

低温排水を対象とした UASB/DHS システムによる処理特性の評価

呉工業高等専門学校 正会員 ○山口隆司, 三機工業株式会社 正会員 長野晃弘
 広島県産業科学技術研究所 正会員 高橋優信, 長岡工業高等専門学校 正会員 荒木信夫
 高知工業高等専門学校 正会員 山崎慎一, 長岡技術科学大学 正会員 原田秀樹

はじめに

下水処理の主流となっている活性汚泥法は、排水処理の際に産業廃棄物として大量の余剰汚泥を生成している。そのため、活性汚泥法に代わる、処理費用の安い、省エネルギー技術の開発が求められている。嫌気性処理法は、メタンガス回収可能等の利点を有していることから、中温での排水処理を中心に普及している。しかしながら、低温環境下で嫌気性処理を用いた場合、メタン菌の活性が抑制されるため、処理水質が悪化する問題点がある。そこで本研究では、メタン菌と比較して、低温でも高い活性維持が可能な硫酸塩還元菌に注目して、低温環境下での硫酸塩還元菌の有機物分解特性と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、有機性の不凍液を用いた連続処理と微生物代謝活性の評価を行った。

実験方法

Fig.1 に低温排水処理プロセスの概略図を示す。処理システムは、UASB（体積：10L）と DHS（スポンジ体積：13L）で構成した。DHS に用いた担体は、80 本のスポンジ担体（3×3×17cm）を用い、格子状に積み上げる形式とした（充填率 50%）。Table 1 に運転条件を示す。運転は RUN 1-5 とし、HRT 12-52hr, UASB 温度 8-14℃, 硫酸塩濃度 50-90mgS/L の条件で運転した。最終処理水の一部は、循環比 2（運転 0～544 日）または循環比 1（運転 545 日以降）で UASB に返送した。基質として RUN 1-3 はプロピレングリコール排水, RUN 4-5 はプロピレングリコールを主成分とする不凍液排水を供給した。

実験結果及び考察

Fig.2 に COD 濃度の経日変化を示す。RUN 1 ではスタートアップ期間として HRT 52 hr の条件で運転した。処理性能は 30 日程度で安定した。以降、RUN 1 では、流入基質に対する UASB の除去率が $77 \pm 5\%$ 、全システムで $86 \pm 4\%$ となった。

RUN 2 では、HRT 24 hr に短縮して運転した。基質の平均全 COD は $537 \pm 166 \text{mg/L}$ で流入し、UASB 処理水は $221 \pm 72 \text{mg/L}$ となり、最終処理水は $127 \pm 56 \text{mg/L}$ を得た。UASB の除去率が $59 \pm 10\%$ 、システム全体の除去率は $76 \pm 10\%$ であった。

RUN 3 では、硫酸塩還元を促進させる目的で、UASB に流入する硫酸塩濃度を 90mgS/L に増加して運転した。硫酸塩増加は、UASB の有機物分解に良好な影響を与え、硫酸塩増加直後から有機物分解が進行した。平均全 COD は基質で $445 \pm 64 \text{mg/L}$ の流入に対し、UASB 処理水では $115 \pm 37 \text{mg/L}$ 、最終処理水では $29 \pm 9 \text{mg/L}$ と良好な水質が得られた。そのときの UASB の除去率は $73 \pm 7\%$ 、システム全体の除去率は $94 \pm 2\%$ であった。すなわち UASB については RUN 1 の HRT 52 hr と同等の処理性能が得られ、システム全体では RUN 1 を上回る性能をみせた。

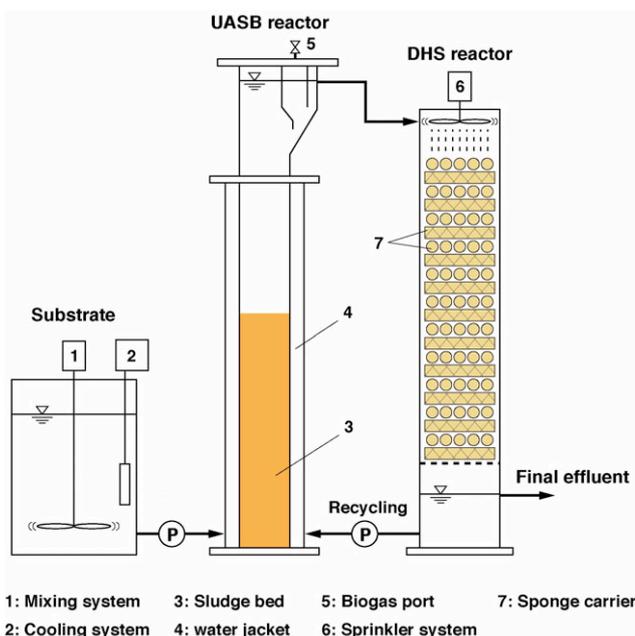


Fig. 1 Schematic diagram of the experimental set-up.

Table 1 Operating condition.

RUN	Day	HRT (hr)	UASB temp. (°C)	Sulfate conc. (mg-S/L)	Carbon source
1	0 - 105	52	14	50	Propylene glycol
2	106 - 354	24	8	50	Propylene glycol
3	355 - 505	24	8	90	Propylene glycol
4	506 - 569	24	8	90	Antifreeze
5	570 - 653	12	8	90	Antifreeze

キーワード：低温処理, UASB, 硫酸塩還元, 硫黄酸化

〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11 呉工業高等専門学校 環境都市工学科 Tel.0823-73-8951

RUN 4-5については、プロピレングリコールを主成分とする不凍液排水を供給して行った。RUN 4では、UASBの除去率は $59 \pm 9\%$ とRUN 3に比べて減少したが、後段DHSの有機物分解能は高く維持しており、システム全体の除去率で $90 \pm 5\%$ が得られた。

RUN 5では、HRT 12 hrに短縮して運転した。UASBの除去率は $48 \pm 7\%$ と減少したが、RUN 4同様にDHSはUASB処理性能の低下を緩和し、システム全体の除去率で $93 \pm 5\%$ を得た。

Fig.3にRUN 3におけるCOD収支を示す。棒グラフ間の結線は、液中に存在する有機物量を示す。UASB流入におけるCODの増加は、最終処理水からの返送による増加である。システム全体のCODの分解寄与率は、硫酸塩還元利用、好気性利用がそれぞれ、29%、67%であった。最終処理水として排出されるCODは6%であった。システム全体の有機物分解は、UASBの硫酸塩還元による有機物分解に加え、DHSが保持する耐冷性の好気性微生物による有機物分解が寄与していることが分かった。

Fig.4にRUN 3における硫黄収支を示す。UASB流入における硫酸塩の増加は、返送による増加であり、循環比2の運転条件により3倍となる（硫酸塩濃度は増減しない）。UASBでは流入硫酸塩に対して73%の還元が起こっており、硫酸塩還元菌が低温環境下で有機物分解を行っていることが分かる。さらにDHSにおいては、硫黄酸化細菌によって硫化物とチオ硫酸の再酸化が行われており、低温環境下でも、硫黄サイクルが働いていることが分かった。

まとめ
UASBとDHSを組み合わせたシステムを用い、低温環境下で低温人工排水を供した連続処理実験を行ったところ、以下の知見が得られた。

- 1) HRT 24 hr, UASB 温度 8°C , 硫酸塩濃度 90mgS/L の条件下でプロピレングリコール排水を供した結果、平均全 COD は基質で $445 \pm 64\text{mg/L}$ に対し、最終処理水では $29 \pm 9\text{mg/L}$ (除去率 $94 \pm 2\%$) が得られた。(RUN 3)
- 2) システム全体の COD の分解寄与率は、硫酸塩還元利用、好気性利用がそれぞれ、29%、67%であった。有機物分解に好気性処理が大きく貢献しており、DHS の有効性が確認された。(RUN 3)
- 3) HRT 24 hr, UASB 温度 8°C , 硫酸塩濃度 90mgS/L の条件下で不凍液排水を供した結果、システム全体の除去率で $93 \pm 5\%$ を獲得した。よって本システムは有機性の不凍液に対して適用可能であると考えられた。(RUN 5)
- 4) 流入した硫酸塩は、UASB において硫化物・チオ硫酸に還元され、DHS において再び硫酸塩に酸化された。よって 8°C の低温環境下で硫黄サイクルが行われていることが分かった。(RUN 3)

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）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。

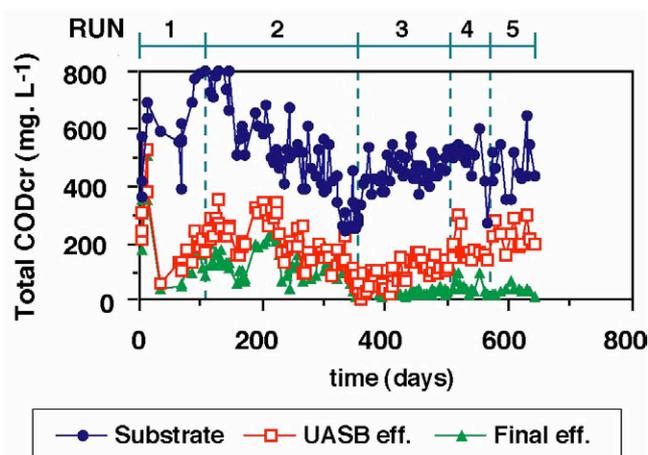


Fig. 2 Time course of total-COD concentration during treatment in UASB/DHS system.

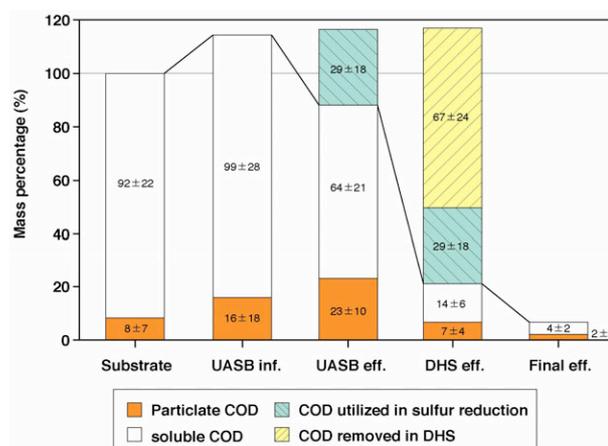


Fig. 3 COD mass balance of UASB/DHS system on the RUN 3.

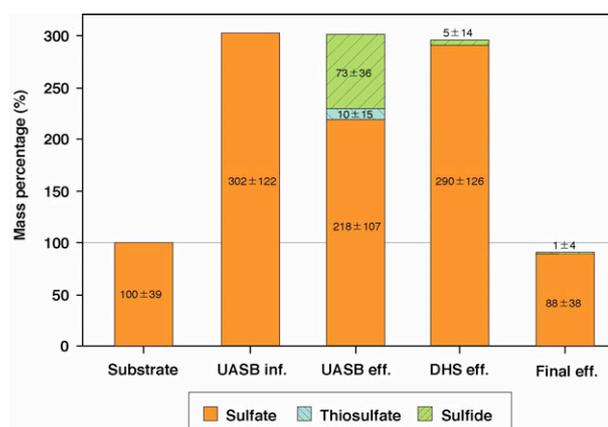


Fig. 4 Sulfur mass balance of UASB/DHS system on the RUN 3.