

AnDHS (Anaerobic Down-flow Hanging Sponge) リアクターによる メタノール含有排水のメタン発酵処理

岐阜工業高等専門学校 ○和田桂児 (学)、脇田大樹、森 真耶、角野晴彦 (正)
東北大学大学院 原田秀樹 (正)、国立環境研究所 珠坪一晃 (正)、広島大学大学院 大橋晶良 (正)

1. はじめに

嫌気性処理は好気性処理に比べて、省・創エネルギーが可能であり、余剰汚泥が少ない。これより、嫌気性処理の適用排水種を拡大することは、低炭素社会の構築に貢献できる。

嫌気性処理の適用が進んでいない排水種としてメタノール含有排水が挙げられる。メタノールを含有する実排水は、代表として紙パルプ製造排水が挙げられる。嫌気性処理の中核である UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) リアクターによって、メタノール含有排水を処理すると、メタノールを直接資化するメタン生成古細菌が増殖する。メタノール資化メタン生成古細菌が増殖すると、UASB リアクターのプロセス成功の鍵であるグラニューク汚泥が崩壊する報告があり¹⁾、これによって UASB リアクターの処理性能が低下すると考えられる。

本研究では、メタノール含有排水の嫌気性処理を実現するために AnDHS (Anaerobic Down-flow Hanging Sponge) リアクターによる連続処理を試みる。AnDHS リアクターは、スポンジろ材を用いた嫌気性散水ろ床であり、グラニューク化が困難な低有機物濃度排水で高い汚泥濃度を容易に確保した²⁾。また、UASB リアクターを並列運転し、比較系とした。

2. 実験方法

図 1 に実験で用いた AnDHS リアクターの概要を示す。ろ材は、ネットリング (φ3 cm×H3 cm) にスポンジ (孔径 0.56 mm) を詰めたものである。これを計 418 個 (スポンジの間隙容積 8.0 L)、断面 W13×D13 cm のカラム内に 4 層に分けて、ランダムに充填し密閉した。ろ材充填高さは、1 層当たり 35 cm、計 140 cm となる。HRT の算出には、スポンジの間隙容積を用いた。カラム内を嫌気状態に保つため、リアクターの処理水流出部と生成ガス排出部に水封槽を設置した。流入水は、リアクター上部の散水装置より滴下され、下部より処理水を得る。流下する排水は、ろ材の表面あるいは内部に保持された微生物と接触し、処理される機構である。並列運転する UASB リアクターは、6.0 L (断面 φ8 cm) のカラムと 2.0 L の GSS (Gas Solid Separator) で構成され、水容積は 8.0 L である。GSS では、羽状のスカムブレイカーを常時作動させた。

流入水は、有機物をメタノールのみで 2000 mgCOD/L に調整した人工排水を用いた。その他、人工排水には、一般的なメタン発酵処理に必要な無機塩類と pH 緩衝剤として炭酸水素ナトリウムを 1 g/L となるように加えた。

運転条件は、両リアクターともに処理温度 30℃、設定 HRT 9.6 h (COD 容積負荷 5 kg/m³/d) とした。

3. 実験結果と考察

3.1 植種

植種は、ビール工場排水を処理するメタン発酵リアクターの中温グラニューク汚泥を用いた。AnDHS リアクターへの植種方法は、グラニューク汚泥を分散した後、適当に希釈し、汚泥を流入-流出間で 2 日間循環運転させた。UASB リアクターへの植種方法は、グラニューク汚泥をカラムに直接投入し、1 日間静置・沈殿させた。植種後の汚泥濃度 (MLVSS) は、AnDHS リアクターで 3.3 g/L-sponge、UASB リアクターで 10.9 g/L-reactor となった。

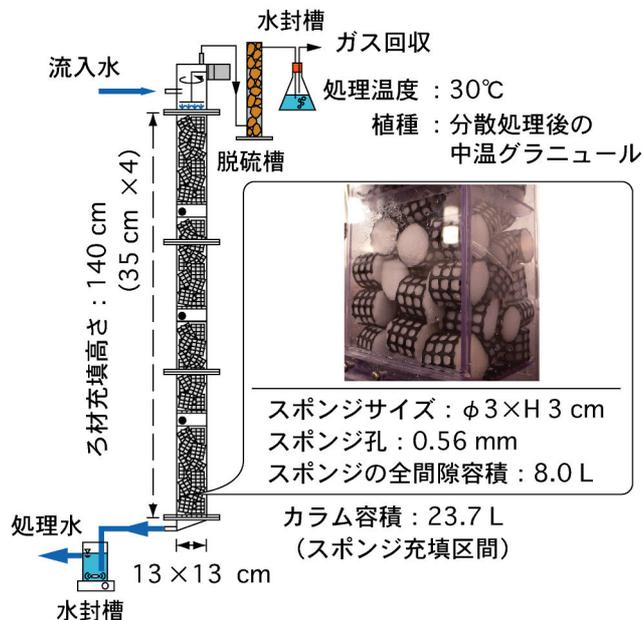


図1 実験装置の概要

3.2 スタートアップ状況

図2に (a) COD、(b) 全COD除去率、(c) メタン回収率の経日変化を示す。流入水の全CODは、運転15日目までは人為的ミスにより設定値と実測値に差が生じたが、運転18日目以降は、概ね設定通りとなった。

AnDHS 処理水の全CODは、運転1日目で1050 mg/Lであったが、運転時間の経過に従い徐々に低下し、運転11日目では93 mg/Lとなった。以降、AnDHS 処理水の全CODは概ね安定し、運転11～29日目の平均は83 mg/Lとなった。運転11日目以降、AnDHS リアクターの全COD除去率は、95%以上を達成した。運転11～29日目のAnDHS 処理水の溶解性CODは平均25 mg/Lであり、そのうち、酢酸は5 mgCOD/L以下、メタノールは2 mgCOD/L以下であった(データ不提示)。本実験期間中では、保持汚泥の流出は目視できなかった。

UASB 処理水の全CODと溶解性CODの差は、汚泥由来の固形性CODを示す。運転4日目まで、その差は大きく、保持汚泥がウォッシュアウトしていた。運転8日目以降、その差は減少し、保持汚泥のウォッシュアウトは落ち着いた。UASB 処理水の全CODは、運転11日目以降に100 mg/L以下となり、運転11～29日目の平均は65 mg/Lとなった。運転11日目以降、UASB リアクターの全COD除去率は、95%以上を達成した。運転11～29日目のUASB 処理水の溶解性CODは平均24 mg/Lであり、そのうち、酢酸は3 mgCOD/L以下、メタノールは6 mgCOD/L以下であり、AnDHS 処理水と大きな差異はなかった。

メタン回収率は、両リアクターで、75～104%で推移した。

これより、両リアクターによって分解されたメタノールは、ほとんどメタンに変換されていることがわかった。

AnDHS リアクターは、UASB リアクターの1/3程度の植量量でありながら、UASB リアクターと同程度の処理性能であった。これより現在のCOD容積負荷は、保持汚泥の活性値に対して余裕のある運転条件であると考えられる。

4. まとめ

AnDHS リアクターによって、メタノール2000 mgCOD/Lの人工排水を、COD容積負荷5 kg/m³/dで処理した。比較系にUASB リアクターを並列運転した。AnDHS、UASB リアクターともに運転11日目以降処理が安定し、運転11～29日目のAnDHS・UASB 処理水は全COD平均83・65 mg/Lであった。流入水中のメタノールはほぼ完全に分解されていた。分解されたメタノールは、ほとんどメタンとして回収できた(メタン回収率75%以上)。両リアクターにおいて、本実験期間中の汚泥管理に関するトラブルはなかった。

参考文献

- 1) Nishio, N. et al., High rate methane production in a UASB reactor fed with methanol and acetate. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 74(4), 309-313, 1993.
- 2) Sumino, H. et al., Low-strength wastewater treatment by Anaerobic Down-flow Hanging Sponge (AnDHS) reactor at low temperature. *11th World Congress on Anaerobic Digestion*, CD-ROM, PP1C.2, 2007

謝 辞

本研究の一部は、独立行政法人新エネルギー・産業総合開発機構(NEDO)「産業技術研究助成事業費助成金」(研究代表者: 珠坪一晃)の助成を受けて実施しました。記して関係各位に感謝します。

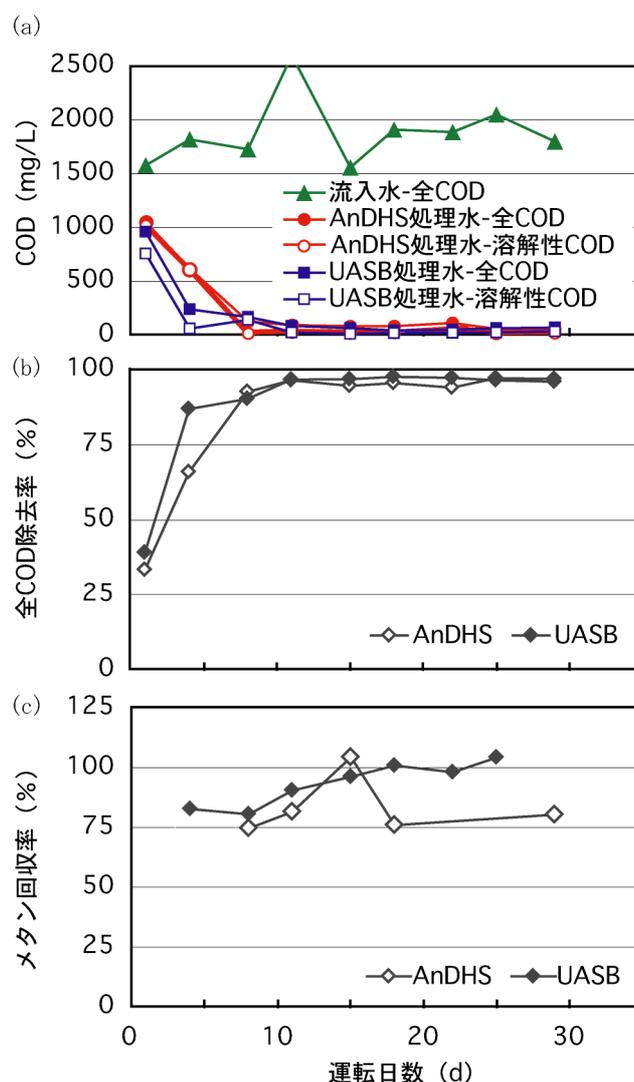


図2 (a) COD (b) 全COD除去率 (c) メタン回収率の経日変化