

水系プロセスでのシルクナノファイバー作製技術の開発

産学官連携推進担当 寺田堂彦 生活工学研究所 金丸亮二

1. 緒言

シルク（フィブロイン）ナノファイバーは細胞足場材料として優れた性質を有しているため、多くの大学や研究機関において有望な生体材料として研究開発が行われている。しかし、現状では、シルク単一成分のナノファイバーをエレクトロスピンニング法によって作製する際にフッ素系有機溶媒の使用は避けられず、シルクナノファイバーを臨床で使用するためには生体安全性の確保された加工プロセスの開発が必要である。そこで、本研究では、将来的なシルクナノファイバー製品の臨床応用を見据えて、生体安全性に適う水系プロセスによりナノファイバーを作製する技術を開発することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 使用材料

シルク精練糸を9 M 臭化リチウム水溶液に溶解し、透析してフィブロイン水溶液を作製した。類似研究の先行文献を参考にして、8wt%フィブロイン水溶液に水溶性ポリマー（5wt%PEO (9×10^5 g/mol) 水溶液)を混合（体積比4:1）して紡糸溶液を調製し、紡糸実験に供した¹⁾。

2.2 試験および測定方法

紡糸線雰囲気を湿度制御するために、グローブボックス内にエレクトロスピンニング装置を設置した。ガス乾燥ジャーを通過した圧縮空気（RH<10%）を、紡糸口金直近から紡糸線雰囲気に向けて流速4 ml/min で灌流して湿度制御を行った（図1）。印加電圧12 kV、吐出速度0.3 ml/h、紡糸距離120 mmを一定として、紡糸線湿度が紡糸結果に及ぼす影響について検討を行った。

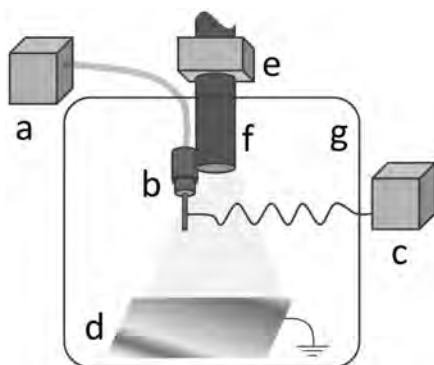
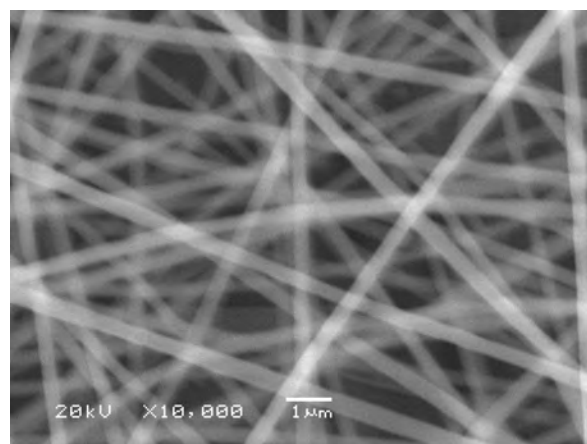


Fig.1 Electrospinning set up; a, syringe pump; b, spinneret; c, high voltage supplier; d, collector; e, drier; f, blowout nozzle; g, glove box.

3. 実験結果および考察

乾燥空気を灌流せずに紡糸した場合（RH>30%）、ビーズ状欠陥を含む結果となった。一方、紡糸線雰囲気に乾燥空気を灌流した場合には、均質で欠陥を含まないナノファイバー（平均直径313 nm）を得ることができた（図2）。両実験には同一の紡糸溶液を使用していることから、紡糸線雰囲気の相対湿度が水系エレクトロスピンニングの製糸性に著しく作用したことが窺える。すなわち、紡糸線を低湿度雰囲気に保つことによって水分子の蒸発気化が促進された結果、均質な繊維形成が可能になったと考えられる。



1 μm

Fig. 2 Scanning electron microscope image of the silk nanofiber electrospun in dry air flow.

4. 結言

水の沸点が高いため、乾式紡糸法の一つであるエレクトロスピンニング法には不向きであるが、紡糸線雰囲気の湿度を適切に制御することによって気化が促進され、水溶液から均質で欠陥を含まないナノファイバーを作製することが出来た。

参考文献

1) Mao Wang et al: *Macromolecules*, **37**(2004) 6856-6864

謝辞

終わりに、フィブロイン水溶液をご提供いただいた農業生物資源研究所 玉田 ユニット長（現・信州大学教授）に深く感謝致します。