

〈一般論文〉

頭髪キューティクル層における酸化染料の染毛機構

今井健仁^{*,1,2}, 丹羽正直¹, 川村秀登², 木村 勝², 中野 隆²

Staining Mechanism of Oxidative Hair Dyes in the Cuticle Layers of Human Scalp Hair

Takehito IMAI^{*,1,2}, Masanao NIWA¹, Hideto KAWAMURA², Masaru KIMURA², Takashi NAKANO²

(Accepted: April 13, 2009)

Abstract

We report the staining mechanism of oxidative hair dyes (permanent hair color) in cuticle layers of human hair. In general, the staining mechanism of oxidative hair dyes is considered that the oxidative hair dye monomer penetrates into the cortex, and is polymerized and colors in there. It was, however, confirmed that the cuticle layers were not only the pathway to the cortex of oxidative hair dyes, but also were staining sites with them, by the observation with digital microscope of the cuticle fragment and the thin cross-section of the dyed hair. The metals may be distributed in the β -layer of cuticular CMC (cell membrane complex), which was suggested by transmission electron microscopy (TEM) observation. We suggest the staining mechanism of oxidative hair dyes in cuticle layers as that the dye monomer predominantly penetrates through the δ -layer of cuticular CMC and being polymerized in the β -layer/ δ -layer interface, which will be catalyzed by trace metals in the β -layer.

Key words: oxidative hair dye, cuticle, CMC, β -layer, metal.

1. 緒 言

ヘアカラーリング剤は染料の種類、色持ちなどにより、主に酸化染毛剤（ヘアカラー）、酸性染毛料（ヘアマニキュア）、一時着色料に大別される。その中で、酸化染毛剤（ヘアカラー）は染色性が高い、色持ちが良いなどの点から、最も広く用いられているヘアカラーリング剤である。また、一般に酸化染毛剤は染色作用のほかに毛髪内のメラニン色素を分解して髪を明るくする脱色作用（ブリーチ作用）も有するため、黒髪に対しても一度の染毛操作で好みの髪色に上げることが可能となる。この特徴は、単に白髪を黒く染めることよりも、全体を明るめに染めて髪色を楽しむという近年のニーズを満たしていると思われる。

毛髪は Fig. 1 に示すような、コルテックスの周りを 6~10 層のキューティクルに覆われた構造である^{1),2)}。キューティクルはさらに細胞器官に由来するエンドキューティクルと、細胞質に由来するエキソキューティクルなどの細部に分けられ、各キューティクルの間には cuticular CMC (cell membrane complex: 細胞膜複合体) と呼ばれるキューティクルどうしを結合する接着剤のような役割と、毛髪内部への水分の浸透経路という役割を

担う³⁾細胞膜由来の構造が存在する。コルテックスはマクロフィブリル（マイクロフィブリルの束）、間充物質などの微細構造からなり、コルテックス細胞間には cortical CMC が存在する。

一般的な酸化染毛剤は、酸化染料モノマー（*p*-phenylenediamine, *p*-aminophenol など）とアルカリ（アンモニア、モノエタノールアミンなど）を含有する 1 剤と、過酸化水素を含有する 2 剤で構成され、染毛直前に 1 剤と 2 剤を混合して使用する。酸化染料モノマー自体は無色から淡色であるが、過酸化水素により酸化されると互いのモノマーが重合し、強い発色性を有する酸化染料重合物が生成する。一方で、アルカリ条件下の過酸化水素は毛髪内のメラニン色素を分解して脱色する。酸化染毛剤では染色と脱色が同時進行で作用している。

酸化染毛剤の染毛メカニズムは非常に複雑である。色の正体は酸化染料重合物であり、その反応機構や生成物については以前から多くの研究がなされている。例えば *p*-phenylenediamine からは Bandrowski's base と呼ばれる褐色の三量体重合物の生成⁴⁾が知られており、いくつかの酸化染料重合物の反応機構や生成物は成書にまとめられている⁵⁾。

一方、酸化染料の毛髪浸透経路や染着部位について

^{1,*} ホーユー株式会社 総合研究所
〒480-1131 愛知県長久手町大字長湫字榎木 1-12
連絡先 E-mail: takehito_imai@hoyu.co.jp

² 愛知医科大学医学部
〒480-1195 愛知県長久手町岩作雁又 21

^{1,*} General Research & Development Institute, Hoyu Co., Ltd.
(1-12 Roboku, Nagakute, Aichi 480-1131, Japan)

² School of Medicine, Aichi Medical University (Nagakute, Aichi 480-1195, Japan)