

(信州大繊維) ○吉田裕安材、櫻木健太

【緒言】一般的に、繊維材料は溶液中で絡み合った高分子複合体を延伸することによって形成されるが、近年、エレクトロスピニングにより低分子化合物を直接ファイバー化する技術が注目を集めており、最初に報告されたリン脂質の例¹に端を発して、様々な化合物へと展開されてきた。中でも、溶液中で大きな集合体の形成が起こり難いと考えられる CD のファイバー化は学術的な関心が高く、得られた不織布は被表面積の大きな分離・回収材料としての応用が期待される^{2,3}。

現在までに報告された低分子不織布はいずれもアモルファスであり、効果的に結晶性を誘起可能な手法は未だ知られていない。そこで、本発表では、結晶性の異なる CD 不織布を作り分ける手法として、紡糸条件や不織布の保存条件を詳細に検討する。CD は固体状態で幾つかの結晶性（分子集合様式）を持つことが知られており⁴、CD 溶液をキャストフィルムして得られる固体や結晶水和物は channel 型集合を示す一方で、CD 不織布は必ずアモルファスとなる。このような結晶性の違いは溶媒の揮発に伴う固体中の CD 集合様式の違いに起因すると考えられ、エレクトロスピニングにおけるファイバー形成過程で、より長い溶媒揮発時間を実現できれば、得られる CD ファイバーに結晶性を誘起できると期待される。また、CD 粉末は高湿度環境下で大気中の水分を取り込むことで結晶化することも知られており、作製した CD 不織布の保存条件の面からも結晶化の誘起を試みる⁵。CD 紡糸に限らず、低分子紡糸において結晶性・アモルファスファイバーを選択的に作り出す手法の開発はより魅力的な応用につながると期待できる。

【実験と結果・考察】既報を参考に³、CD/ヘキサフルオロイソプロパノール (HFIP) 溶液 (α -、 β -CD: 12.5 wt%, γ -CD: 9.0 wt%) を調製した。電極間距離 (10 cm) と印加電圧 (25 kV) は一定とし、相対湿度 (6-80 %RH) または射出速度 (0.2-22.1 mL/h) を制御しながらエレクトロスピニングを行った。得られた CD ファイバーの構造と結晶性は SEM 観察と XRD 測定により評価した。

α -CD の紡糸において、射出速度を 22.1 mL/h に固定した場合、56 %RH 以下で作製したサンプルはブロードな XRD パターンとなり、アモルファス不織布であったのに対し、68 %RH 以上で作製したサンプルは channel 型集合様式に特徴的な $2\theta = 5.6^\circ, 11.2^\circ, 12.8^\circ, 19.8^\circ$ にピークが観測され、結晶性不織布であることが明らかとなった (Fig. 1a)。これは高湿度になるほど溶媒揮発速度が遅くなり、紡糸過程において電荷を帯びたジェット

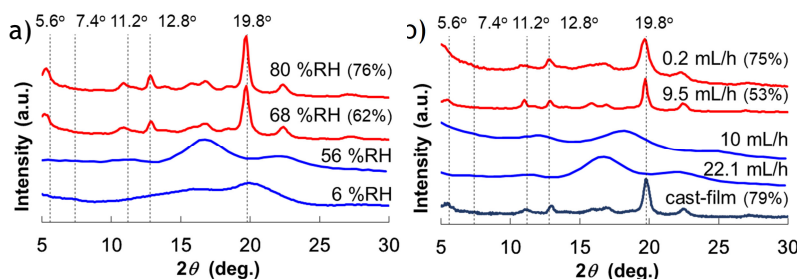


Fig. 1 (a,b) SEM images and (c,d) XRD patterns of α -CD nonwovens electrospun at (a-c) different humidity at 22.1 mL/h and (d) different solution speeds at 45-60 %RH. The values in () mean the degree of crystallinity.

が十分に引き伸ばされ、規則的な CD 分子配列が誘起されたと考えられる。次に、湿度を 45-60 %RH に固定し、射出速度を変化させた場合、射出速度 10 mL/h 付近を境に XRD パターンが明確に変化した (Fig. 1b)。エレクトロスピニングにおいて、溶液射出速度を遅くすれば、噴霧される液滴中の電荷密度が大きくなることが知られており、低射出速度の場合、溶液中で形成された α -CD 疑似ポリマーが引き伸ばされたために結晶化したものと考えられる。

発表当日は、 β -CD や γ -CD の場合、CD 不織布の湿度に応じた結晶性の誘起についても述べる。

【参考文献】 1) T. E. Long et al., *Science*, **311**, 353 (2006). 2) T. Uyar et al., *Chem. Commun.*, **46**, 6903 (2010). 3) T. Kida, H. Yoshida et al., *Chem. Commun.*, **50**, 14245 (2014). 4) K. Harata, *Chem. Rev.*, **98**, 1803 (1998). 5) Y. Nakai et al., *Yakugaku Zasshi*, **106**, 420 (1986).

Crystallinity Elicitation of Cyclodextrin Nonwovens Prepared by Electrospinning, Hiroaki YOSHIDA, Kenta SAKURAGI, Faculty of Textile Science and Technology, Shinshu University, 3-15-1 Tokida, Ueda, Nagano 386-8567, Japan, Tel: 0268-21-5457, Fax: 0268-21-5391, E-mail: hiroaki_y@shinshu-u.ac.jp