

第 342 回雑誌会

(Oct. 19, 2020)

(1) Spatial and seasonal variations of antibiotics in river waters in the Haihe River Catchment in China and ecotoxicological risk assessment

Kai, L., Ying, Z., Wei, C., Hui-Yun, P., Yuan-Xin, C., Xuan, Z., Bo-Bo, G., Andy, S., Chun-Ye, L., Wei, O., Meng-Chang, H. and Xi-Tao, L.

Environment International, **130**, 104919 (2019).

Reviewed by Y. Ito

抗生物質は、ヒトや動物の治療、家畜の成長促進や病気の予防等に幅広く使用されており、ヒトや動物の体内で完全に吸収されず、水環境中に放出される。中国の海河流域では、高濃度の抗生物質が存在すると予測されており、高い生態毒性リスクを引き起こす可能性がある。そこで本研究では、海河流域における抗生物質の乾季と雨季の濃度変化を調査した。調査対象は、フルオロキノロン、マクロライド、スルホンアミド、アンフェニコール、およびβ-ラクタムに属する 15 種類の抗生物質とした。試料採取は、季節的な抗生物質濃度の変動について調査するために、海河の集水域において乾季（2016 年 10 月）と雨季（2017 年 8 月）に分けて実施した。採取地点は、主流と主要支流を含む代表的な 51 地点（河川水：42 点、下水処理場：6 地点、未処理下水：3 地点）とした。各地点の試料は、ろ過後 3 つに分割し、100 ng の内部標準（IS）をスパイクした。次に、HLB カートリッジを調整し、アセトニトリル、酢酸エチル、およびメタノールの混合溶媒で抗生物質を溶離した。最後に、窒素フローを使用して溶離液を 1 mL に濃縮した。抗生物質の濃度は、UPLC-MS/MS によって測定した。

河川水における 15 種類の標的抗生物質の濃度は、いずれも 10 ng/L~102 ng/L の範囲内であった。これらの濃度は、中国や世界全体と比較して、中程度またはわずかに高濃度であった。各地点における 15 種類の標的抗生物質の合計濃度は、414 ng/L~1951 ng/L の範囲内となった。また、本研究で調査されたフロルフェニコールは、この集水域から初めて検出された。15 種類の抗生物質の平均濃度は、1393±283 ng/L であり、下水処理場からの放流水がこれらの抗生物質の主な発生源であることがわかった。季節的な抗生物質濃度の変動をみると、乾季よりも雨季の方が河川水への抗生物質の質量負荷は高かった。また、降雨による希釈によって、河川水中の抗生物質濃度は低くなることがわかった。さらに、アモキシシリン、オフロキサシン、アンヒドロエリスロマイシン、ノルフロキサシン、およびエンロフロキサシンは、地域の水生生態系に高い生態毒性リスクをもたらす可能性が示唆された。以上のことから、抗生物質の使用法における重要な情報を提供し、抗生物質のさらなる調査が必要であることを示した。

(2) Increased inheritance of structure and function of bacterial communities and pathogen propagation in plastisphere along a river with increasing antibiotics pollution gradient

Xue, N., Wang, L., Li, W., Wang, S. and Pan, X.

Environmental Pollution, **265**, 114641, (2020).

Reviewed by W. Sugiyama

水環境に遍在しているプラスチック破片には、プラスチックスフィアと呼ばれる微生物群集によってコロニーが形成されている。また、プラスチック破片は薬剤耐性菌（ARB）やヒト病原体を水環境に拡散させる可能性がある。しかしながら、川沿いのプラスチック破片に存在するプラスチックスフィアの空間パターンに関する研究はまだない。そこで本研究では、プラスチック破片に形成されるバイオフィームと水中の浮遊性細菌の微生物群集構造、および河川の上流から下流における抗菌薬の濃度と微生物群集構造の変動を調査した。水とプラスチック試料は、中国のウルムチ川の上流から下流までの7地点（S1~S7）で採取した。プラスチック試料は減衰全反射フーリエ変換赤外（ATR-FTIR）分光法によって化学的特性を特定した。プラスチック試料を ddH₂O で攪拌した溶液と水試料を 0.22 μm フィルターでろ過し、DNA 抽出後、16S rRNA を標的とした NGS 法によって遺伝子解析を行った。また、4つの抗菌薬（スルファメラジン、ノルフロキサシン、テトラサイクリン、およびロキシシロマイシン）の濃度は、HPLC-MS/MS 分析によって定量した。さらに、FABROTAX データベースを用いて微生物群集の生態学的機能を調査した。

調査した7地点のうち5地点において、プラスチック破片の微生物群集の多様性は水中の浮遊性細菌よりも豊富であった。プラスチックの種類別にみると、ポリエチレンでは *Gammaproteobacteria* 綱、ポリスチレンでは *Aliihoeflea* 属と *Acinetobacter* 属の細菌が豊富に存在した。また、各サンプリングサイトの抗菌薬濃度を測定した結果、下流（17.26~130.58 ng/L）の濃度は、上流（4.51~41.69 ng/L）よりも高いことがわかった。下流の水試料中に存在する細菌群集の 92.3~99.7%は上流からではなく、抗菌薬汚染などの下流の人間活動に影響を受けていた。一方で、下流のプラスチック破片における細菌群集は、上流の細菌分類群を継承していた。さらに、FABROTAX データベースを用いて分析した結果、浮遊性細菌の致死濃度を超える高濃度の抗菌薬の汚染水においても、プラスチックの破片はヒトの病原菌を蓄積する可能性のあることが示唆された。本研究は、プラスチック破片が河川水よりも多様な微生物群集を有し、高濃度の抗菌薬を含む河川水においても病原体の生存を可能とさせることを明らかにした。

(3) Assessment of dam effects on streams and fish assemblages of the conterminous USA

Arthur, C., Dana, I., Wesley, D., Kevin, W., Lizhu, W., and Travis, B.

Science of the Total Environment, **586**, 879-889, (2017).

Reviewed by R. Tanaka

河川生物の生息を阻害する要因として、ダムが挙げられる。しかし、広域にわたるダムがもたらす河川環境への影響を評価した研究は少ない。そこで本研究では、米国全域におけるダム・地理情報データを用いて、ダムの影響を特徴づけるダム指標の開発を行い、河川環境を評価した。また、ダム指標と河川魚類群集サンプルを使用した機械学習モデルにより、ダムによる河川魚類群集への影響を評価した。評価対象地域は、地形や気候の特徴を考慮して9つの地域に分類すると共に、集水面積の規模から6通りのカテゴリに分類した。21のダム指標は、地理情報データ(e.g., 河川の長さ, 集水面積)と河川流量を用いて開発した。さらに、ダム指標をダム分断河川の長さ・集水面積, ダム数, ダムまでの距離および貯水容量の4つの特徴で分類した。その後、主成分分析(PCA)を実施して、河川環境評価に使用するダム指標をダム分断河川の長さ・集水面積の指標を中心とした6指標に縮約し、河川魚類群集の機械学習モデルに使用するダム指標をダム数と距離の指標を中心とした5指標に縮約した。河川魚類群集サンプルは、1990~2013年に37,107地点の河川で取得されたデータを使用した。ダム指標による河川魚類群集への影響を評価するために、Boosted Regression Tree (BRT) モデルを使用した。ダム指標との比較のために、PCAによって縮約された5つのダム指標を用いたモデルの他にも、自然の影響(e.g., 標高, 降水量)を示す6指標, ダム以外の人為的影響(e.g., 流域内人口密度)を表す5指標をそれぞれ説明変数として用いてモデルの比較を行った。

ダム分断河川の長さ・集水面積の指標を用いることによって、調査領域における河川は、ダムによって54,120区間に分断された。集水面積の規模ごとで見ると、源流カテゴリ(集水面積 $\leq 10\text{km}^2$)はダムによって河川区間が819%増加し、大きく分断されていた。BRTモデルでは、deviance explained (数値が高いほどモデルの適合度が高い)を変数ごとに見ると、自然の影響, ダム以外の人為的影響およびダム指標で、それぞれ36.1~76.1%, 8.6~32.5%および8.2~45.1%となった。また、ダム指標と魚類の応答性を見ると、断片化, 流量変動を表すダム指標に対して、流れの速い生息地を好む魚類指標が負の応答を示したのに対して、植物食性の魚類指標は正の応答を示した。以上のことから、ダム指標の開発によってダムによる河川への影響が明らかになり、ダムの影響は、他の人為的影響と同等またはそれ以上に河川魚類群集へ影響を及ぼすことが示唆された。