

嫌気性懸垂型スポンジろ床 (AnDHS リアクター) による低濃度有機性排水の低温条件での連続処理

岐阜工業高等専門学校 ○室田龍一 (学)、大岩勇太 (学)、長野聖司 角野晴彦 (正)

長岡技術科学大学 大橋晶良 (正)、東北大学 原田秀樹 (正)

国立環境研究所 珠坪一晃 (正)

1 はじめに

我々は、日夜排出される莫大な低温・低濃度有機性排水に対して嫌気性処理法の適用を試みている。このような排水に嫌気性処理法が適用できれば、現在用いられている活性汚泥法に比べ、曝気動力や余剰汚泥処理によるコストの大幅な削減に加えて、メタンガスによるエネルギー回収が可能となる。しかし、既存の嫌気性処理法によって低濃度有機性排水を処理した場合、処理を担う高濃度汚泥 (グラニュールや生物膜) の形成・維持が困難であることが知られている。本研究では、この難点をクリアするために嫌気性懸垂型散水ろ床 (AnDHS リアクター: Anaerobic Down-flow Hanging Sponges) を提案した。人工排水を用いた連続処理運転により処理特性を評価した。

2 実験方法

図1にリアクターの概要を示す。ろ材には、三角柱 (柱長 20 cm、断面積 4.5 cm²、孔径 0.83 mm) のスポンジを用いた。スポンジ 37 本を簾状となるように塩化ビニール板に接着した。スポンジの全間隙容積は 3.0 L となった。これを密閉槽内に懸垂配置し、槽内を嫌気状態に保った。排水はリアクター上部より滴下され、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、COD 濃度 400 mg/L とした。酢酸、プロピオン酸、スクロース、酵母エキスを COD 比 4.5 : 2.25 : 2.25 : 1 で組成し、無機塩類を加えた。運転開始前に消化汚泥、36 日目に分散処理した中温グラニュールを植種した。

室温 15℃、HRT 4 hr、循環比 0 の条件 (426 日目) で単一基質を供給し、リアクター基軸方向における COD の変化を調査した。単一基質には COD 濃度 500 mg/L に調整したスクロース基質を用いた。通水から 16 hr 後に各箇所の水をサンプリングし分析に供した。

3 実験結果と考察

図2に COD 除去率、メタン回収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 (140 日目以降) で 80 % 程度まで達した。HRT 2 hr に短縮後、循環比を 2、1、0 と変化させ循環比が処理性能へ及ぼす影響を調査した。その結果、循環比 0 で最も COD 除去率が高くなった¹⁾。以後、循環比 0 として運転した。

359 日目に室温 15℃に変更した。変更直後の HRT 2 hr の条件で COD 除去率は著しく低下した。COD 除去率の回復を図り HRT 4 hr に変更したところ、COD 除去率は速やかに 70～80 % まで回復し安定した。ここで再度 HRT 2 hr への短縮を試みたが、COD 除去率は著しく低下し、良好な処理性能は確保できなかった。再び HRT 4 hr に変更し処理を安定させた。

582 日目に室温 10℃、HRT 10 hr に変更した。変更直後より COD 除去率は 80～90 % で安定した。HRT 10 hr は、室

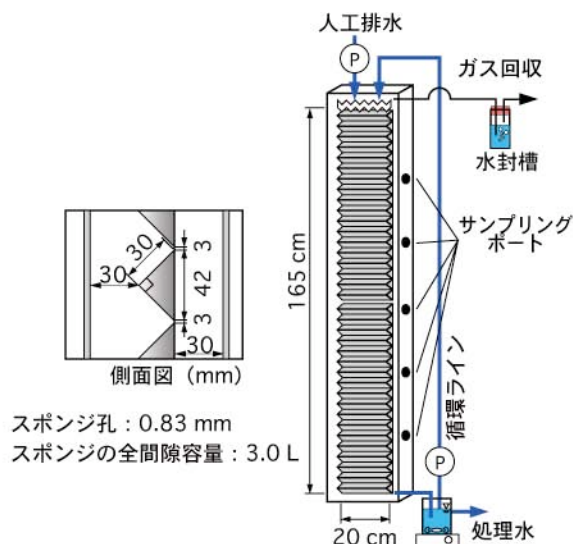


図1 実験装置の概要

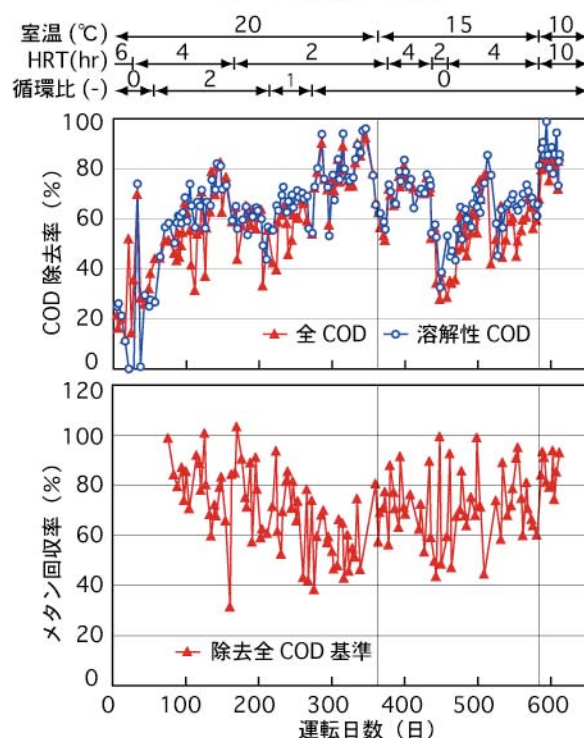


図2 COD 除去率、メタン回収率の経日変化

温 10℃において良好な処理を得るために十分な時間であったと言える。表 1 に室温 10℃、HRT 10 hr、循環比 0 における処理特性をまとめた。全 COD、溶解性 COD は、それぞれ平均 80、47 mg/L の良好な処理水が得られ、除去率はそれぞれ平均 79、89 % を達成した。また、処理水中の酢酸、プロピオン酸の COD 濃度はどちらも 20 mg/L 以下であった。

AnDHS リアクターは 20～10℃の低温下での運転にも関わらず、メタン回収率は 50～90 % であり、本リアクターのような懸垂型散水ろ床においてもメタン発酵処理が可能であった。また、全実験期間を通じて汚泥に関するトラブル（汚泥流失など）は全く見られなかった。以上の結果から、より簡便な維持管理で既存法と同レベルのメタン発酵処理が可能であることがわかった。

図 3 に室温 15℃、HRT 4 hr、循環比 0 (426 日目) の条件で COD 濃度 500 mg/L のスクロースを供給した場合の基軸方向における COD の変化を示す。COD は、流下長 30 cm で流入濃度の半分程度まで減少した。また、どの位置においても酢酸、プロピオン酸が目立った蓄積増加は見られなかった。これより、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基軸方向で分散することなく、近い位置にまんべんなく混在していると推測できる。

図 4 に 618 日目に測定した基軸方向での汚泥濃度の分布状況を示す。汚泥濃度の分布は、ほぼ均一で平均 18.7 gVSS/L-sponge と高濃度であった。AnDHS リアクターは、低濃度有機性排水を低温条件で処理したにも関わらず、分散した種汚泥より生物膜を形成し、高濃度な汚泥保持を実現した。

まとめ

(1) AnDHS リアクターによって低濃度有機性排水（人工排水）を連続処理した結果、室温 20～15℃、HRT 2～4 hr で COD 除去率は 70～80 % であった。室温 10℃の低温下においても、HRT 10 hr で全 COD、溶解性 COD 除去率はそれぞれ 79、86 % と高い有機物除去が安定して得られた。全実験期間を通して汚泥に関するトラブルは皆無であり、従来法と同レベルのメタン発酵処理をより簡便な維持管理により実現した。

(2) スクロース基質によるリアクター基軸方向の COD の変化より、リアクター上部で流入 COD の半分程度が除去されていた。汚泥濃度は平均 18.7 gVSS/L-sponge であり、高濃度汚泥の形成・維持が可能であった。

参考文献

1) 角野晴彦、室田龍一、大橋晶良、原田秀樹、珠坪一晃：嫌気性懸垂型スポンジろ床（AnDHS リアクター）による低濃度有機性排水のメタン発酵処理、環境工学研究論文集、Vol.43、pp.23-29、2006

謝 辞 本研究は、(独) 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：03B68004c)、(独) 国土技術研究センター、笹川科学研究助成の助成を受けて実施致しました。記して関係者各位に感謝します。

表 1 室温 10℃、HRT 10 hr、循環比 0 における処理特性 (582 日目～)

	人工排水	処理水
全 COD (mg/L)	383 (57)	80 (28)
固形性 COD (mg/L)	80 (43)	26 (27)
溶解性 COD (mg/L)	303 (84)	47 (30)
酢酸 (mg/L)※	117 (38)	19 (15)
プロピオン酸 (mg/L)※	98 (28)	15 (11)
全 COD 除去率 (%)		79 (5)
溶解性 COD 除去率 (%)		86 (7)
除去全 COD 基準 メタン回収率 (%)		86 (7)

※COD 換算、() : 標準偏差

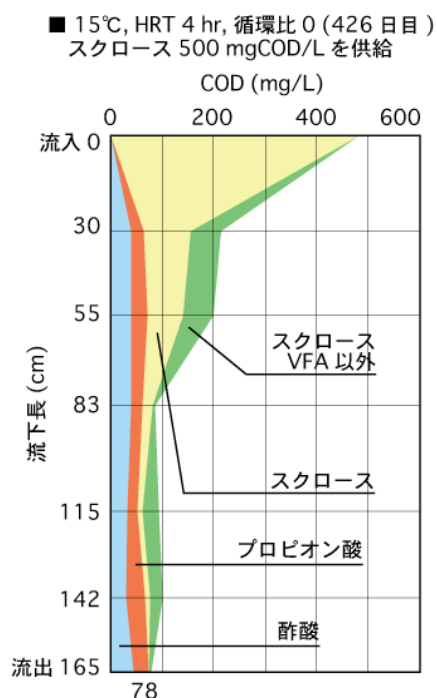


図 3 スクロース基質を供給した場合の基軸方向における COD の変化

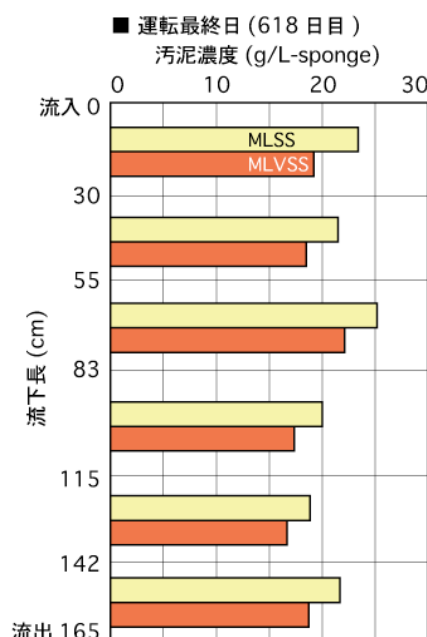


図 4 基軸方向での汚泥濃度の分布状況 (618 日目)