

DHS を用いた硝化液循環による脱窒の試み

木更津高専 学生会員 ○川上 雄大, 木村 晶典, 正 会 員 上村 繁樹
長岡技術科学大学 正 会 員 山口 隆司
広島大学 正 会 員 大橋 晶良 東北大学 正 会 員 原田 秀樹

1. はじめに

本研究室では、フェノール、アンモニア性窒素 ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) を大量に含んだ産業排水を対象とし、Down-flow Hanging sponge (DHS) を用いて長期にわたり排水処理の実験を行ってきた。その成果として有機物除去とアンモニア酸化に関しては、優れた処理性能を有していることが確認できた。そこで次の段階として富栄養化の原因となる窒素を除去するために、後段に嫌気性アンモニア酸化 (ANAMMOX) や従来型の硝化脱窒などの、脱窒プロセスを接続することを検討している。

本研究に先立って行われた研究¹⁾において、本リアクター内に芳香族化合物を利用して脱窒することが可能な *Ralstonia sp.* といった脱窒細菌の存在が示唆されており、また流入水と流出水の全窒素 (T-N) を比較すると、大幅に減少していることから、本リアクター内で脱窒が起きていることも示唆された。

そこで前段 DHS により、脱窒を促進することができれば、後段処理の窒素負荷を軽減させることができ、処理システム全体のコンパクト化が図れると考えた。

以上のような背景の下、本研究では、後段処理の負荷軽減を目的とし、DHS の脱窒能力を最大限引き出すために、処理水の循環を施した連続実験を行った。すなわち脱窒作用に必要な不可欠な有機物を含む流入口に、硝酸性窒素 ($\text{NO}_3^-\text{-N}$) を含んだ流出水を返送することで、より脱窒が進行しやすくなることを期待したものである。

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) 1 台当たり底辺 28.3mm, 高さ 14.1mm, 幅 20mm の三角柱ポリウレタンスポンジを高さ 2m のアクリル板に 5mm 間隔で 60 個 (スポンジ

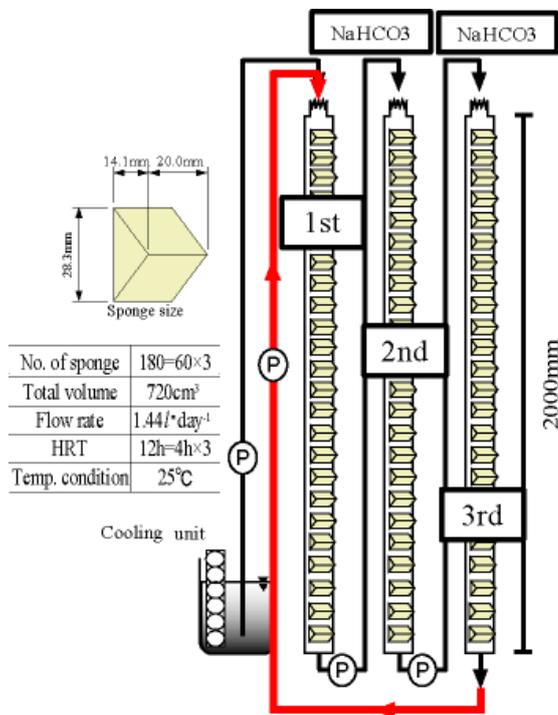


図-1 DHS 実験装置の概要

ンジ総容量：240cm³) 貼り付けて作成した。既報¹⁾に準じ無機炭素 (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。1 ユニット当たりの HRT を 4h とし、全体で 12h とした。また 3rd 処理水を 1st ユニット上部にポンプアップする構造とし、循環比をまず 0.5 (R0.5, 流入水 1.44l・day⁻¹ : 循環 0.72l・day⁻¹) とし、その後 0.5 ずつ段階的に上げていった。実験は 25°C に設定した実験室で行った。

なお本実験は、既報の実験²⁾終了後、約 170 日間循環比 0 で運転を継続した後、循環比を 0.5 に上昇させて行った。循環比を 0.5 にした日を 0 日とした。

人工基質の組成は、既報¹⁾を参考とし、フェノールを 1400mg-COD・l⁻¹, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ を 500mg-N・l⁻¹, 炭酸水素ナトリウムを 3600mg-N・l⁻¹ と設定した。また基質は、製鉄所より排出される排水を模倣したもの

キーワード DHS, 硝酸, 循環, フェノール, 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 TEL0438-30-4152

であり、実海水で希釈されている。この事実を受け、本基質にも人工海水を添加し、塩分を $10.9\text{g-Cl}^- \cdot \text{l}^{-1}$ に調整した。

3. 実験結果

図-2 に各ユニット流出水の T-N の経日変化を示す。R0.5 に設定してから、約 40 日経過した後より、循環比の増加に伴い、順調に T-N が減少した。

また図-3 に循環比と脱窒量の関係を示す。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、差し引いたものを脱窒された割合として評価した。脱窒に注目すると、循環比が上昇するに従って、大幅に増加していることが確認できた。非循環時の脱窒は、流入水の T-N に対して約 19.5% だったのに対し、R1.5 では約 53.6% と 34.1% もの増加を確認することができた。

図-4 には、各ユニットにおける循環比ごとの T-N の変化を示す。図-4 より本リアクターにおける脱窒の大部分は、1st で行われていることが確認された。1st ユニットの上部で脱窒によるものと思われる大きな気泡も多数確認された。

DHS では、スポンジの外部に汚泥が高濃度に保持され、スポンジ外部は好氣的で硝化が、内部では嫌氣的で脱窒が起きることが示唆された。脱窒には有機物の存在が不可欠である。既往の研究¹⁾において行われた菌叢解析より、芳香族化合物を利用して、脱窒を行う *Ralstonia sp.* が確認されたことより、本実験では、基質に含まれるフェノールを用いた脱窒が生じたことが示唆された。しかしながら、既報の研究で発見された種以外の、脱窒細菌が存在することも十分に考えられる。したがって、今後菌叢解析を実行し、本リアクター内に存在する、脱窒細菌の調査を行う予定である。

4. まとめ

本研究では、循環比を 0~1.5 まで上昇させた結果、R1.5 では約 53.6% 脱窒させることに成功した。今後の課題として、さらに循環比を上げていき、より脱窒が進行しやすい循環比を見極め、脱窒に関わる有機物と脱窒細菌の存在を、クローニングや FISH 等を用いて明らかにする予定である。

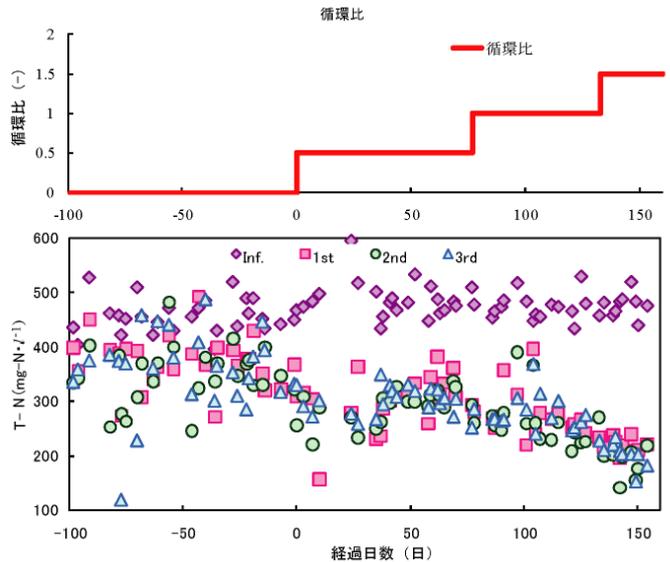


図-2 各ユニット流出水の T-N の経日変化

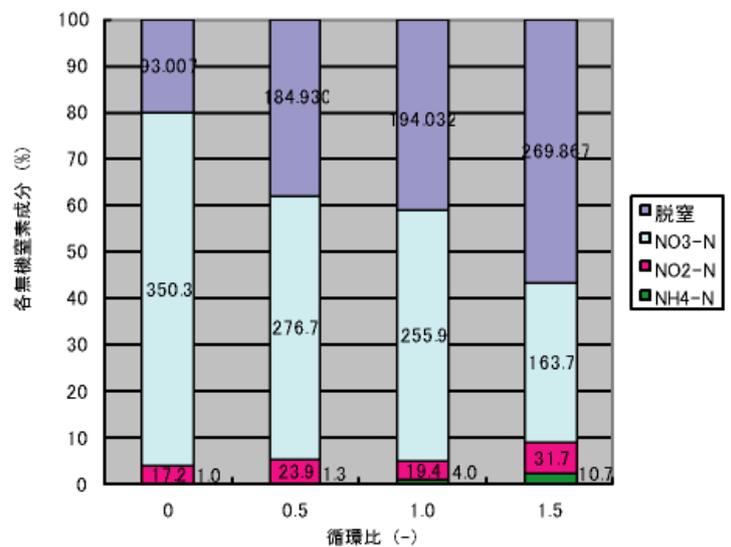


図-3 循環比と脱窒量の関係

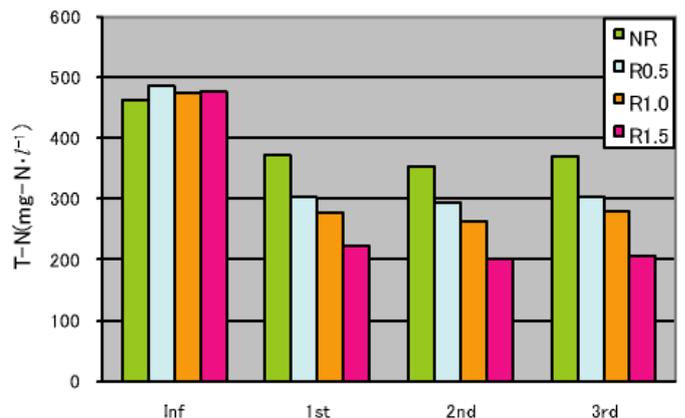


図-4 各ユニットにおける循環比ごとの T-N の変化

参考文献

- 1) 鈴木沙織他, 土木学会論文集 G, Vol.64, No.4, pp.327-335, (2008)
- 2) 木村晶典他, 第 37 回土木学会関東支部技術研究発表講演概要集 (2010)