

嫌気性反応器とスポンジリアクターを組み合わせたシステムによる低温廃水処理

呉高専 学 ○文後佳久 正 山口隆司 正 市坪 誠
高知高専 正 山崎慎一 長岡高専 正 荒木信夫
長岡技科大 正 原田秀樹 三機工業(株) 正 長野晃弘

1. はじめに

嫌気性生物排水処理は、活性汚泥法と比較して、余剰汚泥の排出が少なく、低コストでの運転、処理面積の縮小、維持管理が容易という優れた特徴がある。しかし、嫌気性生物処理法を数百mgCOD/Lの都市下水や1000 mgCOD/L未満の低濃度有機性排水処理に適用した知見は少ない。特に、低温条件下におけるこれら低濃度排水処理に関する報告は少ない状況にある。そこで、本研究では上向流嫌気性スラッジブランケット（UASB）反応器とスポンジリアクターを組み合わせた室内実験装置を用いて、低温排水の連続処理実験を行い、運転特性および微生物代謝活性を評価した。

2. 実験方法

2.1 実験条件

図-1は、本実験に用いた反応器の概要である。前段のUASB反応器は総容積10 L（有効容積7 L、気固液分離装置3 L）とした。後段の散水ろ床はカラム総容積を26 Lとし、槽内にはスポンジ担体を充填した（充填率50%）。汚泥沈殿槽の上澄み液を循環比2でUASB反応器に返送して運転を行った。

基質は、SS成分を除去した低濃度排水を想定し、CODcr 550 mg/L、 $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ 50 mg/L、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 10 mg/L、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 20mg/Lとした。また、緩衝剤として NaHCO_3 1000 mg/Lと微量無機塩類を添加した。UASB植種汚泥には、食品工場排水で培養されていたグラニュール汚泥（約21g-VSS/L）を常温で2年間密閉保存していたものを用いた。

分析は、基質、UASB流出水、散水ろ床流出水、反応器処理水のBOD、COD、硫化物及び SO_4^{2-} 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ について行った。 SO_4^{2-} 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ の分析にはイオンクロマトグラフィーを使用した。

2.2 活性試験

UASB反応器保持汚泥についてメタン生成活性と硫酸塩還元活性を行った。いずれもCOD換算で表し、gCOD/gVSS/dで評価した。基質として H_2/CO_2 もしくは酢酸を用いて、35℃のシェイカー内で試験を行った。スポンジリアクター保持汚泥につい

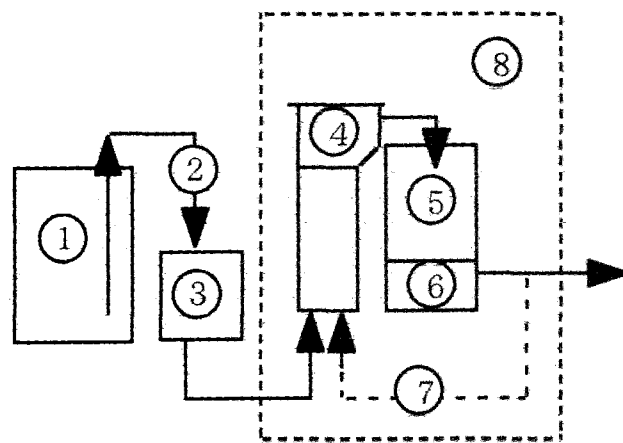


図-1 処理システムの概要

1. 基質タンク 2. 基質ポンプ 3. 冷却機
4. UASB 反応器 5. 散水ろ床 6. 汚泥沈殿槽
7. 循環ポンプ 8. 冷蔵庫

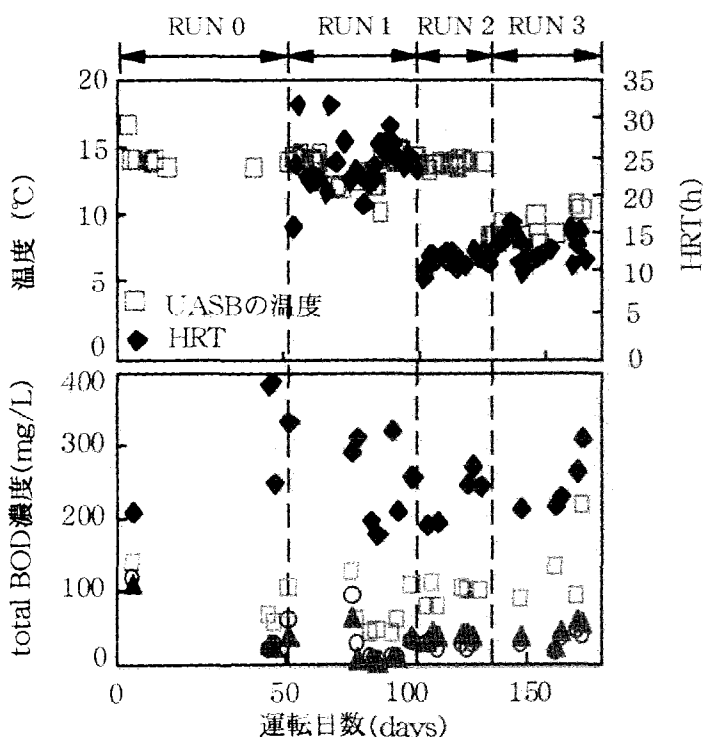


図-2 UASBの温度とHRT及びtotal BODの経日変化
◆ 基質 □ UASB ▲ ろ床 ○ 処理水

てチオ硫酸酸化活性を評価した。27.5℃の条件下で試験を行い、gS/gVSS/dで評価した。

3. 実験結果および考察

図-2に水理学的滞留時間HRT、UASB槽内温度及び基質、UASB流出水、散水ろ床流出水、反応器処理水のtotal BODの経日変化を示す。total BODはRUN1では反応器処理水10mg/L以下と良好な処理水であったのに対して、HRTの短縮、温度の低下とともに反応器処理水30mg/L程度と高くなったが、除去率は90%程度を維持する事ができた。

図-3にRUN3における硫黄のバランスを示す。流入した硫酸塩はUASB反応器流出部で硫化物、チオ硫酸の生成が確認され、散水ろ床では再び硫酸イオンの生成が確認された。このことから、硫黄細菌が有機物除去に関与している事が分かった。

図-4に硫酸塩還元菌とメタン生成細菌の活性を示す。酢酸と水素の両基質について硫酸塩還元菌が増殖していることが分かる。一方、水素資化性のメタン生成細菌の活性はゼロであった。酢酸資化性メタン生成細菌の活性は硫酸塩還元細菌と比較して2倍程度高いレベルであった。

図-5に硫黄代謝活性を示す。前段UASB反応槽内に硫酸塩還元菌が増殖し、後段スポンジリアクター内で硫黄(チオ硫酸)の酸化細菌が増殖していることが分かる。単位VSSあたりの活性は、硫酸塩還元よりチオ硫酸酸化の方がワンオーダー以上高い結果となった。

4. まとめ

- 1) UASB反応器とスポンジリアクターを組み合わせた排水処理システムを用いて、余剰汚泥を一度も引き抜かず連続運転を6ヶ月間行ったその結果、HRT24h、水温14℃の条件下で、流入total BOD 250mg/Lを10mg/L以下にまで処理できた。また、HRT12h、水温8℃の条件下では、流入total BOD 250mg/Lを30mg/L未満で処理できた。反応器全体の除去率は90%程度と高い処理能力を示した。
- 2) 硫酸イオンの増減から、低温廃水に硫黄細菌が有機物の分解に寄与している事が分かった。

【謝辞】 本研究は科学研究費補助金を受けて実施しました(課題番号13555152、研究代表者山口隆司)。また、呉市には研究の場を提供して頂きました。記して関係各位に深謝致します。

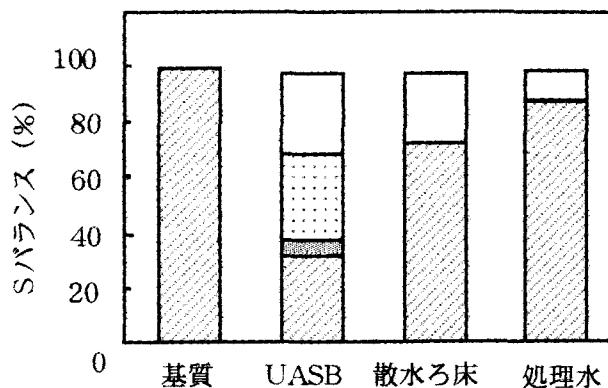


図-3 RUN3における硫黄のバランス

■ SO₄²⁻ ■ S₂O₃²⁻ □ 硫化物 □ unknown

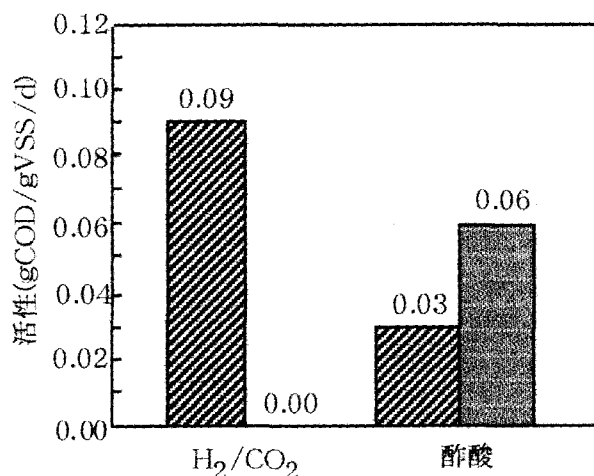


図-4 運転170日目におけるUASB保持汚泥の代謝活性

■ 硫酸塩還元活性 ■ メタン生成活性

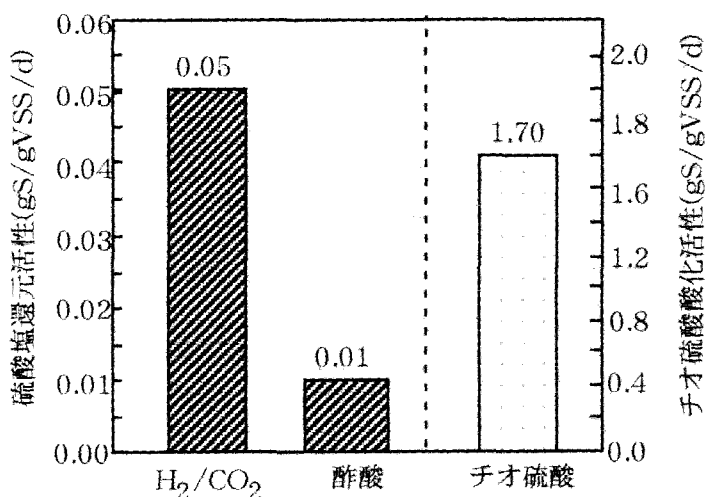


図-5 運転170日目における保持汚泥の硫黄代謝活性

■ 硫酸塩還元活性 □ チオ硫酸酸化活性