

第 449 回雑誌会

(May.27, 2026)

(1) Heavy metal and antibiotic resistance in four Indian and UK rivers with different levels and types of water pollution

Gupta. S., Graham. DW., Sreekrishnan. TR., Ahammad. SZ.

Science of Total Environ. 857, 159059, (2023).

Reviewed by R. Kashima

重金属は細菌の活性に不可欠な要因であるが、高濃度で毒性を示す。そのため、細菌は薬剤耐性機構と類似の重金属耐性を獲得することが報告されている。薬剤耐性と重金属耐性は共選択されることが知られているが、細菌培養と遺伝子解析を組み合わせたアプローチは少なく、実証データは不足している。そこで本研究は、重金属濃度の異なる河川を対象に、細菌培養と遺伝子解析を用いて、重金属による薬剤耐性の共選択の実態を調査した。調査は、イギリスのタイン川 (T1, T2, T3) とウーズバーン川 (O1-A, O1-B)、インドのガンジス川 (G1-A, G1-B, G2) とヤムナ川 (Y1) で実施し、各河川の表層水と堆積物を採取した。各河川は、重金属濃度と未処理の生活排水の負荷による影響度に基づいて 4 つに分類した。各試料に対して、各種の水質と重金属濃度を測定した。加えて、全大腸菌群 (TC) と糞便性大腸菌群 (FC)、基質拡張型 β -ラクタマーゼ (ESBL) 産生菌を計数した。さらに、5 つの抗菌薬と 7 つの重金属をそれぞれ添加した R2A 培地を用いて薬剤耐性菌 (ARB) と重金属耐性菌 (HMRB) のスクリーニングを行った。また、各試料から DNA を抽出し、qPCR によって、薬剤耐性遺伝子 (ARGs)、重金属耐性遺伝子 (HMRGs)、インテグロン (*int 1*, *int 2*, *int 3*)、および 16S rRNA を定量した。

各細菌数は、排水負荷の影響度が高い、ガンジス川とヤムナ川、ウズバーン川で多かった。特に、重金属濃度と排水の影響度のどちらも高いガンジス川 (G2) とヤムナ川 (Y1) で最多となった (表層水: $10^2 \sim 10^6$ CFU/mL, 堆積物: $10^3 \sim 10^7$ CFU/g)。また、細菌数と同様に、ARB, ESBL, および HMRB においても負荷の影響度と重金属濃度の高い河川で多くなった。したがって、細菌は、生活排水から強い影響を受けており、重金属汚染によって、各耐性が促進される可能性が示唆された。リンや窒素などの栄養塩は、各細菌および *int 1* の間に有意な正の相関を示し ($p < 0.05$)、細菌の増殖と *int 1* を介した水平伝播に寄与することが示唆された。加えて、堆積物中の *int 1* と正の相関を示した重金属のうち、クロム (Cr) は、HMRGs と ARGs のどちらとも有意な正の相関を示し ($p < 0.05$, $p < 0.01$)、Cr による選択圧が *int 1* を介した共選択を誘発している可能性が示唆された。表層水では、ニッケルと鉛が *bla_{AIM}* と *tetM* に正の相関を示した ($p < 0.01$, $p < 0.05$)。以上より、重金属は、水環境における選択圧として機能し、*int 1* を介した共選択や多剤耐性の獲得に寄与する可能性が示唆された。