

VII-187

UF 膜ファウリングに及ぼすフミン質の影響

○北海道大学工学研究科 学生会員 卞 如林 北海道大学工学研究科 正会員 渡辺 義公
前澤工業（株） 小澤 源三 北海道大学工学研究科 正会員 鈴木 辰彦
北海道大学 正会員 丹保 憲仁

1、はじめに

膜ファウリングは、物理洗浄により回復できる可逆ファウリングと、回復できない不可逆ファウリングに分けられる。既報^{1,2)}において、UF 膜の不可逆ファウリングの主な原因物質は、河川水中の有機成分の大部分を占めるフミン質であることを報告したが、膜ファウリングに及ぼすフミン質の濃度とサイズの影響はまだ十分に解明されていない。本研究では MF 膜と NF 膜を用い、千歳川表流水に含まれているフミン質を高分子部分（UF 膜分画分子量以上）と低分子部分（UF 膜分画分子量以下）に分画し、フミン質濃度、pH、吸着抵抗の関係を各分子サイズ別に検討した。

2、実験方法

図-1 に示した手順により MF 膜（孔径：0.1 μm ）と NF 膜（脱塩率：50%）を用い、千歳川表流水におけるフミン質を高分子部分と低分子部分に分画した。高分子部分のサンプル（E260：0.068～0.813）は、MF 膜の一次側の濃縮水を遠心分離（12,000rpm）により懸濁成分を除去した後、蒸留水で希釈したものとした。低分子部分のサンプル（E260：0.062～0.666）は、MF 膜透過水を NF 膜で濃縮した後、蒸留水で希釈したものとした。すべてのサンプルは、NaOH で pH を 7.5 に調整した。既報²⁾で提案した手法（攪拌速度：200rpm、圧力：100kPa）を用い、150mL のサンプルをろ過した時点の UF 膜（材質：ポリエチレン、分画分子量：5 万 Da）の吸着抵抗を測定した。フミン質の膜への吸着性を調べるため、15mL のろ過水を得るごとに透過水の E260 を測定した。また、低分子部分のフミン質の膜への吸着性に及ぼす pH の影響を考察するため、E260 が 0.666 の低分子部分のサンプルを NaOH、HCl で pH を 2.82～8.74 に調整し、800mL のサンプルをろ過した時点の吸着抵抗を測定した。

3、結果と考察

図-2 に MF 膜濃縮水の遠心分離した後の上澄水と NF 膜濃縮水に対する UF 膜の E260 排除率を示した。MF 膜濃縮水の遠心分離した後の上澄水（高分子部分）の E260 排除率は約 90%であり、NF 膜濃縮水の（低分子部分）の E260 の排除率は約 10%以下であった。この結果から、高分子部の E260 発現物質（フミン質）は殆ど UF 膜分画分子量以上であり、低分子部のフミン質は殆ど UF 膜分画分子量以下であることが考えられる。

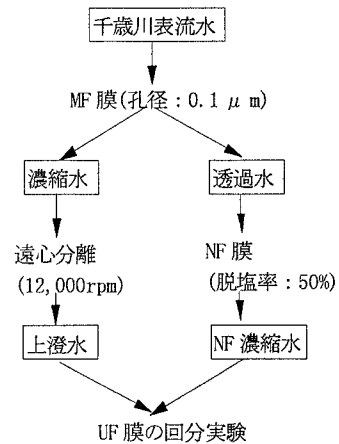


図-1 千歳川表流水におけるフミン質の分画手順

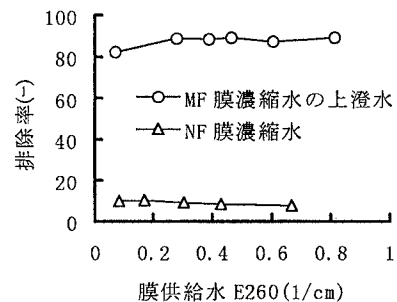


図-2 5 万の UF 膜による E260 の排除率

キーワード：UF 膜、フミン質、分子量、膜ファウリング、吸着抵抗

連絡先：〒060 札幌市北区北 13 西 8, 北海道大学工学研究科都市環境工学専攻, Tel&Fax: (011)-706-6267

図-3に回分膜ろ過実験におけるUF膜透過水中のE260の残存率の推移を示した。高分子部のE260残存率はほぼ一定であるが、低分子部のほうは、ろ過開始直後の70%から15mLのろ過水を得た時点の90%に上がり、その後も緩やかに上昇した。この結果から、膜分画分子量以下の低分子部のフミン質は膜を通過する間に、膜細孔内に吸着したと推定される。

図-4に物質収支からの膜へのフミン質の付着量と膜供給水のE260の関係を示した。高分子フミン質の付着量は、膜供給水のE260の増加にしたがい、ほぼ直線的に上昇したが、低分子のほうはE260が高い場合には低濃度より緩やかに上昇した。高分子のフミン質は、膜の篩い分けにより膜面に付着したが、低分子のフミン質は膜を通過する間に膜細孔内に吸着すると推定される。また、膜供給水のE260が同じ場合には、高分子のフミン質の付着量は低分子の十倍以上であったことから、膜面の攪拌（200rpm）は高分子のフミン質の膜面への付着を抑制できなかったと考えられる。

図-5に吸着抵抗と膜供給水E260の関係を示した。図-4に示した膜へのフミン質の吸着量と同様な傾向があった。高分子のフミン質による吸着抵抗は、膜供給水のE260の増加に従い直線的に上昇した。低分子のほうは、膜供給水のE260が0.2以下において、急激に上昇したが、0.2を超えると緩やかに上昇した。また、膜供給水のE260が同じ場合には、高分子のフミン質による吸着抵抗は、低分子部より約10～20倍高く、高分子部のフミン質は膜ファウリングに及ぼす影響が、低分子部の場合より大きいと考えられる。

図-6に低分子部のフミン質の吸着量と吸着抵抗に及ぼすpHの影響を示した。中性以下において、pHの低下にしたがい吸着量と吸着抵抗は上昇したが、中性付近では吸着量と吸着抵抗は低かった。酸性側において、フミン質の界面電位はpHの減少にしたがい0に近づき、通常マイナス荷電の膜表面との反発力が弱くなったため、吸着量が多くなると考えられる。

4. 結論

本研究では、フミン質濃度、pH、吸着抵抗の関係を各分子サイズ別に検討した。その結果、(1)UF膜ファウリングの機構はフミン質の分子サイズにより異なること；(2)フミン質濃度に伴う吸着抵抗の上昇パターンは分子サイズにより異なること；(3)高分子フミン質の吸着抵抗は低分子より10～20倍高いこと；(4)フミン質の吸着量と吸着抵抗は中性付近で最も小さく、pHが低いほど大きくなることなどを明らかにした。

【参考文献】

- 1) 卞・渡辺・小澤・丹保：凝集・UF膜処理における有機色度成分及び鉄・マンガンの除去性，水道協会雑誌，第750号，1997.4，
- 2) 卞・渡辺・小澤・丹保：有機色度成分によるUF膜ファウリング特性，第48回全国水道研究発表会講演集，神戸，1997.6

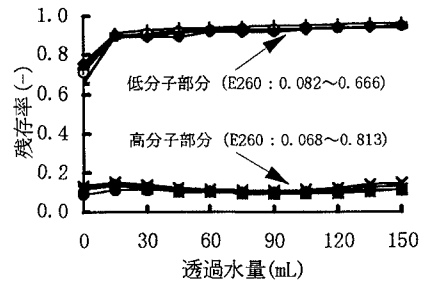


図-3 膜透過水のE260の残存率の推移

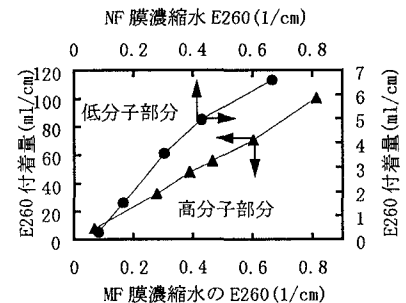


図-4 E260 付着量に及ぼすMFとNF膜濃縮水E260の影響

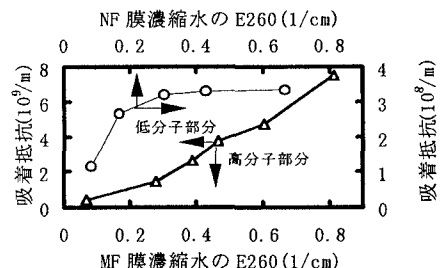


図-5 吸着抵抗に及ぼす膜供給水E260の影響

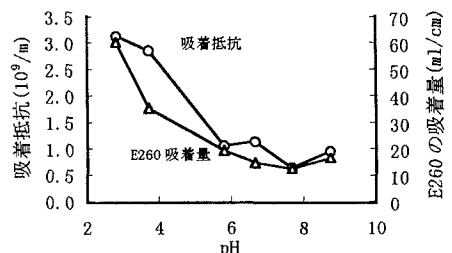


図-6 吸着抵抗と吸着量に及ぼすpHの影響 (Sample: NF膜濃縮水, E260: 0.680)