

脱硫一体型廃水処理システムによる高濃度硫酸塩含有廃水の処理性能評価

呉工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○元川 大輔
 呉工業高等専門学校 非会員 植野 太智
 呉工業高等専門学校 正会員 谷川 大輔

1. はじめに

これまでに硫酸塩含有廃水を嫌気性処理した際、硫酸塩還元菌とメタン生成菌の中で基質の競合が発生し、メタン生成活性が低下することが知られている。他にも処理の過程において硫化水素が発生するため、バイオガス中のメタンをエネルギーとして利用する際に脱硫が必要な点や設備の腐食等の問題も抱えている。

既往の研究では高い固液分離性能を有する嫌気性バツフル反応器 (Anaerobic Baffled Reactor : ABR) と低コスト型の脱硫及び好気性処理である二段型下降流懸垂型スポンジ (Two-Stage Down-flow Hanging Sponge : TSDHS) リアクターを組み合わせた ABR-TSDHS システムを用いて硫酸塩含有廃水である糖蜜廃水の処理実験において高い有機物除去性能が確認されている。一方で ABR のコンパートメントごとのメタン生成活性を調べた際、後段のコンパートメントにおいて著しく低いメタン生成活性が確認されたため、本来の菌叢の分離ができていないことが考えられた。このため、本研究では後段に酢酸ナトリウム溶液を有機物として供給することで後段のコンパートメントにおけるメタン生成活性を向上させ、ABR 性能の最大化を試みた。

2. 実験方法

図-1 に本研究で用いた ABR-TSDHS システムの概略図を示す。ABR は4つのコンパートメントで構成し、内部の汚泥には前実験において同じ模擬糖蜜廃水処理を行っていた ABR の汚泥を植種して用いた。有効容積を 6 L、水理的滞留時間 (Hydraulic Retention Time : HRT) を期間 1 では 6 日、期間 2 では 4.5 日で運転を行った。TSDHS リアクターは、硫化水素除去を目的とした DHS 上段 (1st DHS) と溶解した硫化水素、有機物の除去を目的とした DHS 下段 (2nd DHS) で構成し、それぞれ有効容積を 0.23, 0.38 L とした。また、1st DHS は 2nd DHS 処理水の一部が流入廃水流量比 17.2 で流入し、下部からは ABR で生成されたバイオガスを吹き込んだ。

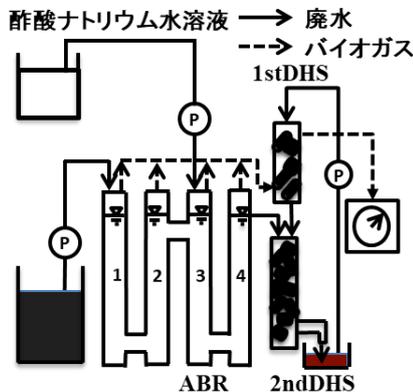


図-1 実験装置の概略図

表-1 糖蜜組成

| 組成 | 濃度 |
|-------------------------------|-------------|
| COD | 880000 mg/L |
| TN | 5500 mg/L |
| PO ₄ ³⁻ | 549 mgP/L |
| SO ₄ ²⁻ | 6800 mgS/L |
| NH ₄ | 100 mgN/L |

実験装置は 30 °C に設定した恒温室内に設置した。供試廃水としては、糖蜜を水道水によって希釈した模擬糖蜜廃水を用いた。希釈倍率は処理水が安定した際に変更し、有機物容積負荷 (Organic Loading Rate : OLR) を段階的に上昇させて実験を行った。表-2 に本研究で用いた糖蜜の組成を示す。また、流入廃水のアルカリ調整を目的に、廃水中に重炭酸ナトリウムを 0.1 g-NaHCO₃/g-COD 添加して運転を行った。期間 2 からは ABR のコンパートメント 3 上部から酢酸ナトリウム溶液を流入廃水の COD 濃度の 1/2 に調整して流入させ、有機物の供給を行った。実験期間においては水質分析およびガス分析を行った。

キーワード 硫酸塩含有廃水, 嫌気性バツフル反応器, 下降流懸垂型スポンジリアクター, 脱硫
 連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2 丁目 2 番 11 号 呉工業高等専門学校 総務課総務係 TEL 0823-73-8400

3. 実験結果および考察

3.1. ABR-TSDHS システムによる有機物除去性能

図-2 に ABR-TSDHS システムによる有機物容積負荷と COD 除去率の経日変化を示す。期間 1 はシステムの立ち上げ開始時だったため、低負荷での運転を行った。続いて期間 2 からは ABR のコンパートメント 3 上部から流入廃水の 1/2 の COD 濃度に調整した酢酸ナトリウム溶液を供給して処理実験を行った。この結果、平均 COD 除去率は ABR で 88.3 %、システム全体で 92.1 % の除去能力がみられ、最大 OLR は $6.00 \text{ kg-COD}/(\text{m}^3 \cdot \text{day})$ に到達した。また、期間 2 からはコンパートメント 2 上部処理水の COD 濃度を測定し、COD 除去率の確認を行った。コンパートメント 2 上部における平均 COD 除去率は 83.0 % であり、依然として流入廃水の大部分の有機物が初段のコンパートメントで除去されていることが確認された。一方、コンパートメント 3 以降において、酢酸ナトリウムが除去されていたことから、有機物を供給することで、後段のコンパートメントにおいてもメタン生成古細菌が十分な活性を維持できていることが示唆された。したがって、今後流入廃水の負荷が上昇した際に前段のコンパートメントが加水分解・酸生成を担う状況下になっても、後段のコンパートメントにおいてメタン生成古細菌による有機物除去が維持可能となることが期待された。以上の結果から、ABR-TSDHS システム全体で安定した有機物除去能力がみられた。また、ABR の後段に有機物を供給しながら運転することで、後段のコンパートメントの活性を維持することが可能となり、ABR 本来の機能を発揮することができることが示唆された。

3.2. TSDHS における硫化水素除去性能

図-5 に TSDHS における脱硫前後の硫化水素濃度および硫化水素除去率の経日変化を示す。期間 1 においてはシステム装置の不具合からガスが正常に採取できなかったため、硫化水素濃度の測定は一時中止した。期間 2 ではシステム装置の不具合が解消されたため、測定を再開すると運転日数を経るごとに脱硫前のバイオガス中の硫化水素濃度は上昇したが、脱硫後においてはほとんど残存しておらず、硫化水素が 1st DHS 内において処理水に溶解していることが推察された。また、期間 2 における平均脱硫前硫化水素濃度は $3860 \pm 1050 \text{ ppm}$ を観測し、脱硫後においては平均 $11 \pm 31 \text{ ppm}$ と平均除去率 99.8 % の脱硫性能が確認された。バイオガス

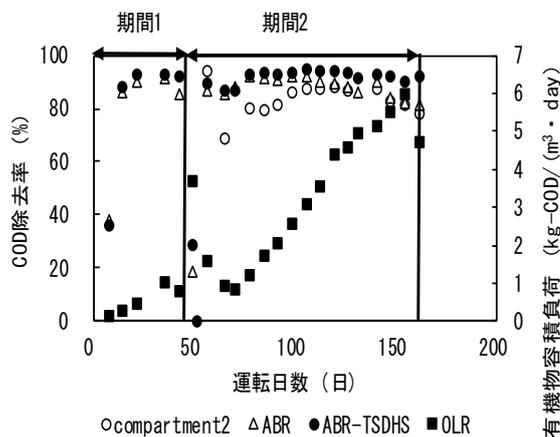


図-2 有機物容積負荷と COD 除去率の経日変化

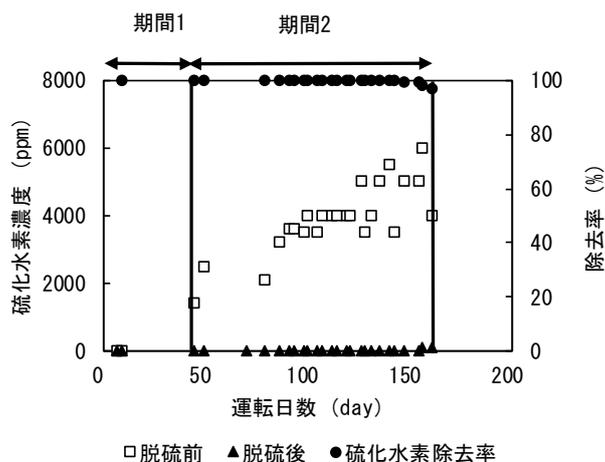


図-3 硫化水素濃度と除去率の経日変化

を資源として利用するには、硫化水素濃度を 2-20 ppm 以下にする必要があり、今回の TSDHS による脱硫ではこの基準を満たす結果となった。このため、TSDHS を従来の乾式脱硫と組み合わせることで脱硫コストの大幅な削減が期待できると考えられた。

4. まとめ

本研究では、ABR-TSDHS システムによる模擬糖蜜廃水の連続処理実験を行った。本研究において得られた知見を以下に示す。

- 1) ABR の後段の槽から有機物を供給することで最大有機物容積負荷が $6.00 \text{ kg-COD}/(\text{m}^3 \cdot \text{day})$ に到達し、システム全体の平均 COD 除去率は 92.1 % と安定した有機物除去性能が確認された。
- 2) TSDHS における生物脱硫では平均硫化水素除去率 99.8 % におよぶ高い脱硫性能が確認された。従来の脱硫法の前段に設置することでコスト削減ができることが示唆された。

以上の結果から、本実験では ABR-TSDHS システムの良好な処理性能が確認された。