

探討不同材質濾膜對海水基質中全氟化合物回收率的影響

The Effect of PFCs recovery with different syringe filter materials in seawater

吳欣慧*、李品蕙、林宜璇、吳紗系、許國恩、阮春騰

財團法人中興工程顧問社 環境工程研究中心 hhwu@sinotech.org.tw

摘要

隨著科技蓬勃發展，全氟化合物 (Perfluorinated Compounds, PFCs) 因具不易分解及表面活性劑之特性，常被使用在許多日常及工業產品的製造過程，近年來國內外已持續關注該類新興污染物之流布，其中全氟辛烷磺酸 (Perfluorooctane Sulphonate, PFOS)、全氟辛酸 (Perfluorooctanoic Acid, PFOA) 和全氟己烷磺酸 (Perfluorohexanesulfonic Acid, PFHxS) 已被公告為持久性有機污染物 (Persistent Organic Pollutants, POPs)。臺灣四面環海，廢(污)水所含之 PFCs 排入陸域水體後，最終會再進入海域環境，可能造成海域生物之危害，有需要掌握海域環境 PFCs 濃度分布。

環檢所目前已有公告廢(污)水及放流水 PFCs 檢測方法 (NIEA W542.51B)，惟其適用範圍未包括海水，有需要確認其方法適用性，另依據研究指出，樣品過濾的步驟會影響 PFCs 分析結果，其影響因子包含膜的活性表層材料、有機溶液和化合物結構等。本研究將驗證前述公告方法應用於海水微量 PFCs 檢測之適用性，並探討不同材質濾膜對 PFCs 回收率影響，以模擬海水配製兩種不同 PFCs 濃度 (4 ng/L 及 40 ng/L) 進行方法確效，將水樣先調整 pH < 3，搭配固相萃取管匣 (Waters Oasis WAX 6cc 150mg) 萃取水樣，再以 Nylon 和 Polyethersulfone (PES) 兩種不同材質濾膜過濾後，續以液相層析串聯質譜儀 (LC-MS/MS) 進行 PFOS、PFOA 和 PFHxS 等 24 項 PFCs 分析，探討不同材質濾膜之查核樣品平均回收率 (%) 及相對標準偏差 RSD (%)，再進一步以精密度及穩定性較理想之濾膜執行方法偵測極限。

實驗結果顯示，在 4 ng/L 之模擬海水中，Nylon 濾膜查核樣品之平均回收率為 33-101% 及 RSD 為 1-173%；PES 濾膜查核樣品之平均回收率為 78-148% 及 RSD 為 0.4-18%；在 40 ng/L 之模擬海水中，Nylon 濾膜查核樣品之平均回收率為 42-104% 及 RSD 為 7-14%，PES 濾膜查核樣品之平均回收率為 71-131% 及 RSD 為 0.5-19%。檢視兩種薄膜材質，因 Nylon 結構組成關係，易與蛋白質等大分子聚合物吸附結合，另亦有文獻研究顯示，PFCs 碳數與氟原子數越多，其離子反應結合力強，因此導致 8 個碳以上之 PFCs 查核樣品回收率不佳，其在低濃度環境下反應最為明顯。整體而言，PES 濾膜測試平均回收率較佳，且相對較穩定，模擬海水兩個濃度測試結果均可符合現行公告方法之品質管制標準，海水 24 種 PFCs 方法偵測極限介於 0.00033-0.00098 $\mu\text{g/L}$ 。

關鍵字：全氟化合物、濾膜、海水

Keywords: Perfluorinated Compounds (PFCs)、Nylon filters、Polyethersulfone filter、Seawater