

第 445 回雑誌会

(Dec. 15, 2025)

(1) Multicomponent PFAS sorption and desorption in common commercial adsorbents: Kinetics, isotherm, adsorbent dose, pH, and index ion and ionic strength effects

Umeh, A, C., Hassan, M., Egbuatu, M., Zeng, Z., Al Amin, M., Samarasinghe, C. and Naidu, R.

Science of The Total Environment, **904**, 166568, (2023).

Reviewed by H. Yoshida

水処理の現場では、吸着剤に吸着した PFAS が脱着することが報告されている。しかし、その実態は限定的な条件下における検証であり、異なる水質条件下で吸着した複数種の PFAS が脱着する可能性に関する研究は少ない。そこで本研究では、異なる水質条件が PFAS の吸着と脱着に及ぼす影響を評価することを目的とした。pH (4~8) とイオン強度 (Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} : 1~100 mM) を調整した人工地下水に、3 種類の短鎖 PFAS (PFBS, PFPeA, PFHxA) と 6 種類の長鎖 PFAS (PFHxS, PFHpA, PFOA, PFOS, PFNA, PFDA) をそれぞれ、1,000 $\mu\text{g/L}$ となるように添加して試料水を作成した。また、吸着材には粒径を 63~150 μm に調整した粉末活性炭 (PAC) を用いた。試料水 30 mL に PAC を 300 mg/L となるように注入し、24 時間吸着試験を行った後に遠心分離で PAC を分離した。その後、PFAS を添加していない 30 mL の試料水に PAC を再懸濁させ、24 時間脱着試験を行った。吸着試験後の上澄み液と脱着試験後の懸濁液を 0.45 μm シリンジフィルターでろ過し、このろ液について LC-MS/MS で分析後、PFAS の吸着率と脱着率を算出した。

長鎖 PFAS の吸着率は、pH や各イオン強度の違いに関わらず 100 % となり、水質が変化しても脱着する傾向は確認されなかった。一方で、短鎖 PFAS では、pH7 において吸着率は最小と最大でそれぞれ 20% と 80% であった。また、pH が低下するに伴って、吸着率が増加し、脱着率が低下した。これは疎水性相互作用の小さい短鎖 PFAS が中性条件下では溶離しやすいが、弱酸性条件下では PAC の表面の正電荷によって、負の電荷をもつ PFAS が静電的に吸着したと推察される。また、イオン強度が上昇するとともに、短鎖 PFAS の脱着率は増加した。特に、 Cl^- と NO_3^- のイオン強度が増加した場合において増加し、PFBS で 10%、PFPeA で 50%、PFHxA で 10% となった。これは溶液中の各遊離イオンが PAC の吸着部位と競合したことと、陰イオンが電気二重層を圧縮することで PFAS と PAC 間の静電引力が弱まったことが推察された。以上のことから、pH や競合陰イオンは、PAC からの短鎖 PFAS 脱着に強い影響を与える一方で、長鎖 PFAS の脱着には影響を与えないことがわかった。