下降流懸垂型スポンジリアクターを用いた
天然ゴム産業廃水からのアンモニア除去性能の評価

呉工業高等専門学校専攻科　学生会員　○惣中　英章
呉工業高等専門学校　　正会員　　谷川　大輔

1.　はじめに

東南アジア地域に集中している産業として，天然ゴム産業が挙げられる。一方で，当該産業から排出される廃水には高濃度のアンモニアが含まれるため，その処理が必要である。しかしながら，一般的なアンモニア除去法である生物学的硝化・脱窒処理を高濃度アンモニア含有廃水に適用する場合，曝気や薬剤のコスト，アンモニアの阻害性等の問題が存在するため，低コストで処理可能なアンモニア除去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 にリアクターを用いて，模擬天然ゴム廃水のストリッピング処理実験を行い，そのアンモニア除去性能の評価を行った。

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 φ 6.5×170 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スポンジ担体 (直径, 高さ各 3.3 cm) を 67 個充填し，リアクター容積 5.6 L，スポンジ容積 1.4 L とした．空気の供給は DHS リアクター下部より，エアーポンプ

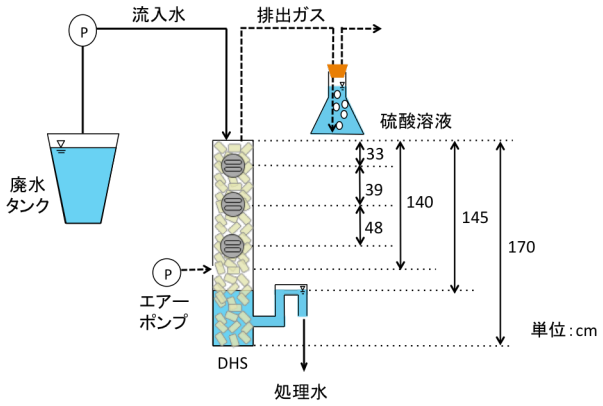

図 1　DHS リアクター概要図

表 1　実験条件

運転条件	廃水流量 (L/日)	空気供給量 (L/日)	HRT (days)	G/L ratio (-)	Influent NH_3-N (mgN/L)
廃水流量	0.4	3,460 (一定)	3.3	8,000	1,620
	0.9		1.7	4,000	1,690
	1.3		1.1	2,700	1,590
	1.7		0.8	2,000	1,640
空気供給量	0.9 (一定)	400	1.7	460	1,850
		2,380		2,700	1,690
		3,460		4,000	1,690

(GX700N-2, Gex 株式会社) 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，大気中への放出を防ぐため，0.1 N 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，アンモニア溶液を体積ベースで 0.2% 添加し，模擬天然ゴム廃水とした。本実験はコスト削減の観点から無加温で行い，ストリッピング促進のための pH 調整薬剤等の添加も行わなかった。

実験条件を**表 1** に示す。本研究では，水理学的滞留時間 (Hydraulic Retention Time: HRT) 及び，ガスと液体の流量比 (Gas/Liquid ratio: G/L 比) をそれぞれ 0.8〜3.3 日，2,000〜8,000 の間で調節し，アンモニア除去性能の

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　TEL 0823-73-8955

評価を行った。また，運転条件として廃水流量と空気供給量を選定し，どちらかを固定した条件において，もう一方を調節することにより，HRT と空気供給量がアンモニア除去率に与える影響の評価を行った．

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高速液体クロマトグラフィー (CDD-10A VP, SHIMADZU) を用いた．

3. 実験結果および考察

HRT を 0.8～3.3 日の間で変化させた場合における，DHS リアクター内でのアンモニア濃度の推移を**図 2** に示す。本実験範囲においては，HRT が長い条件となるほどアンモニア除去率も向上する傾向が確認され，HRT 3.3 日，G/L 比 8000 の条件において，廃水アンモニア濃度が 1,620 mgN/L から 645 mgN/L まで減少し，最大アンモニア除去率 60.3 %を達成した。また，**図 3** に HRT と最大アンモニア除去率との関係を示す。両者の間には高い相関関係が認められ，所要のアンモニア除去率を与えることで，必要な装置容積を算出できる可能性が示唆された。

G/L 比が 2,700 の条件において，空気供給量と HRT を変更した場合におけるアンモニア除去率の比較を**表 2** に示す。空気供給量を大きくした条件において，アンモニア除去率は 38.4%であったのに対して，空気供給量を小さくし，HRT を延長した条件においてはアンモニア除去率 61.7%を達成した。よって，高いアンモニア除去率の達成のためには空気供給量の増加よりも HRT の延長が有効であることが示唆された。

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．

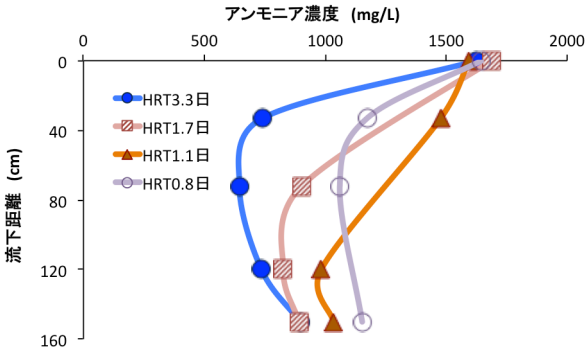

図 2　HRT が 0.8～3.3 日における
アンモニア濃度の推移

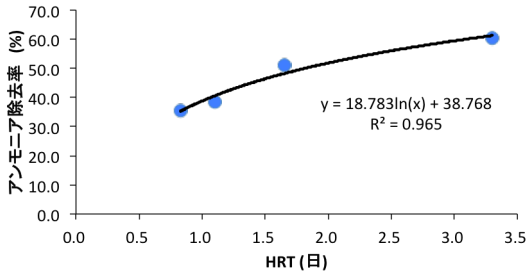

図 3　HRT とアンモニア除去率の関係

表 2　G/L 比 2,700 におけるアンモニア除去率の比較

G/L 比 (-)	空気供給量 (L/日)	HRT (日)	アンモニア除去率 (%)
2,700	3,460	1.1	38.4
2,700	2,380	1.7	61.7

4. まとめ

本研究では，アンモニアストリッピング法を DHS リアクターに適用した場合において，無加温・薬剤無添加の条件下での高濃度のアンモニアを含有する模擬天然ゴム廃水からの処理性能評価を行った。その結果，HRT 3.3 日，G/L 比 8,000 の条件において廃水アンモニア濃度が 1,620 mgN/L から最大で 645 mgN/L まで減少し，除去率 60.3%を達成した。また，DHS リアクターによるアンモニアストリッピング処理においては，空気供給量の増加よりも HRT の延長が有効であることが示唆された。さらに DHS 内で硝酸性窒素の生成が確認され，生物学的脱窒処理の前処理として適用可能であることが示唆された。従って，DHS リアクターによるアンモニアストリッピング処理は，天然ゴム廃水等の高濃度アンモニア含有廃水に対する低コスト型の前処理法として適用可能であることが示唆された。