

過酷分離系のための無機逆浸透膜の開発

○野村 幹弘^{*1)}、池田 歩^{*1)}、棚橋 僚^{*1)}、島崎 恭多^{*1)}、小松崎 真^{*1)}、
佐々木 美沙^{*1)}、松山 絵美^{*1)}

1. はじめに

逆浸透膜を利用したプロセスはエネルギー効率がが高く、海水淡水化などで広く利用されている。ここでは、酢酸や硫酸の脱水など過酷な分離系への応用を考える。そこで、対向拡散 CVD 法を用いたシリカ膜に注目した。図 1 に対向拡散 CVD 法のイメージ図を示す。蒸着と同時にシリカ上のフェニル基など有機物の一部を焼失させることにより、細孔径の制御ができる。本研究では、対向拡散 CVD 法によるシリカ蒸着時の表面官能基を制御し、シリカをベースとした無機逆浸透膜の開発を目的とする。

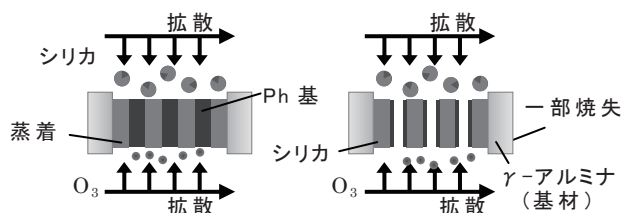


図 1. 対向拡散 CVD 法のイメージ

蒸着と同時にシリカ上のフェニル基など有機物の一部を焼失させることにより、細孔径の制御ができる。本研究では、対向拡散 CVD 法によるシリカ蒸着時の表面官能基を制御し、シリカをベースとした無機逆浸透膜の開発を目的とする。

2. 実験方法

多孔質 γ -アルミナ基材 (L 60 もしくは 350 mm、 ϕ 4 nm) に、シリカ源として Phenyltrimethoxysilane (PhTMOS) を 75 °C の N_2 バブリングで導入した。基材内側には O_3 を 0.2 L min^{-1} (76.5 g m^{-3}) にて供給した。蒸着は 90 min、270 - 360 °C にて行った。単成分ガス透過特性は、270 °C にて N_2 を用いて評価した。逆浸透試験は、NaCl 水溶液 (100 mg L^{-1} Na) を 10 mL min^{-1} で供給し、透水圧力は 3.0 もしくは 4.0 MPa とした。シリカ上の有機物やシラノール基の熱分解挙動を、シリカ粉末の熱重量測定および赤外吸収を用いて行った。

3. 結果・考察

図 2 に N_2 透過率と Na イオン阻止率に対する全透過流束の関係を示す。まず、基材長さの検討を行った。6 cm 基材では、35 cm 基材と比較して、Na イオン阻止率が高い膜が得られた。これは、基材が長い場合に、流れ方向に O_3 が失活し、有効な O_3 濃度が低下したためと考えられる。その結果、6 cm 基材、PhTMOS 300 °C 蒸着膜において、 N_2 透過率 $9.5 \times 10^{-8} \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ 、全透過流束 $1.7 \text{ kg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ のとき、Na イオン阻止率 94.2 % と最大値が得られた。この値は、これまで報告されている無機逆浸透膜として、世界最高値である。

この原因をシリカ表面上のフェニル基の分解挙動を調べることで考察した。シリカ粉末を 300 °C、 O_3 雰囲気中で 90 min 処理を行った。フェニル基の残存量は、FTIR 測定にて 1460 cm^{-1} の吸収を処理前後で比較した。その結果、吸収比が 0.68 とフェニル基が多く残存していた。一方、シラノール基 (3692 cm^{-1}) の吸収は、6 cm 基材相当の方が 35 cm 相当と比較して 30 % 程度低くなった。このように膜の疎水性が向上し、Na イオン阻止率が高くなったと考えられる。

4. まとめ

対向拡散 CVD 法を用い、製膜条件を検討することで、世界最高性能を示す無機逆浸透膜の開発に成功した。

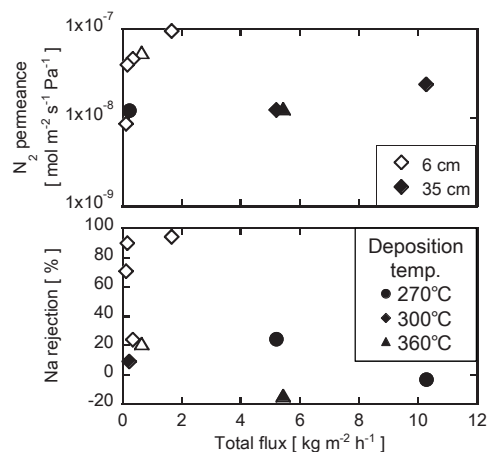


図 2. 全透過流束に対する N_2 透過率と Na イオン阻止率の関係 (3.0、4.0 MPa)

*1) 芝浦工業大学