

高濃度固形分・油分含有廃水を対象とした資源回収型廃水処理システムの開発

呉工業高等専門学校専攻科
長岡技術科学大学
呉工業高等専門学校

学生会員
学生会員
正会員
正会員
正会員

○藤平
妹尾
幡本
山口
谷川

卓也
将吾
将史
隆司
大輔

1. はじめに

食堂廃水やパーム油産業廃水中には油分や固形分等の難分解性有機物が含まれている。嫌気性生物処理は高濃度の有機物を含む廃水の処理に適しており、省・創エネルギー型の廃水処理法として注目されている。しかし、当該廃水中の油分による汚泥の浮上・流出、固形分によるリアクター閉塞が問題となっており、適切な処理方法の開発が必要となっている。そこで本研究では、固液分離性能に優れた嫌気性バッフル反応器（Anaerobic baffled reactor: ABR）および、省エネ型の廃水処理システムである下降流懸垂型スポンジ（Down-flow hanging sponge: DHS）リアクターを組み合わせた ABR-DHS システムによる食堂廃水の連続処理実験を行った。本研究では、ABR-DHS システムの廃水処理性能の評価に加え、固形分や油分の効率的な処理方法の検討を行った。加えて、ABR 前半と後半のコンパートメントでの処理特性の推移を評価した。

2. 実験方法及び条件

図 1 に本研究で用いた ABR-DHS システムの概略を示す。本研究は実験期間を 2 つに分けて実施した。ABR は 4 つのコンパートメント (C-1, 2, 3, 4) で構成されており、スカムを効率的に回収するため、C-1 の容積を他のコンパートメントの容積の 4 倍とした。期間 1 ではサンプリングポートを C-1, 2 (S-1) および C-3, 4 (S-2) の間に設置し、ABR の有効容積を 15.4 L とした。また、ABR 内には食品工場廃水を処理していた UASB リアクター内のグラニュール汚泥を 3.4 L 植種した。期間 2 ではサンプリングポートを各コンパートメントの底部に設置し、ABR の有効容積を 16.9 L とした。また、ABR 改修作業のため約 80 日間運転を停止し、ABR 内に期間 1 同様のグラニュール汚泥を 3.8 L 植種した後、運転を再開した。DHS リアクター内へは期間 1, 2 ともにスポンジ担体を 25 個充填し、スポンジ容積を 0.5 L とした。また、DHS 処理水を C-2, 3 の間に返送比 1:1 で返送した。水理的滞留時間は期間 1, 2 ともに約 3 日とし、ABR-DHS システムを 30℃ の恒温室内に設置した。表 1 に本研究で用いた食堂廃水の組成を示す。本実験では供試廃水として期間 1, 2 とも

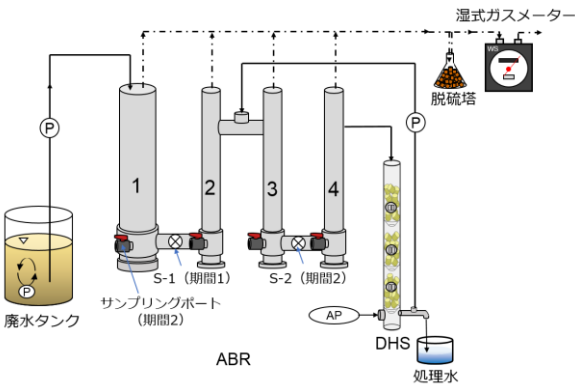


図 1 ABR-DHS システムの概略

表 1 食堂廃水の組成

水質項目	単位	平均値 ± 標準偏差
pH	-	3.92 ± 0.21
COD	mg/L	59,400 ± 16,400
溶解性COD	mg/L	39,400 ± 8,870
BOD	mg/L	32,300 ± 4,190
SS	mg/L	13,700 ± 7,520
脂質	mg/L	6,790 ± 4,870

に呉高専の学生寮食堂より排出された食堂廃水から、大きな固形分をざるで取り除いた後、水道水で適宜希釈し用いた。

3. 実験結果および考察

3.1 ABR-DHS システムの処理性能の評価

図 2 に ABR、システム全体における COD 除去率と有機物負荷（Organic loading rate: OLR）の経日変化を示す。期間 1 において処理が安定していた期間の平均 OLR は 4.5 kgCOD m⁻³ d⁻¹ であり同期間におけるシステム全体の COD 除去率は 95.6%であった。期間 2 において処理が安定した期間の平均 OLR は 5.1 kgCOD m⁻³ d⁻¹ であり同期間における COD 除去率はシステム全体で 97.1%であった。また、運転開始 167 日目に OLR が 12.6 kgCOD m⁻³ d⁻¹ まで上昇したことで一時的に ABR の COD 除去率は低下したが、OLR を低下させて運転を行ったところ、1 週間程度で ABR での COD 除去率は 93.3%まで回復した。以上の結果より、ABR-DHS システムの高い廃水処理性能およ

キーワード 高濃度固形分・油分含有廃水、嫌気性バッフル反応器、スカム回収

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11, 0823-73-8955

び有機物負荷の急激な変動に対して高い耐性を有していることが確認された。

3.2 ABR における COD 収支

図3は各期間におけるCOD収支を示している。期間1において、ABRへ流入したCODの内、91.6%が除去されており、73.7%がメタンガスへ、2.1%がスカムへ転換していた。回収されたスカムは燃焼もしくは自己分解により資源としての利用が可能であるため、合計で75.8%が資源として回収された。期間2では、流入したCODの93.9%が除去されており、63.5%がメタンガスへ、11.5%がスカムへ転換しており合計で75.0%が資源として回収可能であった。以上の結果よりABRの高い廃水処理性能および資源回収性能が確認された。また連続処理を行う中でコンパートメント上部に固形分や油分を含むスカムの蓄積が確認された。回収されたスカムの内、期間1では56.3%、期間2では91.5%のスカムがC-1より回収された。また、期間1, 2ともにC-4内でのスカムの蓄積はほぼ確認されなかった。以上の結果より、廃水中の固形分や油分は廃水処理過程で発生するバイオガスによって浮上していることが示唆され、そのため流入部コンパートメントの容積を拡大することで廃水中の固形分や油分を効率的に処理することが可能となった。

3.3 ABR 内のメタン生成古細菌の推移

ABRの前半と後半での処理特性を評価するため運転開始178日目にS-1, 2保持汚泥におけるメタン生成活性試験および次世代シーケンサーによる菌叢解析を行った。メタン生成活性試験の結果よりS-1保持汚泥は酢酸に対する活性値が H_2/CO_2 に対する活性値よりも高く、一方でS-2では H_2/CO_2 に対する活性値が酢酸に対する活性値よりも高い結果を示した。以上の結果よりABRの前半と後半でメタン生成を担う菌叢に違いがみられることが推察される。そこでS-1, 2保持汚泥の菌叢解析を行った。S-1, 2保持汚泥におけるメタン生成古細菌の比較を図4に示す。図4より前半のコンパートメントでは酢酸資化性メタン生成古細菌である、*Methanosaeta*属が優勢であり、後半のコンパートメントでは水素資化性メタン生成古細菌である、*Methanocorpusculum*属の割合が増加しており、前半と後半のコンパートメントでメタン生成を担う菌叢に違いがみられた。また、後半部分のコンパートメントでは、*Syntrophomonas*属、*Syntrophus*属、*Syntrophobacter*属等の、水素資化性菌と共生して長鎖脂肪酸やプロピオン酸を酸化する細菌群が増加していることが確認された。以上の結果より、前半のコンパートメントでは、廃水中に含まれる炭水化物等の易分解性有機物から生成された酢酸・水素、および廃水中に含まれていた酢酸をメタン生成古細菌が速やかに消費しており、後半のコンパート

メントでは、残存している油分を脂肪酸酸化細菌、有機酸酸化細菌と水素資化性メタン生成古細菌の共生系で分解していることが示唆された。

4. まとめ

ABR-DHSシステムによる高濃度固形分・油分含有廃水の連続処理実験を行ったところシステムの高い廃水処理性能および資源回収性能を確認することができた。また、流入部コンパートメントの容積を他のコンパートメントの容積よりも拡大することで、スカム回収性能が向上し、廃水中の固形分や油分を効率的に処理できることが明らかとなった。以上の結果より、本研究で用いたシステムは高濃度固形分・油分含有廃水の高濃度処理に適したシステムであることが明らかとなった。

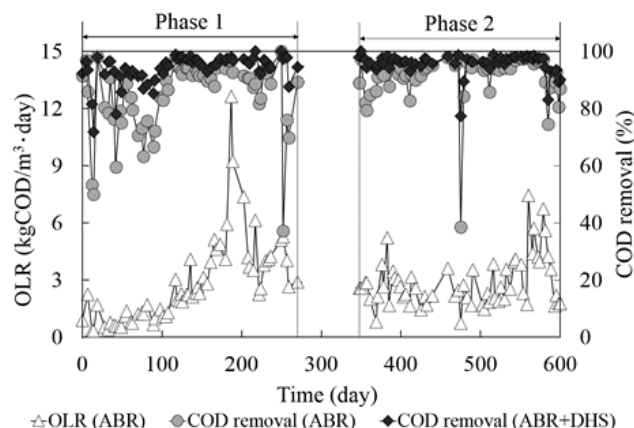


図2 有機物負荷とCOD除去率の経日変化

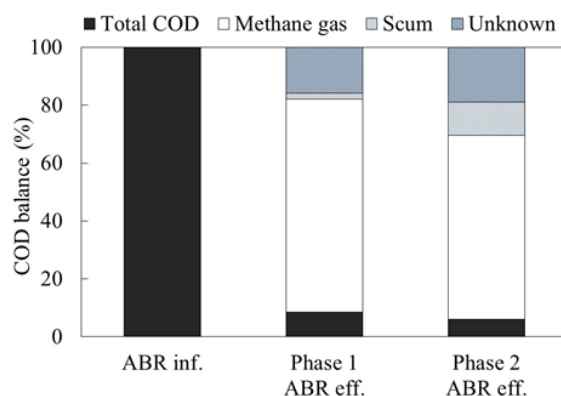


図3 各期間におけるCOD収支

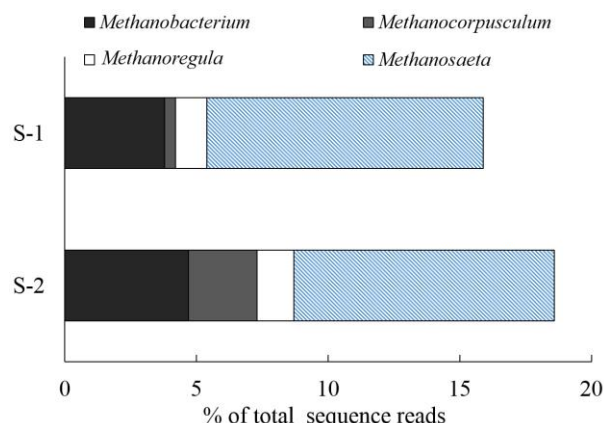


図4 S-1, 2保持汚泥におけるメタン生成菌の比較