

# A/O-MBR を用いた生ゴミメタン発酵脱離液の処理

長岡技術科学大学 ○根本優作, 三輪徹, 水田裕貴, 長谷川貴哉  
(正)幡本将史, (正)渡利高大, (正)山口隆司  
産業技術総合研究所 成廣隆, 黒田恭平

## 1. はじめに

近年, 地球温暖化の防止や循環型社会の促進といったことが背景となり, メタン発酵技術が注目されている. しかしメタン発酵処理では, メタン発酵後に生じる発酵残さや消化脱離液が高濃度の窒素や汚濁物質を含んでおり, これらを除去するための処理が必要となる. 消化脱離液の固液分離及び, 硝化脱窒処理を同時に行う方法として膜分離活性汚泥法 (MBR: Membrane bioreactor) がある. これは活性汚泥法の一つであり, 反応槽内に膜モジュールを浸漬させ, 膜濾過により固液分離を行う手法である. そのため MBR は膜の有効径より大きな汚泥フロックや SS, 菌体などがリアクター内にとどまり, より高度な処理水質が得られる<sup>1)</sup>. しかし, MBR は継続運転に伴い膜閉塞が発生し処理性能が低下するといった課題が存在する. 本研究では生ゴミのメタン発酵で生じた脱離液の硝化脱窒処理を無酸素・好気 (A/O)-MBR で実施し, 処理性能の評価を行った. さらに, 膜閉塞発生時の MBR 膜面及び活性汚泥中の微生物群集構造を解析し, 微生物群集構造の変化が膜閉塞及び, 処理性能の低下に関与しているのかを調査した.

## 2. 実験方法

実験に使用した A/O-MBR は, 有効容積がそれぞれ 300L の無酸素槽, 曝気槽から構成される. 本装置を長岡市生ゴミバイオガス発電センターに設置し実験を行った. 曝気槽に浸漬する MBR 用の膜には, 三菱ケミカル (株) のポリフッ化ビニリデン製中空糸膜モジュール (公称孔径: 0.4 $\mu$ m, 総膜面積: 6.0m<sup>2</sup>) を使用した. 流入水は生ゴミのメタン発酵残渣である消化脱離液に, 脱窒のための炭素源を補うために糖蜜を添加したものを使用し, 7 分間膜透過, 1 分間停止のサイクルで間欠濾過を行った. 流入水及び, 処理水を週に 2 回サンプリングし, 水質 (BOD, COD<sub>Cr</sub>,

TN, TP, TOC, アンモニア, 硝酸性窒素, 亜硝酸性窒素) の分析を行った. また, 膜閉塞発生時に膜面に付着していたバイオフィーム及び, 無酸素槽内の汚泥を採取し, 16S rRNA 遺伝子配列に基づいた微生物群集構造解析を行った.

## 3. 結果および考察

### 3. 1. 水質分析結果

処理水の COD 濃度は平均 944 mg/L, 平均 COD 除去率は 90%以上を示し, 良好な処理性能を示した (図-1A). TN 除去率は平均 79.8% (図-1B), TP 除去率は平均 80.2% (図-1C) であり, 概ね安定した処理が

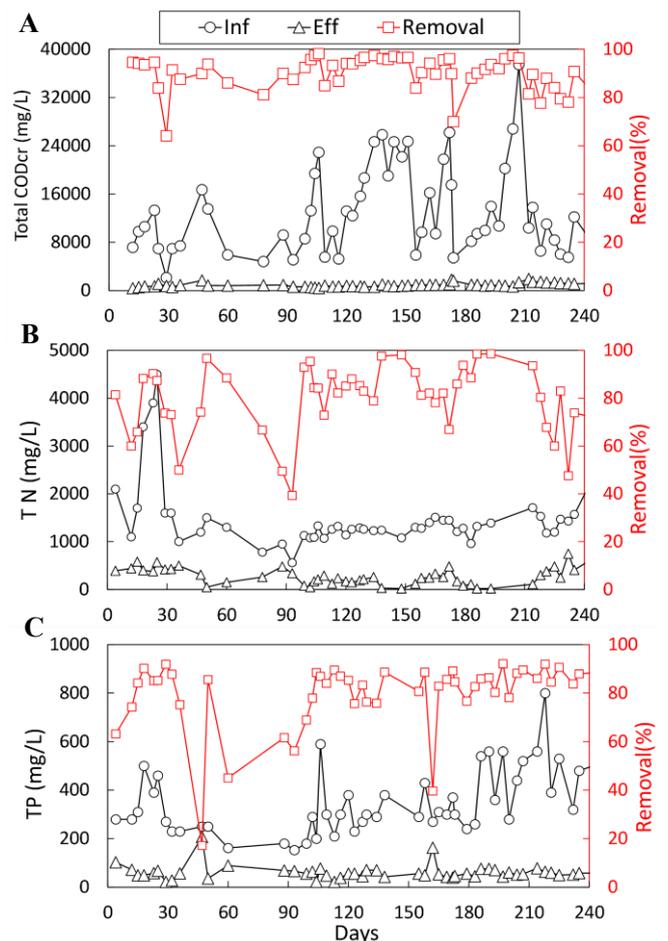


図-1 水質分析結果 (A: COD, B: TN, C: TP)

できていた。しかし、TN の処理水質には経過日数ごとに大きな変動が見受けられる。これは装置の停止による影響や、水温・pH の変化による菌叢の変化、膜閉塞による処理性能の低下などが考えられる。

### 3. 2. 微生物群集構造解析

図-2 に膜閉塞発生時における膜面に付着していたバイオフィルムの微生物群集構造を示す。運転 17, 206 日目における膜面で *Moraxellaceae* 科が全体の 5 割近くを占めた。しかし、運転 87 日目の膜面においては *Moraxellaceae* 科の割合は全体の 5% 未満にとどまり *Xanthomonadaceae* 科, *Saprospiraceae* 科, *Rhodocyclaceae* 科が全体の約 32% を占めた。また、運転 87 日目の膜閉塞は運転 17, 206 日目における膜閉塞に比べ突発的に発生したことが分かっており、*Moraxellaceae* 科の減少及び *Saprospiraceae* 科, *Rhodocyclaceae* 科などの増加が突発的な膜閉塞に関与していることが示唆された。図-3 に膜閉塞発生時における無酸素槽内活性汚泥の微生物群集構造を示す。*Rhodocyclaceae* 科, *Comamonadaceae* 科などの脱窒細菌の存在割合が高く<sup>2) 3)</sup>、無酸素槽内での硝化脱窒処理に寄与していることが示唆された。また、日数の経過に伴いの活性汚泥中の微生物群集構造は変化し、上記の脱窒細菌の存在割合も大きく変化していることが分かる。したがって、無酸素槽活性汚泥中における脱窒細菌の存在割合の変化が処理水質の変動に関与していることが推察された。

### 4. 結論

生ゴミのメタン発酵で生じた脱離液の硝化脱窒処理を A/O-MBR で実施した結果、処理水質は各水質項目で良好な値を示した。これによりメタン発酵で生じた脱離液は A/O-MBR で適切に処理できることが示された。また、無酸素槽内の活性汚泥と MBR の膜面に付着したバイオフィルムの菌叢は随時変化しており、活性汚泥及び膜面における脱窒細菌、その他細菌の存在割合の変化が処理水質の変動及び突発的な膜閉塞の発生に関与していることが示唆された。

### 謝辞

本研究は戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) のスマートバイオ社会を実現するバイオプロセス最適化技術の開発の一環として実施した。

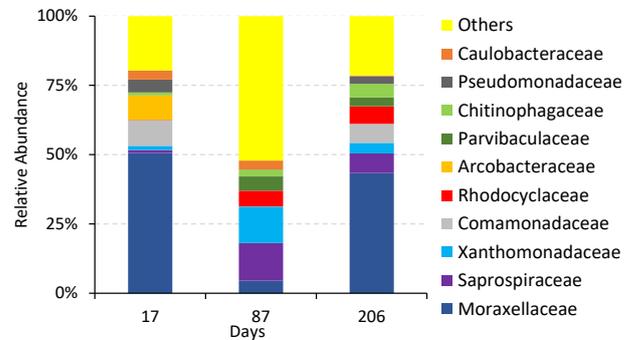


図-2 膜面に付着していたバイオフィルムの微生物群集構造

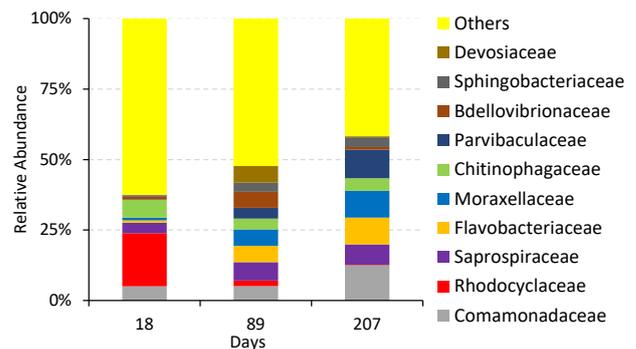


図-3 無酸素槽活性汚泥中の微生物群集構造

### 参考文献

- 1) Kang Xiao., Shuai Liang., Xiaomao Wang., Chunsheng Chen., Xia Huang., 2019. Current state and challenges of full-scale membrane bioreactor applications: A critical review. *Bioresource Technology*.271,473-481.
- 2) Jun feng Su., Shu Yang., Ting lin Huang., Min Li., Jia ran Liu., Yi xin Yao., 2020. Enhancement of the denitrification in low C/N condition and its mechanism by a novel isolated *Comamonas sp.* YSF15. *Environmental Pollution*.256,113294.
- 3) Eunji Kim., Seung Gu Shin., Md Abu Hanifa Jannat., Jovale Vincent Tongco., Seokhwan Hwang.,2017. Use of food waste-recycling wastewater as an alternative carbon source for denitrification process: A full-scale study. *Bioresource Technology*.245,1016-1021.