

UASB とスポンジリアクターを組み合わせた低温排水処理特性

寿工業（株）	正	〇大野沙紀	霜崎 敏
呉工業高等専門学校環境都市工学科	正	山口隆司	市坪 誠
三機工業（株）環境システム事業部	正	長野晃弘	
高知工業高等専門学校建設システム工学科	正	山崎慎一	
長岡工業高等専門学校環境都市工学科	正	荒木信夫	
長岡技術科学大学工学部環境システム系	正	原田秀樹	

1 はじめに

嫌気性処理法は、活性汚泥法と比較して電力消費や余剰汚泥排出を低減できるという利点がある。しかしながら、都市下水のような低濃度の排水を低温条件下で嫌気性処理した知見は少ない。これは、35℃程度の中温域に代謝活性の至適を有するメタン生成古細菌が低温域では失活し、有機物除去が良好に進まないためである。本研究では、低温条件下においても嫌気的な有機物除去を可能とするために、硫酸塩還元細菌の有機物分解能力に注目し、低温有機性廃水処理の実験を行った。実験は、嫌気性反応槽(UASB槽)に加え、硫酸塩還元(硫酸塩の再生)と有機物酸化(水質向上)を目的とするスポンジリアクターを配した処理システムを用いて行った。

2 実験方法

図-1は、本研究で用いた排水処理システムを示す。排水処理システムは、前段 UASB 槽と後段スポンジリアクター(以下、散水ろ床)で構成した。前段の UASB 槽は、総容積 10L(プランケット容積 7L, 気固液分離容積 3L)とした。後段の散水ろ床は、カラム総容積 26L とし、槽内にはスポンジ担体を充填した(充填率 50%)。また、最終処理水の一部を循環比 2 で前段の UASB 槽に返送して運転を行った。排水処理システムは、低温(5~15℃)に制御するため冷蔵庫内に設置した。人工基質は、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、CODcr400-800 mg/L, 硫酸塩 50mgS/L, リン酸 10mgP/L, アンモニア 20mgN/L とした。システムの運転期間については、特に、硫酸塩添加の違いより、運転開始後 176 日目から 354 日目までの期間(UASB 槽温度 $11.3 \pm 3.3^\circ\text{C}$, $\text{HRT} 23.0 \pm 5.9\text{hr}$, 硫酸塩濃度 50 mg S/L)の期間を RUN1 と呼び、355 日目から 437 日目までの期間(UASB 槽温度 $10.2 \pm 4.1^\circ\text{C}$, $\text{HRT} 24.7 \pm 3.6\text{hr}$, 硫酸塩濃度 90 mg S/L)を RUN2 と呼ぶ。

3 実験結果および考察

図-2は、反応器の運転条件及び処理特性を示す。RUN1 の期間では、最終処理水 total BOD 濃度 $77.3 \pm 33\text{ mg/L}$, 除去率 65.1

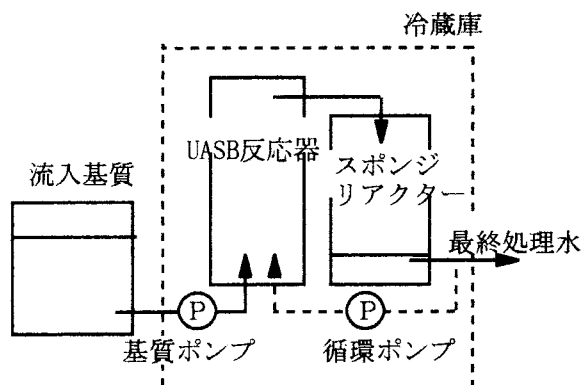


図-1 排水処理システム

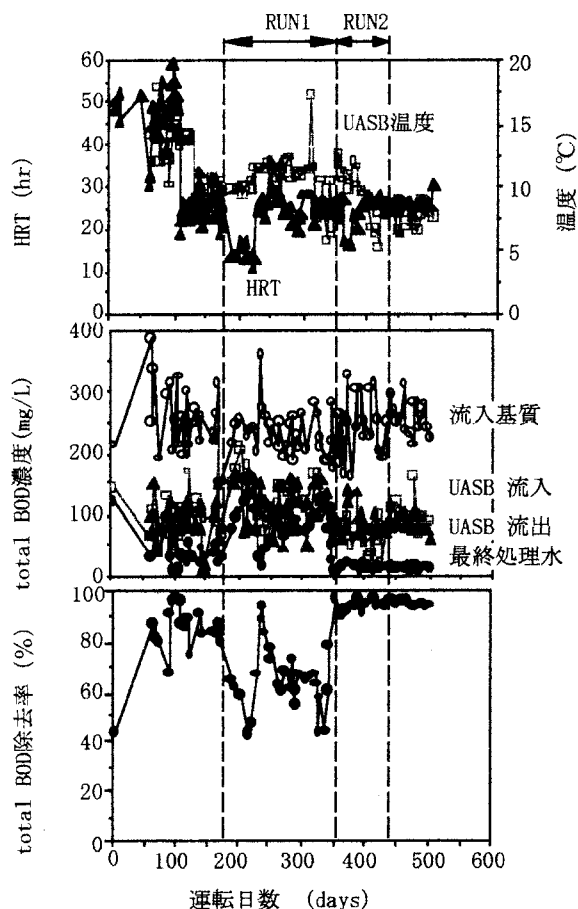


図-2 反応器の運転条件及び処理特性

±14%のレベルにとどまった。しかしながら、流入硫酸塩濃度を 50 mgS/L から 90 mg/L に上昇させた RUN2 においては、最終処理水質は向上し、最終処理水 total BOD 濃度 14.5 ± 4 mg/L、除去率 $95.5 \pm 2\%$ を達成した。

図-3は、硫酸塩濃度・硫化物濃度の経日変化を示す。RUN1 では、硫化物濃度が、 15.4 ± 7.4 mg S/L であったのに対して、RUN2 では硫酸塩の濃度増加に伴って 19.6 ± 8 mg S/L と硫化物濃度も高い値を示すようになった。RUN1 から RUN2 へ硫酸塩濃度を上昇させた直後の期間には、スポンジ散水ろ床流出部においても、硫黄酸化能力が対応しきれず硫化物が 0.3 mg S/L 残存した。しかし、1 週間程度以内に硫黄酸化能力が対応し流出水に硫化物は検出されなくなった。また、RUN1 の硫酸塩の利用率は 44%であったのに対し、RUN2 の硫酸塩の利用率は 48%であった。

図-4 は、RUN1 における UASB 流入、UASB 流出、散水ろ床流出の硫酸塩濃度を示す。UASB 槽に流入した硫酸塩は、UASB 流出にかけて、UASB 流入 41 mg S/L、UASB 流出 23 mg S/L と減少していた。また、散水ろ床流出部では、硫酸塩濃度 39 mg S/L と増加していた。これより UASB 槽内では、硫酸塩還元菌によって硫酸塩が還元されており、散水ろ床内では、硫黄酸化細菌によって再び硫酸塩へと酸化が行われたことが分かる。本廃水処理システムでは、前段において硫酸還元反応により有機物除去が進行し、後段において硫化物の硫酸塩への酸化（再生）が進行し、再生硫酸塩が再び前段 UASB に送られて有機物除去のためのドライビング・フォースに使われるという硫黄サイクル機能を活性化して低温条件下で有機物除去が可能となった。

4 まとめ

嫌気性反応槽とスポンジリアクターを組み合わせたシステムを用い、低温低濃度人口廃水の連続処理実験を行った。その結果、以下の知見が得られた。

- 1) RUN2 では、UASB 槽内温度 $9.3 \pm 1.8^\circ\text{C}$ 、HRT 25 ± 4.2 hr 原水 total BOD 250mg/L の条件下で 最終処理水は、total 15mg/L、soluble 11mg/L まで処理できた。
- 2) UASB 流入から UASB 流出で硫酸塩が還元され、硫化物が生成されていた。また、散水ろ床流出後では硫化物はなく、硫酸塩濃度が増加していた。これらのことから、低温環境でも、硫黄の酸化・還元による有機物分解が行われることが分かった。

【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。

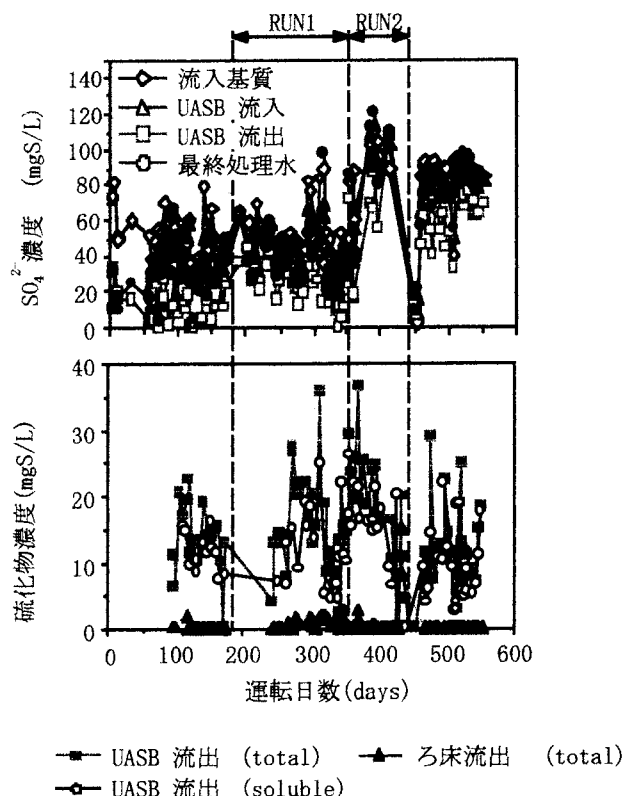


図-3 硫酸塩濃度・硫化物濃度の経日変化

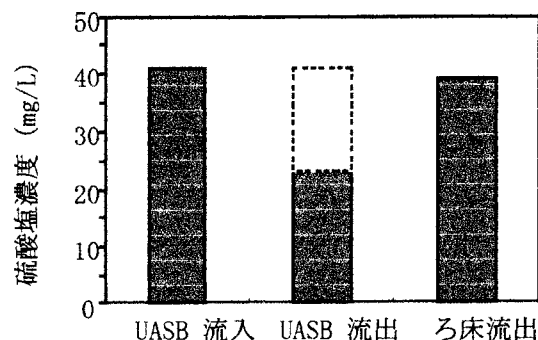


図-4 RUN1 における UASB 流入、UASB 流出、散水ろ床流出の硫酸塩濃度