

VII-36

ナノろ過膜の素材が微量化学物質の除去性に与える影響

八戸工業大学 ○学生員 鈴木 拓也

正会員 福士 憲一

1.はじめに ナノろ過は高度浄水処理法のひとつとして注目されている。特にナノろ過における微量化学物質の除去特性の把握は、ファウリング制御とともに重要である。ナノろ過に関する多くの研究により天然由来有機成分や多くの農薬をよく除去できることがわかっている。しかし、微量化学物質の除去性に関する詳細な研究例は少ない。そこで本研究では既往の研究により除去率の低かった農薬（7種類）、内分泌かく乱物質の疑いのあるフェノール類（10種類）、フタル酸エステル類（10種類）を対象とし、膜表面素材の異なるナノろ過膜を用いて基礎的な除去特性を検討した。

2.実験方法 実験は定容量回分式膜ろ過装置を用いて、操作圧力は0.35MPaで行った。ナノろ過膜は脱塩率が50%程度のUTC-60（架橋ポリアミド）、NTR-7450（スルホン化ポリエーテルスルホン）、そしてNTR-7250（ポリビニルアルコール）を用いた。原水は純水にアセトンで溶解した標準液で所定の濃度になるように調整した。また実験装置への対象物質の吸着等による濃度低下を防ぐために、装置全体に原水を満たし加圧しない状態で12時間程度セルを攪拌した後、原水を入れ替え実験を開始した。実験はろ過水量が220mL（セル容積）に達したところで中止し、ろ過水・濃縮水・原水を分析に供した。そして測定濃度より除去率・物質収支を算出した。

3.実験結果ならびに考察 **3.1. 除去率・物質収支の経時変化** 図-1はろ過時間の経過による除去率と物質収支の変化の一例である。除去率ならびに物質収支は平衡状態に達するまでに膜と対象物質の組み合わせによっては200～300時間程度を必要とした。また本研究での除去率ならびに物質収支は、このように平衡に達した段階でのデータを平均したものである。

3.2. 除去率と物質収支の関係 図-2～4に除去率と物質収支の関係を示す。フェノール類では物質収支が減少するのにともない除去率が増加している。このことはナノろ過における化学物質の除去機構が主に膜表面での吸着によるものであることを意味している。特にアルキルフェノール類においてはアルキ

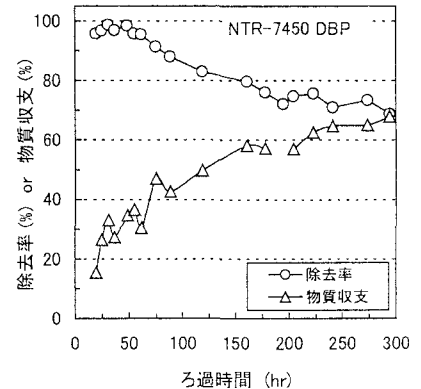


図-1 除去率と物質収支の変化の一例

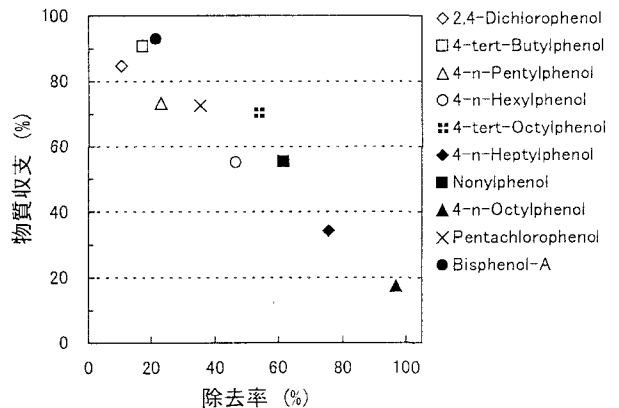


図-2 除去率と物質収支も関係（UTC-60,フェノール類）

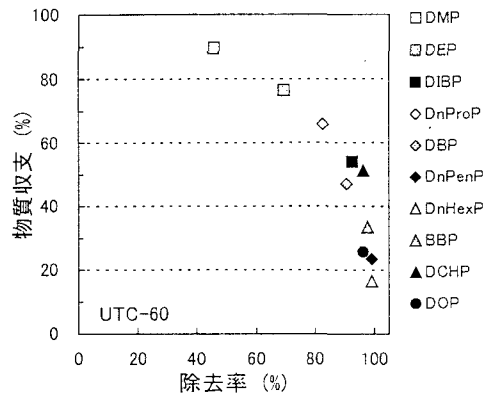


図-3 除去率と物質収支の関係（フタル酸エステル類）

ル鎖が長くなる（炭素数の増加）のに伴いこの傾向は直線的に示された。このような現象は膜の素材に関係なく認められた。フタル酸エステル類では、UTC-60 で吸着の程度に関係なくほとんどの物質において除去率が 90% 以上であることから立体障害による除去機構であると思われる。NTR-7450 ではフェノール類と同様の直線的な傾向を示していることから UTC-60 よりも表面細孔が比較的大きいのではないかということが推察される。

3.3. 水溶解度と除去率の関係 図-5 は水溶解度と除去率の関係を示したものである。NTR-7450 では水溶解度が増加するのに伴い除去率が減少している。逆に UTC-60 と NTR-7250 では水溶解度が増加するのに伴い除去率は増加している。NTR-7450 の素材はポリスルホンで構成されているため疎水性が強く対象物質との間で疎水性相互作用が働いていると推察した。UTC-60 と NTR-7250 は比較的親水性の素材で構成されており対象物質との間でその他の静電的な相互作用が働いていると思われる。また全体的に親水性の素材のほうが化学物質の除去には有利である。

3.4. 分子サイズと除去率の関係 化学物質の除去性を論議する上で分子量を指標とした例は多くあるが、分子量が必ずしも分子の形状を性格に表現しているとは考えにくい。そこで分子構造のサイズ（長さ）と除去率の関係を検討してみた。図-6 にその結果を示す。UTC-60 では分子幅 0.7～1.0nm を境界に除去率に明確な差があることがわかる。1nm 以上の分子幅を持つ分子の除去率は 90% 以上である。分子幅 0.7～0.9nm の範囲では、各物質により除去率の変動が激しい。これらの範囲に存在する物質は分子篩作用のほかに膜表面での相互作用を受け、その親和性の差を起因として除去率に差が生じたと推察した。また、この結果から表面細孔孔径が 0.9～1.0nm 付近に存在している可能性がある。NTR-7450 に関しては全体的に除去率が低く UTC-60 よりもやや大きな細孔を有していると推察される。

4.まとめ

膜素材の異なるナノろ過膜を用いて微量化学物質の除去特性の検討を行った。その結果、微量化学物質の除去に関しては表面素材が疎水性のものよりも親水性の性質を有しているものが有利であることがわかった。

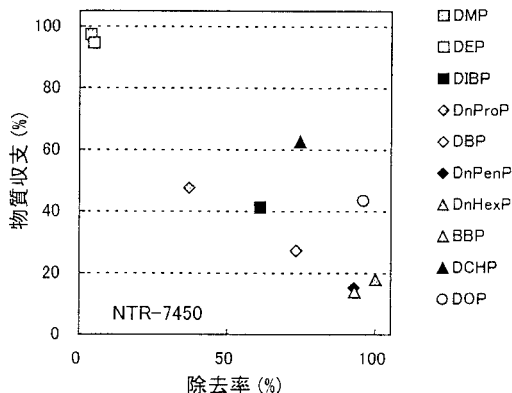


図-4 除去率と物質収支の関係(フタル酸エステル類)

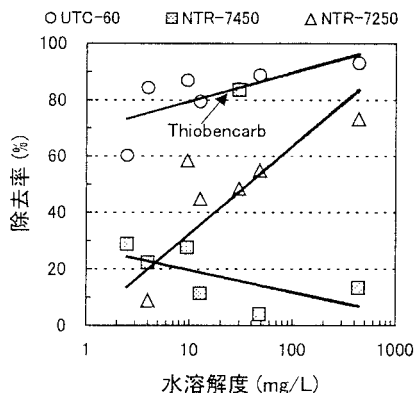


図-5 水溶解度と除去率の関係（農 薬）

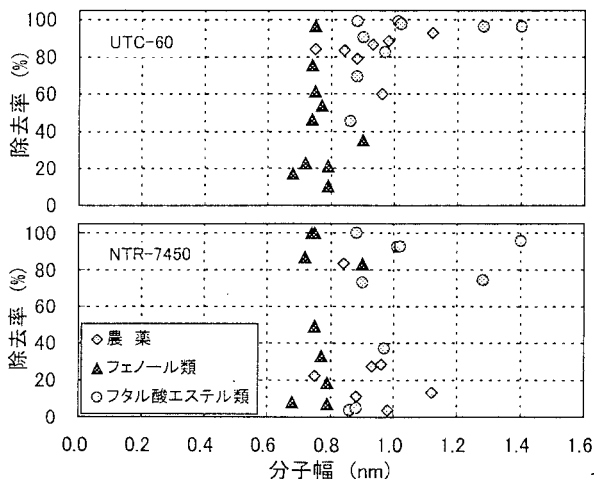


図-6 分子サイズと除去率の関係