

セルロース系印刷物の耐擦性改善に関するCH/ π 水素結合力の応用福田輝幸*・芦沢 健*・國井智史*・仲井茂夫*[†]

*花王㈱研究開発部門テクノケミカル研究所 和歌山県和歌山市湊1334番地 (〒640-8580)

[†] Corresponding Author, E-mail: fukuda.teruyuki@kao.com

(2022年9月2日受付, 2022年11月25日受理)

要 旨

包装容器印刷部材としてセルロース素材の見直しが進んでいる。紙に代表されるセルロース系素材においては画像濃度と耐擦性の両立が課題である。本検討では分子間力のうち、水の影響を受けにくいCH/ π 水素結合力に着目し、セルロース骨格に対しCH/ π 水素結合力を発揮する直接染料構造に着目した。耐擦性は直接染料をあらかじめ印刷用紙に付与することで改善し、高分子分散剤に直接染料構造を組み込むことでさらに改善した。また耐擦性に優れた直接染料構造として、芳香族の求電子置換反応を参考に①長い共役二重結合骨格を持ち、②電子供与性の置換基を多く備え、③分子内の置換機定数の総和が低く、④構造が左右非対称であり、左右での置換機定数の差が大きいことの4点を見いだした。この4条件を満たすDirect Black 22を高分子分散剤に導入した顔料分散体は、高い印刷濃度と優れた耐擦性を両立した。

キーワード：セルロース、耐擦過性、置換機定数、芳香族求電子置換反応、CH/ π 水素結合

1. はじめに

マイクロプラスチック問題、ならびに包装容器リサイクルへの社会的要請から、セルロース系素材の新規応用が検討されている¹⁻⁴⁾。紙に代表されるセルロース系素材はリサイクルシステムも確立され、生分解されやすいことから、包装容器としての課題を解決しつつ今後さらに広く使用されていくと考えられる。この課題の一つは画像濃度と擦過性の両立である。

プラスチックフィルムを使用した包装容器印刷の多くは裏刷り方式で行われる。これは透明フィルムに印刷し、裏返して利用することで、包装容器の表面擦過で発生する画像汚染を防止している⁵⁾。一方、セルロース系基材を用い、印刷した面を表面とする表刷り印刷方式では、表面の擦過が印刷物の画像汚染に直結してしまう。これに対し、画像濃度を低く抑えて画像汚染を目立ちにくくさせる運用がなされているが、セルロース系素材における耐擦性に優れ、画像濃度にも優れる着色剤の開発が求められている。

また着色剤として染料を適用すると、染料はセルロース素材の空隙に浸み込み⁶⁾、記録媒体の表層近傍にとどまり高い画像濃度を得ながら、耐擦性を課題としないが、耐光性に劣るため包装容器用途には適さない。一方で耐光性に優れた顔料は、画像濃度を高めるためにセルロース系素材の表層に顔料を留めると、擦過による顔料の剥離が生じ、画像汚染が発生しやすい。

このため顔料色材として、セルロース系素材に関して高い画像濃度と耐擦性を獲得する技術開発を行った。

2. 理 論

2.1 CH/ π 水素結合力

接着力は分子間力の総和によって発揮され、分子間力は、ファンデルワールス力、クーロン力、水素結合力、CH/ π 水素結合力の四つに分類できる (Table 1⁷⁾)。

このうち、ファンデルワールス力はエネルギー自体が小さく、耐擦性への寄与は小さい。またエネルギーの大きいクーロン力と水素結合力は、比誘電率の高い水の存在により、二桁近く低下することから、水濡れや結露などが発生すると耐擦性が低下する。

CH/ π 水素結合力とは、CH結合の水素と芳香環などの π 電子間に発生する相互作用である。具体例として、クロロホルムとベンゼン混合時の発熱現象は、CH/ π 水素結合による安定化に起因する。

ほぼすべての有機化合物はCH/ π 水素結合力を発現できるが、力が小さいため、ほかの分子間力に比べ、ほとんど無視される。しかしながら、CH/ π 水素結合力を意図的に大面積で発生させることで、一つ当たりのエネルギーは小さくとも全体として大きくすることは考えられる。また、CH/ π 水素結合力は非極性の相互作用に分類されるため、水などの誘電率の大きい極性溶媒中でも有効に働くことができる。このため、表刷り包装容器印刷においてCH/ π 水素結合力は主たる分子間力になり得る。

2.2 セルロースと直接染料の構造的特徴

セルロースは分子式C₆H₁₀O₅であらわされるグルコースが直鎖状に結合した高分子であり、疎水性部分と親水性部分がそれぞれ偏在しているため、水や一般的な有機溶媒に不溶ながら親水性が高い構造的特徴を備えている。

このセルロースを化学反応を用いずに染色する際に、直接染

【図表について】電子ジャーナルサイト「J-STAGE」ではカラーでご覧いただけます。https://www.jstage.jst.go.jp/browse/shikizai-char/ja/