J. Jpn. Soc. Colour Mater., 87 [8], 279–283 (2014)

カテコール系高分子を用いる材料表面改質と色材への応用

桑 折 道 済*,†·南 日 優 里*

*千葉大学大学院工学研究科 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 (〒263-8522) † Corresponding Author, E-mail: kohri@faculty.chiba-u.jp

(2014年6月5日受付, 2014年6月23日受理)

材料表面の性質は、基材の接着性、濡れ性や生体適合性などの諸性質に密接にかかわることから、さまざまな材料表面の改質に幅 広く適応できるユニバーサル表面改質法の開発が重要である。近年、カテコール系高分子を用いたユニバーサル表面改質を目指した研 究が注目をあびている。本稿では、ムール貝の接着機構を模倣して作製されたポリドーパミン (PDA)、古来より伝統工芸用塗料とし て用いられてきた漆、ならびに緑茶やワインに含まれる植物性ポリフェノールなどのカテコール系高分子を用いた最近の研究事例を代 表的な例とともに紹介する。また、従来薄膜化して材料表面改質に使用されることが多かったPDAを粒子化する研究が近年進んでき た。PDA粒子の作製と構造色材料への応用、色材としての可能性についても併せて紹介する。

キーワード:ユニバーサル表面改質,カテコール系高分子,ポリドーパミン,構造色

1. はじめに

高機能性材料の開発にあたっては, 材料表面を適切に改質 し、任意の機能を付与する技術開発が重要である。フォトリソ グラフィーに代表されるトップダウン的な微細加工技術に加 え, 材料表面への自己組織化膜形成といったボトムアップ的な 表面改質技術の開発が盛んに行われている。次世代表面改質法 の目標の一つに、あらゆる材料表面に適応可能なユニバーサル 表面改質技術の開発が挙げられる。

ユニバーサル表面改質にあたっては、 さまざまな材料に接着 する材料開発が重要となる。バルク表面改質法の先駆的な例と して Decher らの、高分子間相互作用を利用した交互積層法 (LbL法) などが挙げられる1)。しかし、一般に従来の表面改質 剤や改質法は対象とする材料の選択性が高く困難である。一 方、自然界に目を向けてみるとこの課題を難なくこなしている 生物がいる。欧米では食用として人気の高いムール貝は、足糸



千葉大学大学院工学研究科 助教

[趣味] ウォーキング,マンドリン [経歴] 2007年東北大学大学院工学研究科バイオエ 学専攻博士課程後期修了。博士(工学)。 2005年日本学術振興会特別研究員(DC2), 2007年東北大学多元物質科学研究所助教 (研究特任)を経て、2008年より現職、 間Université Lyon 1 訪問研究員,現在に至る。



「氏名〕 なんにち ゆり

〔現職〕 千葉大学大学院工学研究科 修士課程2年

〔経歴〕 2013年千葉大学工学部卒業。

と呼ばれる接着タンパク質を吐き出し岩肌などに接着して生活 している。また、岩肌のみならず、金属、ガラスなどの無機材 料、ならびにプラスチックなどの有機・高分子材料など、基材 を問わず接着する特徴がある。この性質を応用し、水中で使用 可能な万能接着剤などが開発されている2)。2007年, Messersmith らは、ムール貝の足糸を模倣した高分子「ポリドー パミン (PDA) による汎用性の高い表面改質法を報告した $^{3)}$ 。 カテコール基を有するドーパミン(DA)の自発的重合により 得られるPDAは、簡便な操作でさまざまな材料表面にコーティ ング可能で、かつ二次修飾も容易であることから多くの研究に 利用されている4)。

本稿では、PDAに代表されるカテコール系高分子によるユニ バーサル表面改質技術について概説する。また, 従来薄膜化し て材料表面改質に使用されることが多かったPDA を、粒子化す る研究が近年進んできた。PDA粒子の作製と色材としての可能 性についても併せて紹介する。

2. 接着性高分子:ポリドーパミン (PDA)

本章では、DAの重合機構と、PDAを用いた表面改質技術な らびにその応用について概説する。なお、ムール貝の足糸を介 した接着機構に関しては、Naitoによる本誌のほかの解説を参 照されたい2)。

2.1 ドーパミン (DA) の重合機構

「Never-Ending Story?」というタイトルの論文5) が報告され るほどDAの重合機構は複雑で、現在でも多くの研究が進行し ている。図-1に、現在提唱されているいくつかの重合機構につ いてまとめた。Messersmithらは、塩基性溶液下においてDAの 酸化により生成する5,6-ジヒドロキシインドール (DHI) が重 合してPDAが得られるとしている3)。一方、Bielawskiらは、 DHIやその誘導体が、πスタッキングや水素結合を介して超分