

におい分子を包接するマイクロファイバーの調製と機能評価

Preparation and Evaluation of Microfibers Incorporated Odor Molecules

和田 諒¹⁾, 中川 篤²⁾, 長瀬 裕^{1,3)}, 樋口 昌史^{1,3)}, 伊藤 建^{3,4)}, 小口 真一^{3,4)}, 岡村 陽介^{1-3)*}

¹⁾東海大学工学部応用化学科, ²⁾東海大学マイクロ・ナノ研究開発センター

³⁾東海大学先進生命科学研究所, ⁴⁾東海大学理学部化学科

Ryo Wada¹⁾, Atsushi Nakagawa²⁾, Yu Nagase^{1,3)}, Masashi Higuchi^{1,3)}, Takeru Ito^{3,4)}, Shinichi Koguchi^{3,4)}, and Yosuke Okamura^{1-3)*}

¹⁾Department of Applied Chemistry, School of Engineering, Tokai University

²⁾Micro/Nano Technology Center, Tokai University

³⁾Institute of Advanced Biosciences, Tokai University

⁴⁾Department of Chemistry, School of Science, Tokai University

[要旨]

日常生活において「におい」は密接に関与しており、生活空間のよい香りや悪臭をコントロールすることは、生活の質の向上に繋がると期待される。本研究では、におい分子を包接するシクロデキストリン(CD)を含有したポリスチレンからなるマイクロファイバーを創製した。CDを溶解させたポリスチレン溶液を電界紡糸法にて紡糸したところ、約2 μm 程度の繊維径をもつ均一なファイバーが得られた。におい分子としてリナロールを選定し、CD含有ファイバーへの包接能を評価したところ、CD未担持体と比較して有意に包接されることを実証した。

[Abstract]

Fragrance products have been paid much attention to improvement of quality of life. However, their effect is often insufficient due to flowing by sweats and short-term evaporation of odor molecules. We herein fabricate microfibers composed of polystyrene carrying cyclodextrin (CD), which can be incorporated odor molecules. CD was dissolved in a solution of polystyrene, followed by an electrospinning. The diameter of the obtained fibers was *ca.* 2 μm . Their inclusive ability of linalool as a model fragrance was significantly increased compared to control fibers without CD.

[Key Words]

マイクロファイバー, シクロデキストリン, リナロール, NMR 分析

1. はじめに

「におい」は我々の日常生活に密接に関わっている。

「におい」によって気分が爽快となる、あるいは不快な悪臭が人体に悪影響を及ぼすなど、「におい」は生活の質(QOL)の向上を指向する上で重要な因子のひとつといえる。近年、「におい」を制御するために、芳香・消臭機能を有する化粧品が市場で多く出回っており、好みの香りを付与して個性を演出している。しかし、におい成分は揮発性が高い他、汗などで有効成分が流れてしまうため効果の持続性が課題となっている。

電界紡糸法によって紡糸される高分子ファイバーは、繊維の細さから発現する高い比表面積を活かして環境や医療分野への応用が期待されているナノ材料のひとつである[1]。他方、シクロデキストリン(CD)は、D-グルコ

ースが、 α -1,4グリコシド結合によって結合し環状構造をとった環状オリゴ糖であり、におい分子を包接するためのナノキャリアとしての利用が多く報告されている[2]。

そこで本研究では、上述した両者の性質を活かしたCDを含有したポリスチレンからなるマイクロファイバーを創製し、におい分子包接能を付与した化粧品としての可能性を検証することを目的とした。

2. 結果の概要

1) CD含有マイクロファイバーの調製

電界紡糸法にはNANON-03(メック社製)を用いた。ポリスチレン(PS, M_w : 170 kDa, 1.2 g, 30 wt%, 和光純薬工業社製)と γ -CD(60 mg, 1.5 wt%, PSに対して5 wt%, 和光純薬工業社製)のDMF溶液(4 mL)をシリンジ(ノズル径

27G) に注入し、アルミホイルをターゲットとして 10 分間紡糸した (ノズルターゲット間距離: 150 mm, 溶液送り速度: 1.0 mL/h, 印加電圧: 10~30 kV)。得られたファイバーを走査型電子顕微鏡 (FE-SEM S-4800) にて観察し、繊維径を測定した。

その結果、PS と γ -CD の DMF 溶液を印加電圧 10-30 kV で紡糸したところ、繊維径の異なるマイクロファイバーが得られた (図 1)。10 kV の場合、繊維径が不均一でビーズの形成が確認された。PS マイクロファイバーの平均繊維径は、印加電圧 10, 20, 30 kV の順に、2.8, 2.4, 2.2 μm となった。一方、 γ -CD を含有させてもほぼ同等の繊維径であった (同順に 3.0, 1.7, 2.2 μm)。特に、30 kV で紡糸すると均一な繊維径のマイクロファイバーに制御できた。得られたファイバーは、嵩高い綿状の構造で不透明な不織布様に回収された (図 2)。

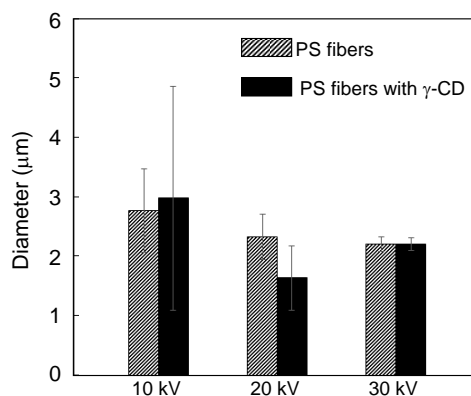


図 1 電界紡糸法の印加電圧と PS ファイバーの繊維径の関係

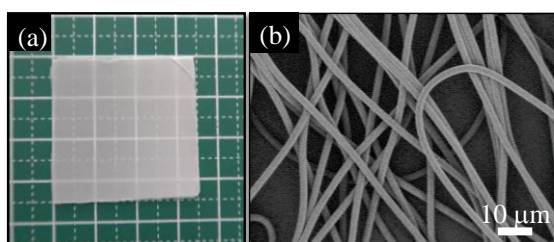


図 2 PS ファイバー (印加電圧: 30 kV) の写真と走査型電子顕微鏡像

次いで、PS マイクロファイバーに対する γ -CD 含有率を測定した。具体的には、得られたファイバーをクロロホルムと蒸留水に溶解させ、PS (CHCl_3 層) と γ -CD (水層) をそれぞれ回収し濃縮した。回収した PS を重水素化クロロホルム (CDCl_3 , 0.7 mL) に溶解し、標準物質として benzyl alcohol (10% in CDCl_3 , 5 μL) を加えた。一方、回収した γ -CD は重水 (D_2O , 0.7 mL) に溶解し、phenol (5% in D_2O , 10 μL) を加え、核磁気共鳴分析 (NMR, AVANCE 500, ブルカー社製) に供した。その結果、PS マイクロファイバーに対する γ -CD 含有率は 4.3 wt% と算出され、ほぼ仕込み比通りに γ -CD が含有していることを確認した。

2) におい分子包接能評価

におい分子として、ラベンダーの香気主成分であるリナロール (シグマ・アルドリッチ社製) を選定した。密閉容器 (容量 245 mL) 中にリナロール (100 μL) と PS マイクロファイバーを入れて密封し、静置 (rt, 2 h) した。その後、ファイバーを回収し、 CDCl_3 (0.7 mL) に溶解し NMR 分析に供した。リナロールの包接率は PS の 6.3~7.2 ppm のベンゼン環由来のプロトンピークと、リナロールの 5.9 ppm のアリル基のメチンプロトンのピークとの積分値の比から求めた。その結果、 γ -CD 含有 PS ファイバーの包接率は 3.4% となり、CD 未担持体のそれ (0.57%) と比較して有意に包接されていた。これは、PS ファイバーの表面や内部に存在する γ -CD によりリナロールが包接されたことを示唆している。以上より、におい分子を包接できる γ -CD 含有 PS ファイバーの作製に成功した。

3. 展望

今回、におい分子を包接できる γ -CD 含有 PS ファイバーの調製に成功した。今後、他のにおい分子の包接能やハンドリングの向上等を狙う計画にある。

4. 引用文献

- [1] S. Thakkar *et al.*, *Eur. J. Pharm. Sci.* **107**, 148 (2017)
- [2] G. Crini. *Chem. Rev.* **114**, 10940 (2014).

5. その他の業績

【論文発表】

該当なし

【学会等発表】

- 1) 土屋 笙子, 松本 拓也, 中川 篤, 岡村 陽介. におい分子の揮発を制御する多糖超薄膜の創製. 東海大学マイクロ・ナノ啓発会 (T_{μne}) 第 9 回学術講演会 (2018.8.25, 東海大学熊本キャンパス)
- 2) 土屋 笙子, 松本 拓也, 中川 篤, 岡村 陽介. におい分子の揮発を制御する多糖超薄膜の創製と機能評価. 第 40 回日本バイオマテリアル学会大会 (2018.11.13, 神戸国際会議場)
- 3) S. Tsuchiya, A. Nakagawa, T. Matsumoto, and Y. Okamura. Fabrication of Polysaccharide Nanosheets for Controlled Release of Odor Molecules. The 10th Meeting of Tokai University Micro/Nano Enlightenment (T_{μne}10) (2018.12.14, Tokai International College, Hawaii/USA)