

低温・低有機性排水を処理する UASB リアクター内の硫黄・炭素動態

長岡技術科学大学 学生会員 ○野間 拓也 正会員 幡本 将史 渡利 高大 山口 隆司
 長岡工業高等専門学校 正会員 荒木 信夫
 阿南工業高等専門学校 正会員 川上 周司
 和歌山工業高等専門学校 非会員 青木 仁孝

1. 目的

嫌気性排水処理技術の一つである Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) リアクターには、曝気が必要ないため低コスト、及び維持管理が容易などの利点が存在する。また、本リアクターでは、中・高濃度の有機性排水の処理に適しており、更に運転温度を中・高温に維持されることが多い^{1,2)}。一方、温帯地域にこの技術を適用する場合、冬季に気温が低下し、メタン生成古細菌の有機物分解能が低下するという課題がある。そこで本研究グループでは、低温環境下で有機物分解能の維持が可能な硫酸還元細菌³⁾に着目し、硫黄サイクルを活用した新規の低温下水の嫌気性処理や生物学的脱硫法の開発を最終目標とした研究を行っている。また、通常排出される都市下水は低有機性である⁴⁾が、我々の知る限り、低温・低濃度有機性排水の処理が行われた際の UASB リアクター内の硫黄・炭素の動態に関する知見は少ない状況である。そこで、本発表では、低温・低有機性排水を処理する UASB リアクター内の硫黄・炭素動態を調査した結果について報告する。

2. 実験方法

本実験では、有機酸の一種であるギ酸塩を炭素源に選択した。本実験で使用した UASB リアクターを図 1 に示す (総容積: 13.5 L, 汚泥床容積: 11.8 L)。リアクターに供給する模擬排水 (pH: 6.80) には、(1) ギ酸ナトリウム+リン酸, (2) 硫酸ナトリウム+栄養塩を使用した。模擬排水は、濃縮液ストックを作成後、流入地点において COD 濃度を 300 mg/L, 硫酸塩濃度を 1.50 mM となるように UASB リアクターの下部から希釈して供給した。また、リアクターの保持汚泥には、過去に糖蜜や乳酸塩、ギ酸塩の処理履歴があるグラニュー汚泥を使用した。リアクターは、17℃, 暗所、水理学的滞留時間を 8 時間として運転を行った。pH, 水温, ORP の測定には、pH/ORP メータ (TPX-999Si, 東興化学研究所) を用いた。硫酸塩、有機酸 (ギ酸塩, 酢酸塩) はキャピラリー電気泳動 (Agilent7100, Agilent technology) を用いて測定した。溶存硫化物濃度は、下水試験方法に記載されているヨウ素滴定法に準じて測定した。COD 濃度の測定は、HACH 社の Method 8000 に基づいて行った。溶存メタン、溶存無機炭素 (Inorganic Carbon: IC) 濃度は、ガスクロマトグラフィー (GC-8A, 島津製作所) および全有機体炭素計 (TOC-V, 島津製作所) を用いて測定した。

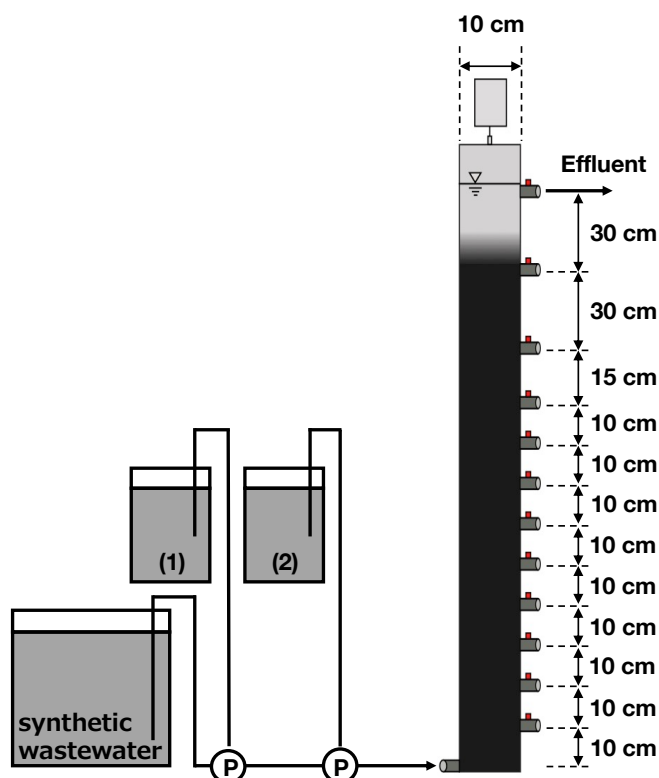


図1 本実験で使用した UASB リアクター

キーワード 嫌気性処理, 低温・低有機性排水, UASB リアクター, 硫酸還元反応

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL 0258-46-6000

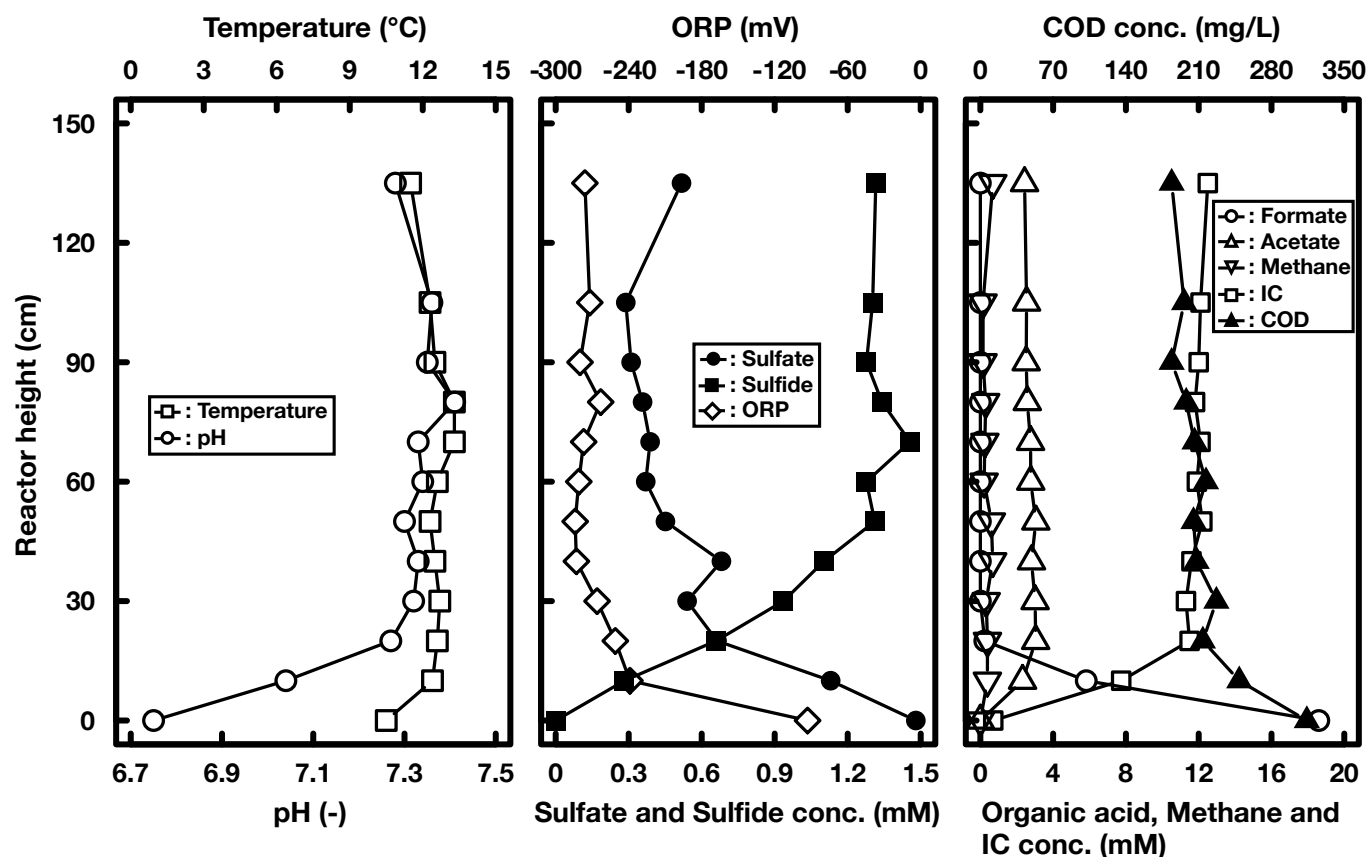
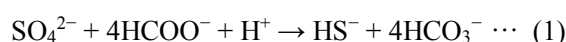


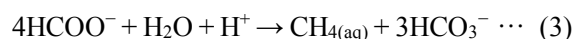
図2 UASB リアクター内のプロファイル結果 (硫酸塩、有機酸については、N=3)。

3. 結果と考察

リアクター運転開始 44 日目におけるプロファイル結果を図 2 に示す。COD 除去率 (流入水及びリアクター高さ 135 cm の COD 濃度から計算) は、44.6%であった。水温、pH、ORP は、それぞれ、10.4～12.7°C、6.75～7.41、-284～-93 mV の範囲に維持されていた。また、培地の流入直後から、UASB リアクターの高さ方向に従い、溶存硫化物濃度が増加した。このことから、UASB リアクター内の硫酸還元細菌が、ギ酸塩を使用して硫酸還元反応を行ったことが示唆された (式 1)。



ギ酸塩濃度は、リアクターの高さ 10～20 cm において 5.8～0.24 mM となり、その後は検出限界以下 (≤ 0.01 mM) となった。また、ギ酸塩が減少する過程で IC 濃度は増加した。IC 濃度の増加と共に酢酸塩、及びメタンが生成していることを考えると、ギ酸塩の分解は、前述の反応以外に、(式 2) と (式 3) で示される酢酸生成細菌及びメタン生成古細菌による反応によって行われている可能性が示された。



以上の結果から、ギ酸塩を低 COD 濃度で添加した低温模擬排水を UASB リアクターに供給した場合、COD が除去される過程で、酢酸塩、IC、メタンなどの中間代謝物が生成することが示唆された。

参考文献

- 1) Krishnan *et al.*, (2016) *Int. J. Hydrog. Energy* 41(30): 12888-12898
- 2) Show *et al.*, (2020) *Bioresour. Technol.* 300: 122751
- 3) Hao *et al.*, (2014) *Water Res.* 65: 1-21
- 4) Rizvi *et al.*, (2018) *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 15(14): 1745-1756