

ろ床型メタン発酵槽「AnDHS リアクター」による低濃度有機性排水処理

岐阜工業高等専門学校 室田龍一（学） ○角野晴彦（正）
 長岡技術科学大学 速水悠二、大橋晶良（正） 原田秀樹（正）
 国立環境研究所 珠坪一晃（正）

1 はじめに

我々の研究グループでは、新たな未利用有機資源として低濃度有機性排水に注目した。低濃度排水にメタン発酵処理が適用できれば、エネルギー回収に加えて排水処理エネルギーの大幅な削減が実現できる。しかし、低濃度排水に既存のメタン発酵処理法を用いる場合、処理性能発揮の鍵となる高濃度汚泥（グラニュールや生物膜）の保持・形成が困難になる。そこで、新たに散水ろ床型の AnDHS (Anaerobic Down-flow Hanging Sponge) リアクターを提案し、連続排水処理実験によりメタン発酵処理性能を評価した。

2 実験方法

図1にリアクターの概要を示す。ろ材は、三角柱（柱長 20 cm、断面積 4.5 cm^2 、孔径 0.83 mm）のスポンジ 37 本を水平に設置し、カーテン状とした。これを密閉槽内に設置し、槽内を嫌気状態に保った。処理対象の人工排水は、リアクター上部より滴下され、嫌気性微生物が付着したスポンジを通過することで処理される。人工排水は、酢酸、プロピオン酸、スクロース、酵母エキス、無機塩類を含有し、COD 濃度を 400 mg/L に調整した。運転開始前に消化汚泥、36 日目に分散した中温グラニュールを植種した。

室温 20、HRT 2 hr、循環比 0 の条件（運転 355 日以降）で、酢酸、プロピオン酸、スクロースに対する基質消費量の調査を行った。最大基質消費量を求めるため、単一基質を供給し、流入濃度を段階的に上昇させた。

室温 15、HRT 4 hr、循環比 0 の条件（運転 426 日以降）で有機物の基軸方向プロファイル調査を行った。最大基質消費量の調査と同様の単一基質を用い、COD 濃度を 500 mg/L に調整した。図1に示す採水口よりシリンジによって、スポンジ内部の水を採取し分析に供した。

3 実験結果と考察

図2に運転条件と(a)COD、(b)COD 除去率の経日変化を示す。COD 除去率は、室温 20、HRT 4 hr、循環比 2 の条件下で 140 日以降に 70～80% となった。HRT 2 hr に短縮後、循環比 2 と 1 の条件では、剥離汚泥による SS 混入により全 COD 除去率は時折悪化するが、溶解性 COD 除去率は 60～70% 程度で安定した。循環比を 0 にすると、流出 SS が減少するとともに溶解性 COD の除去率も 75～90% に向上した。

HRT 2 hr で室温 15 に変更直後、COD 除去率は著しく低下した。COD 除去率の回復を図り、HRT を 4 hr に

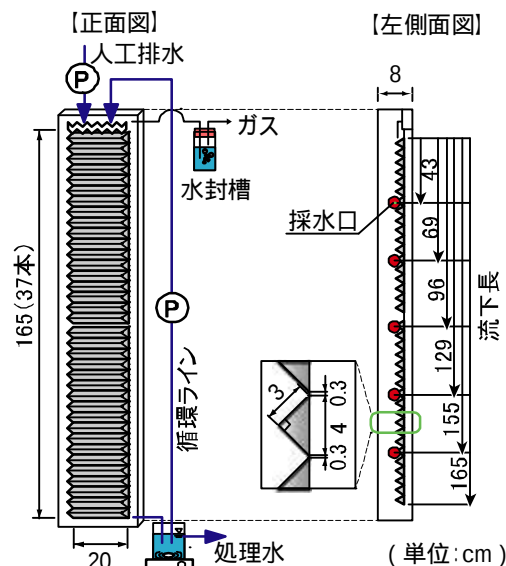


図1 AnDHSリアクターの概要

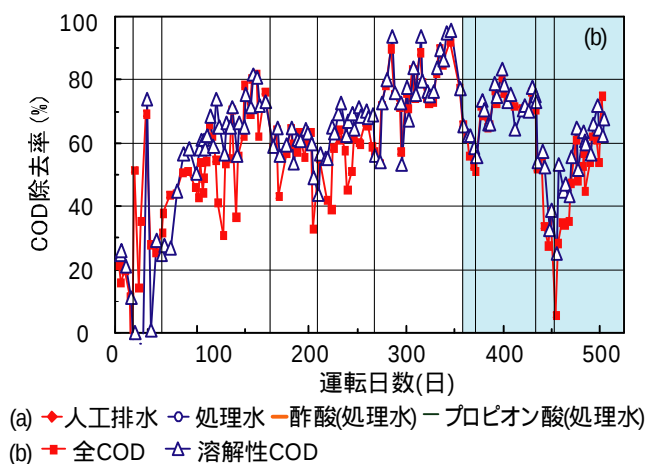
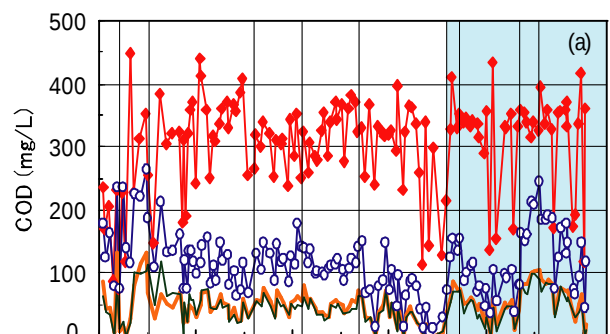
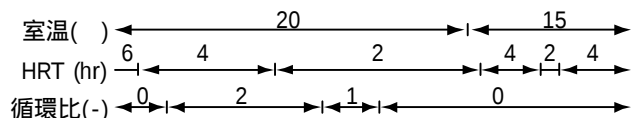


図2 (a) COD、(b) COD除去率の経日変化

キーワード：低温、低濃度有機性排水、新規嫌気性処理、AnDHS

連絡先：〒501-0495 岐阜県本巣市上真桑 2236-2 岐阜工業高等専門学校 TEL：058-320-1408

したところ、COD 除去率は速やかに 75%程度まで回復した。ここで再度 HRT 2 hr に短縮を試みたが、安定した処理性能の確保はできなかった。なお、流出水中の残存有機物は処理状況に関わらず、一貫して酢酸とプロピオン酸が殆どを占めていた。メタン回収率は、循環比を下げると低下する傾向がみられたが、除去溶解性 COD 基準で 60～90%となり（データ不提示）従来法と同レベルであった。また、運転期間中に汚泥流失などに関するトラブルは全くなく、維持管理は従来法より簡単であった。

図3に、室温 20℃、HRT 2 hr の運転条件における各循環比の実流入 COD（循環比よりの計算値）と除去 COD の関係を示す。循環比 2、1 の条件では実流入 COD に依らず、除去 COD は溶解成分で 50、100 mg/L 程度で安定していた。循環比 0 では、実流入 COD がより高濃度になるに従い、除去 COD も増加する傾向であった。ここで、実流入 COD が 300 mg/L 以下のプロットをみると、循環比 0 で 100%に近い COD 除去率が得られている。本リアクターでは、さらに低濃度の有機性排水についても、高い処理性能を発揮できる可能性が示唆された。

図4に最大基質消費量調査の結果を示す。酢酸基質で流入 500 mgCOD/L 以下の場合、流出酢酸は 10 mgCOD/L 以下であった。流入酢酸が 1000 mgCOD/L 以上になると除去 COD は最大値を示し、ほぼ一定となった。この最大値よりリアクター容積当りの活性値を求めると、13.0 kgCOD/m³/day となる。プロピオン酸、スクロース基質も同様に基質濃度 1000 mgCOD/L 以上を供給し活性値を求めると、それぞれ 9.2、10.4 kgCOD/m³/day となった。これらは、通常時（20℃、HRT 2 hr、循環比 0）の容積負荷 4.2 kgCOD/m³/day の 2～3 倍高い値であった。

図5に基軸方向プロファイル調査結果を示す（代表してスクロース基質の結果のみ提示）。COD は、流下長 43 cm で流入濃度の半分以下まで減少した。よって、リアクター上部に高密度、あるいは高い活性を持つ汚泥が保持されていると考えられる。全てのサンプリング箇所において、酢酸、プロピオン酸の目立った増加はみられなかった。スクロースからメタン生成に至るまでを担う嫌気性微生物群が、近い位置にまんべんなく混在していると推測できる。

4 まとめ

(1) AnDHS リアクターによって、低濃度有機性排水(300～400 mgCOD/L)を連続処理した結果、20℃では HRT 2 hr、15℃では HRT 4 hr で、70～80%の高い COD 除去率を達成した。循環比の影響を調査したところ、循環比 0 で最も高い COD 除去率を得た。汚泥によるトラブルが生じず、従来法より簡便な維持管理で高速処理が可能であった。

(2) AnDHS リアクターの基質消費活性値は、連続処理時(20℃、HRT 2 hr、循環比 0)の COD 容積負荷の 2～3 倍であった。COD 除去は、リアクター上部において活発であり、リアクター流下方向全体において VFA の目立った増加は見られなかった。

謝辞 本研究は、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、課題番号 03B68004)の助成金を受けて実施しました。記して関係各位に感謝します。

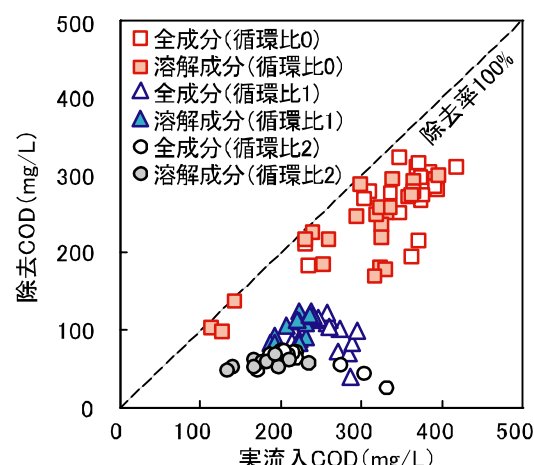


図3 実流入CODと除去CODの関係
(室温20℃、HRT 2 hr、循環比0)

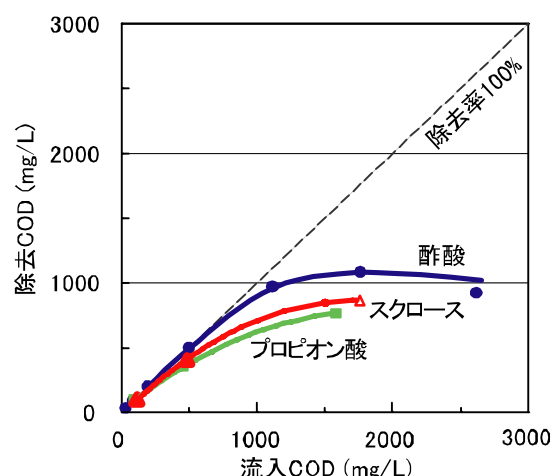


図4 最大基質消費量調査結果
(室温20℃、HRT 2 hr、循環比0)

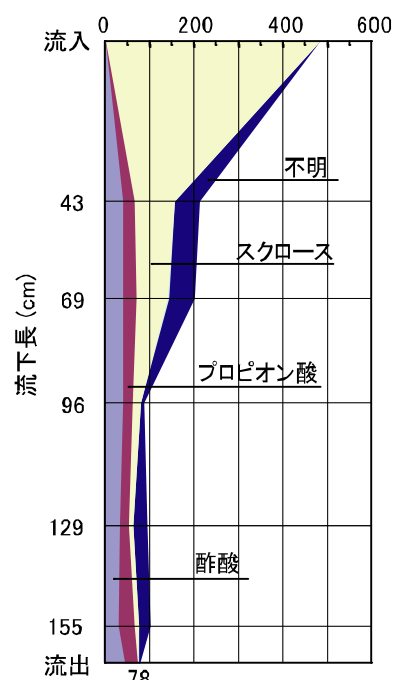


図5 スクロース基質を供給した
基軸方向プロファイル結果
(室温15℃、HRT 4 hr、循環比0)