

擬似嫌気好気法による窒素除去について

水質管理課

○片岡 雅樹

石川 将二

北部第二下水処理場

有南 登紀博

周藤 康成

1. はじめに

平成12年度より、下水処理に影響を及ぼす汚泥返流水の水質を改善する目的で、北部第二下水処理場（以後北二下水）において返流水処理を開始した。この処理水は、北二下水の沈砂池に返流された後、流入下水と混合され下水処理されるため、北二下水の放流量の10%程度を占めることとなった。このため、返流水処理施設において窒素・りん除去が悪くなった時には、放流水の窒素・りん濃度が上昇し、放流基準値近くになることがあった。

一方、返流水のBODは返流水処理することで95%程度除去できるようになったため、下水処理場の反応タンクのBOD負荷は大幅に軽減された。今回、反応タンクに余裕ができたことを利用して、標準法から擬似嫌気好気法に変更し、嫌気槽で脱窒させることで、放流水の窒素濃度を低下させることができたので報告する。

2. 運転方法

北二下水の反応タンクは、4系列（4池）で構成され、各池は4水路蛇行式になっている。今回、水処理の状況を見ながら、表-1に示すように、逐次運転方法の変更を行ない、最終的に1・3水路の散気装置の送風弁を絞り擬似嫌気にした。散気装置の調整は、各散気装置のヘッダー管に設置してある絞り弁のノッチを9分の1まで絞り空気攪拌を行なわせた。この時の反応タンクのフローを図-1に示す。

さらに、平成14年3月には1系1水路の送風弁を全閉にし、可搬式ポンプを設置し槽内を攪拌することで、完全嫌気状態を確保した運転を行なった。

表-1 運転方法の経過

日付	1系	2系	3系	4系
7月	擬似AO	擬似AO	擬似AO	標準法
8月	擬似AOAO	擬似AO	擬似AO	標準法
9月	擬似AOAO	擬似AOAO	擬似AO	擬似AO
10月	擬似AOAO	擬似AOAO	擬似AOAO	擬似AO
11月以降	擬似AOAO	擬似AOAO	擬似AOAO	擬似AOAO

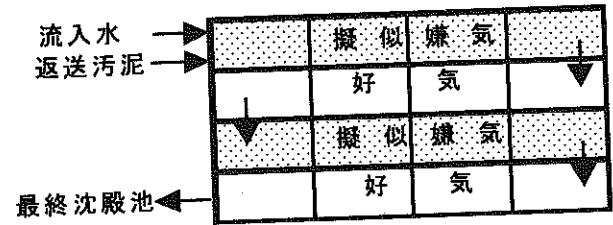


図-1 反応タンク処理フロー

3. 結果と考察

(1) 散気装置別の脱窒の差

散気装置は、1系が粗大気泡型のアレータ、2系が粗大気泡型に近い散気筒、3・4系が微細気泡型の散気板である。7月の1ヶ月間、1～3系を擬似AO法で4系を標準法で運転した時の処理水の溶解性窒素(NH₄+NO₂+NO₃-N)を比較したのが図-2である。図中の棒線は、測定期間内における各系列（散気装置）ごとの溶解性窒素の

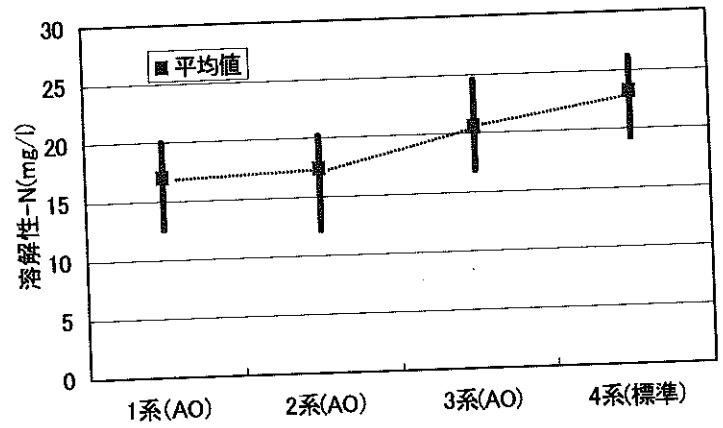


図-2 処理水の溶解性窒素の比較 (7月)

濃度範囲を示している。4系の標準法と比べて、平均値で1・2系は6mg/l、3系は2.5mg/lだけ窒素濃度が低かった。このことから、擬似嫌気槽を設けることで、処理水の窒素濃度を低下させられることがわかった。また、1・2系の方が3系よりも脱窒量が多かったのは、微細気泡型の方が酸素溶解効率が高いのと、散気装置のヘッダー管の絞りが弱かったため、擬似嫌気槽で嫌気が十分とれなかったためと思われる。

(2) 擬似嫌気好気法の違いによる脱窒の差

擬似嫌気好気法のうち、1水路の散気装置の送風弁を絞った擬似AO法と、1・3水路の送風弁を絞った擬似AOAO法での脱窒の違いを調査した。8月の1ヶ月間、1系をAOAO法で、2系をAO法で運転したときの脱窒の状況を示したのが図-3である。1系は2系より2.5mg/lだけ処理水の溶解性窒素が少なかった。この差は、1系の3水路目を擬似嫌気にしたことによる効果であろうと推定している。

また、4系の標準法と比べ1系のAOAO法は平均で9mg/l、2系のAO法は6.5mg/l、3系のAO法は5.5mg/l処理水の溶解性窒素が低下した。このことから、標準法をAOAO法に変更することで、処理水の窒素を10mg/l程度は低下させることができるといえる。さらに、2系および3系のAO法での窒素の差が7月の結果より小さくなったのは、3系1水路の散気装置のヘッダー管の絞り弁のノッチを9分の1まで絞りこんだ（7月は9分の2）ことで、嫌気が強くなったものと思われる。

次に、10月の3系のAOAO法と4系のAO法の比較を示したのが図-4である。3系と4系での処理水の溶解性窒素の差は1mg/lであり、微細気泡型では、AOAO法とAO法の脱窒の差は小さいものと思われる。微細気泡型では、2水路目で曝気した後の3水路目を擬似嫌気にしても、嫌気状態が弱いために脱窒が起こり難いものと思われる。

今回、擬似嫌気好気法を採用した理由の一つが、返流水処理から持ち込まれる窒素濃度を脱窒により低下させることであった。これ以外に、返流水処理でBODを95%程度除去できるようになったため、北二下水の反応タンクのBOD負荷が大幅に低下したことも採用理由である。

11年度の沈後水の年平均値は、BOD130mg/l、BOD・SS負荷0.23kg/MLSSkg・日であったが、12年度に返流水処理を開始してからは平均値でBOD70mg/l、BOD・SS負荷0.17kg/MLSSkg・日まで低下した。そこで、低BOD負荷で長時間曝気すると汚泥解体が起こることが予測されたため、曝気時間を半分の2時間程度に短縮する擬似嫌気好気法の運転を採用した。これにより、反応タンク内で硝化すべきNH₄-N（最大17mg/l）を2・4水路の約2時間で硝化することになるため、硝化速度は3~4mgN/gMLSS/hr程度まで高まることになり、効率的な反応タンク運転が可能となった。

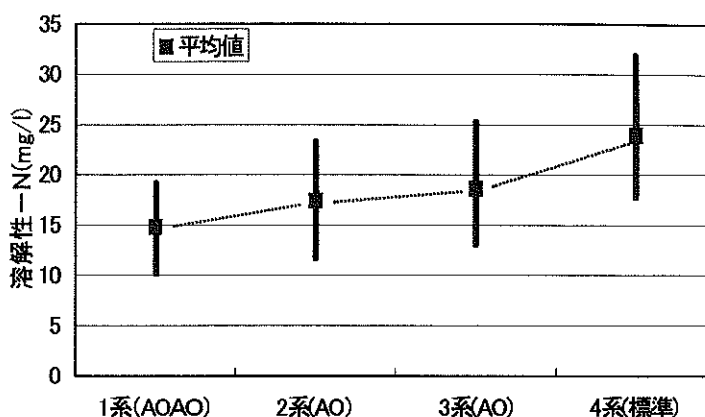


図-3 処理水の溶解性窒素の比較（8月）

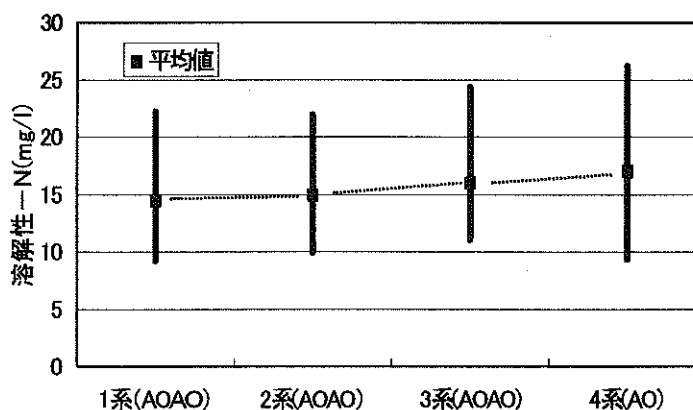


図-4 処理水の溶解性窒素の比較（10月）

(3) 可搬式水中ポンプを用いた嫌気槽での脱窒

平成 14 年 3 月の 3 週間、1 系 1 水路への送気を停止し、可搬式水中ポンプ 4 基を設置することで、擬似嫌気を完全嫌気状態に改善した時に、どの程度窒素除去がよくなるか調査した結果を図-5 に示す。2 系の擬似 AOA 法との比較では、処理水の溶解性窒素の差は 1.5mg/l と小さかった。このことから、粗大気泡型の擬似嫌気は、水中ポンプを設置した嫌気槽と同程度の嫌気状態が維持されているものと考えられる。一方、微細気泡型の 1・2 系の擬似 AOA 法との比較では、処理水の溶解性窒素の差は 7mg/l あった。このことから、1・2 系の 1 水路に水中攪拌機を設置することで、現在よりも窒素濃度を下げられるものと思われる。

最後に、北二下水の反応タンクを標準法で運転した 12 年度 (9 月~2 月) と擬似嫌気好気法で運転した 13 年度 (9 月~2 月) の処理水 T-N の比較では、図-6 に示すように、13 年度は 12 年度より処理水の T-N は平均値で 5mg/l 低かった。今後、3・4 系 1 水路の微細気泡型の散気装置を水中攪拌機に変更し、嫌気好気法を行うことで、現在よりも処理水の窒素濃度を低下させることができるものと考えられる。

また、標準法を擬似嫌気好気法で運転し、脱窒をさせることで、反応タンク出口の pH を年平均値で 6.0 から 6.3 と 0.3 ポイント程度高めることができた。反応タンクの pH を高くできたことで、活性汚泥生物の生息環境にも良い影響がはたらくものと思われる。

4. まとめ

- ①粗大気泡型の 1・2 系を擬似 AOA 法に変更することで、放流水の窒素を 10mg/l 程度低下させることが可能である。
 - ②微細気泡型の 3・4 系は、粗大気泡型の 1・2 系より擬似嫌気槽での脱窒能力が落ちる。これは、微細気泡型の方が酸素溶解効率が高いため、嫌気状態が弱くなるためと思われる。
 - ③微細気泡型の 3・4 系の 1 水路を水中攪拌機に換えれば、1・2 系と同程度の脱窒が可能と思われる。
 - ④擬似嫌気好気法で脱窒を行うことで、反応タンクの pH の低下を押さえることができる。
 - ⑤低 BOD 負荷での反応タンクの運転方法として、標準法から擬似嫌気好気法に変更することで、曝気時間が短くなり、長時間曝気による汚泥の解体を防止できる一方法であると考えられる。曝気時間を短くすることで、硝化速度を高められ、効率的な運転が可能となる。
- 今後、3・4 系 1 水路に攪拌装置を設置することで、どの程度脱窒を改善できるか調査していく予定である。

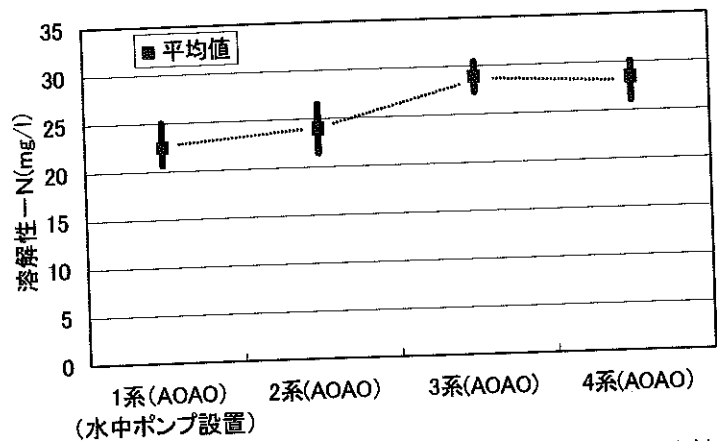


図-5 水中ポンプ使用時の処理水溶解性窒素との比較

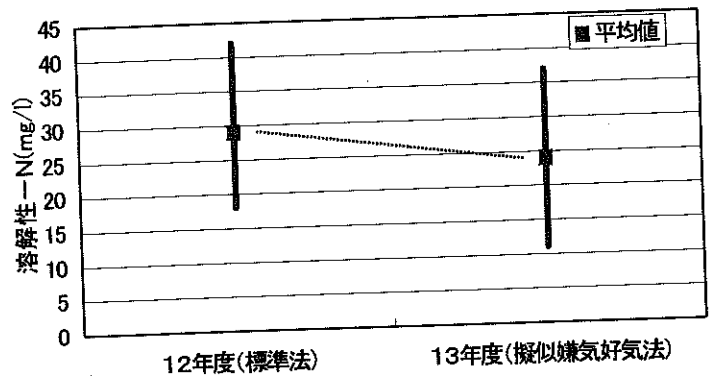


図-6 標準法と擬似嫌気好気法での違い