

ナノろ過による微量化学成分の除去に及ぼす有機色度成分の影響

八戸工業大学	学生会員	○熊谷	拓也
八戸工業大学		小島	寛史
八戸工業大学		森外	将樹
八戸工業大学	正会員	鈴木	拓也
八戸工業大学	正会員	福士	憲一

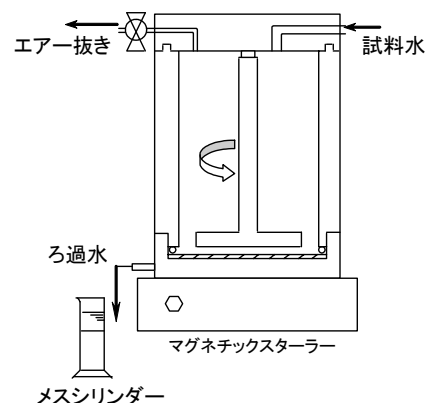
1. 目的

現在、微量化学物質の除去を目的とした高度浄水処理法としてナノろ過が注目されている。本法を実処理場への適用を想定した場合、環境水に普遍的に存在するフミン質主体の有機成分を考慮した検討が必要である。本検討に関する研究例は多いが、当該成分の影響に関しては不明な部分が多い。そこで本研究では、膜表面荷電の異なるナノろ過膜および回分式膜ろ過装置を用い、当該成分共存下における微量化学物質の除去性に関して基礎的な検討を行った。

2. 実験方法

2. 1 膜ろ過装置、ナノろ過膜および対象物質

図－1は、実験に用いた定容量回分式膜ろ過装置である。回分式セルの容積は220mL、膜面積は27.3cm²(直径5.9cm)である。ナノろ過膜はUTC-20 および UTC-60 (東レ)、前処理にはUF膜(YM100、Amicon-Millipore)を使用した。上記ナノろ過膜は両性荷電膜でそれぞれプラス、マイナス電荷が卓越している。対象物質は農薬7種類(Atrazine、IBP、Thiobencarb、Fthalide、Flutolanil、Isoprothiolane、Mepronil)である。有機成分としてクラフトパルプ(KP)黒液を使用した。本来であれば、天然由来の当該成分を用いるべきであるが、本研究で使用するKP黒液は河川水とほぼ同様の分子量分布となっており、また簡便に調整できるため用いた。



図－1 定容量回分式膜ろ過装置

2. 2 実験手順

実験は、人工原水として純水、UFろ過水、UF濃縮水を用いて行った。純水実験は、共存系実験に対する対照実験である。共存系実験では、前処理としてKP人工原水をUF膜ろ過(回分式)し、得られたUF濃縮水・ろ過水をTOC濃度10mg/LおよびpH7.0に調整し実験に供した。各農薬濃度は1μg/L程度に調整した。なお、農薬は純水に直接溶解させ、未溶解分をメンブランフィルターで除去したものを使用した。各共存系実験の有機成分の分子量構成は、UFろ過水、濃縮水でそれぞれ100kDa未満、100kDa以上である。操作圧力は0.35MPa、水温は20±2℃に調整した。ろ過水はメスシリンダーで採水し、220mL(セル容量)に達した段階で一度ろ過を終了し、原水・濃縮水・ろ過水を分析に供した。本実験は、水回収率に換算すれば100%となり、膜ろ過実験としては厳しい評価方法である。

3. 実験結果

図－2は、実験結果をまとめたものである。除去率は各実験において平衡(安定)に達したものを平均したものである。UTC-60 および UTC-20 とともにUFろ過水を原水とした実験において対象物質の除去率が高い傾向を示している。これは、分子量100kDa未満の有機成分が膜細孔で吸着等により堆積し空隙(細孔)径が減

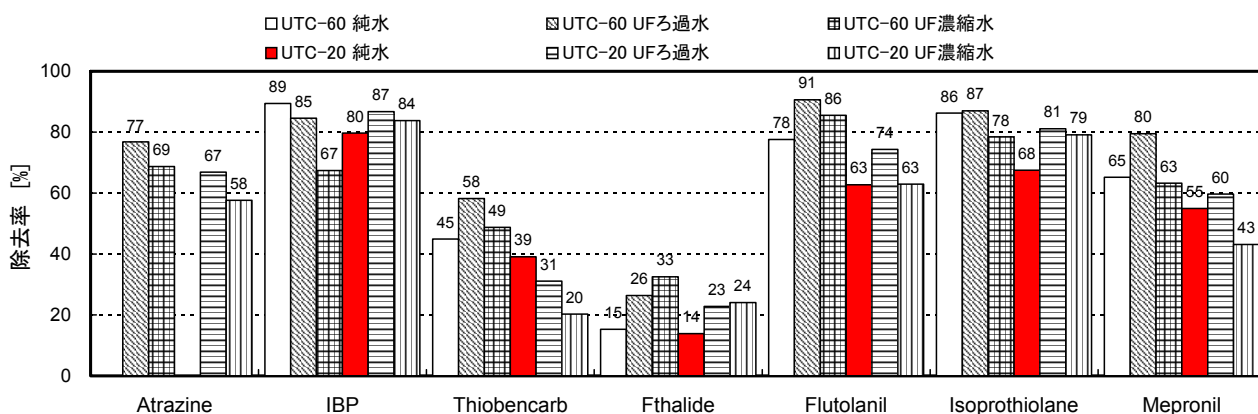


図-2 実験結果

少ししたため物理的篩い分け効果が増したためと考えられる。UF 濃縮水でも同様の結果を得ている物質も多いが UF ろ過水よりは除去率が低い傾向にある。これは、おそらく膜空隙または膜表面での有機成分の堆積構造と関連があると考えられるが詳細は不明である。なお、UTC-20 の Thiobencarb 等では、純水実験と比較し共存系において除去率が減少している。これは、純水実験における除去率が膜面への強い吸着により見かけの除去率を過大評価したためと考えられる。

図-3、4は、有機成分の堆積による空隙径の減少による篩い効果を検討するために、対象物質の分子サイズと除去率の関係を比較したものである（Thiobencarb 除く）。UTC-60 では分子サイズの比較的大きな物質で明確な効果を確認できなかった。一方、UTC-20 では、UF ろ過水、濃縮水ともに純水と比較し除去率が高い傾向を示したことから明確な篩い効果を確認することができた。前述したように本膜はプラス荷電膜であり、一般的にマイナス荷電と考えられる有機成分を膜空隙等で比較的強く吸着し堆積層を形成しているためと考えられる。今後は、膜空隙における有機成分の堆積構造と空隙径減少の関係について詳細に検討する予定である。

4. まとめ

膜表面荷電の異なるナノろ過膜を用い、有機成分共存下における微量化学物質の除去性に関する検討を行った。その結果、プラス荷電膜（UTC-20）では、有機成分の堆積に起因した空隙径の減少により、微量化学物質の除去率が増加することが明らかになった。

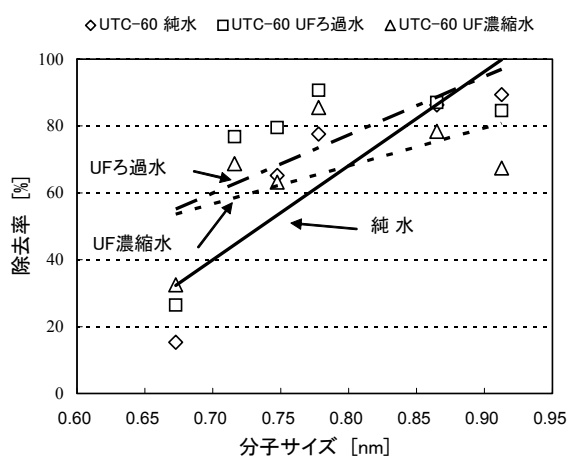


図-3 除去率と分子サイズの関係(UTC-60)

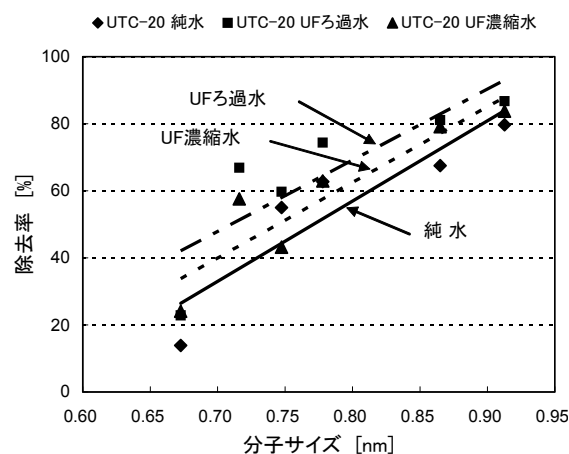


図-4 除去率と分子サイズの関係(UTC-20)

なお、本研究は、東京都水道局受託研究「浄水処理の高度化に関する調査」の一環として行われていることを付記する。