

スピンド支援交互吸着法を用いた シリカナノ粒子積層型限外ろ過膜の開発

(神戸大院工・先端膜工学センター) ○佐伯大輔・松山秀人

【緒言】 限外ろ過(UF)膜は、液体から粒子やコロイドなどの分散質を分離する手法として、産業的に広く用いられている。現状、実用的に用いられている有機高分子系の UF 膜は、水分子の透過抵抗となる分離機能層が厚く(数百 nm 以上)、単位面積当たりの透水性能の向上には限界がある。一方で、近年、ナノ粒子の積層により分離膜を作製する方法が報告されている¹⁾。本研究では、カチオン性高分子電解質とシリカナノ粒子を交互吸着法によりアルミナ支持膜上に交互に積層することで、ナノ粒子の間隙を利用して分離するナノ粒子積層型 UF 膜の作製を行った。ナノ粒子の積層にスピンド支援交互吸着法を用いて、分離機能層の超薄膜化、および透水性能、分離性能の向上を試みた。

【方法】 カチオン性高分子電解質として polydiallyl-dimethylammonium chloride (PDDA)、アニオン性ナノ粒子として tetraethyl orthosilicate の加水分解・脱水縮合反応により調製したシリカナノ粒子を用いた。支持膜である陽極酸化アルミナ膜に PDDA 水溶液、シリカナノ粒子懸濁液を交互にスピンドコートし、シリカ粒子をスピンド支援交互吸着法により積層させた。その後、500°Cで 5 h 焼成することで、シリカナノ粒子同士を結合させ、粒子積層膜を得た。また、分離機能層を更に薄膜化させるため、スピンドコートによる各積層操作の後、ethanol による脱水操作を行った膜も作製した。分離膜としての性能は、dextran を分離対象としてクロスフロー式透水試験装置により評価した。

【結果】 作製したシリカナノ粒子積層膜は、数 nm 程度の孔、及び数十 nm という、従来の有機膜より極めて薄い分離機能層を有していた(Fig. 1)。透水性能、分離性能を評価したところ、ナノ粒子の積層数の増加とともに透水性能は低下したが、分離性能は向上した。分離機能層が厚くなったためであると考えられる。粒子積層の際に ethanol 脱水を行ったところ、

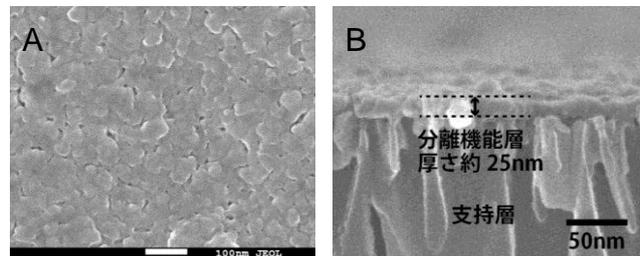


Fig. 1. FE-SEM images of the nanoparticle-stacked membrane with ethanol dehydration. (A) Top view. (B) Cross sectional view.

透水性能は低下するものの、分離性能が著しく向上した。脱水操作によりナノ粒子がより密にパッキングし、孔径が小さくなったと考えられる。本手法により、従来の UF 膜より分離機能層をワンオーダー以上薄くすることができ、得られた粒子積層膜は市販の UF 膜を大幅に超える性能を示した。

【参考文献】 1) X. S. Peng, *et al.*, *Nature nanotech.*, 4, 353-357 (2009)

Development of silica nanoparticle-stacked ultrafiltration membrane by spin-assisted layer-by-layer method

D. SAEKI, H. MATSUYAMA (Kobe Univ., dsk.saeki@garnet.kobe-u.ac.jp)

Ultrafiltration (UF) membranes are widely applied for industrial use to separate dispersed materials such as particles and colloids from water. Commercially available UF membranes are mainly prepared with organic polymeric materials by a phase-separation method. These conventional membranes have a thick separation layer over several hundred nanometers, therefore further improvement of water permeability has limitation. In this study, we demonstrate a novel fabrication technique of a silica nanoparticle-stacked inorganic UF membrane with an ultra-thin separation layer by using a spin-assisted layer-by-layer method. The fabricated membranes had very thin, less than 100 nm thickness and higher separation performance than commercial membranes.