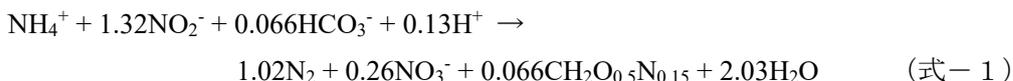


アナモックスと従属脱窒の組み合わせによる効率的窒素除去

鹿島建設(株) 正会員 ○多田羅昌浩, 柴田晴佳, 上野嘉之

1. はじめに

廃水中の窒素除去では、硝化脱窒を基本原理とする技術が広く適用されている。しかし、硝化脱窒には、エネルギー消費、薬剤の添加、余剰汚泥の生成などの課題があり、代替技術が望まれている。アナモックス反応は、省エネルギー、低コスト、温暖化ガスの低減などの観点から、従来の硝化脱窒法に替わる廃水からの窒素除去技術として注目されている。アナモックス反応では、アンモニアを亜硝酸で酸化し、窒素ガスを生成するが、硝酸が副成する(式-1)¹⁾。そのため、原水の窒素濃度が高い場合、処理水の硝酸濃度も高くなるため、放流前に硝酸を除去する必要がある。これが、アナモックス技術適用拡大の障壁の一つとなっている。



通常、有機物を含む廃水は、BOD酸化槽でBOD成分を除去(酸素でBODを酸化)後、アナモックスによる処理を行う必要がある。筆者らは、アナモックス槽からBOD酸化槽に返送することで、従属脱窒反応により、硝酸とBOD成分の同時除去が可能であると考えた。本報告では、アナモックス槽から従属脱窒槽への返送量と窒素除去率の検討結果を報告する。

2. 実験方法

実験装置は、BOD酸化槽をアナモックス槽の前段に配置し、アナモックス槽から処理水の一部を従属脱窒槽に返送する構成とした(図-1)。従属脱窒槽、アナモックス槽の有効容積はそれぞれ0.1L, 1Lとし、各槽内にはひも状担体を充填した。原水は、焼酎蒸留かすのメタン発酵廃水(T-BOD: 237mg/L, NH₄-N: 554mg/L)を使用し、1L/dayで通水した。アナモックス槽からBOD酸化槽への原水に対する返送倍率(n)は、0, 1, 2, 3, 4倍とした。

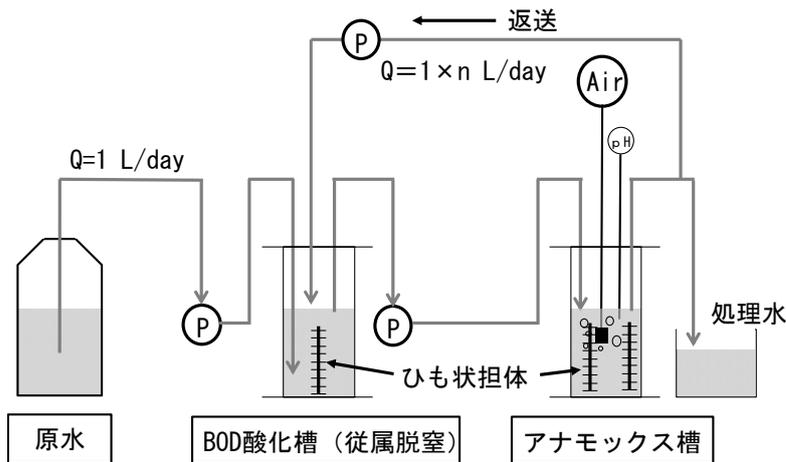


図-1 実験装置の概略フロー

3. 実験結果および考察

実験結果を表-1, 図-2に示す。返送を行わない場合(n=0)、生成するNO₃-N濃度は78mg/Lであり、アナモックス反応で生成する濃度(60.2mg/L)と同程度であった。返送倍率を高くするに従いNO₃-N濃度は低下し、n=3の時の最小(15.4mg/L)となった。このときの窒素除去率は77.5%から92.1%まで改善した。なお、n=4にした場合、BOD酸化槽でのHRT(水理的滞留時間)が不足し、従属脱窒によるNO₃-Nの除去が不十分となることで処理水のNO₃-N濃度は上昇した(表-1)。この結果から、返送倍率を最適化するためには、従属脱窒槽での窒素除去速度以下で循環させる必要があり、本実験で使用した原水の場合のHRTは、0.6時間以上であっ

キーワード アナモックス, 窒素除去, 廃水処理

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6338

表-1 実験結果

n ^{*1}	原水 [mg/L]			BOD酸化(従属脱窒) [mg/L]			アナモックス処理水 [mg/L]			窒素除去率 [%]			理論的に生成する NO ₃ -N ^{*2} [mg/L]
	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	従属	アナモックス	total	
0	538	0.0	0.0	-	-	-	26.0	19.0	78.0	-	77.5	77.5	60.2
1	540	0.1	0.8	277	3.71	0.89	35.7	16.6	37.5	15.3	68.1	83.4	55.9
2	569	0.1	0.9	198	6.57	1.17	16.6	20.3	18.6	25.4	64.9	90.3	57.7
3	586	0.0	0.8	166	5.69	1.04	11.5	19.5	15.4	28.9	63.2	92.1	60.8
4	537	0.0	0.8	132	31.3	13.5	17.5	33.8	38.8	34.1	49.1	83.3	55.7

*1: 原水通水量に対する返送倍率

*2: アナモックス反応で反応式から試算したNO₃-N生成濃度

た。

n=3 の時、原水 1L 当たりの NO₃-N 除去量は 62.6mg/L であった。また、この時の BOD 酸化槽での T-BOD の除去量は、原水 1L 当たり 191.8mg であり、除去 NO₃-N 量の約 3 倍であった(図-3)。従属脱窒で NO₃-N を除去する場合、除去窒素量の 2.86 倍の BOD が必要であることが知られている³⁾。これらのことから、アナモックス反応により生成した NO₃-N は、BOD 酸化槽に返送することで、原水中の BOD 成分を活用して効率的に除去できたと考察する。返送倍率: n=3 での BOD 酸化槽の HRT は、0.6 時間と非常に短い。通常であれば、菌体がウォッシュアウトし、正常な脱窒反応は起こらない。しかし、本実験では、BOD 酸化槽を固定床式とし、槽内に高濃度の脱窒菌を固定することで、短い HRT でも効率的に脱窒が可能であったと考察する。

4. まとめ

アナモックスと従属脱窒を組み合わせることで、アナモックスの課題の一つである処理水に残留する NO₃-N 濃度を低下させることができた。本システムにより、従来難し

いとされている高 BOD 含有廃水への適用が可能と考える。今後、さらに詳細な条件検討を行うとともに、高 BOD 濃度廃水についても実験を行い実適用時の有効性を確認する。

参考文献

- 1) Strous M. et.al. ; The sequencing batch reactor as a powerful tool for the study of slowly growing anaerobic ammonium-oxidizing microorganisms, Aool. Microbiol. Biotechnol., Vol. 50, (1998), pp589-596.
- 2) 岩井重久ら; 生物学的水処理技術と装置, 培風館, (1978), p211.

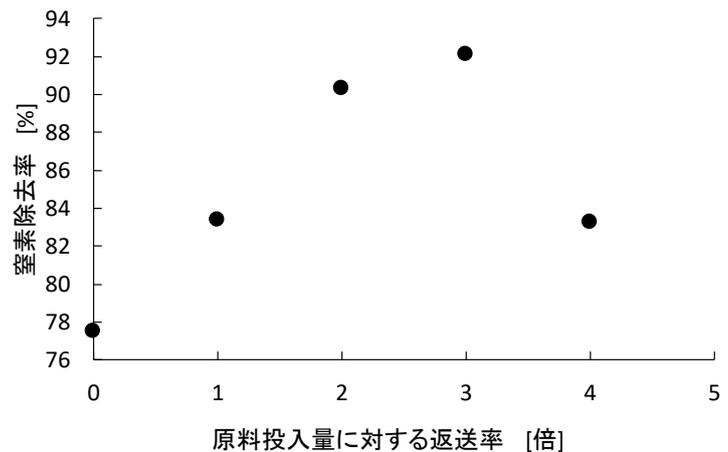


図-2 返送倍率と窒素除去率の関係

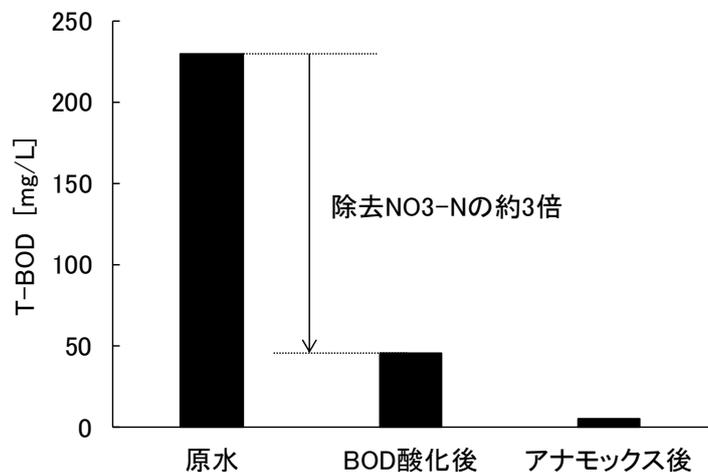


図-3 各工程水の T-BOD 濃度