

NF 膜による微量汚染物質の除去 ―河川水共存成分の影響―

八戸工業大学 学生会員 ○上村諭史, 乙山大輔, 清川颯

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を有しており, 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. NF 膜による微量汚染物質の除去性については, これまで多くの検討例があるが未知の部分が多い. 本研究では, 前報¹⁾に引き続き NF における河川水中の有機成分と微量汚染物質の競合について知見を得るため定容量回分式ろ過実験により検討を行った.

2. 実験方法

2. 1 実験装置および NF 膜

図1に定容量回分式膜ろ過装置の構成を示す. NF 膜は, UTC-60 (脱塩率 55%; 東レ) を用いた. 分画分子量は数百から千程度である. 膜材質は, ピペラジン架橋ポリアミドであり負電荷が卓越した疎水性膜である. 操作圧力は 0.35MPa に設定した. 実験はろ過水を所定量採取した時点で一度ろ過を終了し, 原水, 濃縮水およびろ過水を採取し農薬の測定を行った.

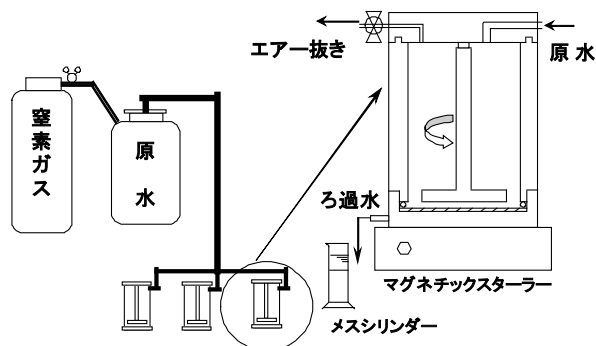


図1 定容量回分式膜ろ過装置

2. 2 対象物質および人工原水

微量汚染物質として農薬 7 種 (Atrazine, IBP, Thiobencarb, Fthalide, Flutolanil, Isoprothiolane, Mepronil) を対象とした. これらの農薬は, 別のパイロットプラント実験の結果より除去率の低い農薬と天然有機物との相互作用が示唆されている Atrazine を選定した. 各農薬の原水濃度は $1\mu\text{g/L}$ とした. 人工原水として, 純水, 河川水, 非フミン物質画分, フミン物質画分 (フルボ酸画分含む) を用いた. フミン物質の回収は, 国際腐植物質学会の推奨法を参考に行なった. DAX-8 樹脂 (Supelco) を用い, HCl で pH2 に調整した河川水を約 800L 通水し, 0.1M NaOH および純水により溶出させフミン物質画分を得た. さらに溶出液を HCl で pH1 に調整し酸沈殿・遠心分離を行いフミン酸 (沈殿物) とフルボ酸 (溶解) を回収した. フミン物質の回収実績から河川水中のフミン物質のうちフルボ酸の存在割合は TOC 基準で 97% であった. 人工原水は, pH7.0 および DOC 1mg/L (純水除く) になるように調整し実験に供した.

2. 3 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. 実験の評価は, 除去率および物質収支により行った. 本研究で示す除去率は, 平衡状態に達したデータを平均したものである.

3. 実験結果および考察

図2に実験結果を示す. 相対除去率は, 各原水条件の除去率を純水実験 (コントロール) の除去率で除したものである. 前報¹⁾と同様に Atrazine, IBP, Fthalide, Isoprothiolane, Flutolanil および Mepronil は, キーワード ナノろ過, 微量汚染物質, 天然有機物

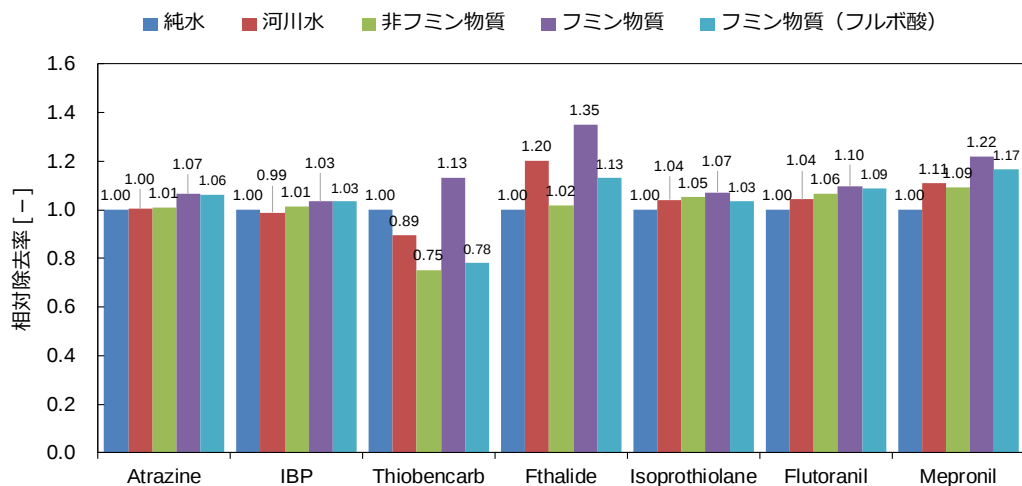


図2 実験結果（相対除去率集計）

純水よりも河川水、非フミン物質画分、フミン物質画分（フルボ酸画分）の除去率が高くなっている。非フミン物質画分は、河川水中のフミン物質画分以外の様々な成分で構成されているため、これらの共存がNF膜と農薬の相互作用に影響を及ぼしていることが考えられる。除去率が増加した主な要因は、河川水中の非フミン物質画分と農薬が結合することによって見掛けの分子量の増大したことによる影響と考えられる。これは、河川水を対象としたNFパイロット試験²⁾の結果とも一致する。一方、フミン物質画分では、分子サイズの比較的大きいIBPおよびIsoprothiolaneの除去率が増加していることからフミン物質のNF膜面への吸着・堆積による細孔径の減少により分子レベルでの篩効果が増加した可能性が示唆された。また、フルボ酸画分においても除去率が高いことから細孔径の減少にはフルボ酸の寄与が示唆された。また、フミン物質画分とフルボ酸画分のFthalideおよびMepronilの除去率を比較すると比較的大きな差が生じている。これは、未確認であるが河川水中での存在割合はわずかであるもののフミン酸と当該物質間に強い結合が生じ見掛けの分子量が大きくなり除去効果が増加した可能性も考えられる。詳細は今後の検討課題としたい。

4. まとめ

本研究では、河川水を対象にNF膜における有機成分と微量汚染物質の競合について検討を行った。その結果、河川水中の有機成分のうち非フミン物質画分と農薬が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わかった。また、フミン物質画分では、フミン物質（フルボ酸）のNF膜面への吸着・堆積による細孔径の減少（篩効果）により除去率が増加した可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 下斗米宏之、中鶴間元貴、鈴木拓也、福士憲一（2018）有機成分がNFの微量汚染物質除去に及ぼす影響、平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集
- 2) Koffi Marcus Agbekodo, Bernard Legube, Stephane Dard (1996) Atrazine and simazine removal mechanisms by nanofiltration: Influence of natural organic matter concentration. Water Research 30 (11), 2535-2542.