

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 杉山 保行
学位 位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博 (工) 第 479 号
学位授与の日付 平成 30 年 3 月 23 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名 鉄ポルフィリン錯体誘導体による毛髪表面修復機構に関する研究

論文審査委員 主査 教授・八木 政行
副査 教授・山内 健
副査 教授・金子 隆司

博士論文の要旨

毛髪表面を覆っているキューティクルは、洗髪、ドライヤー、ブラッシングなどにより、剥がれやすく、またパーマやカラーリングにより損傷する。キューティクルの損傷を軽減するために、様々なトリートメント剤が使用されているが、多くの場合、毛髪表面をシリコンで被覆するトリートメント方法が一般的に採用されている。シリコンで被膜するトリートメント法では、髪の指通りが良くなる、洗髪中や洗髪後のキューティクルの剥がれを防ぐ、毛髪のボリュームを上げる、髪の艶がでるなどの効果が確認されているが、パーマのかかりが悪く、カラー剤の吸着および色素重合が十分に進行しないなど、多くの弊害がみられるのが現状である。出願者らは、シリコン被膜に頼らず、キューティクルの損傷を抑制し、さらに毛髪本来の性質を取り戻せるトリートメント剤の開発を試みた。トリートメント剤に様々な添加物を加えてトリートメント効果を検証した結果、添加物として鉄ポルフィリン錯体誘導体であるヘマチンを加えたトリートメント剤を用いることにより、損傷した毛髪が本来の性質を保持したまま修復されるだけでなく、パーマやカラー剤による毛髪修飾も可能になることを見出した。本博士論文研究では、ヘマチンによる毛髪修復機構を解明することを目的として、毛髪の表面観察、電気伝導性、および光学特性に関する研究が行われ、その研究成果が本博士論文にまとめられた。

ヘマチンを含有したトリートメント剤 (A 剤) と、ヘマチンを含まないトリートメント剤 (B 剤) を用いてそれぞれ施術した毛髪の表面の光学顕微鏡観察が行われた。A 剤を用いた場合では、損傷を受けた毛髪上に被覆したうろこ状の被覆物 (模倣キューティクル) が生成された。これに対して、B 剤を用いた場合では被覆物は確認できたが、うろこ状の

形態ではなかった。この結果より、ヘマチンにより模倣キューティクルが形成されることが示された。出願者らは、ヘマチンを加えることによりトリートメント剤の電気伝導度が增大することを報告している。(特許第 3530794 号) これに着目して、施術した毛髪の電気伝導度測定が行われた。A剤で施術した毛髪の電気伝導度の方がB剤で施術した場合に比べて約2倍高かったことより、うろこ状の模倣キューティクルがヘマチン由来である可能性が示唆された。キューティクルのエンド層の親水性とポルフィリンのカルボキシル基が相互作用し、これを起点にヘマチン間の疎水性または π - π スタッキング相互作用を介したヘマチンの自己組織化により模倣キューティクルが形成されたと推察された。A剤とB剤で施術した毛髪の破断面の光学特性が測定され、それぞれ乳児の毛髪(健常毛)(C)と比較された。A剤で施術した毛髪の相対反射強度の最大値(69.1)から算出される光沢比(髪の艶に対応)は2.16となり、これは、健常毛の値(25.7)には及ばないまでも、B剤で施術した毛髪の値(15.6)に比べ大きかった。最大の反射強度を示す受光角度から算出されるキューティクルの角度は、A剤で施術した毛髪で 2.5° となり、B剤で施術した毛髪の値(2.3°)より有意に大きかった。これらの結果より、A剤で施術することにより、毛髪表面の損傷が著しく改善されたことが示された。このように、トリートメント剤にヘマチンを含有したことにより、損傷を受けた毛髪表面にうろこ状の模倣キューティクルが形成され、毛髪表面の光学特性が著しく改善されることが明らかにされた。

審査結果の要旨

毛髪表面のキューティクルの損傷を軽減するために、毛髪表面をシリコンで被覆するトリートメント方法が一般的に採用されている。しかし、一定のトリートメント効果がみられるものの、パーマやカラーリングなどの毛髪修飾においては、健常毛との大きな差異が指摘されている。本博士論文研究では、添加物として鉄ポルフィリン錯体誘導体であるヘマチンを加えたトリートメント剤を用いることにより、損傷した毛髪が本来の性質を保持したまま修復されるだけでなく、パーマやカラー剤による毛髪修飾も可能になることを見出した。電子顕微鏡観察により、ヘマチンを含むトリートメント剤を用いた場合、損傷を受けた毛髪上に被覆したうろこ状の被覆物(模倣キューティクル)が生成されることが初めて観察された。さらに、模倣キューティクルで修復された毛髪の光学特性を研究することにより、毛髪の艶も改善されることも明らかにされた。本博士論文は、関連分野の研究背景から、本研究の位置づけおよび目的が明確に述べられており、毛髪表面観察および毛髪表面の物性評価に関する結果と考察が論理的にまとめられている。

以上のように、本論文は新規かつ重要な研究成果を多く含むことが認められ、豊富な実験データに基づいて研究成果が的確にまとめられている。よって、本論文は博士(工学)の博士論文として十分であると認定した。