

第 427 回雑誌会

(June 9, 2025)

(1) Anthropogenic pollution may enhance natural transformation in water, favouring the spread of antibiotic resistance genes

Sivalingam, P., Sabatino, R., Sbaffi, T., Corno, G., Fontaneto, D., Borgomaneiro, G., Rogora, M., Crotti, E., Mapelli, F., Borin, S., Pilar, A. L., Eckert, E. M. and Di Cesare, A
Journal of hazardous materials, **475**, 134885, 2024.

Reviewed by S. Tamai

下水中に存在する細胞内 DNA (inDNA) と細胞外 DNA (exDNA) には、薬剤耐性遺伝子 (ARG) や可動遺伝因子 (MGE) が含まれており、水平伝播による薬剤耐性の拡散に寄与している可能性がある。また、人間活動に伴う微生物汚染などの人為的な汚染は ARG の持続性や水平伝播を促進させる可能性があるが、その関係性は明らかになっていない。そこで本研究では、ARG の拡散における人為的汚染の影響を評価するため、湖水と下水における ARG の遺伝子多様性の比較と、人為的汚染による形質転換頻度の変化を検討した。水試料は、イタリアの湖と消毒後の下水放流水をそれぞれ 3 地点から採取した。試料を 0.22 μm のフィルターでろ過し、フィルター上の残渣から抽出した DNA を inDNA、ろ液から抽出した DNA を exDNA とした。メタゲノム解析によって取得した配列から、contig と Metagenome assembled genomes (MAG) を作成し、細菌叢、ARG、High-risk ARG、および MGE を検索した。さらに、湖水と下水を任意の割合で混合した培養基を作成し、2 種類の薬剤耐性プラスミド (1×10^9 copies/mL) と抗菌薬 (カナマイシン : 20 mg/L, ストレプトマイシン : 10 mg/L) を添加してから 28°C で 48 時間培養した。培養後、試料全量をろ過し、フィルターから抽出した DNA のプラスミドのコピー数を qPCR 法で測定し、人的汚染と形質転換の関係性を評価した。

湖水と下水の細菌叢・ARG の多様性は大きく異なったが、同一地点における inDNA と exDNA の遺伝子多様性は類似していた。湖水と下水で ARG の多様性が異なることから、放流された ARG の持続性は限定的であることが示唆された。また、細菌叢と ARG の多様性は、下水において有意に高く、inDNA と exDNA では inDNA の方が多様性に富んでいた ($p \leq 0.05$)。しかしながら、High-risk ARG では、湖水と下水のどちらにおいても inDNA と exDNA の間に有意な差が無く、湖水では High-risk ARG の存在量が exDNA において多かったことから、exDNA は High-risk ARG の重要な供給源である可能性が示唆された。人為的汚染と形質転換の関係性を評価した結果、培養基における下水の割合が増加するほどに、プラスミドのコピー数が有意に増加し、人為的汚染によって形質転換が促進されることが示唆された。本研究は、人為的汚染がプラスミドの伝播を促進させることを初めて実験的に証明しており、その詳細な機構の解明のために更なる研究が必要である。