

硫黄サイクル微生物を利用した低温環境での有機性廃水処理

呉工業高等専門学校/広島県産業科学技術研究所○文後佳久 山口隆司
 広島県産業科学技術研究所 高橋優信
 岐阜工業高等専門学校 角野晴彦
 三機工業（株） 長野晃弘
 高知工業高等専門学校 山崎慎一
 長岡工業高等専門学校 荒木信夫

1. はじめに

近年、UASB法を低温廃水処理に適応させる研究が進められている。しかしながら、低温環境下において嫌気性処理を行った場合、メタン菌の活性が低下し、その結果最終処理水質が悪化するという問題を生じる。そこで本研究では、この問題を解決するため、メタン菌に代わる微生物として嫌気性反応槽内に存在する硫黄細菌に注目し、低温環境下での硫黄細菌の有機物分解特性、および排水処理への適用可能性について検討を行った。実験では、UASB型反応器とスポンジ散水ろ床反応器を組み合わせたシステムを用いた低温廃水の連続処理実験および反応器保持微生物生態評価を行った。

2. 実験方法

2.1 反応器と運転方法

図-1は、本実験に用いた実験装置の概要を示す。反応器は、前段UASBと、後段スポンジ型から成る。前段UASB反応器は、有効容積7L(GSS 3L)であり、植種汚泥には食品工場で培養されていた中温グラニューール汚泥（約210g-VSS/L）を用いた。後段スポンジ反応器は、カラム容積を26Lとし、スポンジ担体を充填率50%で充填した。運転では最終処理水の一部を、流入基質流量に対して循環比2でUASB反応器に返送した。供給基質には、プロピレングリコールを主要炭素源とする人工廃水を用いた（COD 550mg/L、硫酸塩 50mgS/L、リン 10mgP/L、アンモニア 20mgN/L）。また、緩衝剤としてNaHCO₃ 1000mg/Lと微量無機塩類を添加した。反応器は、室温4℃の冷蔵庫内に設置し運転した。

2.2 活性試験

前段UASB保持汚泥を供試汚泥として、メタン生成活性および硫酸塩還元活性を評価した。いずれもCOD換算として、gCOD/gVSS/d 単価で求めた。電子供与体には、酢酸（回分初期濃度、2000 mgCODcr/L）、H₂/CO₂（80%/20%、回分初期140kPa）を用いた。

3. 実験結果及び考察

3.1 連続処理特性

図-2は、反応器連続運転の処理特性を示す。反応器の運転条件は、UASB温度と硫酸塩濃度の違いから、RUN1～RUN5に分けられる。

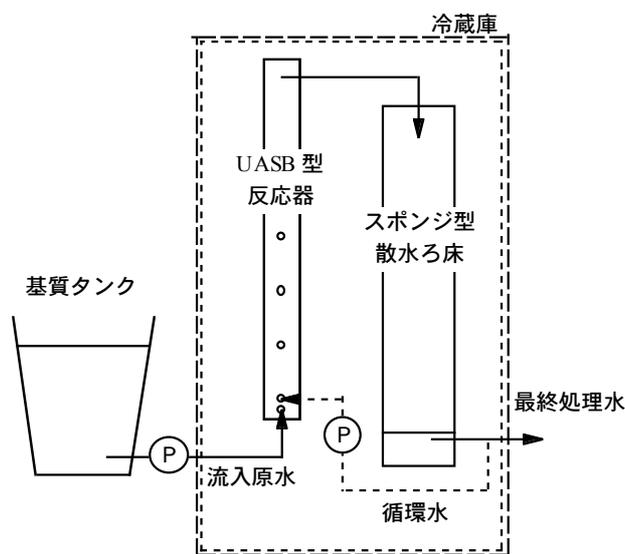


図-1 実験装置の概要図

キーワード：低温排水、嫌気性処理、UASB、硫酸塩還元、硫黄酸化

連絡先：〒737-8506 広島県呉市阿賀南2丁目2番11号 呉工業高等専門学校 環境都市工学科
 山口隆司 TEL0823-73-8951

RUN1の運転条件は、UASB温度14℃、硫酸塩濃度50mgS/L、HRT52hr（運転106日目より、HRT24hr）とした。スポンジ担体への植種は行わなかったが、運転50日目に、全COD除去率80%以上と高い除去率を得た。

RUN 2の運転条件は、UASB 温度 8℃、硫酸塩濃度 50mgS/L、HRT24hr（運転 176～226 日目は HRT14hr）とした。硫酸塩の還元率が平均で 79%から 64%に低減したが、最終処理水においての水質の悪化はなかった。運転 176 日目に HRT を 26hr から 14hr に短縮を行ったところ、硫酸塩の利用率が 64%から 29%と急激に低下した。それに対応して、最終処理水の全 COD 濃度は 112mg/L から 210mg/L へと悪化した。そのため、運転 227 日目に HRT 短縮前の 26hr とし、プロセスの回復を図った。それにより、最終処理水は一時的に回復したものの、徐々に悪化した。

RUN3運転条件は、UASB温度8℃、硫酸塩濃度90mgS/L、HRT24hrとした。RUN3では、最終処理水質は大幅に改善された。最終処理水は全BOD濃度、全COD濃度がそれぞれ、14mg/L、29mg/Lであり、良好な処理水を得ることができた。特に、硫酸塩添加直後は80%以上と高い除去能力を示した。プロピレングリコールはUASBで完全に処理が行われた。この結果から、硫黄サイクルを利用した本システムが低温废水处理に適用可能であることが分かった。

RUN4では、UASBでの有機物分解を停止させる目的で硫酸塩を無添加とし、UASB温度8℃、HRT24hrとした。硫酸塩が飢餓状態になったため、硫化物は生成されなかった。

RUN 5運転条件は、RUN3と同一条件でUASB温度8℃、硫酸塩濃度90mgS/L、HRT24hrとした。硫酸塩再添加直後より、硫黄の酸化還元が進行したが、UASBにおける硫化物の生成は30%低下し、全COD除去率もRUN3の63%から24%に低下した。システム全体として、全COD除去率94%を維持した。また、硝化反応が継続してみられた。

図-3は、運転505日目のUASB保持汚泥の活性を示す。酢酸基質では、メタン生成が硫酸塩還元と比較して、3倍の活性を維持していた。また、水素基質では、メタン生成が硫酸塩還元と比較して、1.4倍の活性を維持していることが分かった。

4. まとめ

- 1) UASB温度 $9.8 \pm 3.2^\circ\text{C}$ 、HRT $24.7 \pm 3.6\text{hr}$ 、硫酸塩濃度 110mgS/L 、流入全COD $430 \pm 71\text{mg/L}$ の運転条件で、最終処理水全COD $28.2 \pm 11.5\text{mg/L}$ （全BOD $14.5 \pm 4.1\text{mg/L}$ ）を得た。
- 2) UASB流出部において、チオ硫酸、硫化物が生成されており、スポンジ散水ろ床流出部において再び硫酸塩の生成が確認できた。このことから、硫黄サイクルによる有機物分解が行われていることが分かった。

【謝辞】本研究は、科学研究費補助金（課題番号13555152、研究代表者山口隆司）と広島県産業科学技術研究所から助成を受けて実施しました。ここに記して深謝致します。

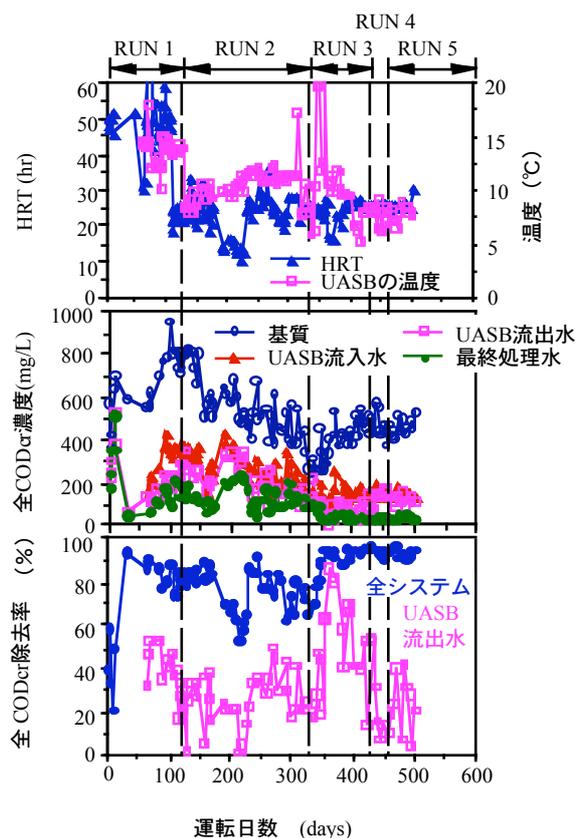


図-2 低温反応器の運転特性

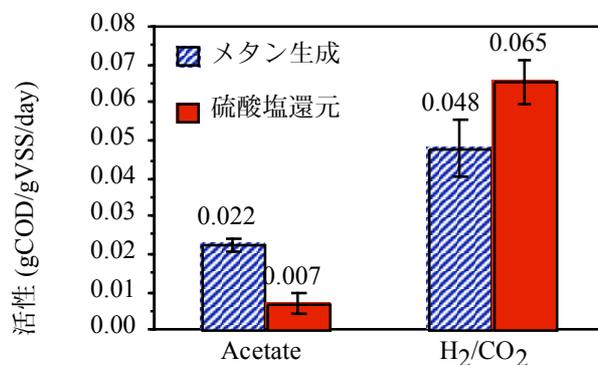


図-3 UASB 保持汚泥のメタン生成活性および硫酸塩還元活性
（運転 505 日目。活性は 35℃で評価）