

第 453 回雑誌会

(Jul. 3, 2026)

(1) Competitive adsorption of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) on activated carbon: Impact of activated carbon and PFAS properties

Meservey, A., Mitchek, M., Wong, J. and Pennell, K. D.

Journal of Hazardous Materials, **505**, 141462, (2026).

Reviewed by R. Nishitani

PFAS への長期曝露は、発がん性、免疫機能低下、肝機能障害といった健康リスクを引き起こすことが報告されているため、水環境からの PFAS 除去技術の確立が求められている。活性炭 (AC) は PFAS 除去の有効な吸着剤として広く研究されてきたが、既往研究の多くは単一成分系を対象としたものであり、多成分系における吸着挙動は十分に解明されていない。そこで本研究では、共存物質が吸着プロセスに与える影響の解明を目的とし、原料の異なる 6 種のコロイド状 AC (ヤシ殻、褐炭、瀝青炭、および 3 種の精製瀝青炭) の物性を測定し、各 AC について PFAS の吸着挙動を検討した。環境中で頻繁に検出される PFOA, PFOS, および PFBS を対象とし、各 PFAS の単一成分系、2 成分または 3 成分の混合系、および自然由来有機物 (NOM) を添加した 3 成分混合系の 3 条件について吸着試験を実施した。原水は Milli-Q 超純水に KCl, CaCl₂, MgSO₄, NaHCO₃ を添加した人工地下水を使用し、これに AC と PFAS を混合して 7 日間攪拌した。その後、遠心分離を行い、上澄み液中の残存 PFAS 濃度を UPLC-MS/MS で定量した。

各 AC の特性評価の結果、ヤシ殻由来の AC はマイクロ孔と比表面積が最大となり、褐炭由来の AC はメソ孔が支配的であった。また、ヤシ殻と褐炭由来の AC は親水性が高いのに対し、瀝青炭由来の AC は高い疎水性を有した。単一成分系では、すべての AC において PFOS, PFOA, PFBS の順に吸着量が多かった。これは各 PFAS の疎水性の高さの序列と一致するため、PFAS の疎水性が AC への吸着挙動を支配する主要因であることを示唆している。また、疎水性の高い瀝青炭由来の AC が PFOS, PFOA に対して最大の吸着量を示したため、AC 自体の疎水性も PFAS 吸着の重要な要素であることが明らかとなった。2 成分または 3 成分の混合系では、AC の原料や性質に関わらず、PFOS が優先的に吸着され、短鎖 PFAS である PFBS は吸着量が大きく低下した。NOM 共存下では、PFOA と PFOS の吸着減少率が平均で 6~7 %であったのに対して、PFBS の吸着減少率は 15~35 %となった。以上のことから、疎水性の低い短鎖 PFAS は、長鎖 PFAS や NOM による競合吸着や細孔閉塞の影響で、AC への吸着が著しく阻害されることがわかった。したがって、実環境での PFAS 除去においては、長鎖 PFAS や疎水性 NOM などの共存物質による短鎖 PFAS の吸着への影響を考慮し、各 AC の特性に応じた適切な選定を行うことが不可欠である。