

第 396 回雑誌会

(Jun. 28, 2023)

(1) Multidrug-resistant bacteria and microbial communities in a river estuary with fragmented suburban waste management

H, J., Jong, M., Acharya, K., Liew, S., Smith, D. R., Noor, Z., Goodson, M. L., Werner, D., Graham, D. W and Eswaran, J.

Journal of Hazardous Materials, **405**, 124687 (2021).

Reviewed by Y. Kato

東南アジアは衛生施設の管理が不十分であり、薬剤耐性菌の出現と拡散のリスクが高いことが懸念されている。そこで本研究では、マレーシア南部の河口域を対象に、物理的および微生物学的観点から河川流域の水質を評価した。試料は、メラユ川の 8 地点（上流：M1～M3，下流：M4～M8）を選定して採取した。採取地点は、様々な土地利用（M2 と M3：処理水流入地点，M7：メラユ川の河口，近辺に学校が存在）に基づいて選択した。各地点の水試料中の細菌 DNA を抽出し、16S rRNA 遺伝子解析から細菌叢を特定した。また、qPCR 法によって総大腸菌とヒト由来大腸菌マーカー遺伝子を定量した。次に、選択培地を用いたメンブレンフィルター法によって大腸菌、大腸菌群、ブドウ球菌、および腸球菌を計数・単離した。加えて、セフトキシム（0.25 μg/mL）とアンピシリン（8 μg/mL）含有大腸菌・大腸菌群選択培地を用いて ESBL 産生菌を計数・単離した。ESBL 産生の単離株について、ディスク拡散法によって 9 種類の抗菌薬に対する薬剤感受性試験を実施した。さらに、検出された薬剤耐性菌について、16s rRNA 遺伝子による菌種同定を行い、5 種類の抗菌薬に対する MIC 値を測定した。また、multiplex PCR 法によって β ラクタマーゼ遺伝子、バンコマイシン耐性遺伝子、およびカルバペネマーゼ遺伝子の保有を確認した。

下水処理場処理水の影響を受ける地点 M2 と M3 の細菌叢は、下流域と比較して多くの微生物群集で構成されていた。総大腸菌とヒト由来大腸菌の遺伝子コピー数は、河川流下に沿って変化し、M2 と M3 で存在量が最も多かった（ $5.6 \times 10^8 \sim 1.3 \times 10^9$ gene copies/100 mL）。遺伝子コピー数と同様に、培養可能な微生物量も M2 と M3 で存在量が多かった。また、ESBL 産生菌は、上流域で多く検出された。薬剤感受性試験の結果、*Enterococcus faecalis* の 85.7%（12/14 株）が多剤耐性であった。また、*Enterobacte cloacae*（2/2 株）、*Escherichia coli*（4/4 株）、*Klebsiella pneumoniae*（2/2 株）、*Pseudomonas monteyi*（9/9 株）、および *P. pseudoalcaligenes*（3/3 株）は、すべての単離株が多剤耐性であった。ESBL 産生菌について薬剤耐性遺伝子の保有を確認したところ、β ラクタマーゼ遺伝子である TEM 遺伝子（30.8%）が優占して検出された。以上のことから、下水処理場放流水の影響によって処理水放流地点における薬剤耐性菌の曝露リスクが高くなることが示唆された。

(2) Disinfection of treated urban effluents for reuse by combination of coagulation / flocculation and Fenton processes

Venâncio, J. P. F., Ribeirinho-Soares, S., Lopes, L. C., Madeira, L. M., Nunes, O. C. and Rodrigues, C. S. D.

Environmental Research, **218**(1), 115028 (2023)

Reviewed by M. Kanai

近年、衛生基準の高い国においても水系感染症の発生率が増加している。下水から安全な再生水を得るには、効率的な排水処理に加えて、有害微生物の不活化が重要である。本研究では、凝集沈殿とフェントン酸化を組み合わせた処理技術を用いて、都市下水の消毒と薬剤耐性遺伝子 (ARG) の除去における最適条件を検討し、処理水の再利用の可能性を考察した。ポルトガル北部の下水処理場から生物処理水 (STWW) を原水とした。凝集沈殿には、pH 調整剤 (1 N NaOH, 1 N H₂SO₄) と無機凝集剤 (FeCl₃) を用いた。無機凝集剤注入率は 40, 60, 80, 120, 140 mg/L とした。凝集沈殿の処理後の上澄み水 (CTWW) を回収し、続いてこの CTWW をフェントン酸化によって処理した。フェントン酸化処理には、酸化剤 (H₂O₂) と触媒 (FeSO₄ · 7H₂O) を用いた。酸化剤の注入率は 0, 40, 50, 75, 100, 125 mg/L, 触媒の注入率は 0, 4, 5.5, 7, 10 mg-Fe²⁺/L とした。そして、処理後の上澄み水 (FTWW) を最終的な処理水とした。各処理の最適条件は、濁度除去率と糞便性大腸菌群 (ENT) の不活化率から決定した。また、全処理過程において、ENT, 腸球菌, 従属栄養細菌および薬剤耐性 ENT を計数した。並行して、全処理過程における細菌叢の変化も解析した。さらに、qPCR 法によって 3 種類の ARG の残存性を評価した。再生水の安全性は、FTWW の水質を欧州議会が定めた再生水水質基準によって評価した。

凝集沈殿処理は、凝集剤注入率 120 mg/L において濁度除去率が最大となり、このときの ENT の不活化率は 99%であった。フェントン酸化処理の最適条件は、ENT の不活化率から評価して、H₂O₂ 注入率 100 mg/L, FeSO₄ · 7H₂O 注入率 7 mg-Fe²⁺/L, 反応時間 120 分に設定した。最適条件下の FTWW は、72 時間暗所で保存した場合においても、細菌の増殖と ARG コピー数の増加は確認されなかった。しかしながら、原水の STWW と 72 時間保存後の FTWW の細菌叢を比較した結果、STWW よりも保存後の FTWW の方が病原性を有する可能性のある *Acinetobacter* 属と *Clostridium* 属の全 16s rRNA 遺伝子に対する相対存在量は多くなった。最適条件における FTWW の水質を評価したところ、全ての項目で欧州議会の定めた再生水水質基準値を満足した。しかしながら、72 時間保存後の FTWW 中には水質基準に設定されていない病原細菌の存在が示唆されたことから再生水としてのリスクが懸念される結果となった。