

2P273 同軸型マイクロ流体デバイスを用いる並列キトサンゲルフィラメントの構築

(宇都宮大・工)○伊藤椎真、永吉恵主、高山友理子、奈須野恵理、加藤紀弘

【緒言】 流れ場における高分子会合体の動的なコンフォメーション変化を利用して、数千本のゲルフィラメントが並列し平行に配向したヒドロゲル繊維（並列ゲルフィラメント）の束状構造を構築可能である。これまでに我々は、アルギン酸、ペクチンなどの多糖を用いて、直径数ミクロンのイオン架橋ゲルフィラメントの束を一回のフローで、多孔ノズルを用いずに構築できることを報告している。この方法では、水溶液中でせん断により流れ方向へ伸張する高分子会合体を構築するために、二種類の高分子のブレンドにより誘導される水性二相分離を利用する。各相に濃縮されることで高分子は会合構造を形成しており、流れ場でせん断を受けることで各会合体は伸張変形しフィラメント状ドメインを形成している。このとき、プレゲル溶液は擬塑性流体として振る舞い $10^3 \sim 10^4$ 本のフィラメント状ドメインを形成している。同軸型マイクロ流体デバイス二重管の Sheath flow に架橋剤を用いることで、動的なフィラメント構造を同時架橋すると、ゲルフィラメントは束として得られる。

本研究では、抗菌素材、創傷被覆材、細胞足場材料などの多様な用途に利用される Chitosan (CS) の並列ゲルフィラメントの形成条件の確立を目指した。プレゲル溶液に存在する高分子会合体の粒径評価、粘性解析と共に形成したゲルフィラメントのモルフォロジーを検討した。

【実験方法】 酢酸で溶解した CS と共存し水性二相分離を誘導する高分子を探索し、ヒドロキシプロピルセルロース (HPC) を選択した。CS/HPC 酢酸溶液に NaCl を添加しイオン強度を調整することで二相分離が誘導される。CS-HPC 相分離曲線を測定し、プレゲル溶液の組成を決定した。二台のシリンジポンプを用いて同軸二重管の Inner flow に一相の CS (5 wt%)/HPC (8 wt%) 酢酸溶液を $5.0 \mu\text{L/s}$ で、Sheath flow に 5 wt% Sodium Tripolyphosphate (TPP) を $42 \mu\text{L/s}$ で通液すると二液の接点で連続してゲルファイバーが形成された。同様に二相共存の CS (5 wt%)/HPC (8 wt%)/NaCl (2 wt%) ブレンド溶液を用いて試験した (Figure)。プレゲル溶液に存在する高分子会合体の粒子径分布はレーザー回折/散乱法 (Horiba, LA-300) を用いて解析した。プレゲル溶液、遠心分離し取得した二相 (上相、下相) について、粘度のせん断速度依存性をコーンプレート型回転粘度計 (Brookfield, HBDV-II) で評価した。

【結果と考察】 Sheath flow を TPP 水溶液とする同軸フローにより CS-TPP ポリイオンコンプレックスを形成させゲルファイバーの合成が可能である。一相の CS/HPC 溶液から一本の円柱状ゲルファイバーが得られたのに対し (Fig. a)、二相の CS/HPC/NaCl 溶液からは直径数 μm のゲルフィラメントが束構造を形成した並列ゲルフィラメントが得られた (Fig. b)。レーザー回折/散乱法で評価すると、HPC 単独溶液及び遠心分離した下相にはモード径 $300\text{--}450 \mu\text{m}$ の粒子が存在しており、下相が HPC-rich 相、上相が CS-rich 相であると推察される。プレゲル溶液の粘度は相分離することで上昇しており、上相および下相の双方においてせん断速度の増大に伴い粘度が低下する様子流動挙動が観測される。これらの結果は、流れ場で高分子会合体がせん断によりコンフォメーション変化することを示唆している。

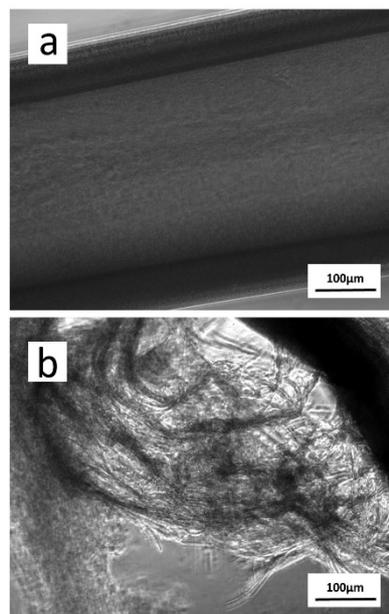


Figure CS/HPC ゲルフィラメントの光学顕微鏡写真. (a) 一相溶液 CS (5 wt%)/HPC (8 wt%) の同軸流れから形成したゲルファイバー. (b) 二相溶液 CS (5 wt%)/HPC (8 wt%)/NaCl (2 wt%) の同軸流れから形成した並列ゲルフィラメント. [Sheath flow: 5 wt% TPP].

Fabrication of Multiple Parallel Chitosan Gel Filaments Using Coaxial Microfluidic Device, Shima ITO, Keisyu NAGAYOSHI, Yuriko TAKAYAMA, Eri NASUNO, and Norihiro KATO: Department of Applied Chemistry, Faculty of Engineering, Utsunomiya University, 7-1-2 Yoto, Utsunomiya, Tochigi 321-8585, Japan, Tel: 028-689-6154, Fax: 028-689-6154, E-mail: t162507@cc.utsunomiya-u.ac.jp