

(首都大・都市環境) ○柳下 崇, 古賀あかね, 益田秀樹

【はじめに】 ナノメートルスケールでサイズが制御されたポリマーナノファイバーは、様々な機能性デバイスを作製するための基盤材料として期待を集めている。我々は、これまでに、Al を酸性浴中で陽極酸化することによって得られるナノホールアレー材料である陽極酸化ポーラスアルミナを口金とした湿式紡糸によりポリマーナノファイバーを形成する手法について検討を進めてきた。その結果、直径が 100nm 以下であって、直径サイズ均一性に優れたポリマーナノファイバーの形成が可能であることを報告した[1]。本プロセスによれば、口金として用いるポーラスアルミナの細孔径を変化させることによって、得られるファイバー径の制御が可能であるといった特徴を有する。そのため、ポーラスアルミナの細孔径を微細化することで、ポリマーファイバー径の微細化が可能になるが、細孔径が 100nm 以下まで微細化すると口金の圧力損失が大きくなり、粘度の高いポリマー溶液の吐出が難しくなる。そのため、通常のポーラスアルミナを口金とした紡糸プロセスでは、得られるファイバー径の微細化に限界があるといった問題点があった。本発表では、ポーラスアルミナ口金の幾何学構造制御を行いポリマー溶液吐出の際の圧力損失を低下させ、50nm 以下のポリマーナノファイバーの紡糸を行った結果について報告する。

【実験】圧力損失の低いポーラスアルミナ口金の作製は、電圧の異なる二回の陽極酸化によって行った。まず、口金として機能する微細な細孔を形成するために低い電圧条件下において陽極酸化を行い、その後、支持層として機能する細孔径の大きなポーラス層を形成するため、高い電圧条件下において陽極酸化を行った。得られた細孔形状が制御されたポーラスアルミナを口金とするために、地金より剥離スルーホール処理を施した。ポリアクリロニトリルを溶解した N,N-ジメチルホルムアミド溶液をポーラスアルミナの細孔を介して水中に押し出すことでポリマーナノファイバーの形成を行った。

【結果および考察】図 1 に、本検討で作製したポーラスアルミナ口金の SEM 像を示す。それぞれ、ポリマー溶液の吐出を行う表面と、裏面の SEM 像であるが、各表面の細孔径が大きく異なっている様子が観察できる。蒸留水の透過実験によってポーラスアルミナ口金の溶液透過性能について評価を行った結果、通常の円柱形状の細孔に比べて、本検討で作製した細孔形状を制御したポーラスアルミナの方が、同じ圧力条件下では、高い流量を示すことが分かった。図 2 には、本検討で得られたポリマーナノファイバーの SEM 像を示す。SEM 像より、直径均一性に優れたポリマーナノファイバーが形成されている様子が観察できる。得られたポリマーナノファイバーの平均直径は 19nm であり、従来のポーラスアルミナを用いた紡糸プロセスでは形成困難な微細直径を有している様子が観察された。今後、更なる細孔径の微細化を行えば、シングルナノメートルサイズのポリマーナノファイバー形成も可能になると期待される。

[1] T. Yanagishita, H. Awata, K. Kobayashi, T. Kondo, and H. Masuda, Chem. Lett., 48, 86 (2019).

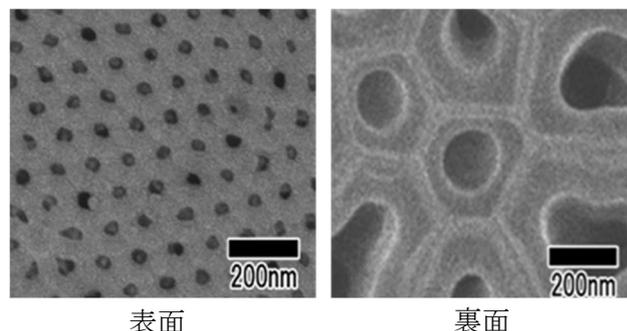


図 1 ポーラスアルミナ口金の SEM 像

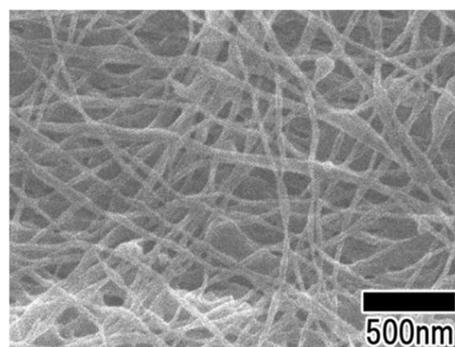


図 2 ポリマーナノファイバー SEM 像