

NF による微量汚染物質の除去－原水水質構成成分の影響－

八戸工業大学 学生会員 ○稲垣瑞穂 桂山侃也 山口瞬
八戸工業大学 正会員 鈴木拓也 福士憲一

1. はじめに

ナノろ過 (NF) 膜は、微量汚染物質や消毒副生成物前駆物質等の除去性に優れ、浄水の水質向上に大きく貢献する可能性があり、オゾン－生物活性炭処理の代替高度浄水処理法として実処理場への適用を目指し様々な検討が行われてきた。しかし、NF 膜による微量汚染物質の除去性については、これまで検討された例は多いが未知の部分が多い。本研究では、河川水を対象に NF 膜における河川水構成成分と微量汚染物質の競合について検討を行った。

2. 実験方法

2. 1 実験装置, NF 膜および人工原水

実験には、定容量回分式膜ろ過装置および NF 膜として UTC-60 (脱塩率 55%, 東レ) を使用した。操作圧力は 0.35MPa に設定した。微量汚染物質として農薬 7 種類 (Atrazine, IBP, Thiobencarb, Fthalide, Flutolanil, Isoprothiolane, Mepronil) を選定した。実験に用いた人工原水は、共存物質の影響を検討するために純水 (コントロール)、河川水、フミン物質分画とした。農薬の原水濃度は 1μg/L とし、原水 pH は HCl で 7.0 に調整した。

2. 2 測定および評価方法

農薬の測定は、固相抽出 - GC/MS 法により行った。除去率は、平均濃度式により算出した。また、本研究では、NF 膜の篩作用の影響について次式に示す簡易細孔モデルを用い検討を行った。

$$f(d_s) = \frac{1}{d_s \sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{\left\{ \ln(d_s) - \ln(\bar{d}) \right\}^2}{2\sigma^2} \right]$$

ここで、 $f(d_s)$ は対数正規分布の密度関数、 d_s は溶質径[nm]、 $\bar{d}$ は平均空隙径[nm]、 σ は標準偏差[nm]である。溶質径 d_s は、農薬分子を分子シミュレーションにより構造最適化を行い、分子サイズ (長さ) を算出した。本研究では、分子構造上で一番長い箇所を分子長、2番目に長い箇所を分子幅と定義し、上記モデル計算には、分子幅を用いた。

3. 実験結果

図 1 に実験結果を示す。Atrazine, IBP, Flutolanil および Isoprothiolane はいずれの原水条件でもほぼ同程度の除去率であった。一方、Thiobencarb, Fthalide および Mepronil は、河川水での除去率が他の原水条件よりも高くなった。河川水はフミン物質やそれ以外の成分で構成されているため、これらの成分の共存が NF 膜や農薬との競合 (相互作用) により除去に影響を及ぼしていると考えられる。除去率が増加する主な要因は、河川水成分が NF 膜に吸着・堆積し、細孔径が減少することで篩作用が働き除去効果を増加させることや河川水成分と農薬が吸着 (結合) し、見掛けの分子量が大きくなることで除去効果が増加することが考えられる。そこで、簡易細孔モデルを用い、上述した篩作用の影響について検討を試みた。図 2 に簡易細孔モデルにより算出した除去性能曲線を示す。

キーワード ナノろ過, 高度浄水処理, 微量汚染物質

連絡先 〒039-8501 青森県八戸市大字妙字大開 88 番地 1 八戸工業大学工学部 土木建築工学科 環境工学研究室

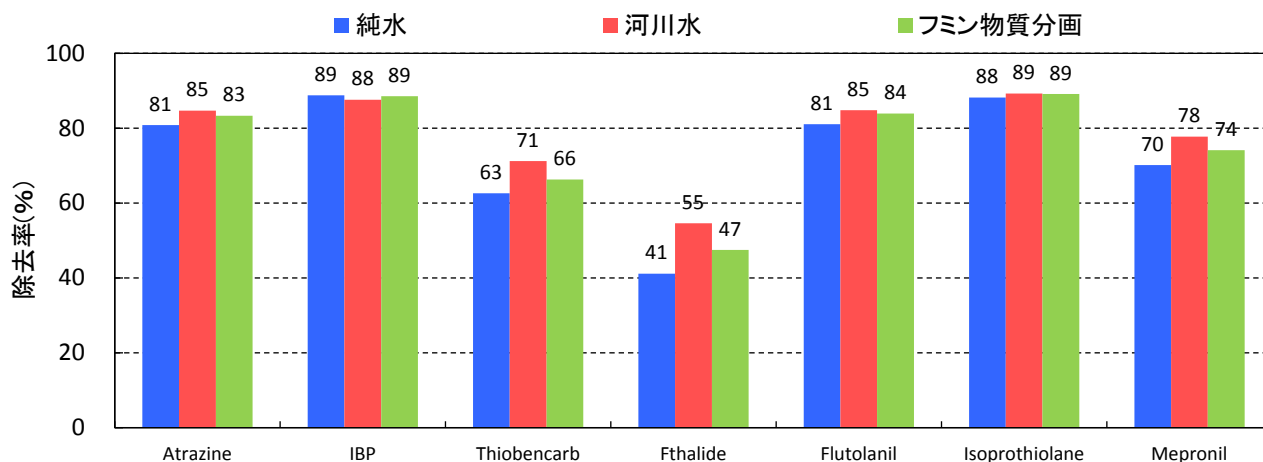


図1 除去率の集計

除去性能曲線は、実験において物質収支が100%になった6種類の農薬のデータ等を用い最小二乗法により、細孔径および分布（標準偏差）を求めた。モデル計算により、UTC-60の細孔径は0.69nm、分布（標準偏差）は0.15nmと算出された。NF膜に河川水成分が吸着・堆積することで篩効果が増加するとすれば、分子サイズの大きな農薬ほど河川水やフミン物質での除去率が増加することが考えられる。しかし、図から明らかなように除去率の増加は確認できない。したがって、篩作用による影響は無視でき、河川水成分の吸着・堆積は農薬の除去に影響しないと考えられる。したがって、河川水成分と農薬が吸着し見掛けの分子量が大きくなることで除去率が増加したと考えられる。また、フミン物質を原水とした実験結果でも除去率がやや高い傾向を示していることからフミン物質と農薬が吸着していると考えられる。しかし、河川水と比較すると除去率の増加はわずかであり、フミン物質単独の影響は小さいと考えられる。フミン物質以外の河川水成分も作用し吸着（結合）を促進している可能性が示唆された。

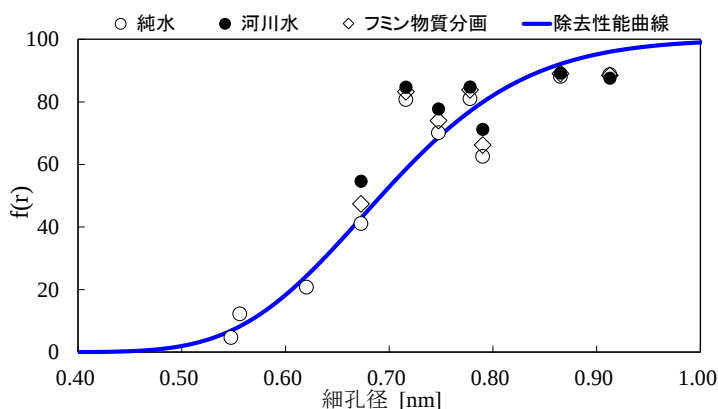


図2 除去性能曲線（UTC-60）

4. まとめ

本研究では、河川水を対象にNF膜における河川水と微量汚染物質の競合について検討を行った。結果を要約すると次の通りである。

- ・NF膜への河川水構成成分の吸着・堆積は、農薬の除去に影響しない。
- ・河川水構成成分と農薬が吸着（結合）し見掛けの分子量が大きくなることで除去率が増加したことが考えられる。