1-F-09-3

クリタ賞候補者

繊維状担体を導入したハイブリッド型膜分離活性汚泥法による膜ファウリング抑制

東京農工大学院工学研究院 ○島村誠人、細見正明、寺田昭彦
旭化成ホームプロダクツ(株) 二瓶正彦、若林健
産総研環境管理研究部門 堀知行

Deterring membrane fouling by a hybrid-type membrane bioreactor introducing fibrous carrier material, by Masato SHIMAMURA, Masaaki HOSOMI, Akihiko TERADA (Dep. of Chem. Eng., Tokyo Univ. Agric. Tech.), Masahiko NIHEI, Ken WAKABAYASI (Asahi-Kasei Home Products Co. Ltd.) Tomoyuki HORI (Nat. Inst. Adv. Ind. Sci. Technol)

1．はじめに

膜分離活性汚泥法（MBR）は排水処理装置の高効率化、装置のコンパクト化が可能であることから、広く普及されている。しかしながら、微生物による膜の目詰まりであるバイオファウリングが課題であり、運転コストの増大や膜の劣化等の問題を引き起こしている。そこで、バイオファウリング抑制技術の開発として、新規繊維状担体(サンブレオ：SB)を固定床として MBR に投入したハイブリッド型 MBR(Membrane Bio Contactor: MBC)に着目した。用いる SB は高い空隙・比表面積を持ち、スケルトン上のカプセル容器に入れることで、流動床へも拡張できる。SB は、原生動物・後生動物の集積により、従来の MBR よりも多様かつ高次な生物叢の構築が期待できる。多様な生物叢により過剰な細菌外代謝物(EPS)を削減する細菌を共生させ、EPS 由来の膜の目詰まりを防ぐ可能性が考えられる。本研究は、SB を投入したハイブリッド型 MBR による排水処理特性と膜の目詰まりの抑制効果について検証を行った。

2．実験方法

SB はポリ塩化ビニリデン系の繊維を直径 2 cm 程度のボール状とし、数珠状につなげたものである。実験系は、従来の MBR (ブランク)、SB を充填したハイブリッド型 MBR (MBC1)、MBC1 の曝気槽を二室に区画したハイブリッド型 MBR (MBC2)を用意した。この 3 つの系に連続的に下水を模擬した人工排水を 0.10 kg-BOD/kg-MLSS/day で通水した。また、運転条件も全て同じに設定した。モニタリング対象は、全有機炭素 (TOC)・pH・DO・汚泥濃度・粘度である。膜の目詰まり指標は膜間差圧を採用した。膜間差圧が約 60 kPa を超えた時点で膜を交換し、実験を継続した。また、原生動物・微小後生動物は光学顕微鏡にて存在量を半定量的に把握した。さらに、次世代シーケンサーにより 16S rRNA 遺伝子に基づく微生物叢解析を行った。微生物の代謝物に関しては 3 次元励起蛍光分光法 (JASCO/FP-8600)により網羅的に評価した。

3．実験結果と考察

各系における処理水の TOC 濃度に有意差は見られない(p=0.25, n=22, 2016/6/2~2017/1/5)。また、リアクター内の汚泥濃度も有意差はなく (p=0.16, n=39, 2016/5/26~2017/1/5)、各系の処理性能は同一であることが示された。

運転 69-133 日間において MBC2 の膜間差圧はその他の系と比べ低い値となり、膜の目詰まりが抑制された (図 1)。また、運転 133-186 日間において MBC1 の膜間差圧もブランクと比べ低い値となった(図 1)。MBC2 はブランクと比較して、粘度が約 1/3 になり、微生物群の代謝物として顕著に検出されたトリプトファン濃度も約 1/5 となった(表 1)。

検鏡結果から SB を充填した MBC1,2 では、ブランクと菌叢が異なっていくことが確認された。MBC1,2 では原生動物・後生動物がブランクより種・量共に多かった。また、ブランクでは見られない *Zoogloea* 属の形態を有する細菌のフロックが運転約 80 日後に MBC2 に、約 170 日後に MBC1 に出現した。次世代シーケンサーによる遺伝子解析の結果でも、*Zoogloea* 属の存在が確認された。優占種として検出された *Rhodobacter* 属、*Runella* 属に加え、指状のフロック形成が報告される [1]*Zoogloea* 属の出現による粘度や EPS 濃度、膜間差圧の変化への関与が可能性として考えられる。

4．結論

繊維状担体(SB)を充填したハイブリッド型 MBR (MBC)によるろ過膜の目詰まりの抑制、粘度・代謝物濃度の低減を実証した。また、MBC には高次な微生物群が多く棲息していることを確認した。今後は微生物叢とろ過膜の目詰まりの関係を明らかにする必要がある。

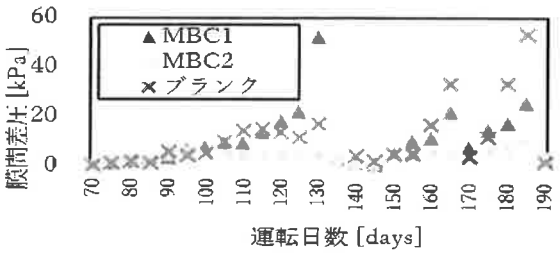

図 1. 膜間差圧の経日変化 (実験期間 70-190 days)

表 1. 各実験期間における粘度の平均値と EPS 濃度

Run	運転日数 [days]	粘度 の平均値 [mPa・s]			トリプトファン濃度 [intensity]		
		ブランク	MBC1	MBC2	ブランク	MBC1	MBC2
1	0-60	-	-	-	-	-	-
2	69-133	34	16	12	10000	4000	2000
3	133-167	68	58	15	10000	7000	3000
4	167-186	51	30	17	10000	8500	2000

参考文献

1) Larsen *et al.* (2008) *Appl. Environ. Microbiol.* 74(5): 1517-1526