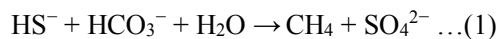


嫌気性硫黄酸化反応発生時における UASB リアクター内の有機酸濃度の動態

長岡技科大 ○ (学) 野間拓也 (正) 幡本将史 (正) 渡利高大 (非) 牧慎也 (正) 山口隆司
阿南高専 (正) 川上周司
長岡高専 (正) 荒木信夫
和歌山高専 (非) 青木仁孝

1. はじめに

低濃度有機性排水を処理する Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) リアクター内において、流入下水中の硫酸塩がリアクター下部で還元され、その後、嫌気条件下で溶存硫化物が硫酸塩にまで酸化される現象 (嫌気性硫黄酸化反応) が確認された¹⁾。本反応は、酸素、硝酸、亜硝酸などの電子受容体や光の存在しない環境で発生することが確認されている¹⁾。さらに、16S rRNA 遺伝子に基づく微生物群集構造解析により、反応発生時の UASB リアクターの保持汚泥から、硫酸還元細菌およびメタン生成古細菌が検出された¹⁾。また、嫌気性硫黄酸化反応が起こる UASB リアクター内では溶存硫化物の再酸化とともにメタン (CH₄) 濃度が増加し、無機溶存炭素 (Inorganic Carbon: IC) 濃度が減少している。本反応の電子受容体を炭酸塩 (HCO₃⁻) とすると、net の反応式は (式 1) のようになると考えられる。



現在、我々は糖蜜、および硫酸塩を基質として、UASB リアクターの運転を行っている。糖蜜は、低コストであり、費用対効果の高い電子供与体の一つであることが知られている²⁾。嫌気性硫黄酸化反応における糖蜜は、まず、*Lactobacilli* などの乳酸菌によって発酵される²⁾。次に、生成した有機酸 (酢酸塩、乳酸塩、ギ酸塩およびプロピオン酸塩) を、硫酸還元細菌が電子供与体および炭素源として利用する。その後、発生した溶存硫化物により、式 (1) に従って嫌気性硫黄酸化反応が進行すると考えている。しかし、UASB リアクター内における反応発生時の有機酸濃度の動態は、これまでのところ明らかにできていない状況であった。そこで本発表では、UASB リアクター内部における嫌気性硫黄酸化反応発生時の

有機酸濃度の動態について報告する。

2. 実験方法

2.1 UASB リアクター

本実験で使用した UASB リアクター (容積: 14.1 L) を図 1 に示す。UASB リアクターの保持汚泥には、嫌気性硫黄酸化反応発生が確認されたグラニュール汚泥を使用した。模擬糖蜜廃水は、1.5 mM 硫酸ナトリウム、および糖蜜を 200 mg-Chemical Oxygen Demand (COD)/L となるように添加し、pH を 7.0 に調節し UASB リアクター下部から供給した。UASB リアクターは、暗所の 17°C の恒温室内に設置し、水理的滞留時間 (Hydraulic Retention Time: HRT) を 8 時間に設定して運転した。

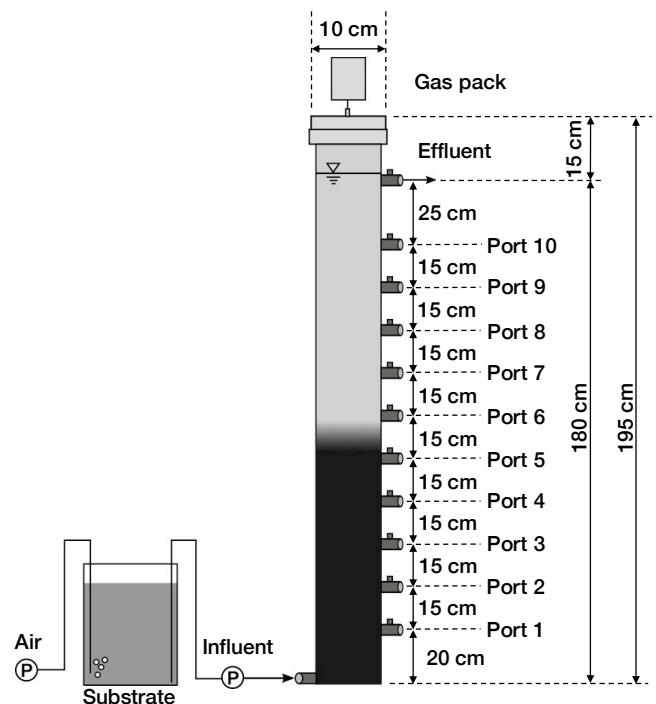


図 1 本実験で使用した UASB リアクター

2.2 分析手法

有機酸 (酢酸塩、乳酸塩、ギ酸塩およびプロピオン酸塩)、および硫酸塩濃度の測定は、キャピラリー

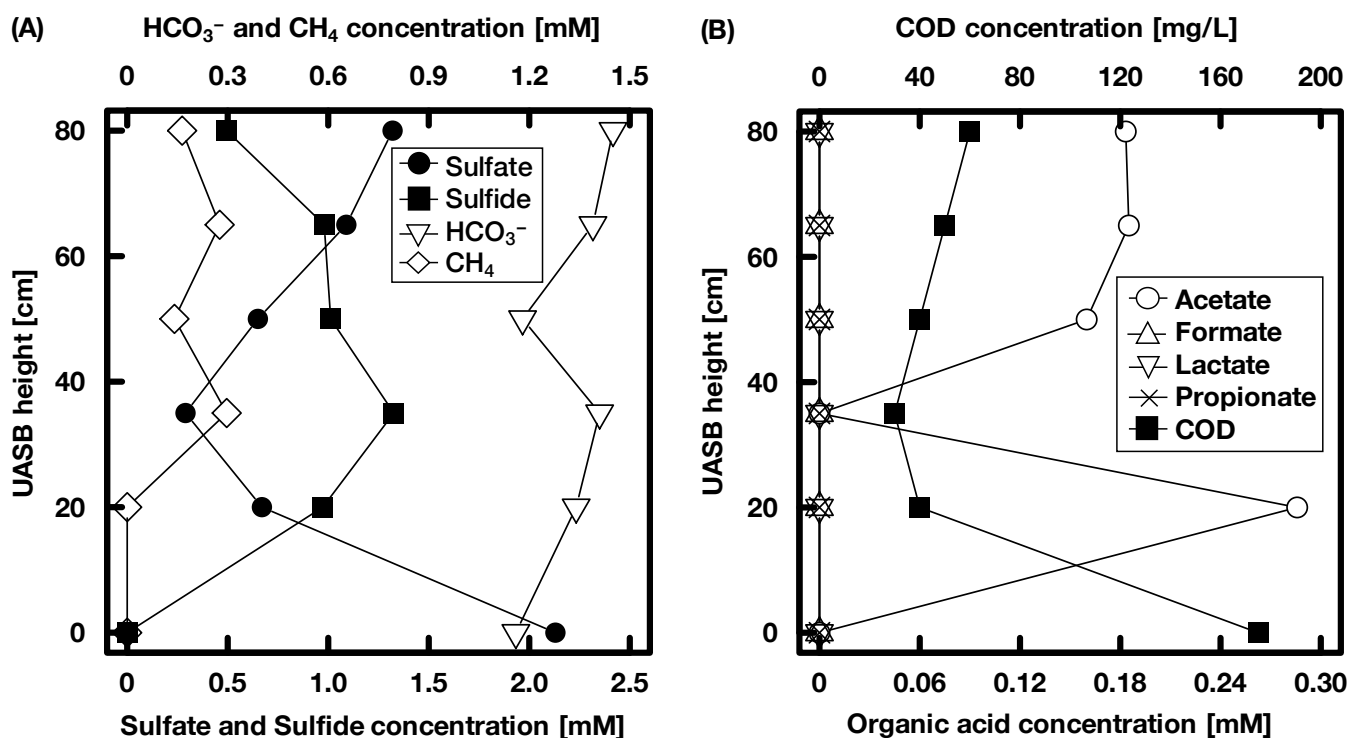


図2 嫌気性硫酸化反応発生時におけるUASBリアクター内のプロファイル結果。(A)が硫酸塩、溶存硫化物、HCO₃⁻、CH₄濃度、(B)が有機酸、COD濃度の動態を示す。

電気泳動 (Agilent 7100, Agilent technology) を用いて行った。COD濃度は、HACH社のMethod 8000に基づいて測定した。溶存硫化物濃度については、下水試験方法に記載されているヨウ素滴定法³⁾に準じて測定した。CH₄、IC濃度の測定では、ガスクロマトグラフィーおよび全有機体炭素計 (GC-8A, TOC-V, 島津製作所) を用いた。

3. 実験結果および考察

嫌気性硫酸化反応が進行していた運転開始49日目における硫酸塩、溶存硫化物、HCO₃⁻、CH₄、有機酸、およびCOD濃度を図2に示す。リアクター運転開始49日目において、硫酸塩、溶存硫化物およびHCO₃⁻濃度の挙動から、35-50 cmの間で嫌気性硫酸化反応の発生が確認された。ギ酸塩、乳酸塩、プロピオン酸塩は流入タンクから80 cmの間において検出されなかった (≤ 0.01 mM) が、流入水から20 cmにかけてCOD濃度は減少した。このことから、流入水タンク内の糖蜜がリアクターに供給後、直ちに乳酸菌などの酸生成細菌により発酵され、ギ酸塩、乳酸塩、プロピオン酸塩が生成し、これらの生成物を硫酸還元細菌が硫酸還元反応に直ちに使用している可能性が示された。酢酸塩濃度は、20 cmで0.29 mMで

あったが、35 cmにおいて検出されなかった (≤ 0.01 mM)。これは、20 cm付近では酢酸資化性の細菌が少数であるため酢酸塩が蓄積され、35 cm付近では酢酸資化性のメタン生成細菌や硫酸還元菌が酢酸塩を消費したためであると考えられる (20-35 cmでの溶存メタン濃度: 0-0.30 mM)。その後、35-80 cmまでの範囲では溶存硫化物が酸化されるに従って酢酸塩の蓄積が確認された (0.16-0.19 mM) ため、35 cmより上部に酢酸塩を生成する細菌が存在していることが示唆された。更に、酢酸塩濃度が50-80 cmにかけて上昇していることから、酢酸塩を利用する細菌の割合が少ない可能性が示された。以上の結果より、嫌気性硫酸化反応には酢酸塩が関与していないことが示唆された。しかしながら、プロピオン酸塩、乳酸塩、ギ酸塩については、今回リアクター内で検出されなかったため、今後は、供給基質の変更を行い、本反応の再現を試みる予定である。

参考文献

- 1) 幡本ら, (2014) 日本微生物生態学会誌 29: 76-77
- 2) Liamleam *et al.*, (2007) *Biotechnol. Adv.* 25: 452-463
- 3) 公益社団法人日本下水道協会 (2012) 下水試験方法上巻: 363-365