

白金微粒子による毛髪の紫外線ダメージ抑制効果

Suppression Effect of Hair Damage from UV by Using Platinum Micro-Particles

町 昌治* ・ 須田 洋* ・ 松井 康訓** ・ 山内 俊幸*

Masaharu Machi Hiroshi Suda Yasunori Matsui Toshiyuki Yamauchi

白金溶液処理で毛髪に白金微粒子を付着させた後に紫外線ダメージの加速試験をするために UV ランプ光を照射後、FT-IR 分析によるスルホン酸基量測定、SEM による表面観察、摩擦係数測定を行った結果、いずれの場合においても白金微粒子を付着させた毛髪では、紫外線によるダメージが抑制されていることが確認できた。

また、コロナ放電式の白金微粒子発生装置を開発し、同様のサンプルを作製して摩擦係数の測定を行った結果、白金微粒子を付着させた毛髪には摩擦係数増加の抑制がみられ、同様の効果があることが確認できた。

Suppression of hair damage made by ultraviolet rays has been confirmed when platinum particles were attached to the hair with a platinum solution and irradiated by a UV lamp and after conducting a sulfonic acid measurement by FT-IR, SEM observation of hair surface, and measurement of friction coefficient.

In addition, the measurement of the friction coefficient of the hair sample produced by developing a corona-discharge type platinum particle generating device indicated a similar suppression effect of increased friction coefficient when platinum particles are attached to the hair.

1. ま え が き

毛髪へのダメージ要因として、紫外線、パーマ・カラー剤、シャンプー剤などが挙げられる。とくに、毛髪は紫外線を浴びることで活性酸素を発生し、その活性酸素によりダメージを受けることが知られている^{1), 2)}。また当社の調査でも、多くの女性は紫外線がもっとも毛髪へダメージを与えていると感じている。

一方、白金はその触媒作用によって活性酸素を除去する抗酸化作用があるといわれており、化粧品やサプリメントなどさまざまな用途で利用されている。

本稿では、白金微粒子による毛髪損傷抑制効果を検証するとともに、白金電極と対向電極で構成されるコロナ放電式の白金微粒子発生装置を開発し、白金微粒子発生量と白金電極径、対向電極内径の関係を明らかにする。さらに、コロナ放電式の白金微粒子発生装置で発生させた白金微粒子を毛髪に作用させ、紫外線による毛髪へのダメージの抑制効果があることを確認したので報告する。

2. 白金微粒子による毛髪損傷抑制効果の仮説

紫外線による毛髪損傷メカニズムは、発生した活性酸素が毛髪中のたんぱく質シスチンのジスルフィド結合を酸化開裂させ、その結果シスチンがシステイン酸になることで毛髪の架橋構造が崩れることによるものであると考えられている³⁾。

そこで、毛髪に白金微粒子を付着させて紫外線により発生した活性酸素を除去することによって、シスチンがシステイン酸に酸化されるのを抑制して毛髪の損傷を抑えられると考える (図 1)。

* 電器事業本部 電器R & Dセンター Research & Development Center, Home Appliances Manufacturing Business Unit

** 電器事業本部 ビューティ・ライフ事業部 Beauty Care Products Division, Home Appliances Manufacturing Business Unit

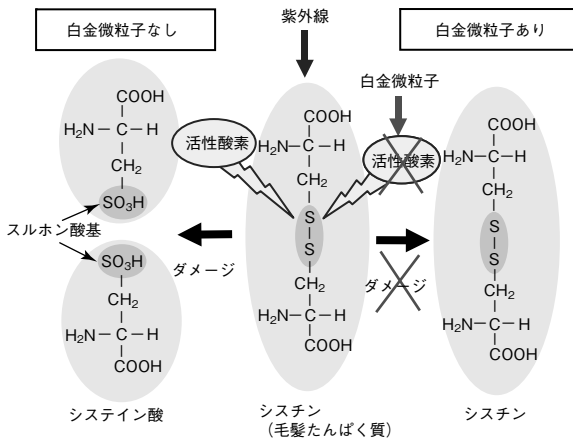


図1 毛髪損傷と白金微粒子による抑制メカニズム

3. 白金による毛髪損傷抑制仮説の検証

3.1 検証方法

実験に用いる毛髪は、ビューラックス社の同一人毛根元揃え4 cm幅×30 cm丈を使用する。

試料は、①白金溶液処理なし、②白金溶液処理あり、③白金溶液処理なしUV照射なし（以下、ブランクと記す）の3種類（n = 5）を1% SDS（ドデシル硫酸ナトリウム）で洗浄後、自然乾燥させる。なお、SDSは中性のため毛髪に影響を与えないことから採用している。

①、③は純水に浸漬させる。②は白金溶液（田中貴金属製コロイド溶液）濃度1 μg/Lに浸漬させ白金微粒子を付着させる。その後、①②の毛髪試料を自然乾燥後、UV-B蛍光ランプ（UVP社製）で紫外線を照射する。なお紫外線による加速条件は、7月の東京都江東区の紫外線量ピーク値1.68 W/m²、年間平均0.15 W/m²からUV-B蛍光ランプの紫外線強度1.8 W/m²とし、1日照射で12日相当となる。

これをもとに、UV-B蛍光ランプで10日間（4ヶ月相当の紫外線量）、20日間（8ヶ月相当）、および30日間（12ヶ月相当）照射し、サンプルを用意する。

これらのサンプルに対し、以下の三つの方法で評価する。

3.1.1 毛髪のスルホン酸基の定量

FT-IR分析ATR法では、毛髪試料が全反射する光を測定することによって、試料の吸収スペクトルを得ることができる。この吸収スペクトルからシステイン酸量に相当するスルホン酸基の量とカルボニル基の量を定量化する。

次に、カルボニル基の量が毛髪試料の量に相当することから、スルホン酸基の量をカルボニル基の量で除した値で評価を行う。

このとき、サンプルの毛髪は紫外線等による損傷が比較的少ない根元部（太さ：65 ± 5 μm）5 cmを使用する。

3.1.2 毛髪表面の観察

毛髪の表面状態の観察を走査型電子顕微鏡（SEM）で観

察する。

12ヶ月相当の①、②のサンプルに荷重0.4 Nで結び目を付け、SEMで表面状態を観察する⁴⁾。

3.1.3 毛髪表面の摩擦係数測定

毛髪は紫外線等による損傷が少ない根元部（太さ：70 ± 10 μm）8 cmを用意し、それを幅15 mmの間に50本並べる。6ヶ月相当、12ヶ月相当の①、②、③のサンプルの摩擦係数を摩擦感テスト（カトーテック社、KES-SE）で測定する。

3.2 検証結果

3.2.1 毛髪のスルホン酸基

4ヶ月相当、8ヶ月相当、12ヶ月相当のサンプルの測定結果を図2に示す。

4ヶ月相当におけるスルホン酸基／カルボニル基の増加量は、③に対して①は0.035、②は0.027となっており、白金溶液処理をすることで23%抑えられている。

同様に8ヶ月相当では62%、12ヶ月相当では35%抑えられている。これらの結果から、白金溶液処理を行ったものは、行っていないものに比べてスルホン酸基の増加量が少なく、毛髪損傷が抑制されていることがわかる。

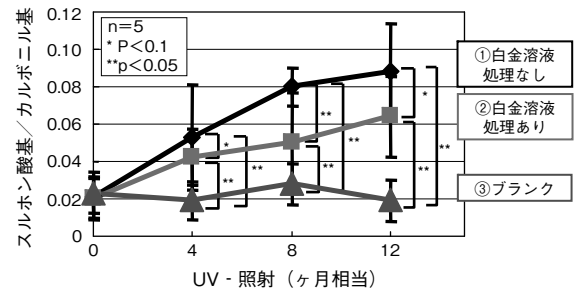


図2 FT-IR分析結果

3.2.2 毛髪表面

12ヶ月相当の毛髪表面の観察結果を図3に示す。白金溶液処理を行っていない毛髪は、キューティクルの剥離がみられる。一方、白金溶液処理を行った毛髪はキューティクルの剥離を抑制できていることがわかる。これは、白金微粒子がシステインのシステイン酸への酸化を抑えることで、毛髪の架橋構造が崩れることを抑制しているものと考えられる。



図3 毛髪表面の観察結果

3.2.3 毛髪表面の摩擦係数

6ヶ月相当および12ヶ月相当のサンプルに対し、摩擦感テストで摩擦係数を測定した結果を図4に示す。

6ヶ月相当の初期値に対する摩擦係数の増加率は、①は6.7%、②は3.8%となっており、白金溶液処理をすることで44%抑制されている。同様に12ヶ月相当については、73%低減されていることが確認できる。これらの結果から、白金溶液処理を行ったものは行ってないものに比べて摩擦係数が低く毛髪表面損傷度合が少ないことがわかる。

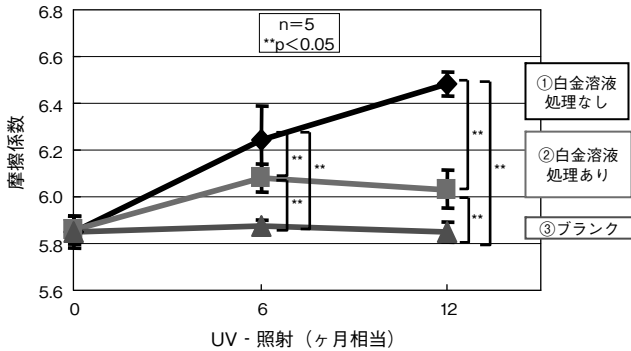


図4 摩擦係数の測定結果

4. コロナ放電による白金微粒子の発生

白金微粒子発生装置の概略を図5に示す。この装置では、白金電極と対向電極の間に約-3 kVDCの電圧を加えることで白金電極先端で負コロナ放電が起こり、正イオンのスパッタリングにより白金微粒子を発生させることができる。

この装置を用いて、白金電極径や対向電極内径と白金微粒子発生量の関係を明らかにする。

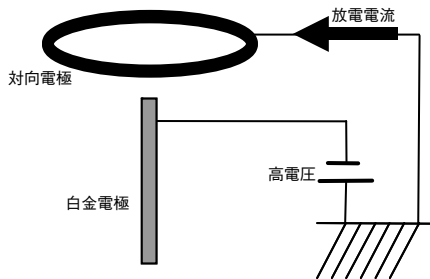


図5 白金微粒子発生装置の概略

放電電流を35 μAに固定し、白金電極径を0.05 mm, 0.15 mm, 0.25 mm, 対向電極内径を1.5 mm, 3.0 mm, 4.5 mmとしたときの白金微粒子発生量をICP質量分析装置(横河アナリティカルシステムズ, HP4500)で測定し、その結果を図6に示す。

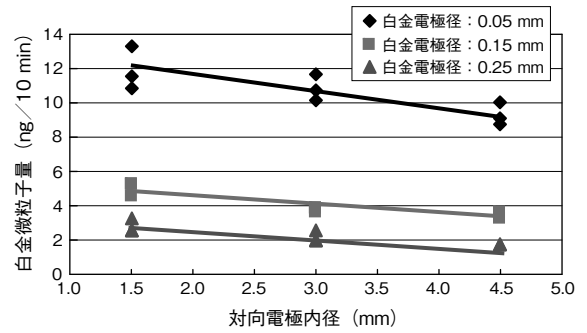


図6 電極サイズと白金微粒子量の関係

白金電極径が小さいほど白金微粒子発生量は多く、また、対向電極内径が小さいほど白金微粒子発生量が多くなる傾向がある。これは、図7の電界解析の結果が示すように、白金電極径が大きくなると電極中心付近の電界強度が弱くなって白金微粒子発生量が低下し、また、対向電極内径が大きくなると対向電極から外側に向かう電気力線の数が減少して白金微粒子発生量が低下するためである。なお、この計算プログラムは電荷重量法を用い、r-z回転対称座標において、境界条件は0.25 mmごとに-3 kv配置している。

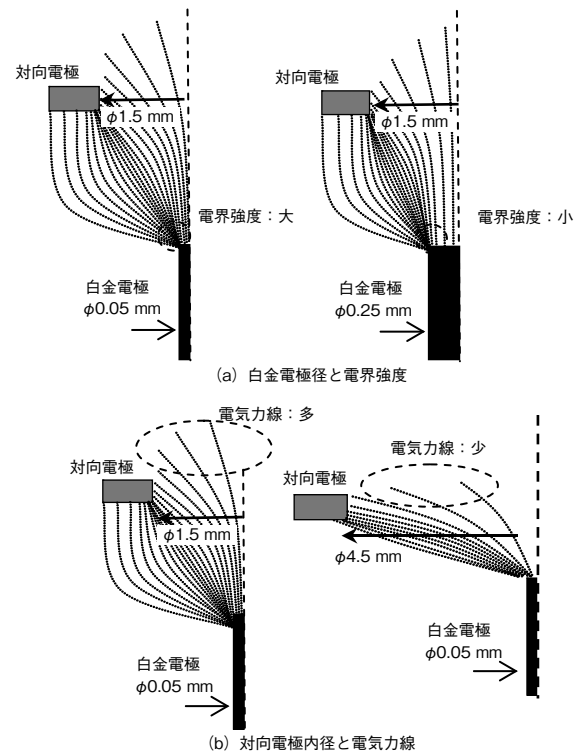


図7 電界解析結果

以上のことから、本稿で紹介する白金微粒子発生装置は、UVプロテクト効果発現と白金電極の寿命を考慮し、白金電極径0.05 mm, 対向電極内径1.5 mmとしている。

5. 白金微粒子発生装置による毛髪損傷抑制評価

5.1 評価方法

前述の白金微粒子発生装置を用いて発生させた白金微粒子による毛髪の紫外線ダメージ抑制効果を、毛髪表面の摩擦係数で評価する。この測定は3.1.3項と同様とする。なお毛髪への白金付着処理は、5日に1回、6秒間、白金微粒子発生装置を稼動させて行う。

その後、①白金微粒子付着なし、②白金微粒子付着ありの毛髪試料は3.1節と同様に4ヶ月相当、8ヶ月相当、12ヶ月相当のUV照射を行い、摩擦係数を測定する。

5.2 評価結果

摩擦係数測定結果を図8に示す。4ヶ月相当の初期に対する摩擦係数の増加率が①は30%であるのに対して②は18%となっており、白金微粒子により摩擦係数の増加率は39%抑制されている。同様に、8ヶ月相当では34%、12ヶ月相当では25%抑制されていることが確認できる。これらの結果から、白金微粒子発生装置によって白金微粒子を付着させたものは付着させていないものに比べ、摩擦係数が低く毛髪表面の損傷度合いが少ないことがわかる。

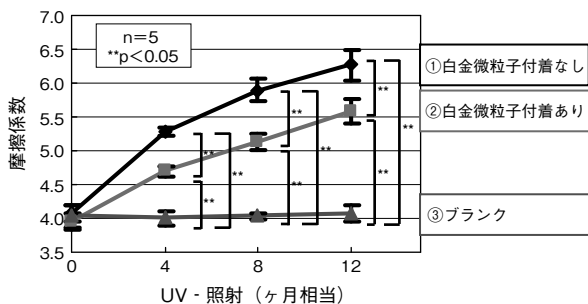


図8 摩擦係数の測定結果

*参考文献

- 1) 松崎 貴, 新井 幸三, 上甲 恭平, 細川 稔, 中村 浩一: 最新の毛髪科学, フレグランスジャーナル社, p. 236-238 (2003)
- 2) 西田 勇一, 細川 稔, 伊藤 武利, 青野 恵: 各種ダメージによる毛髪への影響と新修復剤, FRAGRANCE JOURNAL, 2002-8, p. 33-41
- 3) 染矢 慶太: 水溶性ローズマリー抽出物の毛髪ダメージ抑制効果, FRAGRANCE JOURNAL, 2006-8, p. 35-41
- 4) 新條 善太郎, 定井 正直, 中村 晶, 西川 直樹: 日本化粧品技術者会誌, J. Soc. Cosmet. Chem. Jpn. 1994, p. 66-76

◆執筆者紹介



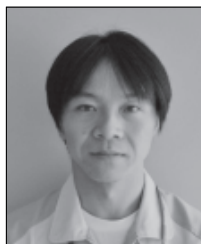
町 昌治

電器 R & D センター



須田 洋

電器 R & D センター



松井 康訓

ビューティ・ライフ事業部



山内 俊幸

電器 R & D センター
博士 (工学)

6. あとがき

白金溶液処理で毛髪に白金微粒子を付着させた後に UV ランプで加速照射し、FT-IR 分析によるスルホン酸基量測定、SEM による表面観察、摩擦係数測定を行った結果、いずれの場合においても白金微粒子を付着させた毛髪では、紫外線によるダメージが抑制されていることが確認できた。

また、コロナ放電式の白金微粒子発生装置を開発し、同様のサンプルを作製して摩擦係数の測定を行った結果、白金微粒子を付着させた毛髪には摩擦係数増加の抑制がみられ、同様の効果があることが確認できた。