

UASB リアクターを用いた難分解性水系ポリマー含有廃水の処理性能評価

長岡技術科学大学 (学) ○酒井優也, (正) 渡利高大, (正) 幡本将史, (正) 山口隆司
住友理工株式会社 米山史紀, 脇坂治

1. はじめに

自動車部品加工工場では、ポリエチレングリコール (PEG) 等の難分解性水系ポリマーを含む廃水が排出されている。現在、この難分解性水系ポリマー含有廃水は生分解性の低さから焼却処分されており、有効な廃水処理技術の開発に期待が寄せられている。過去の報告では、PEG 等の水溶性ポリマーが嫌気性条件下で分解されることが報告されている¹⁾²⁾。そこで我々の研究グループは、難分解性水系ポリマー含有廃水に対し、嫌気性処理と好気性処理の複合システムである Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) - Down-flow Hanging Sponge (DHS) システムが適用可能か調査した。難分解性水系ポリマー含有廃水を UASB-DHS システムに供し、連続処理実験を行った結果、有機物負荷率 (OLR) $4.24 \text{ kg-COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{day}^{-1}$ で COD 除去率 $87 \pm 1\%$ を達成した³⁾。一方、ほとんどの有機物分解は、UASB リアクターで行われており、UASB リアクターにおける処理性能の向上が処理プロセス全体の効率化に重要であることも判明した。本研究では、UASB リアクターの処理性能の向上を目的に、難分解性水系ポリマー含有廃水の処理実験を行い性能を評価した。

2. 実験方法

表-1 に実験条件、図-1 に実験装置の概略図を示す。本実験は、P1~3 と供試廃水の COD 濃度を調整し、OLR を上昇させ実験を行った。UASB リアクターには、難分解性水系ポリマー含有廃水を処理していた別の UASB リアクターから採取したグラニューール汚泥 4 L を植種した。運転開始後 80 日目に、グラニューール汚泥を 10 L 追加した。UASB リアクターの容積は 25 L で恒温室内 (30°C) で運転した。供試廃水は、ポリエチレングリコールとポリプロピレングリコールの共重合体の水系ポリマーを水道水で希釈した模擬ポリマー廃水を用いた。塩化アンモニウムと

リン酸水素二カリウムを COD : N : P 比が 100 : 5 : 1 となるように添加した。更に、アルカリ剤として炭酸水素ナトリウムを添加した。UASB リアクターから発生したバイオガス量は湿式ガスメーター (SHINAGAWA : MODEL WS-1A) を用い測定した。バイオガス中のメタン濃度は、ガスクロマトグラフィー (SHIMADZU : GC-8A) を用いて測定した。

表-1 実験条件

	単位	P1	P2	P3
経過日数	day	1~32	33~65	66~104
HRT	hour	40	40	40
流入水の COD	$\text{mg-COD} \cdot \text{L}^{-1}$	1,000	3,000	5,000
OLR	$\text{kg-COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{day}^{-1}$	0.77 ± 0.08	2.40 ± 0.46	4.02 ± 0.30

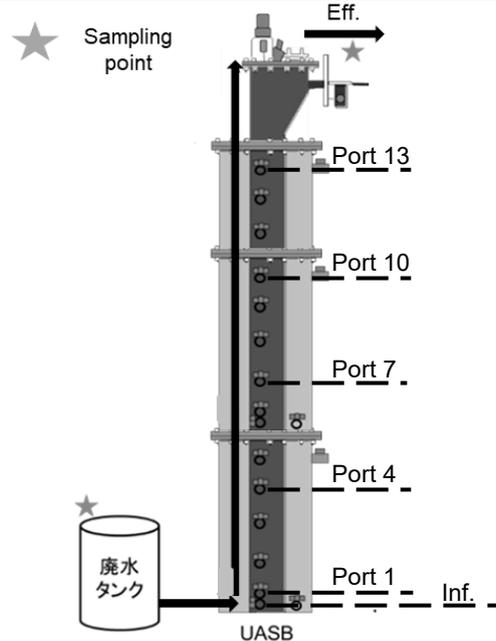


図-1 実験装置概略図

3. 実験結果及び考察

図-2 に COD の経日変化を示す。P1 では、供試廃水の COD 濃度を $1,000 \text{ mg-COD} \cdot \text{L}^{-1}$ 、OLR を $0.77 \text{ kg-COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{day}^{-1}$ に調整し運転を行った。COD 除去率は、経過日数 10 日目に 60%であったが、経過日数 14 日目以降は 90~92%であった。P2 では、供試廃水の COD 濃度を $3,000 \text{ mg-COD} \cdot \text{L}^{-1}$ 、OLR を 2.40 kg-

キーワード UASB, 嫌気性処理, ポリエチレングリコール (PEG), ポリプロピレングリコール (PPG)

連絡先 〒954-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 TEL 0258-47-1611-6646

COD $\cdot \text{m}^3 \cdot \text{day}^{-1}$ に変更した。COD 除去率は、P2 期間を通じて 90%であった。P3 では、供試廃水の COD 濃度を $5,000 \text{ mg-COD} \cdot \text{L}^{-1}$ 、OLR を $4.02 \text{ kg-COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{day}^{-1}$ に変更した。COD 除去率は、P3 期間を通じて 90~92%と、安定して高い除去率を示した。同様な廃水を用いた以前の研究では、OLR $4.24 \text{ kg-COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{day}^{-1}$ の条件で UASB リアクターの COD 除去率は $73 \pm 3\%$ であった³⁾。そのため、前回の研究と比較して、本研究では UASB リアクター単体の COD 除去率が約 20%向上した。前回の研究との条件の違いから、COD 除去率の向上には、UASB リアクターの高さ方向への容積拡大や HRT の延長による影響が考えられた。P3 で調整した供試廃水の COD 濃度は、工場から排出される実廃水と同等の COD 濃度であるため、UASB リアクターは難分解性水系ポリマー含有廃水処理に適用できる可能性が示唆された。

図-3 に経過日数 104 日目の UASB プロファイルの結果を示す。COD は、Port 1~4 の間で約 80%除去された。pH は、Inf.から Port 4 の間で減少し、Port 4 以降は増加した。この結果より、Port 1 付近で有機酸の生成、Port 4 付近でメタンの生成が起きている可能性が示唆された。リアクター下部でのみ反応が進行しており、そのため、さらなる高負荷運転が可能であると考えられる。

図-4 にバイオガス生成量とメタン転換率の経日変化を示す。P3 のバイオガス発生量は、 $24.8 \pm 14.8 \text{ L} \cdot \text{day}^{-1}$ であった。供試廃水の COD 濃度が高い条件の場合、バイオガス生成量も増加した。P3 のメタン転換率は、 $50 \pm 23\%$ であった。OLR を上昇させた際、メタン転換率は減少する傾向が見られた。経過日数 80 日目において、リアクターにグラニュール汚泥を追加した結果、その後メタン転換率は上昇し、経過日数 104 日目にメタン転換率 82%を達成した。

4. まとめおよび今後の展望

模擬ポリマー廃水を UASB リアクターで処理した結果、OLR $4.02 \text{ kg-COD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{day}^{-1}$ において COD 除去率 $91 \pm 1\%$ 、メタン転換率 $50 \pm 23\%$ を達成した。今後は、本実験で使用した UASB リアクターによるさらなる高負荷運転を行う予定である。また、リアクター内の微生物菌叢解析や COD の物質収支の計算を行い、プロファイル測定の結果と合わせて難分解性

水系ポリマーの分解経路の推定を行う。

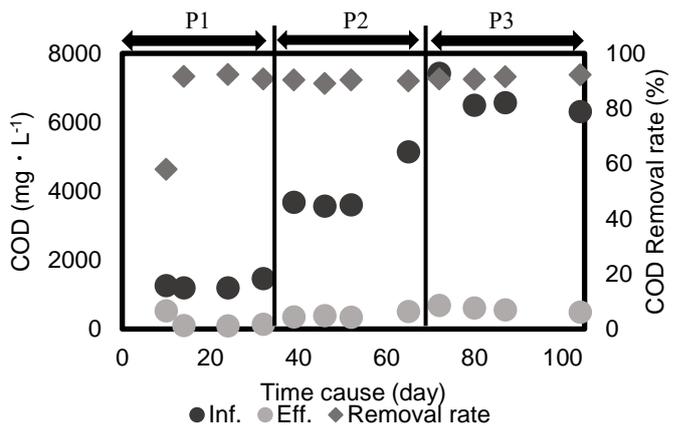


図-2 COD の経日変化

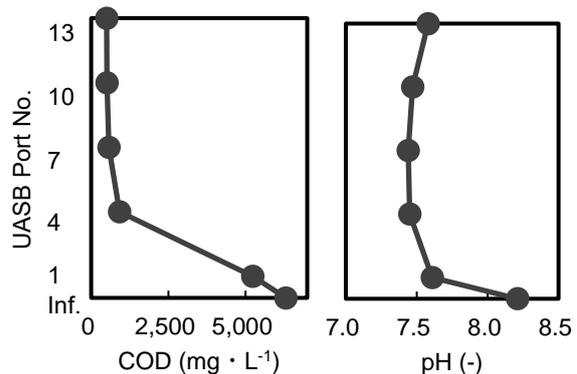


図-3 経過日数 104 日目の UASB プロファイル

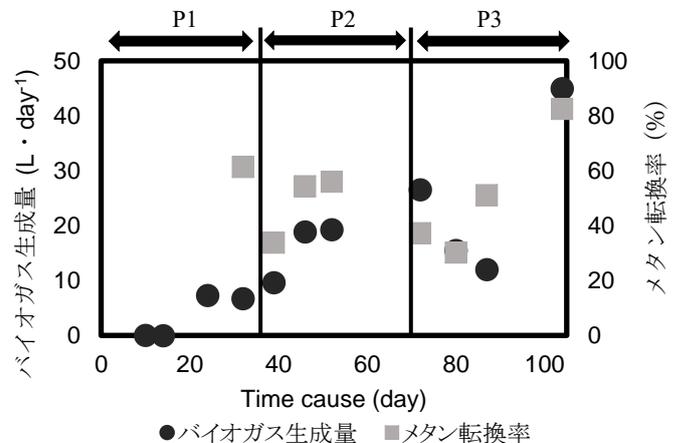


図-4 バイオガス生成量とメタン転換率の経日変化

謝辞

本研究は、JSTA-STEP 機能検証フェーズ試験研究タイプの助成を受けて遂行致しました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Huang, Yi-Li, et al. Process Biochemistry 40.1 (2005): 207-211.
- 2) Schink, Bernhard, et al. Appl. Environ. Microbiol. 45.6 (1983): 1905-1913.
- 3) 酒井ら, 第 53 回日本水環境学会年会, 山梨, 2019 年 3 月