

毛髪のガラス転移点測定による 毛髪内タンパク質の観察について

(株式会社ミルボン) ○藤原暢之、上門潤一郎

背景

毛髪や羊毛を始めとするケラチン繊維中の熱に対する運動性を測定するために、示差走査熱量測定 (DSC) 測定によるガラス転移点(Tg)測定が行われている。DSC 測定の結果では、ケラチン繊維の Tg は約 50~80℃の温度帯で吸熱ピークとして観察される。Tg と水分率の関係について盛んに研究され、水分率の増加に伴い、Tg が低下することが明らかになっている^{1,2)}。DSC 測定で得られるデータは Tg だけでなく、吸熱ピークの面積値で表される、吸熱量 (ΔH) がある。三宅らの報告によると、毛髪タンパク質の非晶領域の構造が非平衡状態で存在しており、ガラス転移に伴い熱エネルギーを吸収し、タンパク質構造の歪みが緩和し平衡状態に近づくため、吸熱ピークが生じると報告している³⁾。

本研究では、毛髪をドライヤー乾燥や風乾といった、乾燥方法が異なる毛髪の DSC 測定を行い、得られたガラス転移挙動より、乾燥工程が非晶構成タンパク質構造に与える影響について検討を行った。

実験方法

毛髪は科学処理を施していない日本人毛髪を用いた。試料毛髪を 10%(W/W)ポリオキシエチレンラウリルエーテル硫酸ナトリウムで洗浄し、精製水に 1 時間浸漬させタオルドライを施した。その後、室温下での風乾処理およびドライヤー乾燥処理を行った。

DSC 測定には Q2000 (TA-Instrument 社製) を用いた。各毛髪試料は湿度 50%、温度 25℃の条件で一晩調湿した。毛髪試料 5.0 mg を測定パンに採取し、かしめ機を用いて封入した。DSC 測定条件は、昇温速度 10 °C/min, 温度範囲 -10~120 °Cで行った。この時の試料を水リセット無し条件とした。またパンに毛髪サンプルを採取する前に、水に 1 時間浸漬させ、水を除去後、風乾させた試料を水リセットあり条件とした。各条件で n=3 ずつ測定し平均値を測定値とした。

結果および考察

DSC 測定の結果の解析に関しては、本検討では三宅らの報告を参考にし、吸熱ピークの開始点を Tg とし、得られた吸熱量をエンタルピー緩和量 (ΔH) として検討を行った³⁾。本検討で得られた各乾燥処理毛髪水リセット無し条件での DSC 測定結果を Fig.1(A)に示す。また各乾燥処理毛髪水リセットあり条件での DSC 測定結果を Fig.1(B)に示す。また乾燥方法が異なる毛髪の水リセット無し条件および水リセットあり条件の DSC 測定結果を Table 1 に示す。水リセット無し条件において風乾処理毛髪の ΔH はドライヤー乾燥処理毛髪と比較して低い値を示した。ドライヤーを用いる乾燥方法は毛髪の非晶構造に歪みが多く存在していると考えられる。一方、水リセットあり条件の結果では、程度の差はあるが水リセットを行うことで水リセット無し条件と比較し、 ΔH が低下した。毛髪内に再度水分が侵入することで、毛髪内タンパク質の構造が緩和されたためと考えられる。上記の結果と合わせて考えると、風乾処理毛髪は水リセットあり・無しにおける ΔH のギャップが少なかった。風乾処理は毛髪内に水分が長時間存在しており、水の構造緩和効果が十分に発揮されたため、水リセットあり条件の非晶構造に近い状態であったと考えられる。それに対して、ドライヤー乾燥の場合、水リセットを行うことで、 ΔH の値は約 0.2J/g 低下していた。ドライヤー乾燥は水分が風乾処理と比較して、早く毛髪内から出ていく。そのため、水による構造緩和が十分になされる前に乾燥してしまい、歪みが残ったままのため ΔH が高くなったと考えられる。

本検討は乾燥方法の違いが毛髪内タンパク質に与える影響についてガラス転移挙動の観点から検討を行った。さらに、タンパク質構造に着目したヘアケア効果についても検討を行っており、こちらの結果に関しては当日議論する。

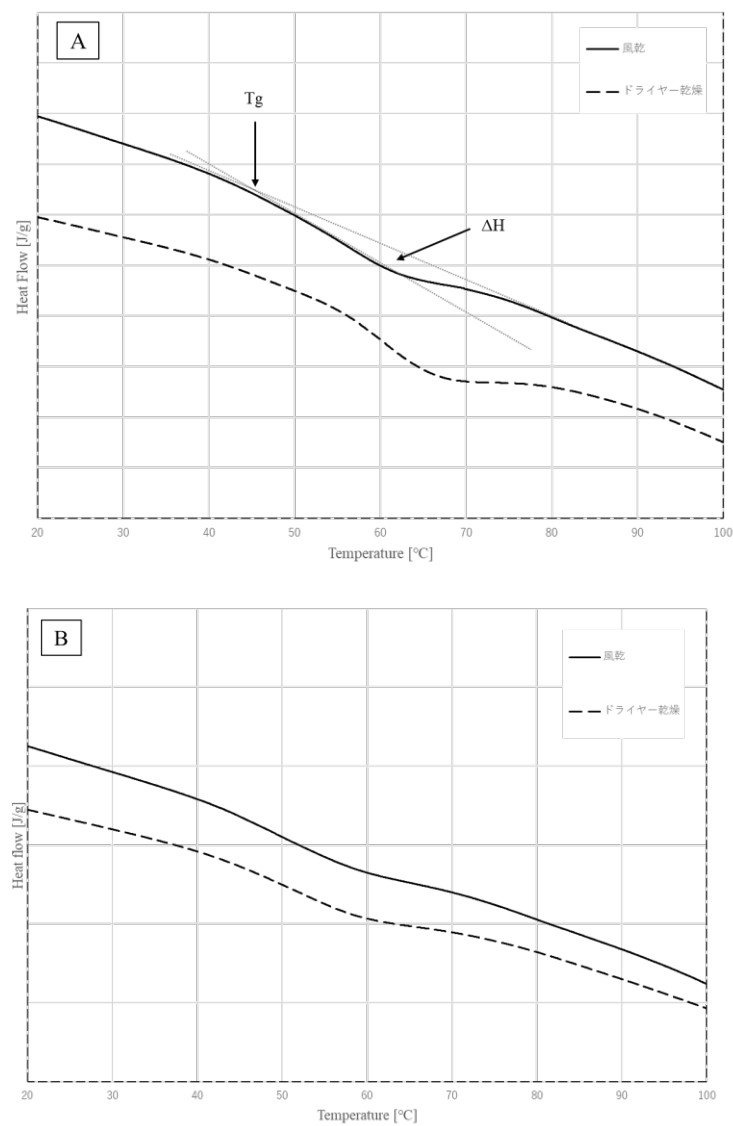


Fig.1 各乾燥処理毛髪の DSC チャート (A：水リセット無し、B：水リセットあり)

Table 1 各乾燥処理毛髪の水リセットあり・無しにおけるΔHおよび Tg 測定結果

| 乾燥処理 | ΔH | ΔH | Tg | Tg |
|---------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| | 水リセット無し [J/g] | 水リセットあり [J/g] | 水リセット無し [°C] | 水リセットあり [°C] |
| 風乾 | 0.7188 | 0.6809 | 47.8767 | 44.0750 |
| ドライヤー乾燥 | 1.2287 | 1.0417 | 54.9300 | 44.4200 |

参考文献
1) F.J. Wortman, et.al., *Text. Res. J.*,**54**,6 (1984)
2) Y. Ota, et.al., *Seni Gakkaishi*, **52**, 1 (1996)
3) T. Miyake, et.al., *Seni Gakkaishi*, **64**, 10 (2008)