

裁断化ナノファイバーからなる新規異方性分散体の創製とユニークな凝集特性

(東海大院工) ○横瀬颯人, 市原直弥
(東海大院工・東海大マイクロ・ナノ研) 岡村陽介

【緒言】高分子微粒子は、一般に熱力学的に安定な等方性の形状をとるが、異方性を有した形状に変形することで、界面への接着性の向上や凝集反応の促進など、ユニークな特性を発現する¹⁾。我々は、新たな形状の異方性微粒子の材料として、高分子ナノファイバーに着目した。ナノファイバーはナノレベルの直径を有した繊維材料であり、主に不織布として幅広く応用されている²⁾。本研究では、ポリスチレン(PS)ナノファイバーを微細に裁断した新規異方性微粒子を調製する方法を提案する。更に、その形状に由来するユニークな凝集特性を活かし、微粒子の免疫学的な凝集反応によって抗原を検出する方法である、凝集比濁法の新たな担体としての応用を目指す。

【実験操作】以下の手順にて裁断化ナノファイバー分散体を調製した。10 wt%のPSをジメチルホルムアミドに溶解し、電界紡糸にてPSナノファイバーを得た。剥離回収後に、ポリビニルピロリドン(PVP)水溶液中で超高速ホモジナイザーによる機械攪拌を60分間行い、ナノファイバーを裁断化した。更に、分散安定性の向上と官能基の導入のため、ウシ血清アルブミン(BSA)水溶液中に再分散して表面にBSAを物理吸着させた。最後に、遠心精製にて分散媒を水置換し、裁断化ナノファイバー分散体を得た。得られた分散体は電子顕微鏡にて撮像し、繊維径・繊維長を実測した。

次に、分散体表面への抗体結合及び抗原抗体反応による凝集試験を行った。分散体表面のBSAと抗体が持つアミノ基を標的としてジスルフィド架橋剤(SPDP)を反応させ、化学的に抗体が結合した分散体を得た。これと抗原を混合し、抗原抗体反応による特異的な凝集を惹起した。また、ナノファイバー分散体と同程度の表面積を有する真球状PS微粒子を用いて同様の操作を行い、凝集能を比較した。

【結果と考察】裁断されたナノファイバーは屈曲した棒状短繊維の形状を有しており、水中に均一に懸濁していた(Fig. 1)。電顕画像より繊維径・繊維長を測定したところ、それぞれおよそ0.5 μm , 20 μm であった。この時、紡糸時のPS濃度を上昇させると繊維径は次第に太くなり、裁断時間を短縮すると繊維長は次第に長くなる傾向が確認された。よって、裁断化ナノファイバー分散体は調製条件に依って大きさを任意に制御可能である。抗体結合ナノファイバーおよび真球状微粒子の分散体に抗原を混合したところ、特異的な凝集塊の形成が確認された。この時、ナノファイバー分散体は真球状微粒子よりも大きな凝集塊を形成し、かつ、より低い抗原濃度であっても目視にて検出可能であった(Fig. 2)。

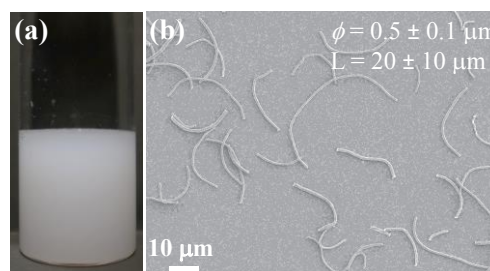


Fig. 1 (a) Macroscopic and (b) SEM image of fragmented PS nanofibers.

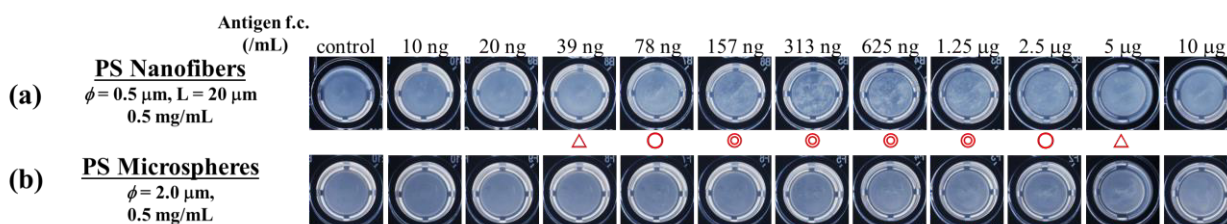


Fig. 2 Images of aggregates induced by antigen-antibody reactions at various antigen concentrations. Onsets show the final antigen concentration per milliliter in each suspension of (a) PS nanofibers and (b) PS microspheres with the same surface area. The symbols below the images indicate the degree of aggregation (◎: strong aggregation, ○: aggregation, △: weak aggregation).

【参考文献】

- (1) Zhang H. *et al. ACS Appl. Polym. Mater.* **2020**, 2, 3355-3364.
- (2) Matsumoto H. *et al. Membranes.* **2011**, 1, 249-264.

Fabrication of Novel Anisotropic Dispersion Composed of Fragmented Nanofibers and their Unique Aggregation Behavior. ¹Hayato YOKOSE, ¹Naoya ICHIHARA, and ^{1,2}Yosuke OKAMURA: ¹Graduate School of Engineering, Tokai University, ²Micro/Nano Technology Center, Tokai university, 4-1-1 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa 259-1292, Japan
Phone: +81-463-58-1211 (Ex. 3415), Fax: +81-463-50-2426; E-mail: y.okamura@tokai-u.jp