

## 第 405 回雑誌会

(Oct. 26, 2023)

### (1) Spatiotemporal distribution of antimicrobial resistant organisms in different water environments in urban and rural settings of Bangladesh

Asaduzzaman, M., Rousham, E., Unicomb, L., Islam, M., Amin, D., Rahman, M., Hossain, M., Mahmud, Z., Szegner, M., Wood, P. and Islam, A.

Science of the Total Environment, **831**, 154890, (2022).

Reviewed by Y. Kato

基質特異性拡張型  $\beta$ -ラクタマーゼ (ESBL) 産生腸内細菌科細菌による市中感染率は、世界規模で年々増加傾向であり、東南アジアにおける感染率は最も高い。東南アジアでは、生活排水や病院廃水の多くが未処理のまま公共用水域に放出されていることから、水環境において新たな薬剤耐性菌 (ARB) が発生する可能性がある。そこで本研究では、バングラデシュの都市部と農村部を対象に、ARB と薬剤耐性遺伝子 (ARG) の空間分布を調査した。試料は、冬季と夏季において、農村部の養鶏場と一般家庭の計 80 地点から飲料水、排水、池、河川水、都市部の 40 地点から飲料水、食品市場排水を計 397 検体採取した。試料水は、孔径 0.22  $\mu\text{m}$  のフィルターで吸引ろ過し、3 種類の m-TEC 培地 (抗菌薬無し、セフトキシム : 1 mg/L, メロペネム : 0.5 mg/L) 上に貼り付けて、ESBL 産生大腸菌 (ESBL-Ec), カルバペネム耐性大腸菌 (CR-Ec) を単離した。その後、代謝・酵素反応の違いから菌種を同定した。同定された ESBL-Ec 陽性株は、double disc synergy 試験によって ESBL 株を確定した。CR-Ec 陽性株は、3 種類のカルバペネム系抗菌薬に対する薬剤感受性試験によって CR 株を確定した。次に、水試料 100 mL をろ過したフィルターから DNA を抽出し、qPCR によって *bla*<sub>NDM-1</sub> および *bla*<sub>CTX-M-1</sub> 遺伝子を定量した。さらに、得られた定量的データと ArcGIS を用いて、薬剤耐性 (AMR) 空間マッピングを作成した。

農村部と都市部における ESBL-Ec の検出率は、飲料水が最も低く、排水が最も高かった。一方で、農村部における CR-Ec の検出率は、ESBL-Ec と同様に飲料水が最も低かったが、河川水の検出率は最も高かった。各試料水の ARG 濃度を定量した結果、*bla*<sub>NDM-1</sub> は農村部・都市部の排水から高濃度で検出され、都市部の食品市場排水が最も高かった ( $3.33 \pm 3.21 \log_{10}$  copies/100 ml)。同様に、*bla*<sub>CTX-M-1</sub> も農村部と都市部の排水から高濃度に検出された。AMR 空間マップを用いて ARB と ARG の分布を調べた結果、ESBL-Ec は、農村部と都市部の飲料水以外のあらゆる水環境に遍在しており、CR-Ec は農村部と都市部の排水において多く検出された。また、排水は ARB と ARG の検出頻度が高く、農村部と比較して都市部で有意に高かった ( $p < 0.05$ )。以上より、ARB や ARG の空間分布を調べることによって、AMR の拡散実態や汚染の重要スポットの推定が可能になる。

## (2) Fouling mitigation in membrane bioreactors by nanobubble-assisted backwashing

Fernandes, H., Kiuchi, S., Kakuda, T., Hafuka, A., Tsuchiya, T., Matsui, Y., Kimura, K

Journal of Water Process Engineering, **53**, 103860 (2023)

Reviewed by K. Takahashi

膜分離活性汚泥法 (MBR) において、膜閉塞は主要な問題の 1 つである。そこで本研究では、ナノバブル水逆洗 (NBB) による MBR の膜閉塞の軽減と、逆洗液が活性汚泥に与える影響について、水道水逆洗 (TWB) および次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) を用いた化学逆洗 (CEB) と比較した。実験は、札幌市の下水処理場に設置された 3 台のベンチスケール MBR を、同一の運転条件で並列運転し、逆洗浄条件のみ変化させた。MBR 内に粒状担体を投入し、運転条件は汚泥滞留時間 30 日、タンク内の曝気  $0.012 \text{ Nm}^3/\text{min}$ 、ろ過速度  $50\text{-}80 \text{ L/m}^2/\text{h}$ 、11 分ごとに 1 分間の休止として、運転を行った。逆洗浄は、5 時間ごとに 60 分間、 $8 \text{ L/m}^2/\text{h}$  の速度で TWB、NBB または CEB の方式で行った。本実験では、異なる季節、異なるろ過速度で 5 回の実験を実施した。実験終了時に、汚れた膜をタンクから取り出し、水道水を通水することによって、実験前後の膜のろ過抵抗の変化を測定した。また、逆洗液が MBR の性能に与える影響を評価するため、ろ液の全有機炭素 (TOC)、溶解有機炭素 (DOC)、汚泥懸濁液の MLSS、アンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ )、亜硝酸イオン ( $\text{NO}_2^-$ )、硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) を測定した。そして、蛍光分光光度計とフーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) を用いて、膜閉塞層の分子構造や官能基を分析した。さらに、走査電子顕微鏡 (SEM) と原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて、膜閉塞層の観察を行った。

季節にかかわらず、NBB の洗浄性能は TWB よりも高く、CEB と同程度であった。TWB の実験後のろ過抵抗は NBB より 424% 高く、ろ過抵抗の抑制には NBB の方が TWB よりも効果的であった。しかし、膜閉塞層の組成と TOC、DOC、MLSS、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  濃度は、逆洗液の方式の違いによる変化が認められなかった。一方、NBB で逆洗された膜表面の膜閉塞層が TWB の膜閉塞層より粗いことが AFM 画像から観察された。これは、NB が膜とゲル層の界面に侵入した際に、ゲル層を浮き上がらせたためであり、粒状担体による洗浄効果が高まったと考えられる。さらに、NBB を適用した場合、膜閉塞層の厚さは著しく減少することが SEM によって観察された。TWB サンプルの表面の膜閉塞層は、NBB サンプルよりも 30% 厚かった。したがって、NBB を実施した場合には、膜閉塞層の化学的な組成の変化よりも、物理的な構造が変化した可能性があると考えられた。以上の結果より、NBB を実施しても MBR の汚泥性状には大きな変化は見られず、NBB は膜からの膜閉塞層の除去を促進することが示唆された。