

嫌気性バッフル反応器と下降流懸垂型スポンジリアクターを用いた 高濃度油分含有廃水の連続処理

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

1. 目的

パーム油産業は東南アジアにおける主要産業の一つとなっている。パーム油製造過程では油分を多く含む高濃度有機物廃水 (Palm Oil Mill Effluent: POME) が発生し、POME の大部分が嫌気性ラグーンシステムによって処理されている。しかし、このシステムは処理の過程で発生するメタンガスを大気中に放出し、十分な処理水質を得ることができないまま処理水を放出することで環境に大きな負担をかけており、大きな問題となっている。

そこで本研究では、嫌気性バッフル反応器 (Anaerobic Baffled Reactor: ABR) と、省エネルギー型の好気性処理法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 (ABR-DHS システム)、資源回収型の高濃度油分含有廃水処理システムの開発を目的として、連続実験を実施した。

2. 実験方法

図 1 に ABR-DHS システムの概略図を示す。ABR は、 $\Phi 50$ mm のポリ塩化ビニルパイプを組み合わせで作製した。ABR は 4 つのコンパートメントで構成し、有効容積は 6.8 L とした。植種汚泥には食品工場の上向流嫌気性汚泥床から採取されたグラニュール汚泥を用いた。DHS リアクターは、 $\Phi 50$ mm、高さ 1.13 m のポリ塩化ビニルパイプを用いて作製し、DHS リアクター内部にスポンジ担体を 30 個充填した。実験の途中で処理性能の低下と、スカムの蓄積が確認されたため、新たにコンパートメント A, B を運転開始 181 日後に追加し、ABR の底部をウォーターバスにより加温した。本研究では、運転開始 181 日目以前を期間 1、以降を期間 2 とした。追加したコンパートメントには汚泥の植種はおこなわなかった。供

試廃水には、高濃度油分含有廃水として、呉高専の学生食堂・寮食堂から排出された食堂廃水から固形分を除き、水道水により約 3 倍に希釈したものを用いた。また廃水の供給をタイマーにより月曜日から金曜日の 8:00~17:00 に制御した。

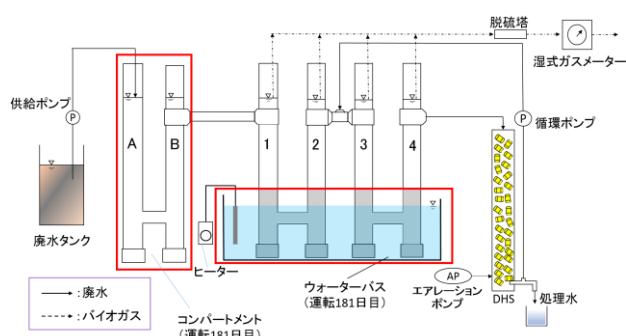


図 1 ABR-DHS システムの概略図

3. 実験結果と考察

3.1 廃水の組成

表 1 に本実験で用いた廃水の組成を示す。全 COD 濃度が 58,800 mg/L、SS 濃度が 18,100 mg/L、脂質濃度が 7,050 mg/L と固形分および脂質含有量が多い高濃度有機性廃水である。

表 1 廃水の組成

水質項目	単位	平均値 ± 標準偏差
pH	—	4.03 ± 0.11
全COD	mg/L	58,800 ± 15,200
溶解性COD	mg/L	37,700 ± 15,700
溶解性COD/全COD	%	66.1 ± 27.8
SS	mg/L	18,100 ± 13,100
脂質	mg/L	7,050 ± 5,380
全窒素	mgN/L	3,570 ± 1,290
全リン	mgP/L	618 ± 142

3.2 ABR-DHS システムによる高濃度油分含有廃水の処理性能評価

図2に有機物負荷 (Organic Loading Rate: OLR) の経日変化を、図3に全 COD 除去率と室温の経日変化を示す。運転 96 日目にショックロードが発生し、一時的な処理性能の低下がみられたが、OLR を下げ運転を再開したところ、徐々に処理性能は回復した。処理が安定していた期間において最大 OLR は 6.5 kgCOD/(m³・日)であり、その際の ABR の全 COD 除去率は 97.8%、システム全体では 98.3% と優れた処理性能を有していることがわかった。しかし、運転開始 140 日頃から室温が 25℃を下回り始め、運転 160 日後には ABR の全 COD 除去率が 15.4 %と処理能が著しく低下した (室温 23.8℃)。

加温時における最大 OLR は運転 217 日後の 2.7 kgCOD/(m³・日)で、その際の室温は 18.8℃、COD 除去率は ABR で 97.8%、システム全体で 99.3%であった。無加温時において、運転 154 日後における OLR も同程度であり、その際の室温は 23.1℃で ABR の COD 除去率は 58.5%であることから、底部加温が処理性能の改善に有効であることが示唆された。

3.3 ABR における COD バランス

図4は運転 160 日～223 日の期間における ABR の COD バランスを示す。同期間に ABR に供給した廃水中の COD 成分のうち、92 %が除去されており、そのうち 62%がメタン、11%がスカムへ転換しており、5%は溶存メタンとして流出していた。従って、ABR に流入した COD のうち、73%がメタンとスカムの形で資源回収されていることが確認された。

図5に各コンパートメントでスカムとして回収された油分の割合を示す。コンパートメント 1 で油分の 56%が、コンパート 1 と 2 で油分の 92%がスカムとして回収されていることが確認された。期間 2 では、増設したコンパート A, B での油分回収率 6%となっており、コンパートメント増設の効果が得られなかった。当該コンパートメントには汚泥の植種をおこなっていないため、バイオガスの発生はほとんど無いものと考えられる。従って、ABR 内において、有機物分解に伴って生成するバイオガスの微細な気泡が廃水中の油分を浮上させ、スカムを形成していることが示唆された。

4. まとめ

本研究では、無加温条件における ABR-DHS システムによる高濃度油分含有廃水の処理性能評価をおこなった。その結果、室温が 25℃以上であれば、ABR の最大 OLR 6.5 kgCOD/(m³・日)において全 COD 除去率 98.3%を達成可能であった。一方、気温が低下する冬期においては、ABR 底部を加温することで、処理性能の低下を防止することができた。また、ABR に流入した COD の 73%がメタンとスカムの形で資源として回収可能であった。ABR におけるスカムの形成は、廃水の上向流よりも、生成されるバイオガスの微細な泡に起因することが示唆された。

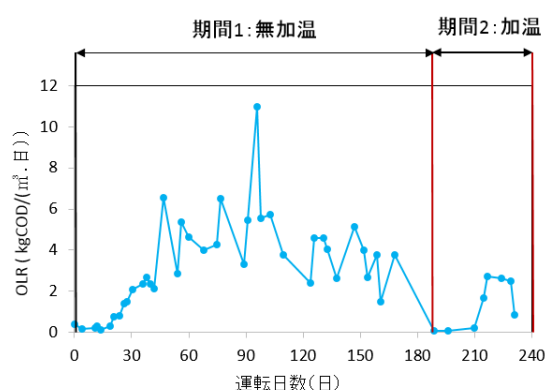


図2 OLR の経日変化

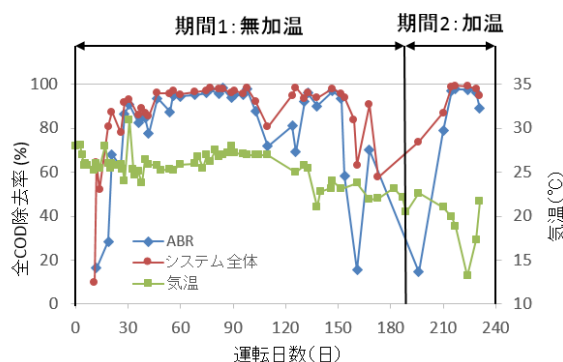


図3 全 COD 除去率と室温の経日変化

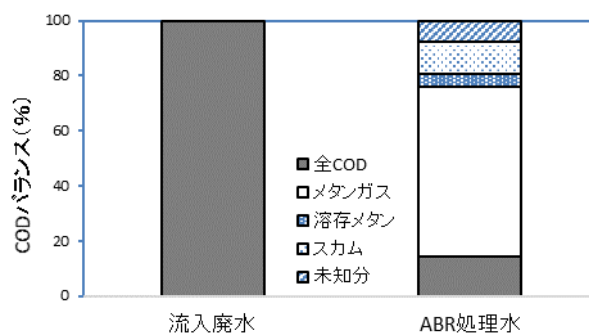


図4 ABR の COD バランス