

繊維状担体を導入した膜分離活性汚泥法による膜詰まり抑制と再現性の確認

東京農工大学・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 a 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によるバイオフィ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、膜詰まり抑制技術の開発として、新規繊維状担体(サンプル: 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)のシステムを開発した¹⁾。繊維状担体は高い空隙・比表面積を有し、スケルトン状のカプセル容器に入れることで、流動床への拡張性を持つ。繊維状担体は、原生動物・後生動物の集積を可能にし、従来の MBR よりも多様かつ高次の生物叢の構築を可能にし、膜の目詰まりの原因となる細菌外代謝物(EPS)を分解する細菌の共生も期待できる。そこで本研究は、繊維状担体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を用意した。実験系は、従来の MBR (MBR1)、上述した SB を充填したハイブリッド型 MBR (MBC1)、MBR の曝気槽を二室に区画した MBR2 (2 回目の試験より新たに設置)、MBC1 の曝気槽を二室に区画したハイブリッド型 MBR (MBC2)、の 4 系であり、バイオフィリングの抑制効果は繊維状担体の有無か、曝気槽の区画の有無が支配因子になるのかを評価した。この 4 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。モニタリング項目は、有機炭素 (NPOC)・pH・DO・汚泥濃度・粘度・膜間差圧である。ろ過による透過液の目的流量が得られなくなった際、全系の膜を交換した。活性汚泥中の原生動物・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。同時に、菌叢解析として 16S rRNA 遺伝子を次世代シーケンサーによりを行った。さらに、EPS の組成を 3 次元励起蛍光分光法 (JASCO/FP-8600)により評価した。また、モニタリング対象の再現性を得るために、この実験を第 1 期 (運転日数 294 日)、第 2 期 (現在約 250 日)に分けて評価した。

3. 実験結果と考察

第 1 期と第 2 期の双方の実験結果において、t 検定結果から実験系全てにおける処理水の NPOC 濃度に有意差は見られなかった($p=0.15$, $n=56$)。この結果より各系の処理性能は同一であることが示された。

膜間差圧増加速度は第 1 期と第 2 期において以下の二点の傾

向が見られている。

第 1 期の膜間差圧増加速度: MBR1>MBC1>MBC2 (図 1)

第 2 期の膜間差圧増加速度: MBR1≒MBR2>MBC1>MBC2 (図 2)

2 期の試験により、繊維状担体の膜間差圧の上昇の抑制効果を確認し、再現性を取ることができた。MBC2 を新たに比較に加えた第 2 期の結果より、曝気槽の分画よりも繊維状担体の充填が膜間差圧に影響を及ぼしていることが示唆された。

次世代シーケンサーによる微生物叢解析から MBC1,2 は MBR1,2 と微生物叢が異なっていくことが確認された。また、PCoA 解析から、MBC1 と MBC2 における菌叢の差よりも明らかに MBR1 と MBR2 における菌叢の差が小さかった。この点から、繊維状担体が与える微生物叢の変化への影響が示唆された。微生物叢の違いが膜の目詰まりに及ぼす影響に関しては、更なる考察が必要である。

4. 結論

2 期に渡る膜の目詰まり試験により、繊維状担体の導入により MBR の膜の目詰まりの抑制が可能であることが実証された¹⁾。また、リアクターの分画化よりも繊維状担体の充填による目詰まり抑制効果が大きいことが示唆された。今後は菌叢と膜詰まり抑制効果の関係について調査する必要がある。

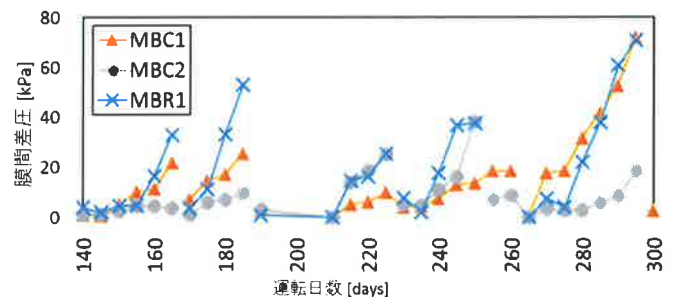


図 1 膜間差圧の経日変化 (第 1 期実験期間 140-300 days)

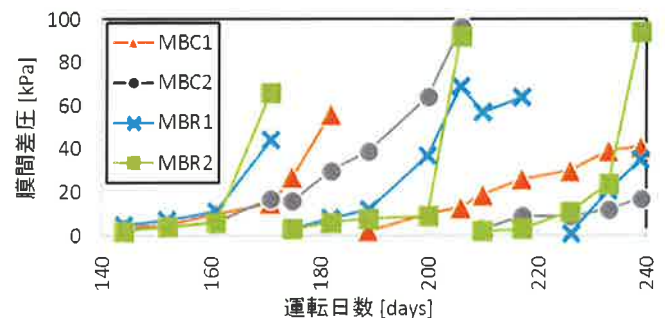


図 2 膜間差圧の経日変化 (第 2 期実験期間: 140-240 days)

引用文献

1) 島村ら(2017) 第 51 回日本水環境学会年會要旨集 P47