# 第 457 回雑誌会

# （Jul. 31, 2026）

## (1) Occurrence and distribution of PFAS in groundwater impacted by various contamination sources in Korea

Moon, H., Kang, J., Ekpe, O, D. and Oh, J, E.

Water Research X, **32**, 10559 (2026).

Reviewed by K. Umeki

PFAS は，多岐にわたる産業分野で恩恵をもたらす一方，その難分解性と毒性から世界的に厳しい規制対象となっている。特に，世界の淡水の約 30 %を占めている地下水は，PFAS 汚染に対して非常に脆弱であり，その汚染対策は急務である。PFAS の効果的な規制や修復を行うためには，各汚染源特有の組成や分布特性を明らかにすることが重要であるが，韓国の地下水における PFAS 汚染の研究は依然として限定的である。そこで本研究では，韓国の地下水における PFAS の汚染実態を調査し，組成プロファイルに基づく汚染源の特性評価を行うことを目的とした。地下水は，軍事地域，工業地域，および旧埋立地のいずれかの影響を受けている計 67 地点から採取した。500 mL の各試料を 0.45 μm のガラス繊維フィルターでろ過後，内部標準物質を 40 ng 添加し，Oasis WAX カートリッジで固相抽出を行った。溶出液を窒素気流下で 0.5 mL 未満まで濃縮し，メタノールで 0.5 mL に調整後，LC-ESI-MS/MS による分析に供した。また，異なる汚染源を代表する 4 つのサンプルを選定し，LC-Orbitrap/MS を用いた SNTS 分析（Suspect and Non-Target Screening）によって未知の PFAS を同定した。

PFAS の主要な構成成分であり，PFOS や PFOA に代表されるペルフルオロアルキル酸（PFAAs）の総濃度は，最大 646 ng/L（平均値：83.3 ng/L，中央値：47.6 ng/L）に達し，過去に韓国で観測された最大値の 10 倍以上で検出された。また，PFAAs の平均濃度は，軍事地域（121.5 ng/L）が最も高かく，次いで工業地域（69.5 ng/L），旧埋立地（50.5 ng/L）の順であった。調査地点全域で米国の飲料水基準値を超過するサンプルが多数確認され，特に軍事地域においては全てのサンプル（n = 24）で基準値を超過した。また，軍事地域で PFOS や PFHxS が高濃度かつ高頻度で検出されており，これは旧式の泡消火剤を用いた消火活動の影響が考えられる。一方，工業地域では短鎖である C4-PFAAs の割合が有意に高いことが示され（$p < 0.01$），これは産業界で短鎖代替物質への移行が進んでいることを反映している。SNTS 分析の結果，韓国の地下水でこれまで報告されていなかった 14 種類の PFAS が検出された。そのうち，工業地域から自動車の油圧用途に関連する PFECHS が高いシグナル強度で検出されたため，同物質は新たな工業由来 PFAS 汚染の指標として利用できる可能性が示された。以上のことから，韓国の地下水における PFAS 汚染の実態が浮き彫りとなり，各汚染源の特性に応じた総合的な管理対策の必要性が示唆された。

**(2) The potential reuse of drinking water treatment sludge for organics removal and disinfection by-products formation control**

Khedher, M., Awad, J., Donner, E., Drigo B., Fabris, R., Harris, M., Braun, K. and Chow, C. W. K.

Journal of Environmental Chemical Engineering, **10**, 3, 108001 (2022).

Reviewed by H. Shinkai

浄水処理における溶存有機炭素（DOC）の除去不足は，トリハロメタンなどの消毒副生成物の生成をもたらす。DOC 負荷の上昇に伴う凝集剤の追加は，汚泥発生量の増加による処理コストの増大を招くため，補助凝集剤として浄水汚泥（DWTS）の再利用が試みられている。しかし，DWTS の浄水処理への安全な適用やその影響を評価した研究は少ない。そこで本研究では，補助凝集剤として DWTS を再利用し，凝集性能と凝集剤注入率の削減効果を評価した。原水は，DOC が高濃度（18.8 mg/L）で検出された豪州の河川から採取し，その原水における DWTS 無添加時の最適な凝集剤の硫酸アルミニウム注入率（EnD）をモデル式から推定した。次に，凝集剤注入率を EnD の 1/3 に固定し，DWTS の添加濃度を 0 ~ 3.0 g/L に変化させてジャーテストを行い，DWTS の必要投与量を評価した。DWTS がトリハロメタン生成能（THMFP）に及ぼす影響を調査するため，前述の試験で得られた DWTS の必要投与量を添加し，凝集剤注入率を EnD の 50 %, 100 %, 170 %とした各条件でジャーテストを実施した。一連のジャーテストは，220 rpm で 2.5 分間の急速撹拌（開始と同時に DWTS 添加，1.5 分後に硫酸アルミニウム添加），25 rpm で 14 分間の緩速撹拌条件で行った。そして，15 分間の静置後，上澄み水を 11 µm のろ紙でろ過する共通の手順で行った。

モデル式から DWTS 無添加時の最適 EnD は 150 mg/L となった。凝集剤注入率を EnD の 1/3 とした検討では，DWTS 添加量の増加に伴い DOC 除去率は向上し，DWTS を 3 g/L 添加することで無添加時よりも DOC 除去率が 38 %向上した。DWTS 添加量が 1.0 g/L 以下の条件では，処理水濁度が原水濁度を上回ったことから，DWTS の必要投与量を 1.5 g/L と 3.0 g/L とした。凝集剤注入率を EnD の 50 %, 100 %, 170 %とした検討では，DWTS を添加することによって，すべての条件で残留 DOC と THMFP が減少した。特に，凝集剤注入率が EnD の 50 %かつ DWTS が 3 g/L の条件では，DWTS 無添加時の EnD 条件と比較して，同等の DOC 除去率（70 %）を達成しつつ，THMFP も 36 %低減した。これらのことから，補助凝集剤として DWTS を再利用することは，DOC 除去性能を維持したままで，凝集剤注入率と THMFP を削減できる可能性があり，通常よりも DOC 濃度が高い原水における有望な DOC 除去技術であることが示された。