

水素による毛髪の酸化損傷抑制効果

山岡, 卓司 / Yamaoka, Takuji

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学・工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編 / 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

58

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

2

(発行年 / Year)

2017-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00014153>

水素による毛髪への酸化損傷抑制効果

OXIDATIVE DAMAGE INHIBITING EFFECT OF HAIR BY HYDROGEN

山岡 卓司

Takuji YAMAOKA

指導教員 大河内正一

法政大学大学院理工学研究科応用化学専攻修士課程

The oxidative bleaching prior hair coloring causes damage to the hair. Therefore the prevention/reduction of oxidative damage is of great importance. Here I report about the effect of the treatment with hydrogen-infused water on hair prior oxidative bleaching, and also following the bleaching process. The degree of damage on hair was judged by inspection of hair surface by SEM, reactivity towards a fluorescein derivative, and formation of sulfonic acid by IR spectroscopy. The treatment of hydrogen-infused water prior to bleaching showed the largest reduction in damaging effects. In addition, its effects on post-bleaching were also considerable.

Key Words: hydrogen, bleaching, oxidative damage

1. 緒言

近年、ライフスタイルの変化により、ヘアカラーやパーマなどの化学処理を施す場面が多くみられる。しかし、これらの化学処理剤は毛髪損傷を誘発することが明らかとなっている。角化細胞である毛髪は自己修復機能を持たないため、損傷の予防、抑制が非常に重要となる。

当研究室では、水素の美容分野での研究を進めており、水素浴槽水への継続的入浴で、肌の弾力性の向上や、ダメージ毛の滑らかさ及び艶の向上効果を報告してきた¹⁾。

そこで今回、酸化系ブリーチ剤によって生じる毛髪への酸化損傷を水素の抗酸化作用により、軽減可能か検討した。本研究では、毛髪の損傷度の評価方法として、SEM 観察による可視的評価、毛髪の主成分であるケラチンからなる毛髪代替のケラチンフィルムを用いた蛍光強度測定及び FT-IR 分光法を用いた損傷度評価を行った。

2. 実験

2.1 毛髪試料の調製

化学処理履歴のない黒色毛髪（ビューラックス社）を未処理毛とした。未処理毛を酸化系ブリーチ剤によって処理し、ダメージ毛とした。なお、処理時間は 30 分間を 2 回繰り返し、所定時間経過した毛束は精製水で十分に水洗し、風乾した。次に水素化マグネシウムを水素発生剤とし、毛髪を 15 分間浸漬させることで水素サンプルを作成した。さらに、クエン酸を加えて毛髪の等電点である pH5.0 付近に調製した。なお、水素生成反応は以下の式で表せる。



2.2 ブリーチ処理時の外観変化

毛髪の表面構造の観察には、各種毛髪試料を切り取り、走査型電子顕微鏡（Carry Scope JCM-5000, 株式会社菱光社）を用いて観察した。

2.3 蛍光強度測定による酸化タンパク質評価

実験は、株式会社信州 TLO のケラチンフィルムを用いた。毛髪における酸化タンパク質のカルボニル基を蛍光標識し、蛍光光度計（Image Quant LAS 4000, GE ヘルスケア・ジャパン株式会社）を用いて、蛍光強度測定を行った。なお、蛍光色素は 5-FITC を用いた。

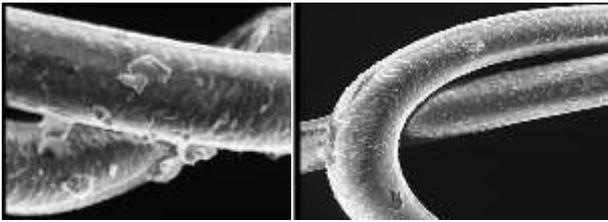
2.4 FT-IR 分光法による損傷度測定

各種毛髪の毛先を約 1cm 切断し、フーリエ変換赤外分光計（FT-IR 6800）を用いて吸収スペクトルの測定を行った。測定条件としては、スキャン回数：50 回、分解能：4cm⁻¹で行った。本実験では FT-IR 測定後、2 次微分法を用いることでピークをより鮮明に検出した。

3. 結果及び考察

3.1 毛髪のブリーチ処理時の外観変化

Fig.1 に水素処理後および水素未処理のダメージ毛を SEM 観察した結果を示す。双方を比較すると事前に水素処理することで、キューティクルの剥離を軽減していることが観察できた。一方で、未処理毛では剥離のほかにも、摩耗や破壊状態が観察されており、損傷が促進していることが確認できた。



水素処理なし 水素処理あり

Fig.1 水素処理の有無による毛髪損傷度の SEM 画像

3.2 酸化タンパク質の蛍光強度

Fig.2 に、ケラチンフィルムを用いた蛍光強度測定の結果を示す。ブリーチ処理を施すことで、酸化損傷度の強度が高くなっていることが確認できた。また、ブリーチ処理後に水素を添加しても、処理前に水素添加しても毛髪の酸化損傷度が軽減される結果を得た。

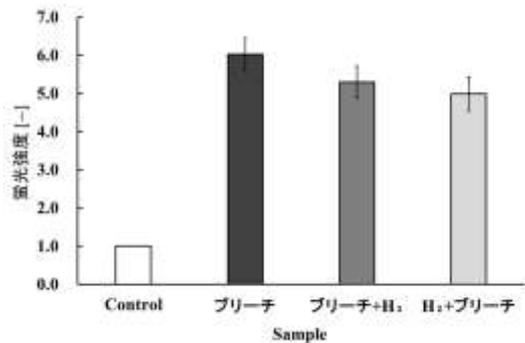


Fig.2 ケラチンフィルムを用いた蛍光強度比の違い

3.3 FT-IR 分光法による損傷度測定

Fig.3 に、毛髪に対するブリーチ処理時間の違いによる 2 次微分スペクトルの結果を示す。ブリーチ処理時間は 15 ~240 分間とし、タンパク質の経時的酸化変動を 2 次微分スペクトルの強度比として表した。なお、1040 cm⁻¹ 付近のピークは -SO₃H の存在を示し、毛髪内のジスルフィド結合が酸化されシステイン酸が生成したことが確認できた。

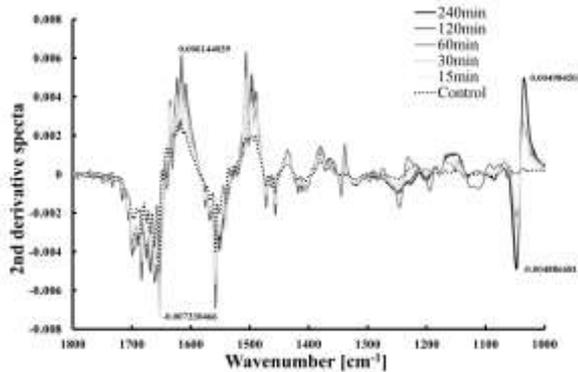


Fig.3 ブリーチ処理時間の違いによる IR 2 次微分スペクトルの変化

Fig.4 に、Fig.3 より検出されたタンパク質の酸化に基づくシステイン酸のピーク強度比の結果を示す。

ブリーチ処理時間の増加に伴い、毛髪内部にシステイン酸由来の吸収ピークが強く現れる傾向を確認できる。Fig.4 から、ブリーチ処理 30 分間で急激に酸化が促進し、その後は緩やかに反応が進む。なお、ケラチンフィルムでも同様の傾向が観察できた。

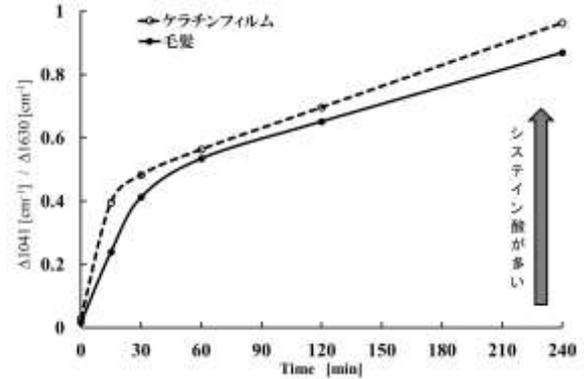


Fig.4 ブリーチ処理時間の違いによるシステイン酸生成量の経時変化

Fig.5 に、水素処理したサンプルのシステイン酸のピーク強度を比較した結果を示す。未処理毛をブリーチ処理することで酸化が促進し、システイン酸が生成するが、水素処理することでシステイン酸の生成を抑制していることが確認できた。これはブリーチ処理による過酸化水素によって生成した活性酸素を、水素が除去することで毛髪の酸化損傷の促進を低下させた結果と考えられる。

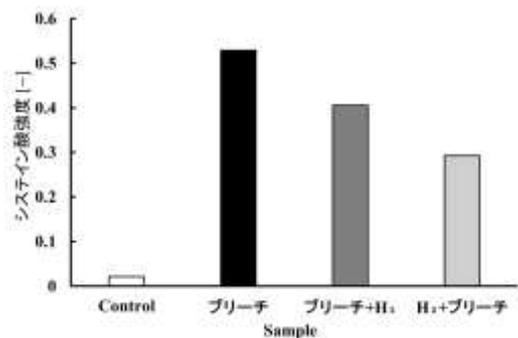


Fig.5 水素処理によるシステイン酸の生成抑制

4. 結言

今回、水素による毛髪のブリーチ処理における酸化損傷抑制効果を検討した。その結果、水素処理することで毛髪の酸化損傷度が軽減される結果が得られた。また、ブリーチ処理前に水素添加する方が、ブリーチ処理後に水素添加するより、毛髪の酸化損傷度の軽減に有効であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 大河内ら, 温泉科学, **55**, 55(2005)
- 2) 山岡, 大河内ら, 温泉科学, **69**, 52(2016)
- 3) J.Fiber Sci. Technol., **72**(1), 1-8 (2016)