

嫌気性処理後段散水ろ床における硫黄酸化特性

呉高専 学 ○岡本由美子 正 山口隆司 正 市坪 誠
高知高専 正 山崎慎一 長岡技科大 正 原田秀樹

1. はじめに

日本の都市下水処理方法は、活性汚泥法などの好気性処理法が主流である。しかし、この処理方法は、高い処理水質が得られるという利点を有している反面、消費電力や余剰汚泥の排出が膨大であるといった問題点が挙げられる。こうした背景から、本研究室では、省エネルギー、汚泥排出削減を考慮した都市下水の処理法の開発を行っている。本報では、嫌気性上昇流スラッジブランケット反応器と好気性散水ろ床を組み合わせた排水処理システムに実都市下水を供給し、特に硫黄の酸化・還元特性について評価したのでそれについて報告する。

2. 実験方法

2.1 排水処理システム

システムは、前段のUASB反応器と後段の好気性散水ろ床で構成し、呉市浄化センターの都市下水を供給し、温度制御フリーの条件で連続運転を行った。

2.2 硫黄の酸化・還元特性評価

- ① 都市下水、UASB 処理水、好気性ろ床処理水の硫化物及び硫酸塩濃度の測定を行った。硫化物の測定は下水試験方法に従い、硫酸塩の測定はイオンクロマトグラフィーを用いた。
- ② 微生物無添加、好氣的条件下で、人工培地に硫化物、チオ硫酸、トリチオン酸、テトラチオン酸を各々 100mg S・L⁻¹ となるように加え、経時的に硫黄化合物の濃度の定量を行った。
- ③ 後段散水ろ床から汚泥を採取し、硫黄酸化細菌の集積操作を行ったものを回分試験に用いた。集積の方法は下水試験方法に従った。人工培地にチオ硫酸、トリチオンサン、テトラチオンサンを各々 50 mg S・L⁻¹ となるように加え、経時的に硫黄化合物の濃度の定量を行った。

3. 実験結果・考察

3.1 排水処理パフォーマンス

図-1 は、連続排水処理実験における硫黄バランスを示

す。縦軸は流入原水の硫黄を 100%とした相対比率を示す。流入下水中の硫酸塩は、約 3 割が UASB 反応槽内で硫化物に還元され、その後、後段好気性ろ床内で、硫化物は再び硫酸塩に酸化された。回収不能であった未知成分約 20%は、菌体に蓄積されているか鉄や銅などの金属と反応して沈殿していると考えられる。

表-1 は、連続実験における流入下水（原水）、UASB 出口、後段出口の Co、Fe、Cu の溶解性濃度を示す。Co は、流入下水、UASB 出口、後段出口ともに 0.03～0.04 mg・L⁻¹ 含まれていた。コバルト濃度 0.03 mg・L⁻¹ は、触媒として亜硫酸を硫酸塩に酸化するために十分なレベルといえる。このことから、排水処理システム内に亜硫酸が存在しても物理化学的酸化が可能であることが分かった。

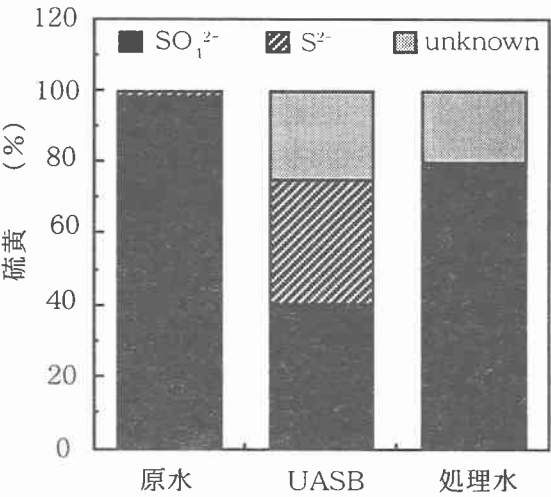


図-1 硫黄バランス

表-1 各種金属の溶解性濃度

	流入下水	UASB出口	後段出口
Co (mg Co・L ⁻¹)	0.03±0.01	0.04±0.02	0.03±0.01
Fe (mg Fe・L ⁻¹)	0.17±0.09	0.12±0.02	0.09±0.03
Cu (mg Cu・L ⁻¹)	0.04±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01

表-2 硫黄の物理化学的变化 (mg S・L⁻¹)

投入硫黄種	存在硫黄種	0時間	3時間	6時間	24時間	評価
硫化物	硫化物	67	2	0	0	○
	硫酸塩に変化した量	0	11	8	9	
	チオ硫酸に変化した量	0	29	19	9	
	回収不能成分	33	58	74	82	
チオ硫酸	チオ硫酸	106	109	104	109	×
硫酸塩	硫酸塩に変化した量	109	106	105	102	×
テトラチオン酸	テトラチオン酸	100	104	101	102	×
トリチオン酸	トリチオン酸	95	110	100	95	×

○:物理化学的酸化が可能； ×:物理化学的酸化が不可能

3.2 硫黄の酸化還元について

① 硫黄の物理化学的酸化： 表-2は、硫黄の物理化学的变化について回分試験を行った結果を示す。硫化物は時間の経過に伴い、硫酸塩とチオ硫酸に酸化された。硫化物の測定不能成分は、元素硫黄に変化していると考えられる。その他の硫黄種(チオ硫酸、硫酸塩、テトラチオン酸、トリチオン酸)は、24時間後においては物理化学的な酸化が起きなかった。連続実験では、硫化物は検出されたが、チオ硫酸は何れの採取口からも検出されなかった。従って、後段散水ろ床には、チオ硫酸を酸化する細菌が存在すると考えられた。

② 硫黄の生物学的酸化： 図-2-1)、-2) は、それぞれチオ硫酸の物理化学的、生物学的変化の経時変化を示す(初期チオ硫酸投入量を100%とした相対比率)。微生物無添加の場合、24時間後では変化しなかった。一方、微生物を添加した場合、約4.5時間後、チオ硫酸は検出されなくなった。この結果から、散水ろ床にはチオ硫酸を硫酸塩に酸化する細菌が存在すると考えられた。また、微生物を添加した系では、時間の経過に伴い、実験初期に投入したチオ硫酸の投入量よりも硫酸塩が多く検出されたが、これは実験に用いた微生物が菌体内に硫黄を蓄積しておりそれが時間の経過に伴い放出されたと考えられた。

4. まとめ

- ① 前段嫌気、後段好気の都市下水処理システムにおいて、硫酸塩還元菌・硫黄酸化細菌は下水の処理に寄与する。
- ② 連続運転と回分試験の結果から後段散水ろ床にはチオ硫酸を硫酸塩に酸化する細菌が存在する。

【謝 辞】 研究の場を与えて下さいました呉市下水道局及び関係各位の皆様へ深く感謝いたします。

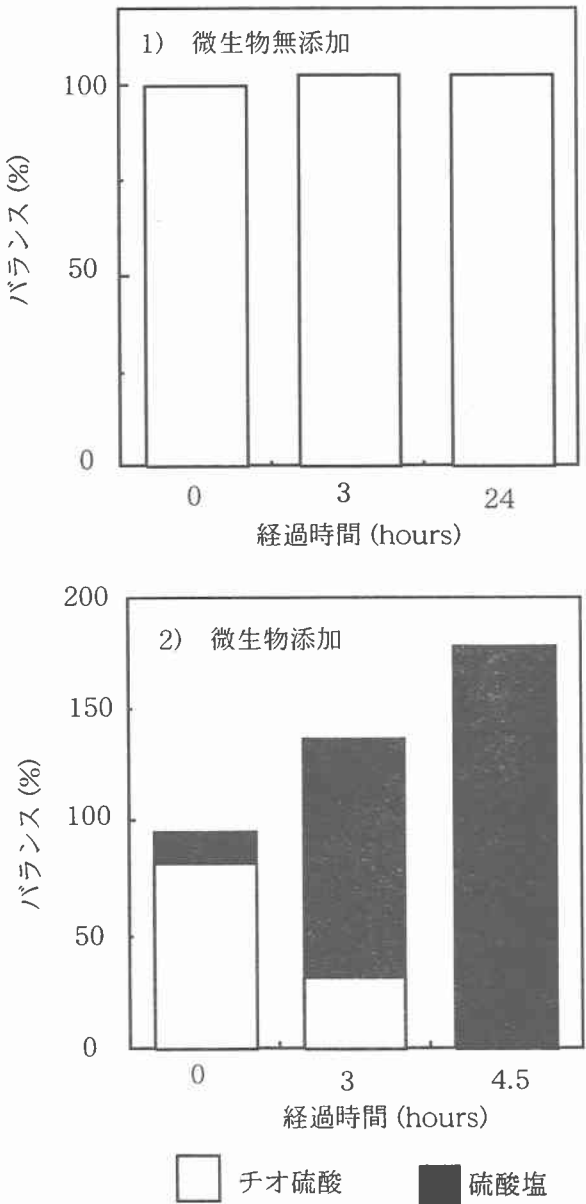


図-2 チオ硫酸の物理学的・生物学的変化