

DHS を用いたアンモニア性窒素とフェノールの同時除去

木更津高専 学生会員 ○池田 直生, 千田 朋洋, 菅生 亜美, 名取 哲平
正会員 大久保 努, 上村 繁樹

1. まえがき

本研究室では、有機物、アンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)を大量に含んだ産業廃水(鉄鋼排水等)を対象とし、前段で DHS (下降流スポンジ懸垂) リアクターを用いた有機物除去とアンモニア酸化を行い、後段で従来型の脱窒もしくは嫌気性アンモニア酸化等により窒素を除去する新しい排水処理システムの開発を行っている。既報において、すでに DHS における有機物除去およびアンモニア酸化については、優れた性能を有していることを確認している¹⁾。

そこで、本研究では、システム全体のコンパクト化を図るため、前段 DHS の脱窒能力を最大限に引き出すことを目的に、循環比を 0~2.0 の間で処理水の循環を施した連続実験を行い、脱窒に最適な循環比を検討した。さらにその循環比において、DHS の保持汚泥の硝化活性および脱窒活性を求め、軸方向での各活性の分布を明らかにした。

2. 実験方法

本研究で用いた DHS リアクターは、3 台の同形状のユニットから成り、排水の流入順に 1st, 2nd および 3rd と称する(図-1)。無機炭素(IC)とアルカリを補給するために 2nd と 3rd の上部から炭酸水素ナトリウムを添加した。また 3rd 処理水を 1st ユニット上部にポンプアップし、循環比を 0~2.0 の間で運転を行った¹⁾。人工基質の組成は、フェノール 1400 mg-COD/L, $\text{NH}_4\text{-N}$ 500 mg/L, 炭酸水素ナトリウム 3600 mg/L, また人工海水を添加し塩分を 10.9 g-Cl/L に設定した²⁾。

硝化活性、脱窒活性試験は、循環比を変動させた連続実験の後、最適な循環比であった 1.5 に合わせた運転期間中の汚泥を採取して行った。

硝化活性は、ビーカー内で、汚泥と $\text{NH}_4\text{-N}$ を 100 mg/L に設定した人工基質を混合し、スターラーで十分攪拌させながら、任意の時間ごとに $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ の各濃度を測定し、反応時間との傾きから求めた。

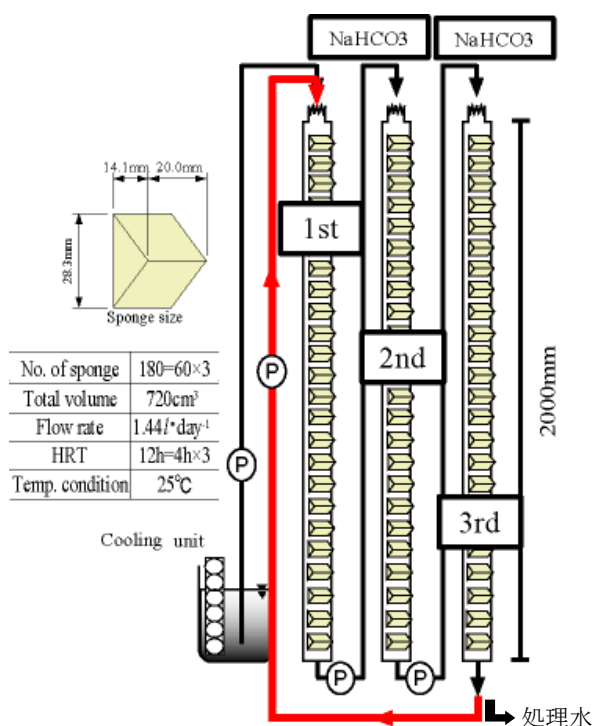


図-1 DHS 実験装置の概要

脱窒活性は、50mL のバイアルビンを使用し、採取した汚泥と、フェノールを 100mg/L, $\text{NO}_3\text{-N}$ を 50 mg/L に設定した人工基質を混合した後、任意の時間ごとに $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ の濃度を測定して求めた。バイアルビンは、還元銅で十分酸素を取り除いた窒素ガスで置換し、嫌気的狀態で実験を行った。

なお両活性試験とも、連続実験と同様、設定温度を 25°C とし、基質は塩分を 10.9 g-Cl/L に調整したうえで行った。

3. 実験結果と考察

図-2 に、連続実験の結果として、流入水の $\text{NH}_4\text{-N}$ および各ユニット流出水の T-N ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$) 濃度の経時変化を示す。循環比 1.5 (R1.5) までは、循環比の増加に伴い、3rd 最終流出水中の T-N が減少する傾向が確認されたが、R2.0 では、若干 T-N は増加した。

図-3 に、流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度に対する最終流出水の各無機窒素成分の割合と、循環比との関係を示す。本

キーワード DHS, 循環, 硝化, 脱窒

連絡先(上村) 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東 2-11-1

木更津高専環境都市工学科 TEL 0438-30-4152

研究では、流入 $\text{NH}_4\text{-N}$ から、流出水の $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の割合を減じたものを脱窒率として評価した。脱窒率は、R1.5 の時で最大 58.0% になることが確認された。R2.0 で脱窒率が減少したのは、循環比を上げたことにより、DO を多く含んだ処理水が返送され、脱窒細菌に障害を及ぼしたことなどが原因として考えられる。

図-4 に DHS の軸方向の各無機窒素濃度と硝化活性試験および脱窒活性試験の結果を示す。プロファイルの結果から、主に硝化は 1st 下部以降の下流側で、脱窒は 1st 上部において行われていることがわかった。活性試験においても、硝化活性は 1st 下部以降で高くなり、脱窒活性は 1st の上部で顕著であったことからそれが確認できる。

1st 上部では、有機物が十分にあり、また汚泥量が最も多くスポンジ内部が嫌氣的になりやすいことから、脱窒活性が活発であったものと思われる。一方、下流側では有機物濃度が減少するため脱窒が抑制されたのであろう。

1st 上部では、フェノール濃度が高いため硝化細菌に阻害的であり、また硝化細菌とフェノールを分解する従属栄養細菌との酸素の競合もあると示唆される。そのため有機物（フェノール）濃度が低くなった 2nd 以降で硝化活性が活発になったと考えられる。

4. まとめ

本研究では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ とフェノールを含む廃水を処理する DHS において、適切な循環比を設定することで、脱窒性能を向上させることが可能であることがわかった。またリアクター内の硝化活性は、DHS の流下方向に向けて高くなり、逆に脱窒活性は主に 1st 上部で高いことが確認できた。今後は、より脱窒性能を向上させる方法を検討するとともに、脱窒細菌を中心とした菌叢解析を行う予定である。

参考文献

- 1) 鈴木沙織他, 土木学会論文集 G, Vol. 64, No. 4, 327-335, (2008)
- 2) 木村晶典他, 下水道協会誌論文集, Vol. 47, No. 569, 85-93, (2010)

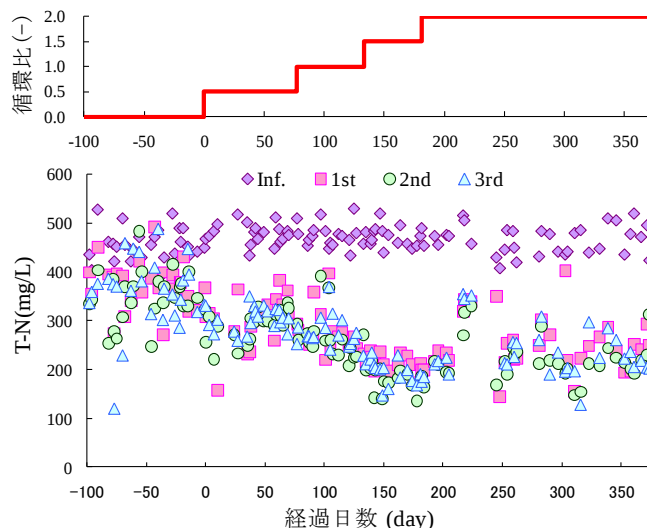


図-2 各ユニット流出水の T-N の経日変化

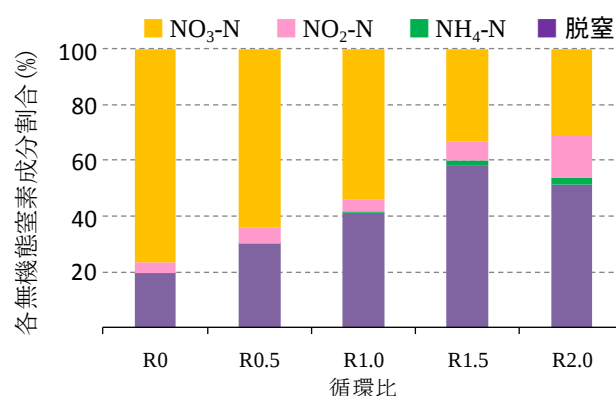


図-3 循環比と各無機態窒素成分の関係

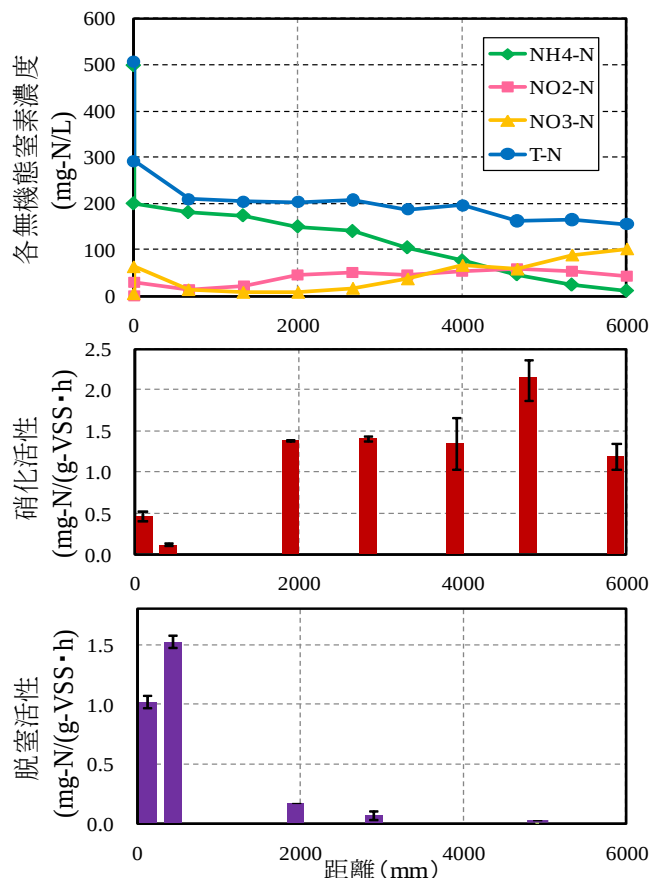


図-4 軸方向の各窒素濃度と硝化および脱窒活性