

脱硫一体型廃水処理システムによる模擬糖蜜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
 非会員 妹尾 将吾
 呉工業高等専門学校 正会員 谷川 大輔

1. はじめに

バイオエタノール製造工場から大量に排出される高濃度有機物性廃水（糖蜜廃水）の処理は発展途上国では経済的な理由から、未処理または開放型のラグーン法が適用されており、放流先の水質悪化および大気中へのメタン等の放出による地球温暖化の促進を招いている。また、糖蜜廃水を処理する上で生成される硫化水素は腐食性と高い毒性を有しており、バイオガスをエネルギーとして利用等する際に除去が必要である。

しかし、従来の乾式脱硫法ではコストがかかるため、より安価な除去方法が必要となっている。そこで、本研究では優れた経済性、処理能力を有した嫌気性バツフル反応器（Anaerobic Baffled Reactor : ABR）および、省電力型好気性処理法であり、高い気液接触効率を有する2段階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 システムによる模擬糖蜜廃水の連続処理実験を実施した。

2. 実験方法

本研究で用いた ABR-TSDHS システムの装置概要を図-1 に示す。ABR は初段の大きさを他の4倍にした4つのコンパートメントで構成し、有効容積を15.6L、水理的滞留時間（Hydraulic Retention Time : HRT）を運転223日目までを3日、それ以降は6日とした。TSDHS リアクターは、硫化水素の除去を目的とした 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0.23L、0.95Lとした。システムは35°Cに設定した温室内に設置した。ABR にのみグラニューロ汚泥を植種した。2nd DHS の処理水の一部は1st DHS に返送を行い、ABR から生成したバイオガスを下部から吹き込んだ。表-1 に研究期間中の1st DHS への処理水の流入廃水に対する循環比を示す。供試廃水として、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

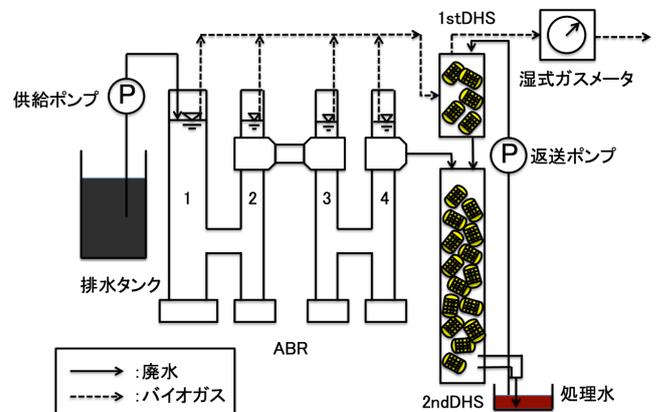


図1 ABR-TSDHS システムの概略図

表-1 期間ごとの処理水循環比

	期間1	期間2	期間3	期間4	期間5
循環比	1.0	3.2	1.0	1.0	3.3

表-2 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

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なった。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NaHCO₃を0.07g~0.3g-NaHCO₃/g-COD添加して運転を行なった。

3. 実験結果および考察

3.1 ABR-TSDHS の糖蜜廃水処理特性

図-2 に ABR とシステム全体の COD 除去率および OLR の経日変化を示す。実験期間での最大 OLR は3.85kg-COD/(m³・日)であり、その際の流入廃水および、

キーワード 糖蜜廃水、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 TEL0823-73-8400

ABR 処理水, 最終処理水の全 COD 濃度はそれぞれ 22220mg/L, 1810mg/L, 1620mg/L であった. ABR における COD 除去率は 91.9%, システム全体では 92.7% とシステム全体で 90% 以上の処理性能を示した. しかし, ABR と全体での COD 除去率に違いが全期間を通してあまり確認できなかった. このことから, ABR 処理水の残存有機物には多くの割合で難分解性有機物が占めており, 生物による除去が難しいことが示唆された.

図-3 に運転 32~111 日(OLR 1.76~3.40kg-COD/(m³・日)) と 235~328 日(OLR 0.88~3.85g-COD/(m³・日))の期間の ABR での COD 収支を示す. どちらも 68.2%, 62.7% と流入 COD の 60% 以上をメタンに転換しており, 高い資源回収能力が確認された. 2 つの期間の COD 収支にそれぞれ 18.0%, 23.8% の未知分があるが, これは菌体増殖による有機物の消費やリアクター内への有機物の蓄積, 生成した硫化物由来の COD であることが考えられる. 現状では排水基準を満たせておらず, 前述の通り難分解性の有機物が主成分であるため, 後段には物理化学的処理が必要であることが示唆された.

3.2 1st DHS の脱硫性能

図-4 に運転 0~333 日における脱硫前後の硫化水素濃度を示す. 処理水循環比・循環流量の変化で 5 つの期間に分け, 硫化水素除去性能をみた. 期間 1 では平均除去率は 76% と低めであったが, 期間 2 で処理水循環比を 3.2(17.2L/日)に上げることで 95% と高い除去率が見られた. 期間 3 では循環比を元に戻したが, 除去率の低下は見られなかった. しかし, ABR のショックロードを起こし, 流量を 2.7L/日に下げた期間 4 では前半は高い硫化水素除去率を示したが, 後半に連続的な脱硫性能の低下が見られ, 運転 283~305 日の期間での平均除去率は 65±11% だった. 運転 298 日に 1st DHS 内のスポンジ担体を観察すると硫黄らしき個体が付着していた. この付着物により担体と処理水との接触効率の悪化が脱硫性能の低下を招いたことが考えられる. 期間 5 では処理水循環比 3.3(8.2L/日)で脱硫を行なったところ, 明らかな脱硫性能向上が見られ, 平均除去率 92±6% と高い脱硫性能が確認された. このことから処理水循環比を上げることで硫黄が洗い流され, 接触効率が改善されることが示唆された.

4. まとめ

本研究において得られた知見を以下に示す.

- 1) 研究内での, 最大 OLR は 3.85kg-COD/(m³・日)

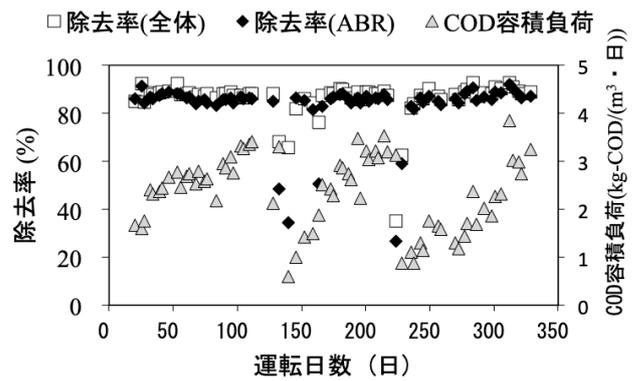


図-2 OLR と COD 除去率の経日変化

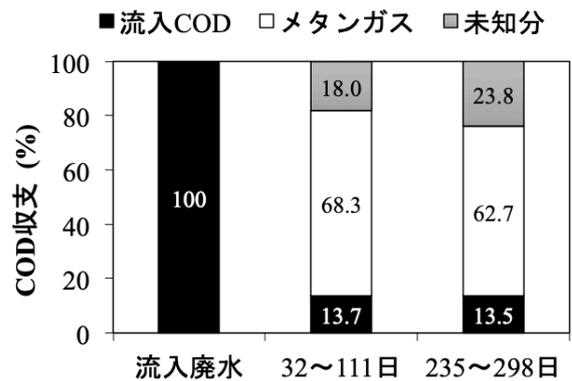


図-3 COD 収支

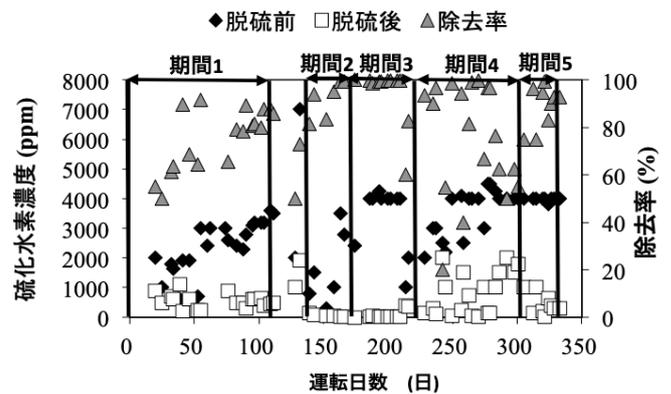


図-4 脱硫前後の硫化水素濃度と除去率経日変化

であり, その際のシステム全体の COD 除去率 92.7% と良好な有機物処理性能が確認された.

- 2) 2 つの期間における ABR の COD 収支においてそれぞれ 60% 以上のメタン転換率を示し, 優れた資源回収性能を有することが確認された.
- 3) 1st DHS への返送水量の調整により, 硫化水素除去率 92.6%±6% という高い脱硫性能が見られ, 処理水循環比を上げることで脱硫性能の改善が示唆された.

以上の結果より, ABR-TSDHS システムの良好な処理状況が確認された.