

硫酸化還元反応による低温排水処理に関する研究-その2-

広島大学	○文後佳久
呉工業高等専門学校	山口隆司
三機工業（株）	長野晃弘
広島県産業技術科学研究所	高橋優信
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

嫌気性処理法は、好気性処理法と比較して、余剰汚泥の排出が少ない、エアレーションによるエネルギーが不要、建設費・維持費が安いなどの長所を有している。そのため、主として中温排水の処理に用いられてきた。しかしながら、10℃以下の低温排水では、処理の主体となるメタン菌の活性が低下し、処理水質が悪化するという問題点がある。そこで、本研究ではメタン菌以外の微生物、特に硫酸塩還元菌に注目し、低温環境下での硫酸塩還元菌による有機物分解能の評価をおこない、硫酸塩還元菌の低温排水への適用可能性を検討した。また、UASB 型反応器とスポンジ型散水ろ床を組み合わせた実験装置を用いて、低温人工排水の連続処理実験を行った。その結果、UASB 型反応器とスポンジ型散水ろ床を組み合わせた本システムは、有機性の低温排水に対して、優れた有機物除去特性を示した。

2. 実験方法

2.1 実験装置

図-1 にリアクターの概要を示す。実験装置は、前段 UASB 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 DHS(Downflow hanging sponge)はカラム総容積 26 L とし、槽内にはスポンジ担体を充填させた(充填率 50%)。また最終処理水の一部を循環比(=返送流量/基質流量) 1~2 で前段 UASB に返送して運転した。

人工基質は、低温低濃度排水 (CODで1000 mg/L以下) を想定しており、炭素源としてプロピレングリコールを用いた。基質の濃度は、 COD_{c} 400~800 mg/L, $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ 50~90mg/L, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 10mg/L, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 20mg/Lに調整を行った。運転505日目には、炭素源をプロピレングリコールから融雪剤に変更した。HRTを4.5~48hr, UASB温度を8~14℃として運転を行った。

2.2 バイアル活性試験

汚泥は、UASB 型反応器の下部より高さ 20 cm の地点より採取した。硫酸塩添加の効果を測定するために、初期硫酸塩濃度を 0~1600mgS/L とし、硫酸塩還元活性を評価した。また、試験基質には、酢酸、 H_2/CO_2 、酪酸、プロピオン酸、乳酸を用いて、実験温度 5℃でおこない、低温排水への硫酸

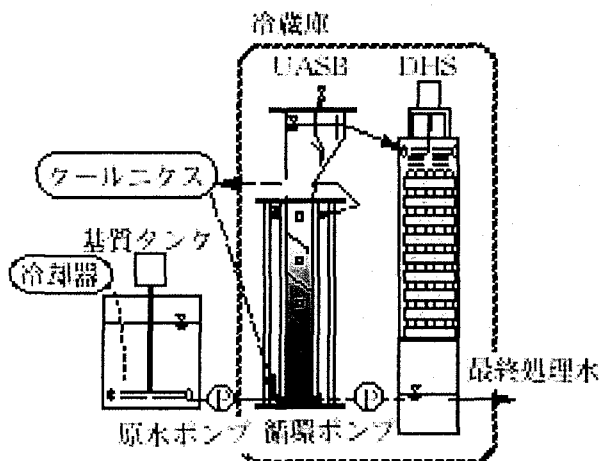


図-1 リアクターの概要

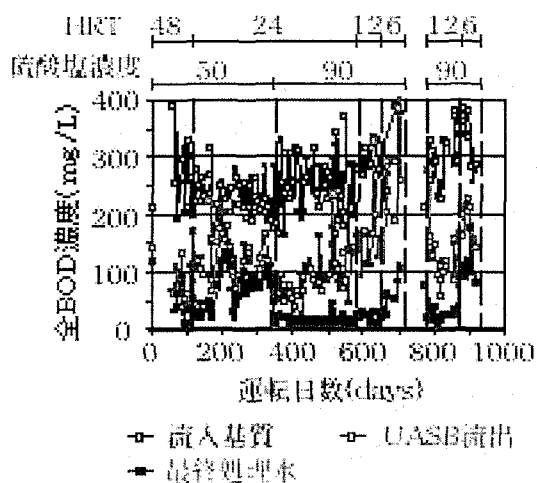


図-2 全BODの経日変化

塩還元菌の適用可能性を評価した。

3. 実験結果

図-2、図-3、図-4 に、UASB 型反応器とスポンジ型散水ろ床を組み合わせた実験装置による連続処理実験の結果を示す。運転条件の違いにより RUN を 12 に分けた。バーは、期間中の標準偏差を表している。循環比、炭素源、HRT、UASB 温度、硫酸塩濃度を変えて実験を行ったが、とくに違いが表れたのは、硫酸塩濃度と HRT であった。硫酸塩濃度が、50mgS/L では、HRT14hr で最終処理水が急激に悪化したのに対して、硫酸塩濃度 90mgS/L では、HRT12hr のときに、全 BOD 濃度 20 ± 10 mg/L と良好な有機物分解を行うことができた。また、HRT4.5hr でも、全 BOD 除去率 80%程度を達成した。このことから、本システムが低温排水に対して、有効であることが示された。

図-5 に、回分試験初期の硫酸塩濃度と硫酸塩還元活性の関係を、テスト基質酢酸及び水素について評価した結果を示す。硫酸塩濃度の上昇に対応して活性が上昇した。基質親和定数は、水素基質、酢酸基質で、それぞれ 100, 350 mgS/L であった。

図-6 に、実験温度 5℃での各基質の硫酸塩還元を示す。実験温度 5℃と低温環境にも関わらず、各基質とも硫酸塩還元が行われていた。とくに、酢酸基質とプロピオン酸基質は、硫酸塩還元がよく行われており、投入した硫酸塩の 80~90%が利用されていた。このことから、供給基質の中間代謝物である酢酸、 H_2/CO_2 、酪酸、プロピオン酸、乳酸の分解に対して、硫酸塩還元菌が寄与していたことが示された。

4. まとめ

前段 UASB 型反応器と後段スポンジ型散水ろ床を組み合わせたシステムを用いて、低温排水の連続処理実験を行った結果以下の知見を得た。

- 1) UASB 槽内温度 $10 \pm 1^\circ\text{C}$ 、HRT 12 ± 1 hr、全 BOD 濃度 290mg/L、硫酸塩濃度 88 ± 8 mgS/L の条件下で最終処理水は、全 BOD 濃度 20 ± 10 mg/L、溶解性 BOD 濃度 12 ± 8 mg/L まで処理できた。
- 2) バイアル回分試験により、実験温度 5℃の低温条件で活性を評価した。その結果、硫酸塩還元菌は、酢酸、 H_2/CO_2 、酪酸、プロピオン酸、乳酸基質に対して有機物分解能を維持していた。このことから、硫酸塩還元菌が低温排水の有機物分解に寄与することが示された。

【謝辞】

本研究は、科学研究費補助金（課題番号 16360269、研究代表者山口隆司）と広島県産業科学技術研究所の支援を受けて実施しました。ここに記して深謝致します。

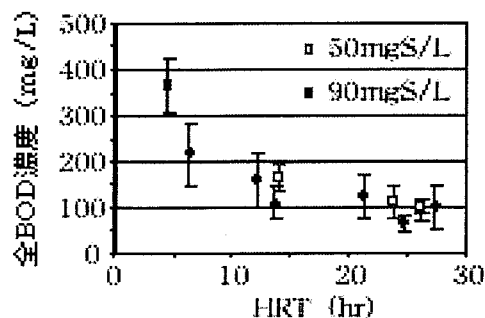


図-3 HRTと全BOD濃度の関係 (UASB流出)

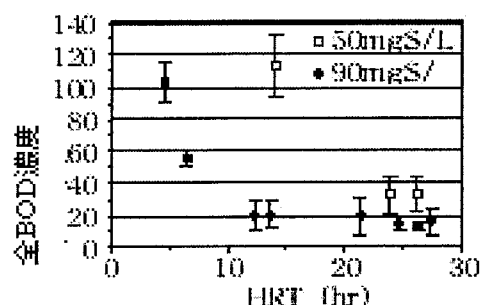


図-4 HRTと全BOD濃度の関係 (最終処理水)

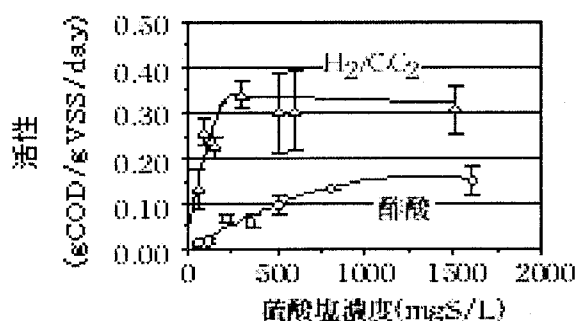


図-5 硫酸塩増加の効果(運転 819日目)

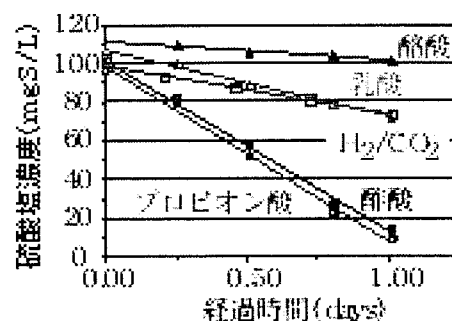


図-6 各基質に対する硫酸塩還元 (5℃)