

はじめに

近年、酸化グラフェン(Graphene Oxide, 以下GO)(Fig.1)から成る積層膜は近年新規メンブレン材料として脚光を浴びて

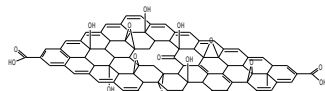


Fig.1 酸化グラフェンの構造

いる¹⁾。ヘリウムほどの分子を分離できないにも拘らず、特異的な水透過性や選択性を持ち、既存の膜(ポリマー・セラミック膜)と比べ、耐薬品性・耐ファウリング性やコストの面において優れている。GOは水中において表面が負に帯電するイオン性であり、静電的相互作用による海水淡水化やイオン性有機汚染物除去の新規膜材として応用の可能性を秘めている²⁾。また、既存の方法では除去しにくい水環境中で検出され新規環境汚染物質として注視されてきている医薬品や化粧品など身体ケア製品由来の化学物質、PPCPs(Pharmaceutical and Personal Care Products)³⁾の除去に応用することも考えられる。しかし、そのイオン性由来の特殊な分離特性が必ずしも十分に明らかにされているわけではない。本研究ではGO膜のイオン性分離挙動を解明する目的として、無機イオンや有機色素を用いて検討を試みた。

活動内容

1. 酸化グラフェン膜の成膜及び評価

市販のGO分散液をニトロセルロース膜基質のメンブレンフィルター(孔径0.1 μm)で真空濾過し、GOをメンブレンフィルター上に沈着させGO膜を作成した(Fig.2)。基質メンブレン表面は無数のポアが確認されるが、GO膜表面は確認できない。このことから、GOはメンブレンフィルターを透過できず表面に積層型のGO膜が作製されたことがわかる。

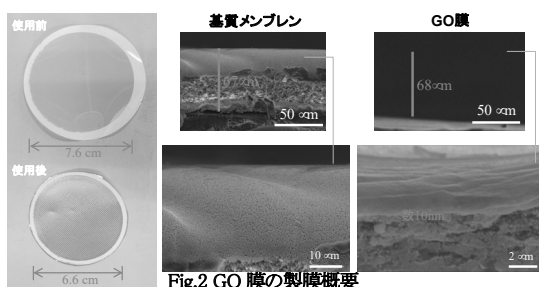


Fig.2 GO膜の製膜概要

2. 酸化グラフェン膜の阻止能評価

本評価ではIA族(Li⁺, Na⁺, K⁺, Cs⁺, Rb⁺), IIA族(Mg²⁺, Ca²⁺, Sr²⁺)の8種類の金属イオン(すべて塩化物)及びメチルオレンジ(MO), メチレンブルー(MB), ニュートラルレッド(NR), フェノールレッド(PR)の4種類の有機色素をモデル評価対象として用いた。

作製したGO膜をデシケーター内で1日以上常温(≒300K)で乾燥後、Fig.3に示すクロスフロー型平膜評価試験装置により分離性能評価を行った。評価対象を含有する原水を膜分離したのちそれぞれ濃縮水と透過水に分かれた後、再び原水タンクに戻して循環させるプロセスを採用した。透過水と循環原水を一定時間間隔でサンプリングして、色素濃度をUV-Vis吸光度測定装置で、陽イオン濃度を陽イオンクロマトグラフィーで分析した。循環原水及び透過水の濃度をそれぞれC₀, C_nから、以下の式により除去率(阻止率)rを算出した。

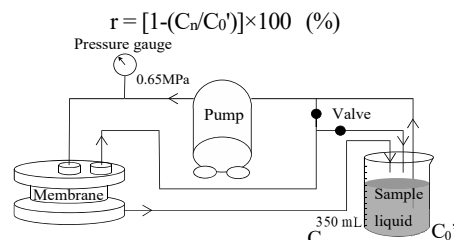


Fig.3 クロスフロー型平膜評価試験装置

Fig.4 に阻止率, Fig.5 に通水フラックスを示す。色素の阻止率はGOのマイナス帯電との静電相互作用により支配された。反発する色素はおおよそ80%の阻止率を示し、吸着する色素は90%以上が阻止された。無機イオンの阻止率はz²/rの順に推移した。これは層間内に侵入する際、脱水状態になることが推察できる。通水フラックスは同価イオンと比較する場合イオン半径により推移したが、異価イオンと比較する場合層間におけるイオンの水和シェルの大きさも関与していることを示唆した。

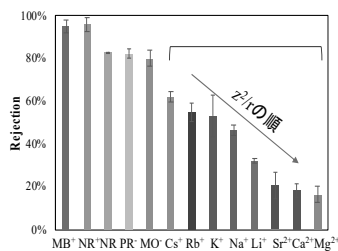


Fig.4 色素およびイオンの阻止率

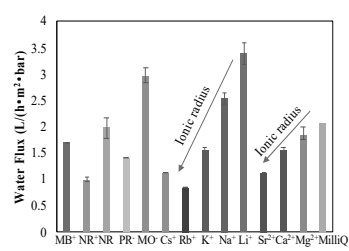


Fig.5 色素およびイオンの溶媒 Flux

関連情報等

本研究は産業技術総合研究所 環境創生研究部門で行われたものである。

参考文献

- 1) A. Boretto, et al., *npj Clean Water*, 5 (2018)
2) R. K. Joshi, et al., *Science*, 343, 752-754 (2014). 3) Dana W et al. *Environ. Sci. Technol.*, 36, (2002)

代表発表者
所属

及川 睦貴(おいかわ むつき)
千葉工業大学大学院 工学研究科
応用化学専攻
産業技術総合研究所
環境創生研究部門 反応場設計研究グループ
〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1
TEL: 047-487-0418
E-mail: s16A6012HC@s.chibakoudai.jp

問合せ先

■キーワード: (1)酸化グラフェン膜
(2)水処理
(3)PPCPs

■共同研究者: 王 正明(産業技術総合研究所)
竹内 悠(京都大流域圏総合環境
質研究センター)
小浦 節子(千葉工業大学)