

発表日	平成 30 年 10 月 31 日（水）	発表形式	講 演
所属・氏名	下水道水質課 鈴木 麻菜		
発表名称	南部水再生センターにおける亜硝酸型硝化の解消事例		
ジャンル	水処理	部 門	改善事例

1. はじめに

冬季の水処理においては、反応タンクの水温が低下し、処理水質が悪化することがある。特に降雨や降雪等による急激な水温の低下を契機に硝化が後退し、亜硝酸性窒素濃度が高い状態が続くと、処理が悪化し、透視度が低下したり、COD が高くなるなどの現象が見られる（以下、「亜硝酸型硝化」という）。

南部水再生センターでは、平成 30 年の 1 月から 6 月にかけて同様な事例が発生し、対応に苦慮していたが、今回反応タンクの一部（4 水路のうちの第 3 水路）を疑似嫌気槽にすることにより、亜硝酸型硝化を解消することができたので報告する。

2. 反応タンク設備の概要

南部水再生センターの反応タンクは 10 系、20 系の 2 系列から成っており、各系列の容量は約 17,000m³である。1 系列当り 3 池で構成され、各池 4 水路あるうち第 1 水路は曝気風量を抑制し疑似嫌気槽として、疑似 AO 法を実施している。送風量の制御は DO 一定制御で行っており、DO 制御地点は、前段が第 2 水路出口、後段が第 4 水路出口の 2 か所である（図 1）。

3. 亜硝酸型硝化に至った経緯と亜硝酸型硝化時の処理水質

処理水のアンモニア性窒素（NH₄-N）は平成 29 年 11 月下旬から水温低下と共に徐々に上昇し、残存するようになった。表 1 に示したように、硝化が後退したため、前年と比較して亜硝酸性窒素（NO₂-N）は高く、硝酸性窒素（NO₃-N）は低い状態となった。

亜硝酸が高くなった原因は、たびたび発生した降雨や降雪等による反応タンク水温の低下や、2 月まで活性汚泥のバルキング（膨化）が発生し、最終沈殿池からの汚泥流出を防ぐため、MLSS を高濃度にすることができなかったことにより硝化に必要な A-SRT が確保されない状況が続いたためである。亜硝酸酸化細菌は、比増殖速度が遅く、水温、A-SRT に大きく影響される。その結果、亜硝酸酸化細菌が減少し、亜硝酸型硝化となった。

亜硝酸型硝化となり、処理水の亜硝酸性窒素濃度が高くなったことで、前年度の 2 月平均と比較して COD と BOD が上昇した。T-N は亜硝酸イオンからの脱窒が進みやすいため、低下した。T-P は NO₂-N が 3 mg/L を超える 2 月頃から、深夜から未明にかけて急上昇することが多くなり、排水基準を遵守するため、たびたび PAC を注入している。透視度はフロックが細くなり、低迷した。

4. 亜硝酸型硝化解消への対応

亜硝酸型硝化を解消するため、反応タンクの条件（DO 設定値、疑似嫌気槽の位置）を変更した。効果をみるため、条件を変更するのは 20 系とし、10 系は条件を変えずに運転を行った。

表 1. 亜硝酸型硝化時の処理水質

	H30 ¹⁾	H29 ²⁾
NH ₄ -N (mg/L)	1.9	1.9
NO ₂ -N (mg/L)	4.2	1.0
NO ₃ -N (mg/L)	0.6	6.2
T-N (mg/L)	7.3	9.7
T-P (mg/L)	0.58	0.26
BOD (mg/L)	12.1	8.7
COD (mg/L)	15.5	11
透視度	78	98
反応タンク水温 (°C)	16.8	17.7

1)平成 30 年 2 月 15 日～3 月 14 日の平均値

2)平成 29 年 2 月 15 日～3 月 14 日の平均値

(1) DO 設定値の変更 (3/19～4/26)

表 2 に示したように反応タンクの DO 設定値の変更を行った。その結果、後段 DO の設定値を下げると硝化が抑制された。また、前段 DO の設定値を下げると NH₄-N が第 2 水路に多く残り、第 3 水路以降で NO₂-N が増加するため、前段で DO を下げず亜硝酸化と脱窒を両方進めた方が、結果的に処理水の NO₂-N を減らすことになったと思われる。

表 2. DO 設定値の変更による検討

日付	DO 値(mg/L)		NO ₂ -N 濃度 の変化
	前段	後段	
3 月 12 日	1.3	3.2	
3 月 19 日	1.3	2.8	減少
3 月 28 日	1.3	3.2	増加
4 月 2 日	1.0	3.2	増加
4 月 10 日	0.7	3.2	
4 月 17 日	1.3	3.2	減少

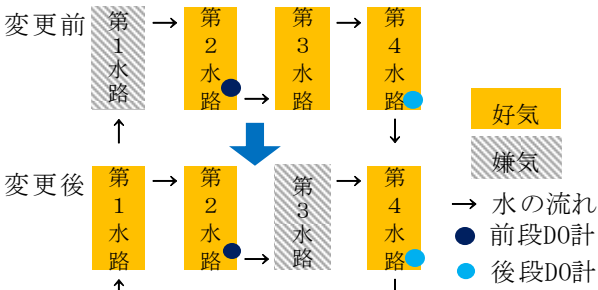


図 1. 反応タンク疑似嫌気槽と DO 計の位置

(2) 20 系反応タンク疑似嫌気槽を第 1 水路から第 3 水路に変更 (4/27～6/22)

4/27 に 20 系反応タンク 3 池のうち、21 池の疑似嫌気槽を図 1 のように第 1 水路から第 3 水路に変更した(①、4/27～6/18)。変更後、21 池では処理水の NO₂-N が減少した。第 1・2 水路で NH₄ から NO₂ へ硝化、第 3 水路で NO₂ の脱窒が進み、第 4 水路の NO₂-N が減少したと考えられる。また、疑似嫌気槽を第 1 水路から第 3 水路へ変更したことで、反応タンク内で DO の高い範囲が増え、A-SRT が必要 A-SRT を上回ったため、亜硝酸型硝化が解消されたと考えられる。

20 系処理水の NO₂-N は約 4 mg/L から徐々に減少し（図 2）、NO₃-N は 5 月中旬から増加し始めた（図 3）。

5 月末に 20 系反応タンクの残りの池も疑似嫌気槽を第 3 水路に変更した（②、22 池：5/29～6/19、23 池：5/31～6/21）。20 系処理水の NO₂-N は 2 mg/L から 1 mg/L 以下に急激に低下し、NO₃-N は 6 mg/L 以上に上昇した。COD は 10 mg/L 以下に低下した。透視度も 6/1 以降 100 以上に回復した。夜間の T-P 上昇もほぼなくなった。

(3) 20 系から 10 系へ余剰汚泥移送 (6/7～6/22)

6/7 から 6/22 まで、20 系から 10 系への余剰汚泥移送を行った(③)。10 系処理水の NO₂-N は移送前は 4 mg/L 台だったが、移送後 1 週間で 1 mg/L を下回った。一方 NO₃-N は、0.6 mg/L から移送 10 日後に 6 mg/L を超えた。COD も 1 週間で 15 から 10 mg/L 以下に低下した。

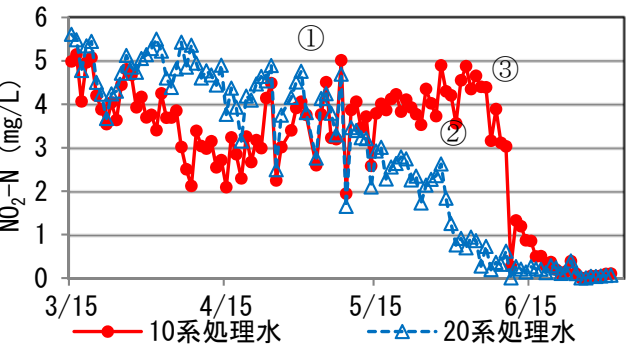


図 2. 処理水の亜硝酸性窒素濃度

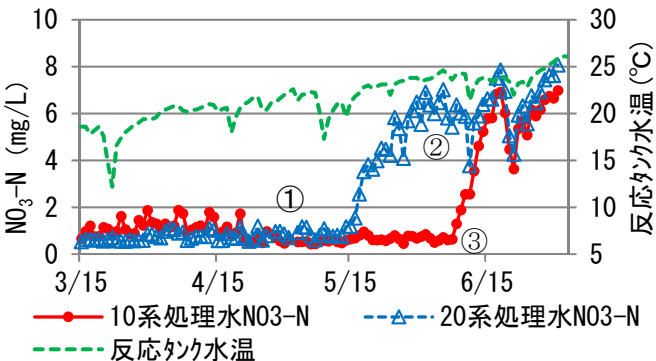


図 3. 処理水の硝酸性窒素濃度と反応タンクの水温

5. まとめ

亜硝酸型硝化は処理回復に時間がかかり、解消方法も限られているが、今回の事例は、新たな解消手法のひとつであるといえる。今後も水温の低下する冬季に亜硝酸型硝化が生じる可能性があるため、当事例をナレッジとして課内共有し、良好な水処理に生かしたい。

【協力者】 下水道水質課 北島 良一、渡邊 芳行