

## 嫌気性中空糸 MBR を用いた実下水のメタン発酵

東北大学工学部 学生会員 ○大津秋人  
 東北大学大学院 非会員 紀佳淵 佐久間智士 正会員 李玉友

## 1. はじめに

従来の下水処理方式では活性汚泥法が主役であるため、曝気によるエネルギー消費と多量な余剰汚泥発生が欠点として指摘されている。近年、嫌気性膜分離法が省エネルギーかつ創エネルギーな技術として注目されている。現在、嫌気性膜分離法 (AnMBR) を用いたフルスケールプラントはほとんど高濃度有機性排水を対象にしているため、都市下水のような低濃度大量排水への応用はまだされていない。本研究では、ラボスケールの嫌気性中空糸 MBR を用いて実下水で連続処理を試み、実下水に対する処理性能、ガス生成量、膜性能について評価を行った。

## 2. 実験装置及び方法

## 2.1 実験装置

本研究では浸漬型(一体型)AnMBR で実験を行った。装置の概要を図 1 に示す膜分離槽の反応容積は 20L であり、実験温度を 25°C とした。種汚泥は S 浄化センター消化汚泥とし、S 浄化センター流入水を用いて連続実験を行った。膜は中空糸膜を採用し、孔径は 0.4 $\mu$ m、膜面積を 0.146m<sup>2</sup> とした。尚、膜素材は PVDF(ポリフッ化ビニリデン)を使った。ファウリング対策としてはガス循環ポンプによるガス洗浄を行った。

## 2.2 実験方法

運転開始から 48 日目まで HRT が 24h、49 日目からは HRT を 12h に短縮した。処理水の吸引条件は 4 分吸引 1 分休止で間欠運転を行った。HRT12h 変更後 13 日目膜圧が上昇した。膜ファウリングが起きたため、90 日目に膜洗浄を行った。膜洗浄はスポンジ洗浄、蒸留水、次亜塩素酸ナトリウム溶液、クエン酸溶液で逆洗浄、浸漬洗浄を行った。運転時には、流入水、処理水の各水質項目を分析しガス生成量を測定した。また、嫌気性 MBR 混合液とその遠心分離上澄み液の

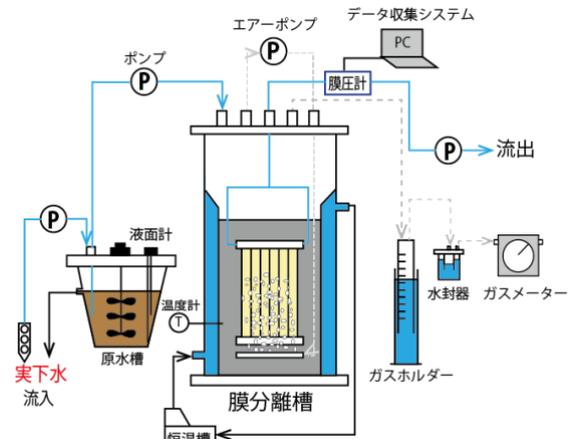


図 1 装置概要

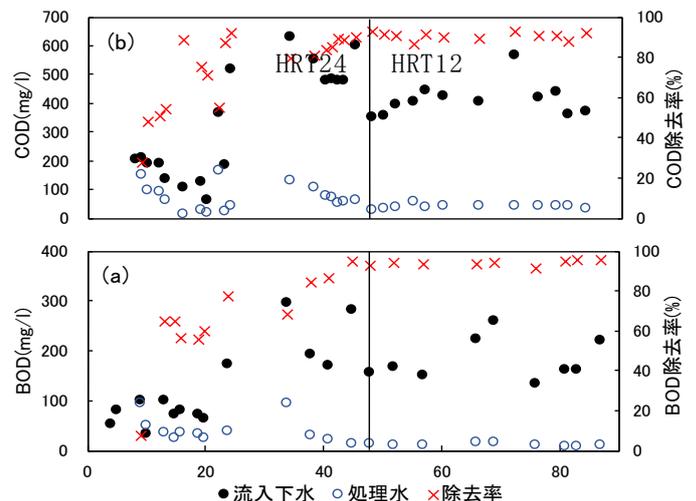


図 2 COD, BOD 除去率の経時変化

粒径分布を調べた。遠心分離は 2000rpm と 4500rpm でそれぞれ 10 分行った。

## 3. 実験結果及び考察

## 3.1 処理水質, ガス生成量

COD, BOD 除去率の経時変化を図 2 に示す。定常状態における各項目の平均結果を表 1 に示す。HRT12h における BOD 除去率は 94.1%, COD 除去率は 90.3% であり、良い処理水質が確認された。また、ガス組成のデータにより、メタン含有率が 73.6% であった。HRT12h のガス生成速度は 0.058L/L/d であった。

キーワード 嫌気性 MBR, 実下水, メタン発酵, 中空糸膜, 膜ファウリング

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 環境保全工学研究室 022-795-3102

### 3.2 膜運転性能

HRT24h では長い期間膜差圧（TMP）の上昇が見られなかったが、HRT12h 変更後 13 日目で限界 TMP である 30kPa に到達した。その後吸引条件を 2 分吸引 1 分休止に変更し、HRT14.4h で 6 日間運転した。HRT12h での平均フラックスは 0.25m/d であった。

### 3.3 膜洗浄実験

約 45%の汚れをスポンジによる膜表面の汚れの除去と蒸留水の洗浄による物理的洗浄で取り除くことができた。また次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いた化学的洗浄による膜内部のファウリング物質の除去の効果が大きく、有機物が多く膜内部に付着していたと考えられる。クエン酸による逆洗浄はほとんど効果が見られなかったことから、無機物汚染が少なかったと推定できる。

### 3.4 粒径分布

図 5(a)から嫌気性 MBR 混合液には 1 $\mu$ m 以上のフロックが多く含まれていた。これらの SS は膜によって制御され、槽内に多く存在することがわかった。また、図 5(b)からわかるように上澄み液には 0.01~0.1 $\mu$ m の小さな物質が多く含まれていた。これらは嫌気性条件下で生産された代謝物由来の有機物等であり、膜ファウリングを引き起こす要因であると考えられる。

表 1 HRT24h, 12h における各項目平均値

HRT	COD		BOD		ガス生成速度
	平均値	除去率	平均値	除去率	
24	53.3mg/l	89.0%	16.1mg/l	91.4%	0.077L/L/d
12	40.9mg/l	90.3%	11.7mg/l	94.1%	0.058L/L/d

### 4. まとめ

浸漬型嫌気性膜分離法を用いて室温条件で実下水のメタン発酵連続実験を行った結果、次の知見が得られた。

- 1) HRT24h, 12h の条件で BOD と COD の除去率が 90%以上であり、良好な処理水質が得られた。生成したバイオガス中のメタン率が 73.6%であった。
- 2) 膜フラックスの向上により TMP の増加速度が大きくなった。平均フラックスが 0.25m/d では約 2 週間で膜汚染の進行が確認された。
- 3) 物理的洗浄と化学的洗浄を組み合わせると、膜の状態を 90%近く回復させることが可能であった。

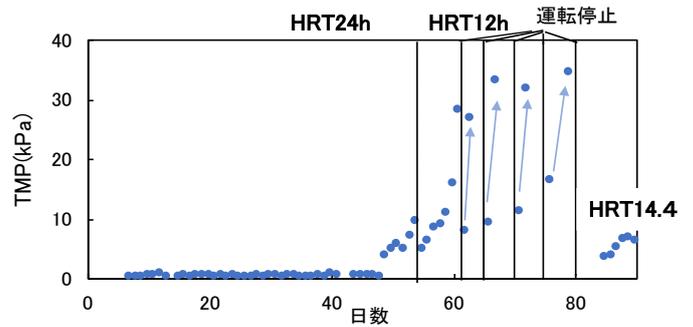


図 3 膜差圧 TMP の経時変化と HRT との関係

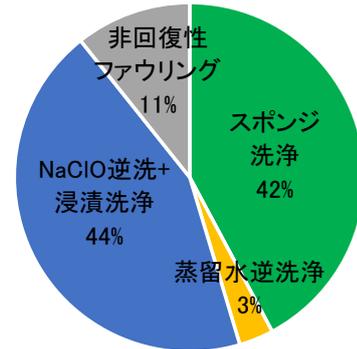


図 4 膜洗浄実験結果

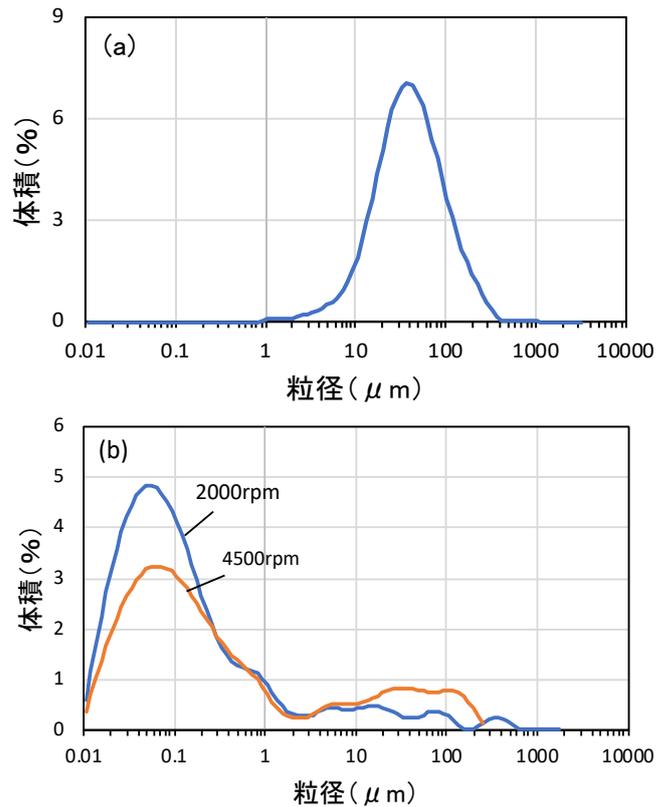


図 5 嫌気性 MBR 混合液(a), 遠心分離上澄み液 (b)の粒径分布