

第 451 回雑誌会

(Jun. 12, 2026)

(1) Low levels of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) detected in drinking water in Norway, but elevated concentrations found near known sources

Grung, M., Hjermann, D. Ø., Rundberget, T., Bæk, K., Thomsen, C., Knutsen, H. K. and Haug, L. S.

Science of The Total Environment, **947**, 174550, 2024.

Reviewed by K. Umeki

PFAS は難分解性や毒性を有する普遍的な化学物質として、世界中で問題視されている。同物質は水道水にも広く含まれているため、水道水はヒトへの主要な暴露源として懸念されている。しかし、ノルウェーの水道水における詳細な汚染実態は未解明である。そこで本研究では、ノルウェー国内の水道水とその原水中の PFAS 濃度の大規模調査を実施し、国際的な安全基準に基づいた健康リスクの評価を行うことを目的とした。本研究では、ノルウェー国内の 17 の水道業者から提供された計 164 の試料(水道水 71 サンプル, 原水 93 サンプル)を対象とした。200 mL の各試料に、定量補正用の内部標準物質を 1 ng 添加して振とうし、Oasis WAX カラムで固相抽出を行った。カラム内に保持された PFAS をメタノールで溶出し、窒素気流下で 0.1 mL まで濃縮した。最後に、アセトニトリルを 0.3 mL 加えて再溶解し、LC-qTOF-MS により定量分析を行った。得られた PFAS 濃度のデータから、浄水処理による PFAS の除去率の算出ならびに各水源の汚染実態の比較を行った。

活性炭処理を実施していない浄水場の PFAS 除去率は 20 %未満であった。一方で、活性炭処理を実施している浄水場では最大 52 %の除去率が得られた。このことから、活性炭処理は PFAS 除去において極めて有効であることが示された。全サンプルのうち、PFAS 濃度が定量下限値未満のサンプルは 1 検体のみであり、全水道水サンプルにおける直鎖 PFOS と分岐鎖 PFOS の検出頻度は、それぞれ 92%と 94%と高い値を示した。PFAS は、ノルウェーの水道水に遍在することがわかった。しかし、全水道水サンプルのうち、デンマークの水道水基準（主要な 4 種の PFAS 合計値：2 ng/L）を超過したサンプルは 1 検体のみであり、人口暴露モデルによる推計においても、基準値を超えるリスクがある住民はわずか 0.5 %に留まり、ノルウェーの水道水における PFAS 汚染の影響は局所的であることが明らかな水源で環境品質基準（0.65 ng/L）を下回っていた。しかし、ヴァンシヨ湖のすべてのサンプルは基準を超過しており、中央値は 2.2 ng/L, 最大値は 15 ng/L であった。これは、ヴァンシヨ湖周辺に位置する空港において、PFAS が大量に含まれる泡消火剤が長年使用されていた影響が考えられる。本研究は、ノルウェーの水道水およびその原水中の PFAS 濃度を初めて明らかにしており、今後は経時的な変化を明らかにするためのさらなる研究が必要である。

(2) Soil microbial inoculation during flood events shapes headwater stream microbial communities and diversity

Caillon, F., Besemer, K., Peduzzi, P., Schelker, J.

Microbial Ecology, 82, 591-601, (2021).

Reviewed by S. Ishii

河川上流の細菌群集は、土壌と類似していることが知られている。降雨に伴う高流量イベントは、土壌由来の細菌が河川に流入する重要な機会であり、両者の細菌群集が類似する要因であると考えられている。しかしながら、流入後の土壌細菌が河川に定着することによって河川の細菌群集に及ぼす影響は、十分に解明されていない。そこで本研究では、高流量イベントによる土壌細菌の流入が、河川水とバイオフィルムの細菌組成や多様性に与える影響について調査した。調査は、オーストリアのルンツ湖周辺のオベラー・ゼーバッハ流域において、高流量時と低流量時の計 6 回実施した。流域内の 6 つの小河川から河川水、隣接する 3 つの斜面から土壌水を採取し、オベラー・ゼーバッハ川から河川水とバイオフィルムを採取した。各試料から DNA を抽出し、V3-V4 領域を対象に Illumina MiSeq でシーケンス解析した。その後、起源推定分析 (FEAST) によって、土壌細菌が河川に与える影響を定量的に評価した。

シーケンス解析により、計 25,985 の OTU (操作的分類単位) が検出された。河川水とバイオフィルムにおける OTU のうちの 70 % 以上が土壌の OTU と一致し、河川における細菌の多くは、土壌由来であることが示唆された。土壌と河川水においては、*Bacteroidetes* 門や *Parcubacteria* 門、*Betaproteobacteria* 門などが共通して優占し、低流量時と比較して高流量時において、群集構造が類似する傾向を示した。シャノン多様性解析の結果、河川規模に関わらず、低流量時よりも高流量時において河川水の多様性が有意に高かった ($p < 0.001$)。一方、土壌細菌では、流量変化による有意差はなかった ($p = 0.32$)。β 多様性解析の結果、土壌や河川水、バイオフィルムの細菌は、生息環境によって群集構造が有意に異なった ($p < 0.001$)。いずれの河川においても、低流量時は、高流量時よりも生息環境による群集構造の違いが顕著であった ($p < 0.001$)。FEAST 分析によって河川の細菌の由来を推定した結果、全ての河川において、流量に関わらず常に 72 % 程度が土壌由来細菌であり、約 24 % が高流量時の土壌のみで検出される OTU であった。このことから、流量の違いによって河川水の細菌の多様性は変化するが、その由来は流量に関わらず、常に土壌が大部分を占めていることが示唆された。以上より、高流量イベントによる土壌細菌の河川への流入は、河川細菌群集の均質化を促進するとともに、細菌多様性および群集構造の変化に寄与することが明らかとなった。