

X線を用いたパーマ処理毛髪中におけるコルテックスの構造解析及び毛髪補修効果の検討

Analysis of cortex structure and examination of the repair effect in the permanent processing hair by X-ray

安 鋼, 濱口 秀隆, 松本 茂, 平栗 良介, 小林 亜希

Gang An, Hidetaka Hamaguchi, Shigeru Matsumoto, Ryosuke Hiraguri, Aki Kobayashi

コタ株式会社

COTA.CO.,LTD.

美容業界では、毛髪に対してパーマ剤によるダメージを低減させる前処理剤が発売されている。しかし、前処理のメカニズムに関する研究は殆ど行われていない。今回、ブリーチ処理毛(HD)に対し、異なる分子量のポリペプチド(それぞれ L-PPT、M-PPT、H-PPT とする)による前処理及びその後のシステイン系パーマ処理(CYS)の効果について、マイクロビーム小角 X 線散乱で得られる IF 構造に着目して検討を行った。その結果は中程度分子量(10000)のポリペプチド(M-PPT)による前処理でダメージが予防できることを示した。

キーワード： 小角 X 線散乱、コルテックス、パーマ処理、ポリペプチド処理、ダメージ予防

背景と研究目的：

最近、マイクロビーム小角 X 線散乱法を用いた毛髪の微細構造の解析が多く実施されており、ブリーチ処理ではインターメディアイトフィラメント(IF)配列構造に変化が見られる事はしばしば報告されている[1]、[2]。さらに、パーマ剤を毛髪に処理することにより、毛髪内部構造の変化に関する簡単な報告がある[3]。一方、この数年、業務用美容業界では、毛髪に対してパーマ剤のダメージを低減させる効果を狙った前処理剤が多数発売されている。このような前処理剤は、毛髪表面における補修効果を与え、さらにパーマ処理後において毛髪の破断強度を向上させる。一方、ウェーブのかかり方の質に関しては前処理剤を使わなかった場合と比べ変わらなかったり、あるいは向上する傾向を示したりする。このようなパーマ処置に関する試行錯誤が前処理剤の製品開発で行われているが、前処理のメカニズムに迫るための毛髪を構成する微細な分子構造の観点での研究は殆ど行われていないのが実情である。今回、業界のクライアントで数多く扱われるブリーチ処理毛(HD)に対し、分子量400、10000あるいは40000のポリペプチド(それぞれL-PPT、

M-PPT、H-PPT とする)による前処理及びその後のシステイン系パーマ処理(CYS)の効果について、マイクロビーム小角 X 線散乱で得られる毛髪内部の微細構造、すなわち、IF 構造に着目して検討を行った。

実験：

実験方法：

1. サンプル作製方法

健康毛の作成：

本実験で用いた健康毛は、パーマ・ブリーチ等の処理が施されていない中国人毛を使用した。

ダメージ毛の作成：

10%過酸化水素水と 10%アンモニア水を 1:1 で直前混合し、ブリーチ処理液を作製し、パーマ・ブリーチ等の処理が施されていない中国人毛をブリーチ処理液に 30 分間浸漬後、30 分間流水につけ、ドライヤーで乾燥させた。

2. 毛髪処理方法

PPT による前処理方法：

各種類の PPT を精製水で 4%になるように希釈して作成した。中国人毛を精製水で 1 分間浸漬し、その後、タオルドライし、作成した 4%処理液で 5 分間浸漬し、そのままドライヤーで乾燥させた。

パーマ処理方法：

毛髪をパーマ液第 1 剤に 10 分間浸漬(ティッシュにしみこませて毛束を挟み 25°C恒温槽に放置)→水洗→パーマ液第 2 剤(ブロム酸タイプ)に 15 分間浸漬(ティッシュにしみこませて毛束を挟み 25°C恒温槽に放置)→水洗→ドライの工程で処理を行った。

PPT による前処理+パーマ処理方法：

この処理では PPT による前処理を施した毛髪をパーマ液第 1 剤に 10 分間浸漬(ティッシュにしみこませて毛束を挟み 25°C恒温槽に放置)→水洗→パーマ液第 2 剤(ブロム酸タイプ)に 15 分間浸漬(ティッシュにしみこませて毛束を挟み 25°C恒温槽に放置)→水洗→ドライの工程で処理を行った。

今回の実験で使用したパーマ剤はシステイン(CYS)系パーマ剤である。

これらの処理毛に対して、毛髪軸に垂直な方向からマイクロビーム X 線を入射し、2 次元小角散乱像を測定した。得られた 2 次元散乱像の赤道方向の散乱強度プロファイルに対して理論曲線をフィッティングし、IF の間隔を算出した。同時に方位角方向の散乱強度のプロファイルから IF 由来ピーク半値幅(FWHM)を求め、これを毛髪軸に対する IF の配向性の指標として調べた。

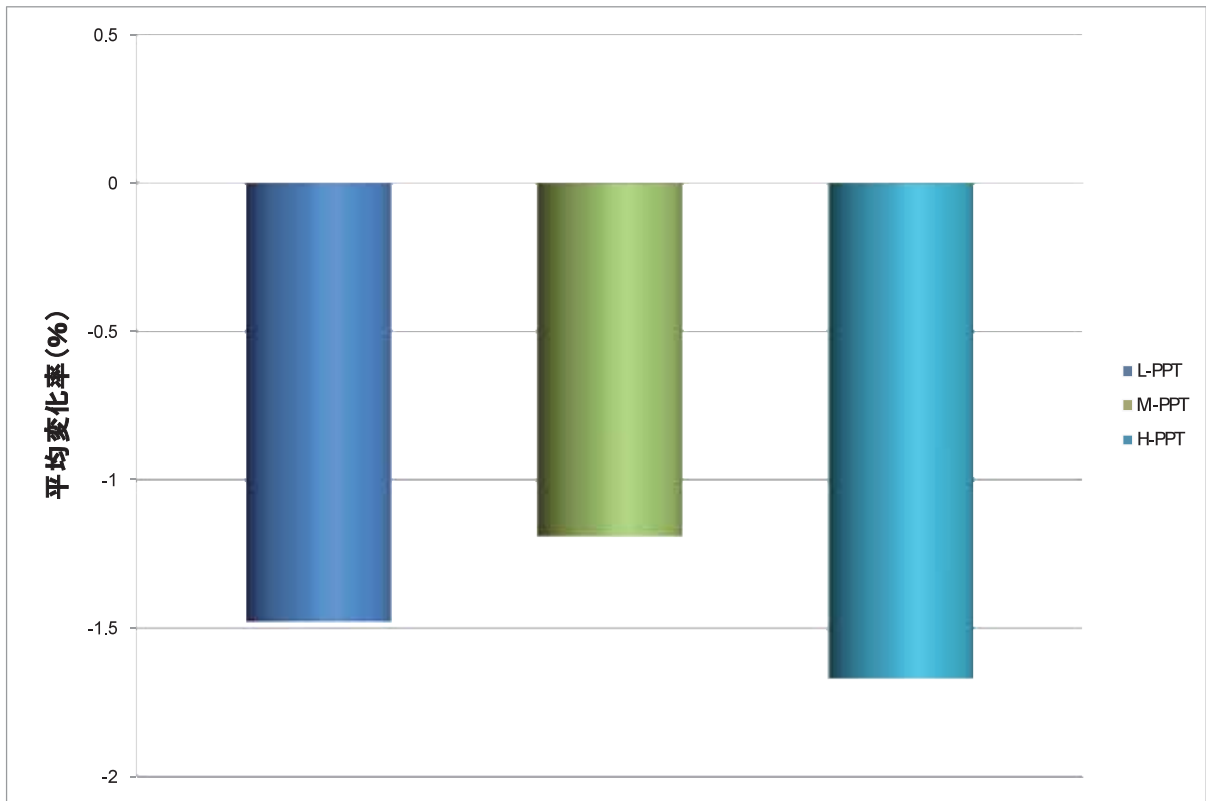


Fig.1 IF 間距離の平均変化率。左から右へ順にブリーチ処理毛(HD)に L-PPT、M-PPT および H-PPT を作用したときの平均変化率を示す。

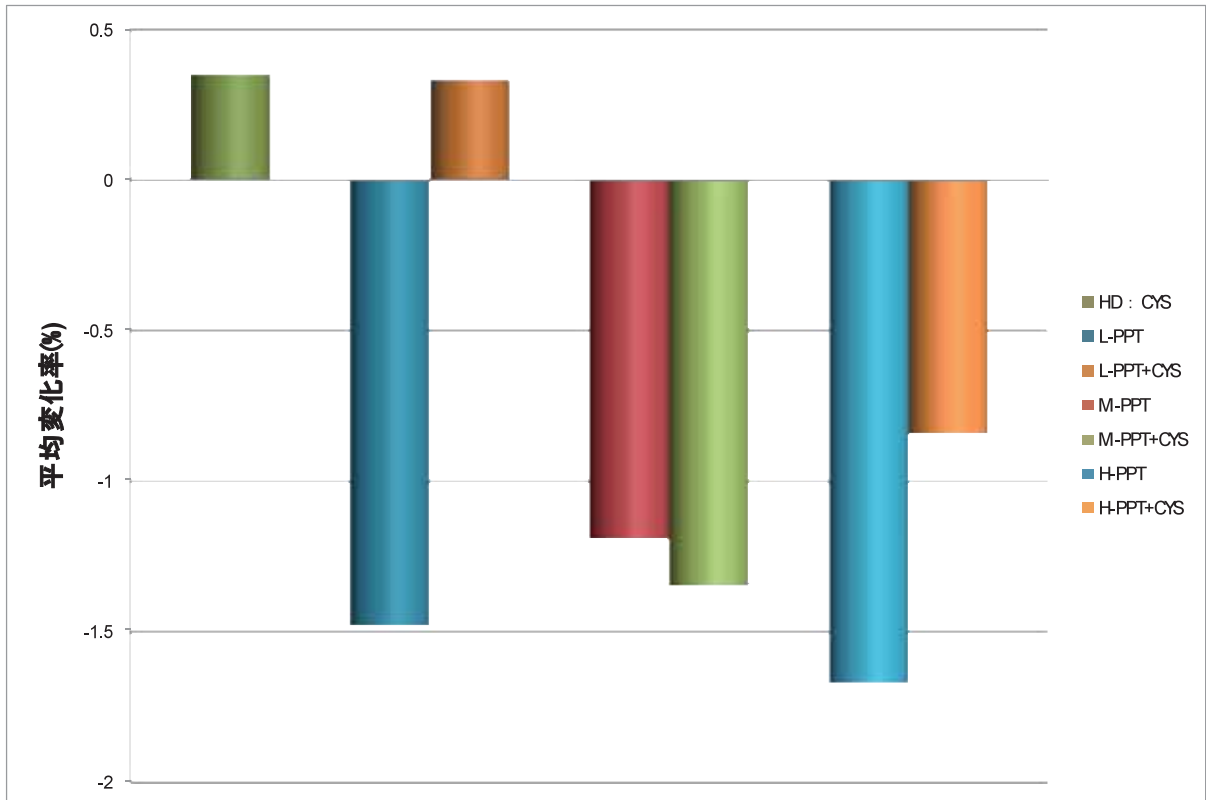


Fig.2 IF 間距離の平均変化率。左から右へ順にブリーチ処理毛(HD)にシステイン系パーマ処理 (HD:CYS)、ブリーチ処理毛(HD)に L-PPT とそれに加えてシステイン系パーマ処理、同じ処理で M-PPT、 および同じ処理で H-PPT を作用したときの平均変化率を示す。

結果および考察：

すべての前処理(PPT)は、Fig.1 に示した通り、すべての前処理(PPT)は基準となるブリーチ処理毛(HD)から IF 間距離を減少させる方向に作用した。また、Fig.2 には HD へのシステイン系パーマ処置(CYS)、および各種 PPT 前処置に続くパーマ処置について、HD を基準として IF 間距離の変化を示した。分子量 400 の L-PPT では、前処理によって IF 間距離が減少した後、続くシステイン系パーマ処置で大きく増加して、前処理を行っていない毛髪とほぼ同じ IF 間距離になっている。分子量 40000 の H-PPT では、前処理につづくパーマ処置で IF 間距離を増加させた。一方、分子量 10000 の M-PPT では、前処理に続くパーマ処置で IF 間距離が減少あるいは殆ど変わっていない。

ピーク半値幅(FWHM)は IF の傾きを反映するが、系統的な変化は得られなかった。おそらく毛髪内部にパラコルテックス及びオルトコルテックスが存在するが、毛髪毎にそれら分布の偏りが非系統的に表れるので、今回行った前処理に続くパーマ処置の変化に埋もれたと推測している。引き続き分布に偏りのあるもの、ないものに分け検討していきたいと考えている。

一方、毛髪の破断強度測定で、分子量 10000 の前処理がパーマ処置後に最も破断強度を向上させる結果を得ている。従って、パーマ処置によるダメージの予防効果は、前処理に続くパーマ剤処理によって IF 間距離を殆ど変えないことがパーマ用前処理剤に求められる機能として重要であると考えている。おそらく、前処理剤に含まれるポリペプチドの毛髪への浸透がダメージ軽減に重要であることは間違いないが、それだけでなくパーマ処理後のポリペプチドの流出およびパーマ剤自身の流入による IF 間距離の増大を抑えることがダメージの予防効果で重要であると推察している。

分子量が小さい L-PPT は浸透し易いがパーマ処理によって流出し易く、また、分子量が大きい H-PPT は毛髪内部に浸透しにくいという理由で前処理によるダメージ予防効果が少ないと考えている。一方、分子量が 10000 前後の M-PPT は毛髪内部に浸透し易かつパーマ処理による流出が生じにくいので、前処理によってダメージを予防できると考えている。

今後の課題：

本研究ではケラチン PPT を用いその効果の一端を明らかに出来たが、今後、コラーゲン PPT、シルク PPT などの種類や分子量を変えることでパーマ用前処理剤のメカニズムの解明に取り組み、毛髪のダメージ予防効果を向上させ、綺麗なウェーブ形成ができる様な魅力ある製品の開発に繋がって行きたい。

参考文献：

- [1]Y.Kajiura,T.Itou,Y.Shinohara,Y.Amemiya, SPring-8 User Experiment Report 2004A0630-NL2a-np(2004).
- [2]Y.Kajiura,T.Itou,Y.Shinohara,Y.Amemiya, SPring-8 User Experiment Report 2006B0160(2006).
- [3]粉川 千絵美、古舘 祥、亀ヶ森 統, SPring-8 User Experiment Report 2007B1846(2007).