

都市下水処理を行う UASB 反応器と好気性ろ床の微生物生態評価

北海道大 学○三浦佑己 呉高専 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

都市排水の処理は、水圏環境保全のために不可欠である。表 1 は、環境浄化微生物と、その反応を示したものである。環境負荷成分 C, N, S, P は、嫌気・好気反応を受け安定化する。本研究室では、環境負荷低減のための排水処理システムを開発している。新しい水処理システムを構築するためには、反応器のパフォーマンスに加え、その保持微生物の生態特性を評価しなければな

らない。しかし、これら低濃度都市排水を対象とした前段嫌気、後段好気処理システムの微生物生態について評価した知見は少ない。そこで、本研究では、前段上昇流嫌気性スラッジブランケット（UASB）、後段散水ろ床の都市排水処理システムを用いて、そのシステムの保持微生物生態評価を行った。

2 実験方法

2.1 実験装置： 図 1 は、本実験に使用した排水処理システムの概要を示す。前段 UASB は、内径 270 mm × 5000 mm の円筒カラムに GSS（気固液分離装置）を上部に備えた構造である。また、UASB の後段処理装置として好気性の散水ろ床を組み合わせた。UASB、散水ろ床は共に無加温で運転した。本システムの運転は、実都市下水を供給して夏季（8 月）から行った。

2.2 活性試験： UASB より採取した汚泥を用いてメタン生成活性、硝酸塩還元活性、硫酸塩還元活性

を、散水ろ床より採取した汚泥を用いてメタン酸化活性、硝化活性、硫黄酸化活性を行った（12 月末～1 月初旬）。採取した培養汚泥を活性試験用培地内で分散処理し、バイアル瓶に分注した。バイアル瓶の内部は pH を 7.0 ± 0.1 に調整し、35℃ 恒温ロータリーシェーカーに装着した。嫌気槽汚泥の基質としては酢酸と水素を用いた。また、好気槽内微生物は独立栄養細菌であるものとし試験を行った。

2.3 分析項目： UASB 反応器の連続運転では、原水・処理水の pH、ORP、HRT、温度、全 COD、溶解 COD、全 BOD、溶解性 BOD、全リン、オルトリン、硫化物、硫酸塩濃度を測定した。

3 実験結果・考察

3.1 排水処理特性

図 2 は、反応器連続運転による COD バランスを示す（安定した運転日数 104 日目以降の結果）。メタンガスの発生はあまり見られなかったが、硫酸塩還元による COD 除去が 11% と都市排水処理においては高かった。

図 3 は、リン濃度の経日変化を示す。UASB でリンの濃度が上昇し、好気性ろ床でリンの減少が $0.77 \text{ mgP} \cdot \text{L}^{-1}$ みられる。このことから、リン酸蓄積細菌が生育していることが分かる。

表 1 環境浄化微生物の反応

	嫌気	好気
C	酸生成細菌	メタン酸化細菌
	有機性固形物 → 酸 → CH_4	$\text{CH}_4 \rightarrow \text{CO}_2$
N	脱窒細菌	硝化細菌
	$\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$	$\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$
S	硫酸塩還元細菌	硫黄酸化細菌
	$\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S}^{2-}$	$\text{S}^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$
P	ポリリン酸蓄積細菌	
	$\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}$	$\text{ADP} + \text{P} \rightarrow \text{ATP}$

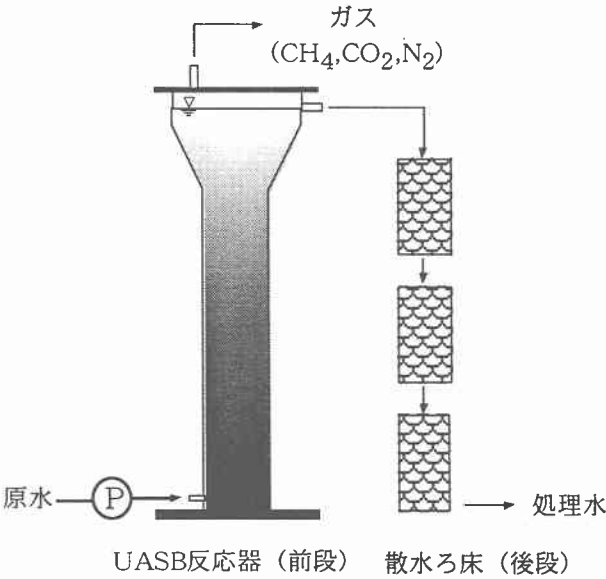


図 1 システムの概要図

3.2 活性試験

図4は、メタン生成活性、硝酸塩還元活性、硫酸塩還元活性の各基質に対する結果を示す。どの微生物もその存在が確認された。また、特に水素基質の硝酸塩還元細菌と硫酸塩還元細菌の活性がメタン生成細菌のそれに対して高かった。これは、排水の硫酸塩濃度が高い事により、硫酸塩還元細菌がメタン生成細菌よりも増殖したためだといえる。

図5は、メタン酸化活性、硝化活性、硫黄酸化活性の結果を示す。硝化細菌と硫黄酸化細菌の活性が高くなっている。これは、前段UASB内で、メタン生成細菌が劣勢であるために、あまりメタンガスの排出が見られず、メタン酸化細菌が増殖せず、逆にUASBで優勢である硫酸塩還元細菌により生成された硫化物が高濃度になっているため、硫黄酸化細菌が優勢となったためと考えられる。硫黄酸化細菌の存在は、反応器連続運転のデータより、後段ろ床流出口で硫化物濃度がゼロとなっていることから推察できる。

4 まとめ

- (1) 高濃度の硫酸塩を含む排水処理においては、硫黄関係の菌がメタン菌よりも優勢となることが分かった。
- (2) 冬季に本反応器に保持された微生物の生態は、表2のように整理できた。

【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に深く感謝いたします。なお、この研究の一部は平成12年度科学研究費補助金（奨励研究A，課題番号 11780407）を受けて実施したことを付記する。

表2 反応器における微生物の生態

嫌気	C	メタン生成細菌・酢酸資化性	(0.09)	○
		・水素資化性	(0.06)	○
	N	脱窒細菌・酢酸資化性	(0.09)	○
		・水素資化性	(0.25)	◎
	S	硫酸塩還元細菌・酢酸資化性	(0.06)	○
好気		・水素資化性	(0.22)	◎
	P	ポリリン酸蓄積細菌	(-)	-
	C	メタン酸化細菌	(0.00)	×
	N	硝化細菌	(0.015)	○
	S	硫黄酸化細菌	(0.070)	○
	P	ポリリン酸蓄積細菌	(0.006)	△

◎・・・優勢である ○・・・生育している
△・・・劣勢である ×・・・駆逐されている

() 内の単位はgCOD・gVSS⁻¹・day⁻¹，ただし、ポリリン酸についてはgP・gVSS⁻¹，硝化細菌についてはgN・gVSS⁻¹・day⁻¹，とする。

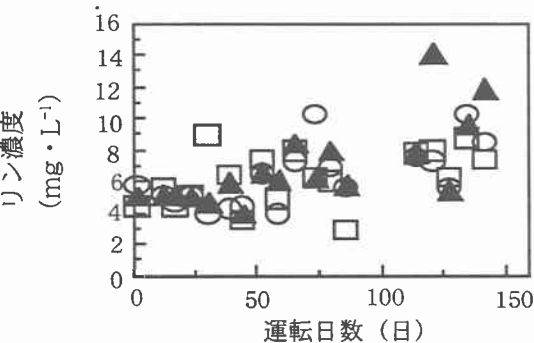
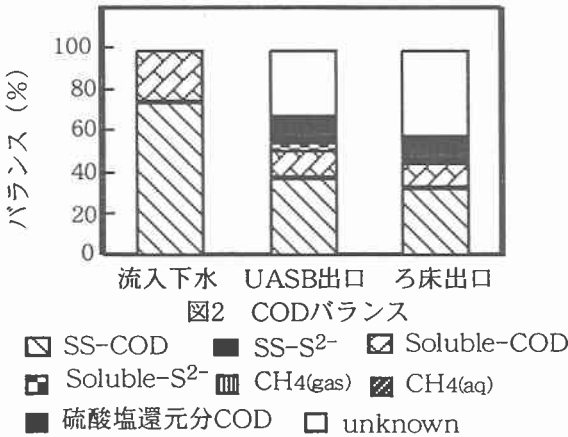


図2 CODバランス
図3 リン濃度の経日変化

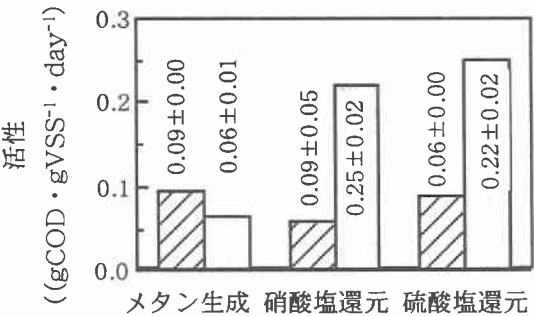


図4 酢酸および水素基質供与メタン生成・硝酸塩還元・硫酸塩還元活性

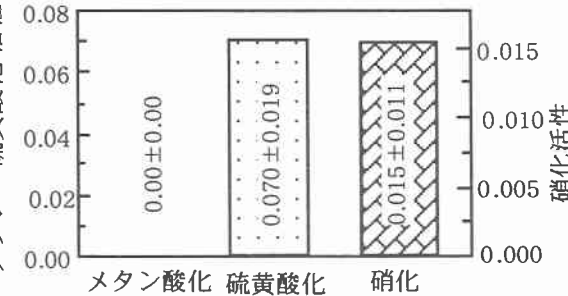


図5 メタン酸化・硝化・硫黄酸化活性
メタン・硫黄酸化の単位は、gCOD・gVSS⁻¹・day⁻¹，硝化の単位は、gN・gVSS⁻¹・day⁻¹