>3</sub>-N が高いほど顕著であった。ただし、有機物濃度の影響では、曝気槽出口においてD-TOC が20mg/l以上という状態は(一例として、94年11月28日に行った曝気槽流れ方向の水路別調査では曝気槽流入下水のD-TOC は35mg/l, 曝気槽第一水路で19mg/l、出口の第四水路で8.7mg/l) 通常、硝化が進んでいる水処理状況下では考えられない値である。

#### 4 実処理施設での浮上調査

95年2月2日、8時から17時にかけて、第II系統(第4

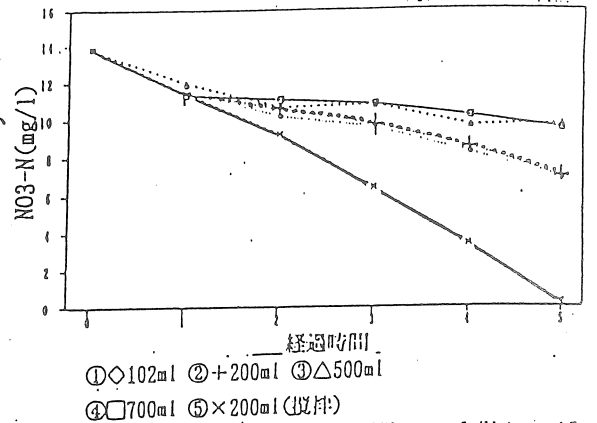


図-1 実験条件(攪拌と静置、容積)とNO<sub>3</sub>-N の変化

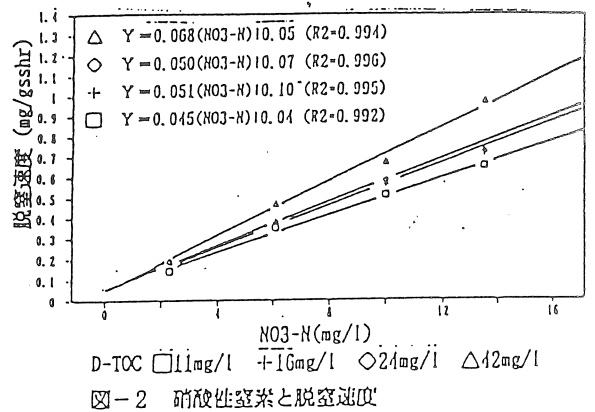


図-2 硝酸性窒素と脱窒速度

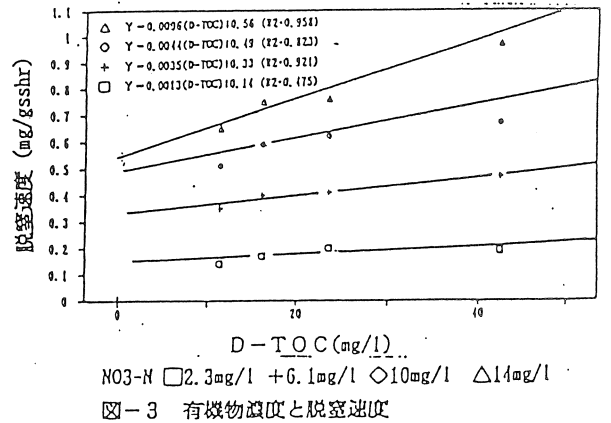


図-3 有機物濃度と脱窒速度

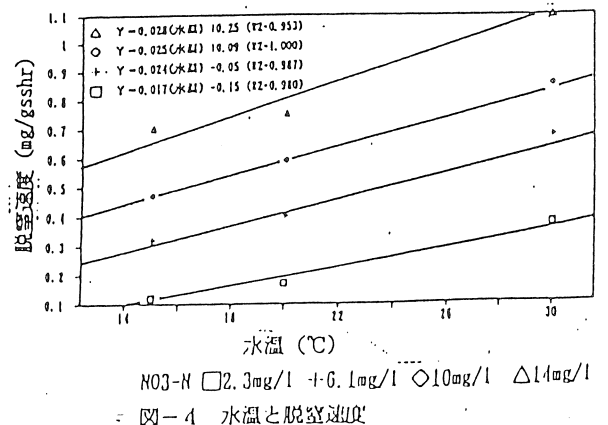


図-4 水温と脱窒速度

～第7系列からなる)において、曝気槽出口の処理状況と最終沈殿池での汚泥浮上との関係を1時間ごとに調査した。曝気槽出口ではNO<sub>3</sub>-N、D-TOC等を、最終沈殿池では汚泥界面(①最終沈殿池ピット側と②中央での2点)と浮上汚泥の数を測定した。曝気槽の測定は第4系列で、最終沈殿池での測定は全系列で行った。尚、調査中の曝気槽の平均水温は16°Cであった。

4-1 処理水量と浮上汚泥数 処理水量と浮上汚泥数との関係を図-5に示す。ここで処理水量は測定時から溯って2時間の平均水量とした。また、図には本調査に先だって1月15日15時から3時間ごとに行った浮上汚泥数の通日調査の結果を加えた。図より明らかに処理水量が少なくなると浮上汚泥数が多くなる傾向が認められた。前報で、汚泥浮上の時間帯を早朝、水量の最も少ない時間帯と推定したが、今回の調査によりこれが実証された。

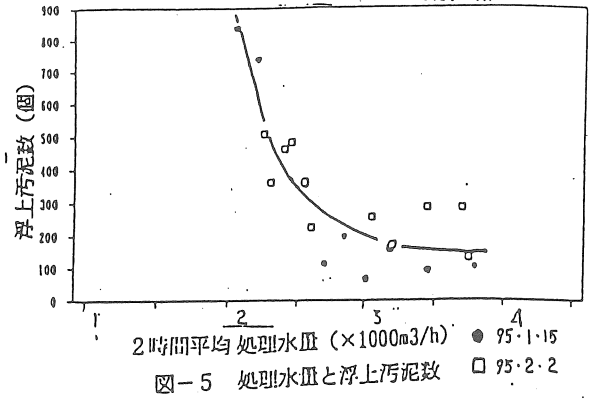


図-5 処理水量と浮上汚泥数

4-2 処理水量と硝酸性窒素 図-6に処理水量(1時間平均値)と曝気槽出口のNO<sub>3</sub>-Nの関係を示す。図より処理水量が少ないほどNO<sub>3</sub>-Nは高くなる傾向が認められる。これは曝気槽での滞留時間が長くなるからである。

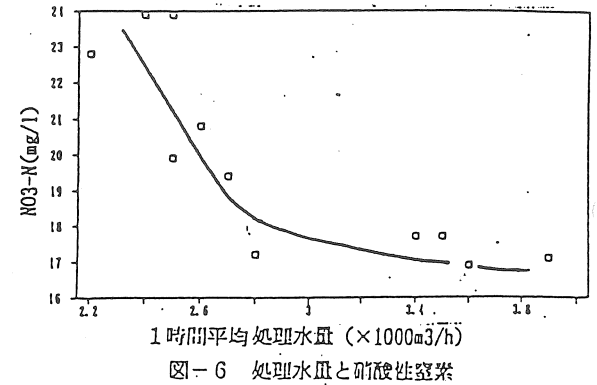


図-6 処理水量と硝酸性窒素

4-3 硝酸性窒素と浮上汚泥数 図-7に曝気槽出口のNO<sub>3</sub>-Nと1時間後の浮上汚泥数の関係を示す。図よりNO<sub>3</sub>-Nが高いと浮上汚泥数も多くなる。ただし硝化がかなり進行しないと汚泥浮上は生じない。これは室内実験でNO<sub>3</sub>-Nが高ければ高いほど脱窒速度が大きくなることと符合している。

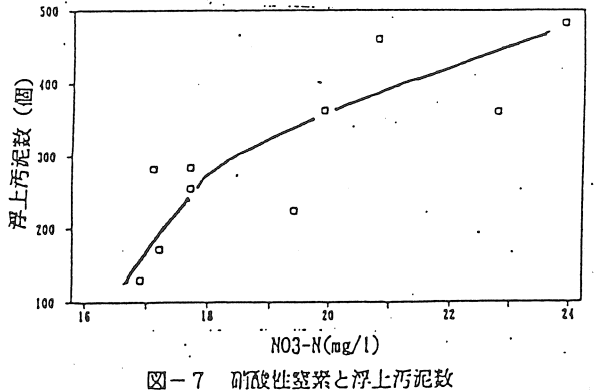


図-7 硝酸性窒素と浮上汚泥数

4-4 最終沈殿池での汚泥の滞留時間と浮上汚泥数 汚泥界面から最終沈殿池での汚泥堆積量を求め、それを返送汚泥量の2時間平均値で割り沈殿汚泥のおおよその滞留時間とした。図-8に滞留時間と浮上汚泥数の関係を示す。図より滞留時間が長い程、浮上汚泥数が多くなる傾向が認められる。

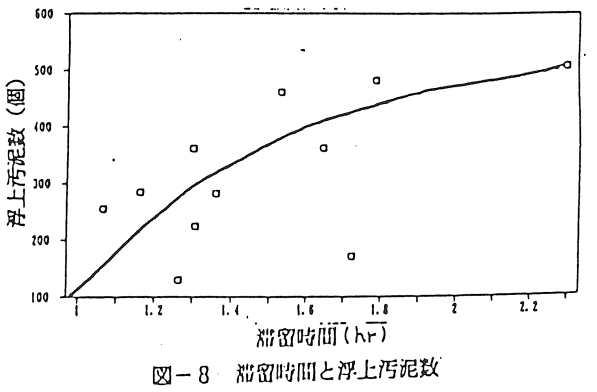


図-8 滞留時間と浮上汚泥数

以上より本処理場において汚泥浮上が多くなる時は曝気槽で硝化が進み、かつ最終沈殿池での汚泥の滞留時間が長い時であると言える。

5 まとめ

- ① 試料を静置して脱窒速度を測定するには1)測定時間と2)容量を明示する必要がある。
- ② 脱窒速度は供給されるNO<sub>3</sub>-N濃度に規定され、その関係は一次の回帰式で表すことができる。
- ③ 脱窒速度と水温および有機物濃度の関係も相関しており、NO<sub>3</sub>-Nが高いほどその傾きは大きい。
- ④ 最終沈殿池における汚泥浮上は硝化が進行し、沈殿汚泥の滞留時間が長い時、顕著に発生した。