

下降流懸垂型スポンジリアクターを用いた 高濃度アンモニア含有廃水のストリッピング処理

呉工業高等専門学校 学生会員 ○惣中 英章
 国立環境研究所 正会員 珠坪 一晃
 長岡技術科学大学 非会員 福田 雅夫
 長岡技術科学大学 正会員 山口 隆司
 呉工業高等専門学校 正会員 谷川 大輔

1. はじめに

アンモニア性窒素は畜産業や工業、農業廃水などに高濃度に含まれ、富栄養化の主要な原因物質であることから、その処理が必要である。しかし、高濃度アンモニア含有廃水に生物処理を適用する場合、硝化反応に必要な曝気動力やアルカリ剤の添加、脱窒反応に必要な炭素源の添加などのコストの問題や微生物へのアンモニアの阻害の問題などが存在し、低コストかつ適切な処理方法の開発が求められている。

本研究では、下降流懸垂型スポンジ (Down-flow Hanging Sponge: DHS) リアクターによるアンモニアストリッピング処理に着目した。アンモニアストリッピングはアンモニア性窒素の除去原理が物理的な放散であり、アンモニア阻害の影響を受けないため、高濃度アンモニア含有廃水の処理に用いられる。一方で、DHS リアクターは、高い気液接触効率を有していることから、アンモニアストリッピングに適用することで、低コストかつ効率的なアンモニア除去が期待出来る。

そこで本研究では、DHS リアクターを用いた高濃度アンモニア含有廃水のストリッピング処理試験を行い、その処理性能の評価を行った。

スポンジ担体 (直径、高さ各 3.3 cm) を 90 個充填し、リアクター容積 5.6 L、スポンジ容積 1.9 L とした。空気の供給は DHS リアクター下部より、エアープンプを用いて行った。アンモニアを含んだ排出ガスについては、0.1 N/L 硫酸水溶液に通気しアンモニアを吸収させた。また、DHS リアクターの上から 33, 72, 120 cm の位置にはサンプリングポートを設置した。

供試廃水には、高濃度にアンモニアが含まれる脱蛋白質化天然ゴム (Deproteinized Natural Rubber: DPNR) 廃水を想定し、表 1 に示す成分に加えて、微生物の生

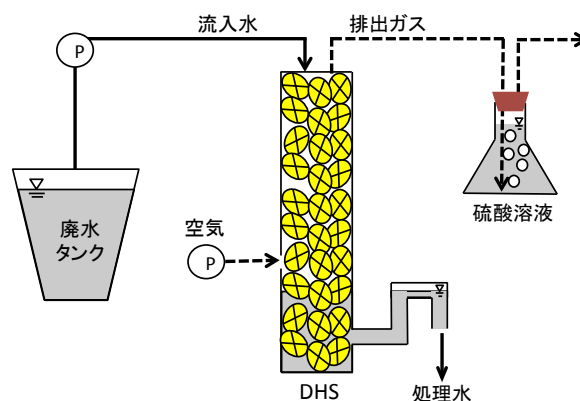


図 1 DHS リアクター概要図

2. 実験方法および条件

2.1 DHS リアクターによるアンモニア除去性能の評価

図 1 に本研究で用いた DHS リアクターの概略図を示す。DHS リアクターの本体部は、ポリ塩化ビニル製で、内径φ6.5×170 cm の円筒形である。DHS 内部にはポリエチレン製のケーシングを装着させたポリウレタン製の

表 1 模擬廃水の成分組成

主成分	単位	濃度
アンモニア	% (v/v)	0.2
尿素	% (w/v)	0.1
エタノール	% (v/v)	0.1
塩化カルシウム	mg/L	4,000

キーワード 高濃度アンモニア含有廃水, DHS リアクター, アンモニアストリッピング

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11 TEL0823-73-8955

育に必要な無機栄養塩を添加した模擬廃水を使用した。水理学的滞留時間 (Hydraulic Retention Time: HRT) をスポンジ容積基準で 1.0~4.4 日の間で調節し、各 HRT におけるアンモニアの除去性能の評価を行った。

2.2 分析方法

廃水流入後、3 HRT 以上経過したのち、廃水タンク、3 箇所のサンプリングポート、DHS 出口からサンプルを採取し、水質分析を行った。アンモニア濃度の測定には HACH 社製の試薬を用いた。

3. 実験結果および考察

図 2 に各 HRT における DHS リアクターの流下距離に対するアンモニア濃度の挙動を示す。HRT が長い条件程、アンモニア除去率が高い傾向が確認された。HRT 4.4 日の条件では、流下距離 72 cm の地点で、他の HRT の条件では、流下距離 120 cm の地点でアンモニア濃度が最小となり、その後アンモニア濃度が増加する傾向が確認された。この原因として、流下する廃水の一部が、リアクターの内壁面を伝って流下しており、未処理のまま DHS 出口で混合していることが考えられた。実際に、リアクターの内壁面には、廃水中のカルシウム由来と見られる付着物が確認された。従って、アンモニア除去率の算出には、アンモニア濃度の最小値を用いた。本実験の範囲では、HRT 4.4 日におけるアンモニア除去率が最大となり、52.2%を達成した。

アンモニア除去性能を向上させるため、廃水の壁面流下を抑制するための装置改良を行い、HRT 1.5 日の条件において、改良前後のアンモニア除去性能の比較を行った。その結果を図 3 に示す。改良前のアンモニア除去率が 10.3%であったのに対し、改良後は 38.3%となり、改良前と比較して 3.7 倍のアンモニア除去率の向上が確認された。従って、HRT 2.2 日や 4.5 日の条件では、更なるアンモニア除去率の向上が期待された。

供給廃水の pH は 10~11 の強アルカリ性であったが、廃水の流下に伴って低下し、DHS 出口では 8 程度であった。また、除去されたアンモニアに対して 2~6%程度の硝酸性窒素が生成されており、DHS において生物学的硝化反応が進行していることが推察された。従って、DHS 処理水の pH およびアンモニア濃度は、微生物の生育が可能なレベルまで低下しており、DHS リアクターによるアンモニアストリッピングは、生物処理の前処理として適用可能であることが示唆された。

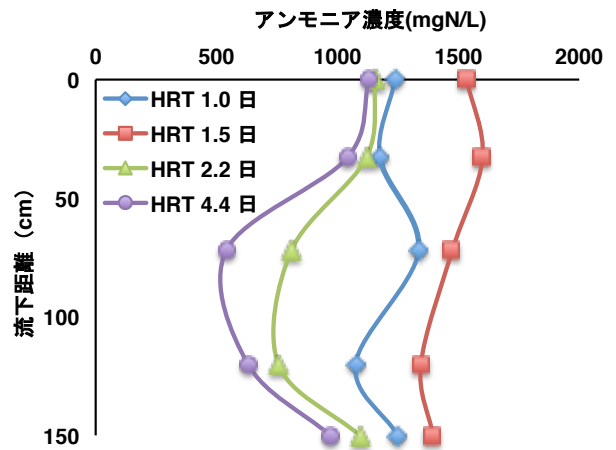


図 2 各 HRT における DHS リアクターの流下距離に対するアンモニア濃度の挙動

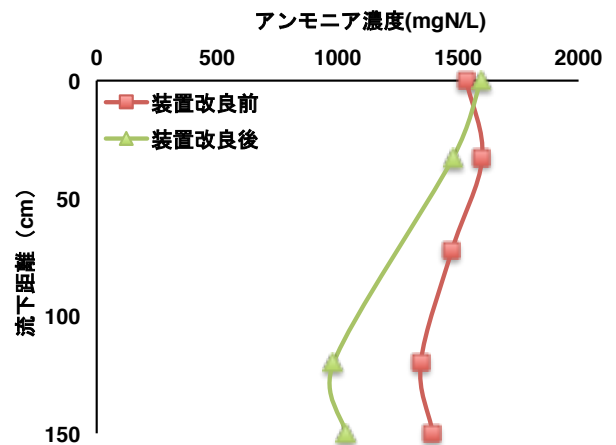


図 3 装置改良前後におけるアンモニア除去性能

4. まとめ

DHS リアクターによる高濃度アンモニア含有廃水の処理を行ったところ、HRT 4.4 日の条件においてアンモニア除去率 52.2%を達成した。しかしながら、廃水の一部がリアクターの内壁面を通過することにより、リアクター出口濃度が増加する現象が確認された。装置改良により、アンモニア除去率は向上し、HRT 1.5 日の条件においても除去率 35.2%を達成した。また、DHS 内において硝化反応の進行が確認された。従って、DHS リアクターによるアンモニアストリッピングは、高濃度アンモニア含有廃水を対象とした生物処理の前処理として適用可能であることが示唆された。

謝辞：本研究は、SATREPS「天然ゴムを用いる炭素循環システムの構築」の一環として実施しました。