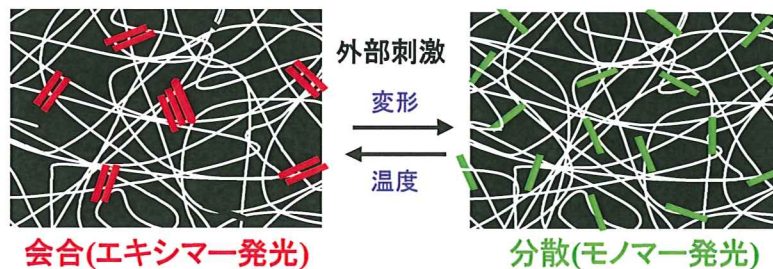


熱や変形によって色が変わる安価なポリエステル素材を開発

熱・変形で色が変わるポリエステル

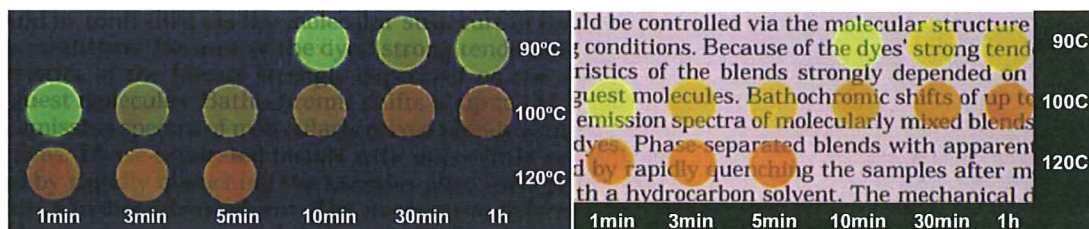
(東洋紡) ○佐藤万紀、(Case Western Reserve University) Brent R. CRENSHAW, Christoph WEDER
Tel: 077-571-0028 [2PB21]

東洋紡績株式会社の佐藤万紀、米国ケースウェスタンリザーブ大学のヴェダー教授らの研究グループは、PET(ポリエチレンテレフタレート)樹脂に新規な蛍光染料を数%ブレンドした安価な外部刺激センサーを開発した。既存のポリエステル製造工程をそのまま利用し、熱・変形センサー機能を備えた安価なポリエステル素材の提供が可能となり、パッケージング、産業資材、セキュリティ、アメニティー、構造解析などの広範な用途への応用が期待される。



外部刺激により PET 中での分子会合状態が変化する新規な蛍光染料の創製

本技術は、蛍光染料分子が会合すると、分散状態の発光(モノマー発光)よりも長波長側にエキシマー発光を呈する現象を利用したもので、熱や変形などの外部刺激により、緑色と橙色の間で発光を変化させることができる(上図参照)。エキシマー現象を示す蛍光染料はこれまでも数多く報告されているが、本開発では、PET と適度な親和性を持つ新たな蛍光染料を創製した。この新規な蛍光染料は、ブレンド時には PET 中に完全に溶解し分散しているが、ポリエステルのガラス転移点以上で直ちに会合体(凝集)を形成し、発光を緑色から橙色に変化させる。また、本蛍光染料を用いた場合、自然光下でもその色変化が十分に識別できることも特徴である。



蛍光染料1%ブレンドフィルムの色変化 (左: UV 光下 右: 自然光下)

1%の蛍光染料をブレンドした PET フィルムの、温度-時間積による段階的な色変化を写真に示した。検知する温度と応答時間は、ポリエステルガラス転移点、染料濃度で自由に制御でき、染料濃度を2%まで高めれば、数秒の応答時間で色変化を引き起こすことが可能である。温度-時間センサーとして食品や薬品等のパッケージに応用すれば、エキシマー/モノマー蛍光強度比から商品の保管履歴を正確にチェックできる。さらに、色変化が自然光下でも識別できることから、賞味期限の警告サインとしての使用も考えられる。また、上記メカニズムから明らかなように、蛍光スペクトル(蛍光染料の会合状態)の変化は PET 高次構造の緩和を直接反映しているため、PET 製品の経時構造変化を追跡する評価ツールとしても利用できる。

一方、温度-時間積センサーとは反対に、延伸などの物理的変形により蛍光染料の会合体を引き剥がし分子分散させることで、変形センサーとしても機能する。事前に加熱処理を施した蛍光染料1%ブレンドPETフィルムを室温で引き伸ばすと、延伸部分が橙色から緑色へと変化した(写真)。変形センサーとしてパッケージフィルムや繊維製品等に応用すれば、亀裂、劣化、応力の検出が可能になると考えられる。また、PET 加工工程における高次構造評価ツールとしての利用も期待できる。



蛍光染料1%ブレンドフィルムの室温での冷延伸による色変化 (UV 光下)

以上のように本技術は、ごく少量の新規蛍光染料をブレンドすることにより、熱・変形センサー機能を備えたポリエステル素材の提供を可能とする。既存のポリエステル製造工程をそのまま利用するため安価なセンサー素材の製造が可能であり、ポリエステルが広く利用されている繊維、パッケージング、産業資材用途や、セキュリティー、アメニティー、構造解析など、広範な用途での応用・展開が期待される。

<適応分野>

パッケージ、産業資材、セキュリティー、アメニティー、構造解析、繊維、フィルム、成形品、塗料、コーティングなど