

蒸着重合法における複雑形状材料へのモノマーの拡散傾向

(静岡大院・自然科学) ○田畑諒、(静岡大院・総合) 大隅萌香
(静岡大・工) 松原亮介、久保野敦史

【緒言】浄水および下排水処理に使用される濾過膜において、透過水量の向上のためには親水化処理が必要である。従来、濾過膜の親水化処理はプラズマ処理や浸漬法による親水性ポリマーのコーティングにより行われているが、表面だけではなく内部まで親水化処理を行うことは困難である^[1]。我々はこれまでに複雑形状表面に高分子薄膜の均一な成膜が可能、すなわち全面成膜が可能な高分子薄膜作製方法である蒸着重合法を用いて、親水性と薬品耐久性を併せ持つ高分子薄膜の作製を報告してきた^[2]。しかしながら、蒸着重合法を用いて濾過膜の全面に高分子薄膜を成膜した先行研究はほとんどない。そのため、本研究では蒸着重合法を用いて高分子薄膜を複雑形状材料である濾過膜の全面に成膜を行うため、蒸着重合法の条件を検討し、モノマーの拡散傾向を調査した。

【実験】イソシアネートモノマーとして 1,3-Bis(isocyanatomethyl)cyclohexane (H6XDI)、アミンモノマーとして Tris(2-aminoethyl)amine (TAEA) および 1,3-Bis(aminomethyl)cyclohexane (H6XDA) を用いた。濾過膜として PTFE 膜 (膜厚: 60 μm 、細孔径: 3 μm) を用いた。イソシアネートモノマーおよびアミンモノマーを共蒸着中に排気を行う系 (開放系)、排気を行わない系 (閉鎖系) にてポリ尿素薄膜を作製した。蒸着中の圧力は開放系、閉鎖系それぞれ 3000 Pa、 2×10^{-2} Pa であった。基板温度は開放系、閉鎖系それぞれ 30°C、70°C に制御した。蒸着時間は開放系、閉鎖系それぞれ 2 時間、10 分である。測定薄膜は IR スペクトル (ATR 法) および SEM-EDX により評価した。

【結果】Fig. 1 に (a) 閉鎖系、(b) 開放系にてポリ尿素薄膜を成膜した PTFE 膜の IR スペクトルを示す。表面および裏面において、ポリ尿素由来の N-H 変角振動 (1550 cm^{-1}) と C=O 伸縮振動 (1650 cm^{-1}) が見られることから、ポリ尿素薄膜の形成が確認された。また、閉鎖系は開放系と比較して、表面と裏面のピーク面積の差が小さいことが確認された。これは、閉鎖系においてチャンバー内がモノマーで充満しているため、表面と裏面近傍のモノマー濃度が近いためであると考えられる。Fig. 2 に EDX 分析により算出したポリ尿素薄膜を成膜した PTFE 膜の窒素 (ポリ尿素由来) とフッ素 (PTFE 由来) の面積比 ($S_{\text{N K}\alpha}/S_{\text{F K}\alpha}$) を示す。開放系と比較して閉鎖系では、全ての深さで $S_{\text{N K}\alpha}/S_{\text{F K}\alpha}$ は増加したことから、PTFE 膜の全面にポリ尿素薄膜が成膜されていると考えられる。これは、PTFE 膜表面と内部のモノマーの濃度の違いから生じる浸透圧により、モノマーが PTFE 膜内部に拡散し、PTFE 膜の全面にポリ尿素薄膜が成膜されたと考えられる。

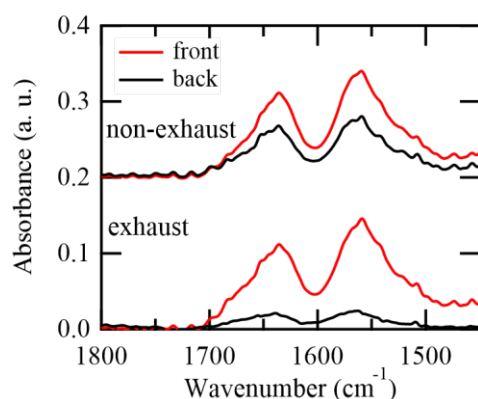


Fig. 1 IR spectrum of PTFE membrane coated with polyurea thin films.
(a) non-exhaust (b) exhaust

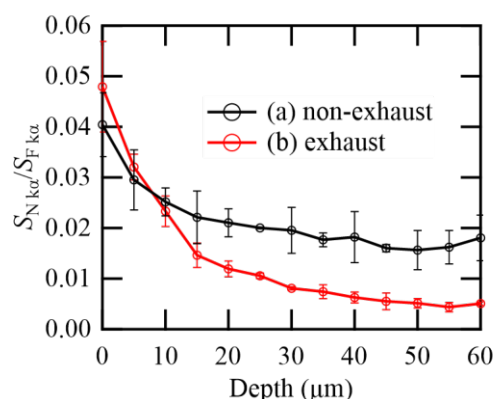


Fig. 2 Depth dependence of $S_{\text{N K}\alpha}/S_{\text{F K}\alpha}$ by SEM-EDX analysis of PTFE membrane coated with polyurea thin films. (a) non-exhaust, (b) exhaust.

[1] D. Feng, X. Li and Z. Wang, *J. Memb. Sci.*, **660**, 120858 (2022).

[2] 田畑他, 繊維学会秋季研究発表会, 2c06 (2021)

Monomer diffusion trends of monomers into complex-shaped materials in vapor deposition polymerization

Ryo Tabata, Moeka Oosumi, Ryousuke Matsubara and Atsushi Kubono (Graduate School of Science and Technology, Educational Division, Shizuoka University, 3-5-1 Johoku, Naka-ku, Hamamatsu, Shizuoka 432-8561, Japan)

Tel: +81-053-478-1185, Fax: +81-053-478-1185, E-mail: tabata.ryo.15@shizuoka.ac.jp