

ナノ粒子および支持体間の相互作用を利用した 粒子積層型無機分離膜の開発

(神戸大院工/先端膜工セ) ○河田 晋治・佐伯 大輔・松山 秀人

【緒言】 水処理プロセスなどに応用される分離膜では、膜性能を向上させるために、分離機能層の膜厚を薄くすることが特に要求されている。しかし、従来の相分離法を用いたポリマー系分離膜は、膜性能を左右する分離機能層が厚く、透水性能の向上が困難である。一方、近年、分離機能層にナノ粒子を用いたナノ粒子積層型分離膜が分離機能層を薄く形成できることで注目されている。¹⁾ 一般的に、金属ナノ粒子に安定化剤を導入することで、ナノ粒子に機能性を付与できる。²⁾ この性質を利用すると、膜表面に電荷や親疎水性、あるいは分子認識能など、様々な機能性を容易に付与できる。そこで本研究では、機能性分離膜の作製を指向し、金属ナノ粒子および支持膜間で形成される水素結合を利用した、ナノ粒子積層型分離膜の新規な作製方法の開発を行った。

【実験方法】 Ag ナノ粒子の調製は両親媒性分子として bis(2-ethylhexyl) sulfosuccinate sodium (AOT)、有機溶媒として isooctane、還元剤として NaBH_4 を用い、逆ミセル法により行った。³⁾ AOT/isooctane 溶液に NaBH_4 水溶液と AgNO_3 水溶液を添加することにより、逆ミセル中で還元反応を進行させた。所定時間後、安定化剤として 3-mercaptopropionic acid (MPA) を添加し、MPA-Ag ナノ粒子を調製した。MPA-Ag ナノ粒子の支持膜への積層は、triethoxysilylpropylmaleamic acid をシランカップリングした陽極酸化アルミナ膜 (孔径 0.02 μm) を支持膜に用いて、スピコート法により行った。塩酸および MPA-Ag ナノ粒子の滴下操作を任意の回数繰り返し、ナノ粒子を積層させた。分離膜としての性能は、デキストラン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。

【結果と考察】 逆ミセル法によって調製された MPA-Ag ナノ粒子は水中で安定に分散し、TEM 観察により平均径約 5 nm の球状ナノ粒子が形成されていることがわかった。作製した Ag ナノ粒子積層膜を FE-SEM により観察したところ、MPA-Ag ナノ粒子を 20 回積層させた (MPA-Ag NPs)₂₀ 膜では、Ag ナノ粒子が支持膜に均一に積層されていた (Fig. 1)。このことから、水素結合を利用して、Ag ナノ粒子を膜表面に積層できることがわかった。作製した膜の分離性能を評価したところ、Ag ナノ粒子を 20 回積層することで、7 [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm})$] 程度の透水性能を有する分画分子量 500 kDa の分離膜が作製でき、市販膜と同等の膜性能を示すことを確認した。以上より、本手法により作製された Ag ナノ粒子積層膜は分離膜として利用できることが示された。

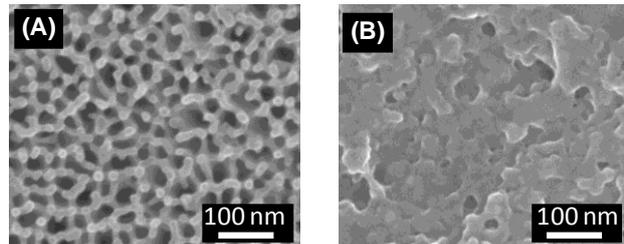


Fig. 1 FE-SEM images of (A) Bare membrane and (B) (MPA-Ag NPs)₂₀ membrane.

【引用文献】 1) Peng, X., *et al.*, *Nature Nanotech.*, **4**, 353-357 (2009). 2) Ghosh, S. K. and Pal, T., *Chem. Rev.*, **107**, 4797-4862 (2007). 3) Naoe, K. *et al.*, *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, **364**, 116-122 (2010)

Development of Nanoparticle-Stacked Inorganic Membranes Fabricated by Using Interaction Between Nanoparticles and Substrate.

S. KAWADA, D. SAEKI, H. MATSUYAMA (Kobe Univ., matuyama@kobe-u.ac.jp)

For a water-treatment system using a membrane, a high flux and high rejection performance for solute are required. Conventional polymeric membranes, fabricated by a phase separation method, have a limitation to improve membrane performances. An active separation layer of polymeric membrane is thick, and precise control of pore sizes is difficult. Recently, nanoparticles (NPs)-stacked membrane with a very thin active separation layer have attracted attentions for water purification. In this study, we developed a functional nanoparticles-stacked ultrafiltration membrane using hydrogen bonding between NPs and a support membrane. Silver (Ag) NPs were prepared by using 3-mercaptopropionic acid (MPA) as stabilizing agent for introducing carboxylic acid groups on the surface of NPs. Carboxylic acid groups were also introduced on a support membrane by using silane coupling reaction. The NPs were stacked using a spin coater. The performances of NPs-stacked membrane were evaluated with a cross-flow membrane filtration system.