

液晶性セルロース誘導体の構造色を活用した 木材多糖由来の機能材料創出

SATテクノロジー・ショーケース2024

■ はじめに

木材に最も多く含まれる多糖であるセルロースは、再生可能でカーボンニュートラルなバイオマス素材であることから、持続可能な社会の実現に向け、その利用拡大や新規用途開拓が求められている。セルロースの水酸基を各種官能基で置換したセルロース誘導体は、官能基の種類や置換した量により様々な物理化学的特性を示す。それらの特性を活かした機能材料の創出は、セルロースの新たな応用の発掘につながる有効なアプローチである。

セルロース誘導体の代表的な特性の一つは、自発的に規則正しく並ぶことで秩序性の高い構造を形成する液晶性である。一部のセルロース誘導体は、この性質によってコレステリック液晶 (CLC) と呼ばれる層構造を形成する。CLCは、層間隔の2倍の波長の光を選択的に反射する特徴的な性質を持っている。したがって層間隔が可視光波長の1/2の長さになると、可視光の選択的反射により鮮やかな色を呈する。このような微細構造に起因して生じる色は構造色と呼ばれ、モルフォ蝶の羽やコガネムシの体表など様々な生物にも見られる現象である。発表者は、セルロース誘導体の構造色特性を活かした機能材料創出を目的とした研究を行っており、本発表ではその成果の一部を紹介する。

■ 活動内容

1. 圧縮によって色が変化する構造色フィルムの開発^[1]

セルロースの水酸基をエチル基で置換したエチルセルロース (EC) は、特定の溶媒に高濃度で溶解させるとCLCを形成する。本研究では、アクリル樹脂にECを高濃度で溶解してCLCを形成させ、その状態で樹脂の光硬化を行うことで、構造色を発するEC/アクリル樹脂複合フィルムを調製した。プレス機を用いてフィルムの圧縮を行った結果、圧縮ひずみに応じてフィルムの構造色に変化することを明らかにした (図1a)。さらに、圧縮後のフィルムを熱処理することで、フィルムの厚みが圧縮前の状態に回復するとともに、構造色も圧縮前の色調に戻ることもわかった。このようなフィルムは、圧縮ひずみを色で可視化できるひずみセンサーとしての応用が期待でき、熱処理によって再利用も可能である。

2. 糖を検知して色が変化する構造色フィルムの開発^[2]

フェニルボロン酸 (PBA) は、グルコースと選択的に化学結合する糖応答性分子としてよく知られている。本研究で

は、ヒドロキシプロピルセルロース (HPC) にPBA置換基を導入したPBA-HPCを新規合成した。水とアクリル樹脂の混合溶媒にPBA-HPCを高濃度で溶解してCLCを形成させ、樹脂の光硬化を行うことで、構造色を発するPBA-HPC/アクリル樹脂複合フィルムを調製した。このフィルムをグルコース水溶液に浸漬した結果、グルコース濃度に応じてフィルムの構造色に変化することを明らかにした (図1b)。このようなフィルムは、液中の糖濃度を色で可視化する自己検査キットとしての応用が期待できる。

3. 液晶性セルロース誘導体ブレンドの構造色特性の解明

これまでに、単一の液晶性セルロース誘導体の構造色特性に関する研究は数多く報告されているが、異なる液晶性セルロース誘導体のブレンドの構造色特性については知見がない。本研究では、化学構造が異なる種々の液晶性セルロース誘導体のブレンドを調製し、それらの構造色特性について研究を行った。その結果、ブレンド系を用いることで幅広い構造色を容易に実現できることや^[3]、単一のセルロース誘導体では原理的に不可能な混合色を発色できることを明らかにした。本成果により、液晶性セルロース誘導体の構造色特性を利用した素材開発がさらに広がるものと期待される。

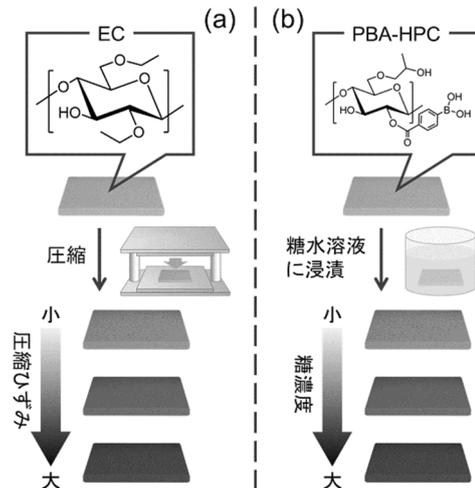


図 1 (a)圧縮および(b)糖検出によって構造色に変化するセルロース系フィルム (ポスターでは色付きの実物の写真を掲載)

- [1] K. Miyagi et al., J. Mater. Chem. C, 6, 1370 (2018).
 [2] K. Miyagi et al., J. Appl. Polym. Sci., 139, e52984 (2022).
 [3] K. Miyagi, J. Appl. Polym. Sci., in press.

代表発表者 **宮城 一真(みやぎ かずま)**
 所属 **国立研究開発法人 森林研究・整備機構
 森林総合研究所 森林資源化学研究領域**
 問合せ先 **〒305-8687 茨城県つくば市松の里1
 TEL:029-829-8270 FAX:029-874-3720
 miyagik298@ffpri.affrc.go.jp**

■キーワード: (1)セルロース誘導体
 (2)コレステリック液晶
 (3)構造色