

# 毛髪ケラチン繊維にジスルフィド結合を直接導入した新規パーマントウェーブ処理方法

東京家政大学○葛原亜起夫

## 1. 緒言

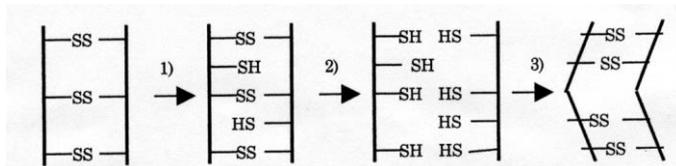
ジスルフィド ( $-SS-$ ) 結合は、羊毛や毛髪などのケラチン繊維中で 3 次元的な架橋を形成しており、その物理的および機械的性質、さらに構造安定性に大きく寄与している。羊毛のセット処理、及び毛髪のパーマントウェーブ処理は、ケラチン繊維中に存在する  $-SS-$  結合の切断 (還元工程) と再結合 (酸化工程) を巧みに利用したものであり、ケラチン繊維の物理化学的性質の変化や、セット工程における化学は、広く研究されている。とくに、チオグリコール酸、及び L-システインは、還元工程における還元剤として、広く使用されており、これら還元剤が毛髪中に拡散することにより、機能 (ウェーブ形成) が発現される一方で、引張切断強度が著しく低下し、毛髪は損傷する。したがって、美容業界においては、毛髪損傷なしに、ウェーブ形成可能な新しいパーマント処理方法が求められている。昨年、われわれは、ラマン分光法を用いてパーマントウェーブ処理した毛髪ケラチン繊維の内部構造解析を行った結果、還元工程における  $-SS-$  結合の切断が、引張切断強度の著しい減少に繋がることを報告している。そこで、本研究では、毛髪ケラチン繊維中に、 $-SS-$  結合を直接導入した新規パーマントウェーブ処理方法を開発することを目的として、毛髪セット性、及び引張特性評価を行い、ラマン分光法による毛髪構造変化の解析を行ったので報告する。

## 2. 実験

中国人白髪 (化学処理を行っていない毛髪) 中に、タンパク質架橋試薬として 2-イミノチオラン塩酸塩 (2-IT) を用いて  $-SH$  基を導入後、酸化架橋することにより、毛髪ケラチン繊維内に  $-SS-$  結合を導入させた。 $-SH$  基導入前後に毛髪毛束 (20 本) をキルビー器具に固定し、還元酸化処理を行うことにより、セット性 (ウェーブ効率、及びウェーブ保持率) を評価した。引張り試験機 (KES-G1-SH: カトーテック) を用いて、毛髪の引張特性 (引張切断強度、及び最大伸度) を評価した。さらに、顕微ラマン (Ramanor T-6400: Jobin Yvon/愛宕物産) 装置を用いて、毛髪表面のラマンスペクトルを測定した (レーザー励起:  $Ar^+$  レーザー/514.5 nm, レーザースポット径: 1  $\mu m$ , 分解能 2.3  $cm^{-1}$ )。また、イオンクロマトグラフィーにより、毛髪中の S 含量を定量した。

## 3. 結果と考察

図 1 に、毛髪ケラチン繊維内への  $-SS-$  結合導入スキームを示す。 $-SH$  基を導入 (1) 前にセットし、酸化処理 (3) を行った場合、ウェーブ効率が 65%、ウェーブ保持率が 56% であ



**Fig. 1** Scheme of introducing  $-SS-$  groups into hair keratin fibers. (1) Introduction of  $-SH$  groups (2) Reduction (3) Oxidation

ったのに対し、 $-SH$  基導入後にセットし、酸化処理を行った場合、ウェーブ効率 (12%) は著しく低下した。また、酸化処理 (3) なしの場合、ウェーブ保持率が著しく低下した (56%  $\rightarrow$  30%) ことから、酸化工程は、必要不可欠であることが判明した。本工程 ( $-SH$  基導入  $\rightarrow$  酸化) に還元工程 (2) を導入した場合、ウェーブ効率 (12%  $\rightarrow$  78%)、及びウェーブ保持率 (65%) が向上することが判明した。次に、ラマン分光法とイオンクロマトグラフィーにより、 $-SH$  基導入  $\rightarrow$  酸化処理した毛髪ケラチン繊維中に存在する  $-SS-$  結合量と S 含量を算出した結果、両者の値が未処理毛と比較して約 10% 増加したことから、 $-SH$  基導入  $\rightarrow$  酸化架橋法を行うことにより、毛髪ケラチン繊維内に新たな  $-SS-$  結合が確実に導入されていることを証明した。さらに、毛髪ケラチン繊維中に  $-SS-$  結合を直接導入することにより、引張切断強度、及び最大伸度が増加し、毛髪強化が可能であることを見出した。このことは、 $-SS-$  結合の直接導入が、毛髪ケラチン繊維の構造安定性に大きく寄与することを示唆している。これらの実験から、毛髪ケラチン繊維中に、 $-SS-$  結合を直接導入することにより、ウェーブ形成、及び毛髪強化が可能となることを発見した。