

毛髪のダメージの原因と再利用

3612 小栗結奈 3625 杉山未来 3635 藤井月花 3506 大澤優華

<要旨>

日常生活の中で毛髪にダメージを与えている原因を追究し、きれいな髪の毛を保ちたいと思い、この実験を行った。塩素、熱、摩擦、ブリーチ処理によってキューティクルが広がって髪の毛が傷むと考え、これらの処理を様々な条件の髪の毛に施した。実験の結果から、毛髪はダメージを加えても強度が大きく下がることはないということが分かった。そこで、毛髪に再利用の可能性があるかを調べた。実験より、毛髪は油と洗剤をよく吸収するということが分かったため、家庭、川、海などの汚染の改善に役立てることができると考えた。実際に使えるように毛髪を加工すること、油などを吸収した毛髪の処理、利用方法を今後調べる。

1. 初めに

<キューティクルとは>

毛髪の一番外側の部分で、タンパク質が角質化したもの。水分量を保つ役割を持ち、ダメージによって開いたり傷んだりする。

<タンパク質変性とは>

タンパク質変性とは、熱や酸、圧力等によって、タンパク質中の水素結合や、ジスルフィド結合が切れ、立体構造が不可逆的に変化して、タンパク質としての機能が失われること。

2. 目的

日常生活の中でどのような行為が髪の毛にダメージを与えているのか原因を突き止める。

3. 実験のダメージ確認方法について

◆ 顕微鏡による確認

試験毛髪一本を選び、接眼レンズ10倍、対物レンズ40倍の400倍で観察。実験処理前の状態の毛髪と実験処理後の毛髪の状態の見え目の変化の確認を行った。

◆ 引張強度による確認

キューティクルは毛髪の水分量を保つ働きをするため、キューティクルが傷むと毛髪の水分が抜ける。毛髪に含まれる水分量が少ないと、弾性力がなくなり切れやすくなる。よって、健康な髪の毛はちぎれにくいと考え、この確認方法を行った。

4. 引張強度の手順

<使った器具・装置>

- ・台
- ・割り箸
- ・セロハンテープ
- ・重り
- ・毛髪

<手順>

- ① 割り箸に毛髪を巻き付けてセロハンテープで止める
- ② 毛髪に作った輪に重りをかけていく
- ③ 毛髪が切れるまで重りをかけていく
- ④ 毛髪が切れた時の重りの重さを引張強度とする
- ⑤ 一人につき三本の毛髪で引張強度の測定をし、その値の平均値をとる



図1 引張強度測定装置

5. 毛髪のグループ分け

髪の毛の状態ごとにグループ分けを行った。

- A: 何もされていない状態の毛髪
- B: カラー履歴がある毛髪
- C: 縮毛矯正経験がある毛髪
- D: ブリーチ経験がある毛髪
- E: B、C、Dのうち二つ以上の経験がある毛髪

6. 実験

〈実験1〉

塩酸処理による毛髪へのダメージ

(手順)

- ① 実験前の毛髪を顕微鏡で観察
- ② 実験前の毛髪3本の引張強度の値の平均をとる
- ③ 水道水 56.6 mL、0.10mol の HCL 溶液 3.6mL をそれぞれ 100mL、10mL のメスシリンダーで測りとり、6%の HCL 溶液を作成する(プールと同濃度)
- ④ HCL 溶液に毛髪を 25 分間つける
- ⑤ 自然乾燥させる
- ⑥ 実験後の毛髪を顕微鏡で観察
- ⑦ 実験後の毛髪3本の引張強度の値の平均をとる

(仮説)

プールに入ると髪の毛が傷むという話が有名である。以上より、毛髪は塩素からダメージを受け強度は下がる。

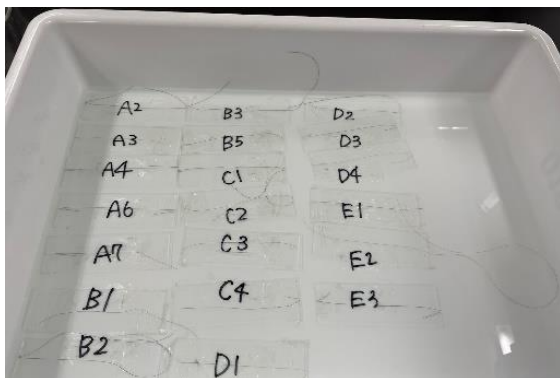


図2 顕微鏡で見る前の毛髪の様子



図3 塩素に髪の毛の束をつけた時の様子

(結果)

◆ 顕微鏡での比較

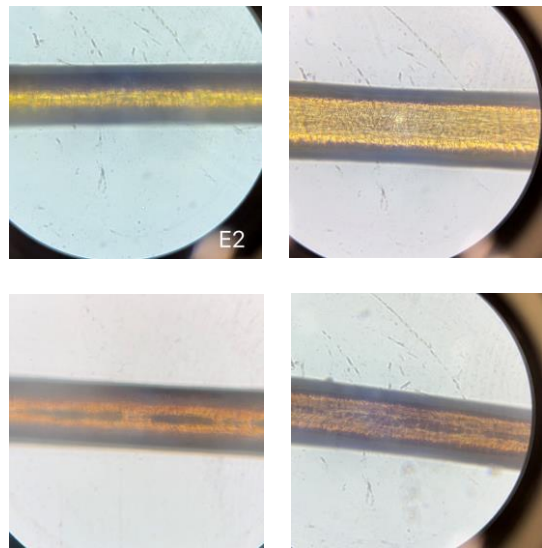
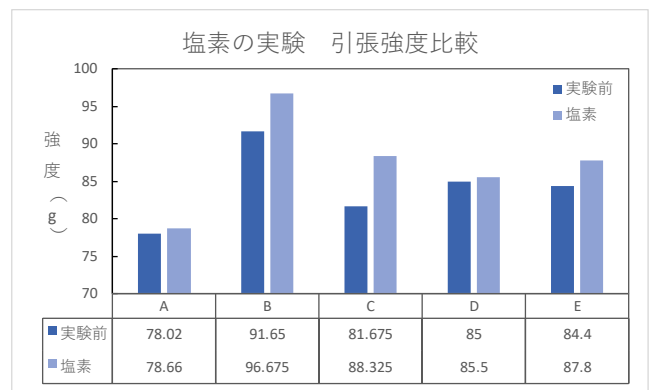


図4 (左上)E2 実験前 (右上)E2 塩素実験後
(左下)A7 実験前 (右下)A7 塩素実験後



●見た目の変化は見られなかった

●実験前と塩酸による実験後の引張強度の差は、Aでは+0.64 cm、Bでは+5.025 cm、Cでは+6.65 cm、Dでは+0.50 cm、Eでは+3.4 cmとなり、すべてのグループにおいて引張強度が上がった。

(考察)

塩酸によってタンパク質変性が起こり強度が上がった。また、見た目の変化がなかったことから塩酸によるキューティクルへのダメージはないと考えられる。塩酸水溶液に浸漬させることで髪が濡れてキューティクルが開く。以上より毛髪内部の水分や成分が流出するため、毛髪が傷みやすい状態になる。キューティクル自体に損傷ができるわけではないと考えられる。

〈実験2〉

熱処理による毛髪へのダメージ

(手順)

- ① 実験前の毛髪を顕微鏡で確認
- ② 実験前の毛髪3本の引張強度の値の平均をとる
- ③ 210度のヘアアイロンを30秒あてる
- ④ 実験後の毛髪を顕微鏡で観察
- ⑤ 実験後の毛髪3本の引張強度の値の平均をとる

(仮説)

ヘアアイロンを使うと毛髪がぱさぱさになる。その要因の一つとして熱が原因であると考えた。よって毛髪は熱からダメージを受け、キューティクルが開き強度が下がる。

(結果)

◆ 顕微鏡での比較

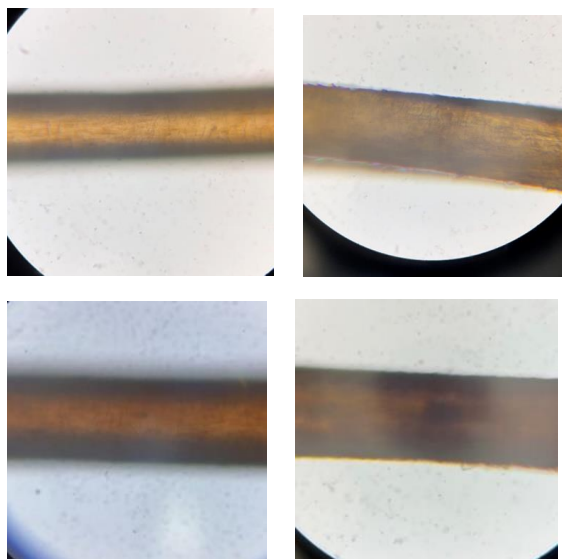
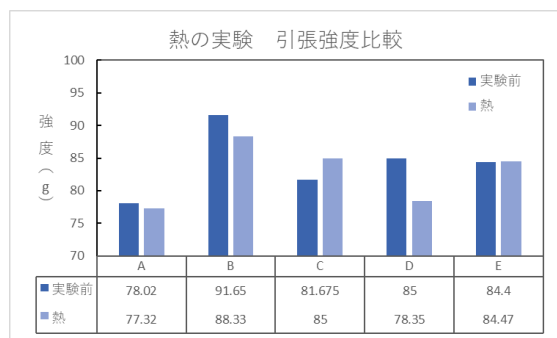


図5 (左上)A4 実験前 (右上)A4 熱実験後
(左下)C3 実験前 (右下)C3 熱実験後



- キューティクルの広がりが見られた
- 表面に鋸歯状が生まれた

- 実験前と熱による実験後の引張強度の差は A では-0.70 cm、Bでは-3.32 cm、Cでは-6.65 cm、Eでは+0.07 cmとなり ABDでは強度が下がり、CEでは強度が増した

(考察)

A、B、Dで強度が下がったことから熱が毛髪の水分を奪いそれによって毛髪は弾性力を失って切れやすくなったと考えられる。C、Eで強度が上がったことから縮毛矯正によって薬剤が毛髪をコーティングしたために毛髪内の水分が失われず強度が下がらなかったと考えられる。

〈実験3〉

摩擦処理による毛髪へのダメージ

(手順)

- ① 実験前の毛髪を顕微鏡で観察
- ② 実験前の毛髪3本の引張強度の平均値をとる
- ③ ヘアアイロンを0度で30回通す
- ④ 実験後の毛髪を顕微鏡で観察
- ⑤ 実験後の毛髪3本の引張強度の平均値をとる

(仮説)

ヘアアイロンで髪の毛が傷む要因の2つ目として摩擦が原因であると考えた。毛髪は摩擦からダメージを受け、またキューティクルがはがれて表面がボロボロになることで強度が下がる。

(結果)

◆ 顕微鏡での比較

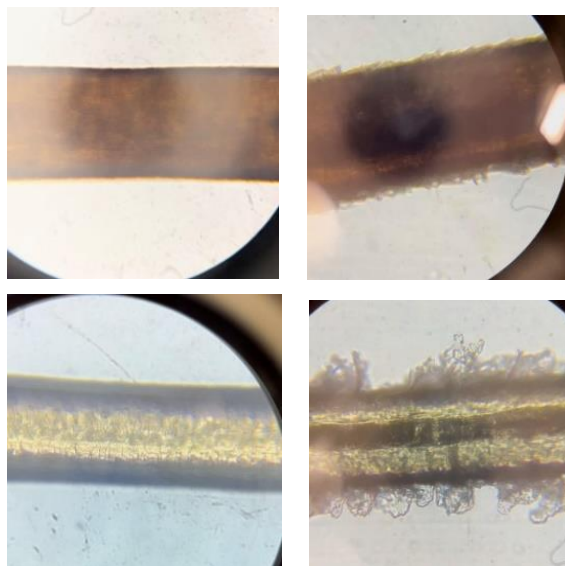
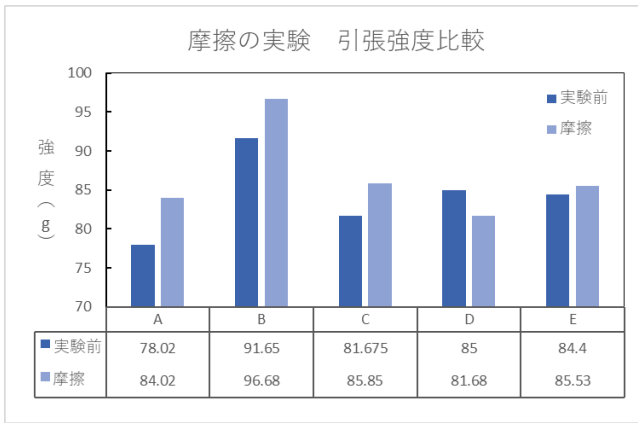


図6 (左上)A2 実験前 (右上)A2 摩擦実験後
(左下)D4 実験前 (右下)D4 摩擦実験後



- 大きなキューティクルの広がりが見られた
- 表面に凹凸ができた
- 実験前と摩擦による実験後の引張強度の差は、Aでは+6 cm、Bでは+5.03 cm、Cでは+4.175 cm、Dでは-3.32 cm、Eでは+1.13 cmとなり、Dでは強度が下がり、A, B, C, Eでは強度が上がった。

(考察)

Dで強度が上がったのは摩擦処理を施す際に切れてしまう毛髪が多く強い毛髪のみで引張強度測定を行ってしまったのが原因と考えられる。

〈実験4〉

ブリーチ剤処理による毛髪へのダメージ

(手順)

- ① 実験前の毛髪を顕微鏡で観察。
- ② 実験前の毛髪3本の引張強度の値の平均をとる。
- ③ 1人につき一束ずつブリーチ処理を行う。
- ④ 実験後の毛髪を顕微鏡で観察
- ⑤ 実験後の毛髪3本の引張強度の値の平均をとる。

(結果)

- 表面が鋸歯状となりキューティクルの広がりが見られた
- 実験前とブリーチによる実験後の引張強度の差は、Aでは+8.6 cm、Bでは-6.57 cm、Cでは+3.225 cm、Dでは-3.35 cm、Eでは+12.2 cmとなり、B, Dでは強度が下がり、A, C, Eでは、強度が上がった。

◆ 顕微鏡での比較

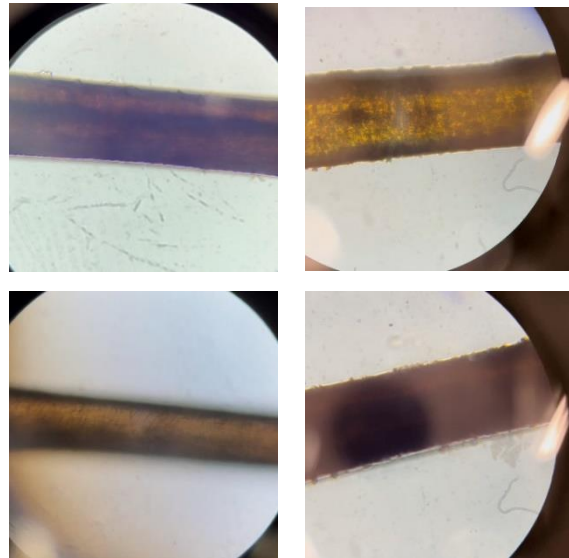
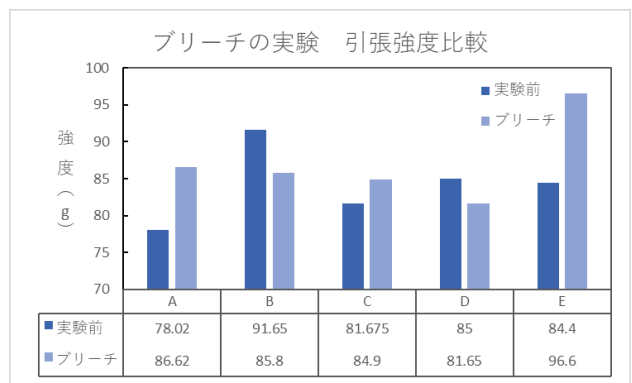


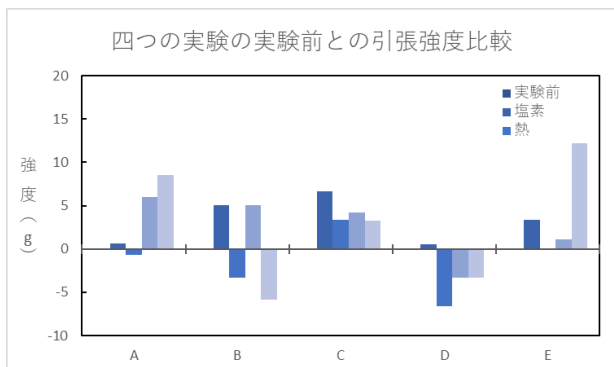
図7 (左上)C1 実験前 (右上)C1 ブリーチ実験後
(左下)D2 実験前 (右下)D2 ブリーチ実験後



(考察)

ブリーチ処理では、タンパク質変性とシスチン結合切断が同時に行われる。シスチン結合とは、ケラチンのタンパク質特有の側鎖結合のことをいう。このときタンパク質変性ではタンパク質が固まり、ケラチンが凝縮するため、毛髪を硬くし、強度が増すと考えられる。一方、シスチン結合切断では、結合の組み合わせが乱れることによって強度が低いと考えられる。以上より、A, B, C, D, Eのそれぞれでどちらが作用したかによってこの2つの性質変化が見られたと考えられる。

7. 四つの実験の比較



このグラフはA. B. C. D. Eのそれぞれのグループで塩素、熱、摩擦、ブリーチの四つの各実験の処理により実験前から引張強度がどれだけ変化したかを示している。実験前より強度が上がったものは正、下がったものは負の値で示している。Aでは塩素、摩擦、ブリーチによって強度が上がり、熱によって強度が下がった。Bでは塩素、摩擦によって強度が上がり、熱、ブリーチによって強度が下がった。Cでは塩素、熱、摩擦、ブリーチによって強度が上がった。Dでは塩素によって強度が上がり、熱、摩擦、ブリーチによって強度が下がった。Eでは塩素、摩擦、ブリーチによって強度が上がった。AとBを比較するとブリーチの処理においてBのほうが強度は下がることが分かった。AとCを比較すると塩素の処理においてCのほうが強度は上がることが分かった。AとDを比較すると熱、摩擦、ブリーチ処理においてDのほうが強度は下がることが分かった。全体で比較するとCは強度が上がりやすい。また、Dは強度が下がりやすい。

8. 四つの実験の考察

四つの実験の結果から、強度が下がったものもあるが、大きくは下がらないことが分かった。このことから、毛髪の強度は低下しにくいと考えられる。

9. 目的の追加

毛髪のダメージを調べている時に毛髪は多少の処理では強度は変化しないことを見つけた。そこで、美容院などでただ捨てられてしまう毛髪を活かせないかと考えた。人間の毛髪には油や汚れを吸収する効果があると聞いた。欧州圏では、毛

髪を使って海の油汚れを綺麗にする方法を行っていると感じた。毛髪によって家庭から出る油汚れを減らすことが可能かを確認する。

10. 実験

〈実験5〉

毛髪は油を吸うのかを確認する実験

(使ったもの)

- ・サラダ油 500g
- ・洗剤 500g
- ・毛髪 40g
- ・ビーカー

(手順)

1. サラダ油、洗剤、毛髪の質量を計測する。
2. サラダ油と洗剤に毛髪を40gずつ漬ける。
3. ビーカーにラップをかけて一週間置く。
4. 毛髪をビーカーから取り出し軽く絞る。
5. サラダ油、洗剤、毛髪の質量を再び計測する。

〈実験6〉

毛髪は油をどれくらい吸収するのか目視で分かりやすく確認する実験

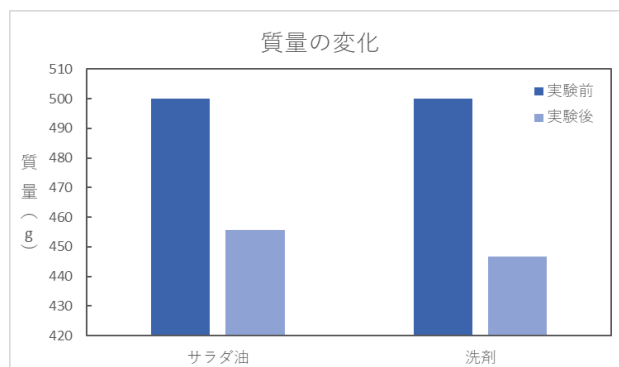
(使ったもの)

- ・サラダ油 40g
- ・毛髪 40g
- ・純水 1000mL
- ・油性インク
- ・バット

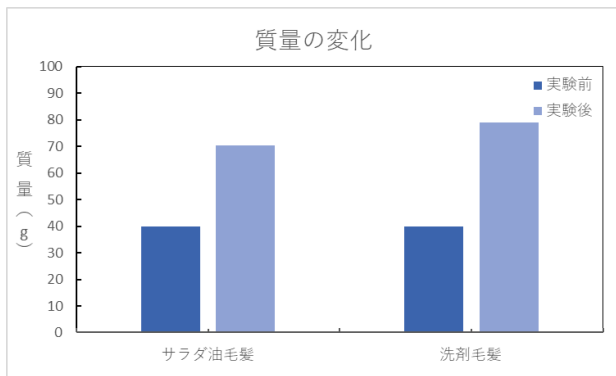
(手順)

1. 油を油性インクで着色する。
2. 1000mLの水に油を混ぜる。
3. 髪を水にさらす。
4. どれだけ油が減ったか確認する。

(実験5, 6の結果)



- ・サラダ油の質量は500gから455.6gに減少した(44.4g減少)
- ・洗剤の質量は500gから446.8gに減少した(53.2g減少)



- ・ サラダ油に漬けた毛髪の質量は 40g から 70.4g に増加した (30.4g 増加)
- ・ 洗剤に入れた毛髪の質量は 40g から 78.9g に増加した (38.9g 増加)

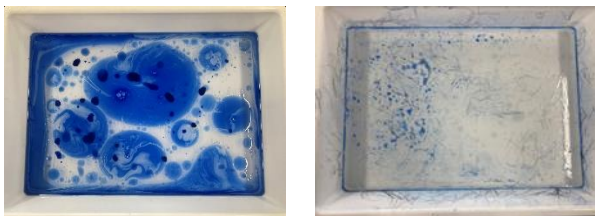


図9 実験前と後での変化の様子

青色に着色した油を髪の毛が吸った
(実験 5, 6 の考察)

実験 5, 6 より、実験後の油と洗剤の質量が減り、毛髪の質量が増えたことから、毛髪は油と洗剤を十分に吸収すると考えられる。毛髪は家庭から出る油、洗剤を吸収し川や海の汚染の改善にも役立ち良い影響をもたらすことができると期待できる。

11. 今後の展望

- ・ 実際に家庭や海で使えるように毛髪を加工する。
- ・ 毛髪が油を吸い切るまでの時間を調べる。
- ・ 油を吸収した毛髪の処理、利用方法を調べる。

12. 謝辞

今回の研究を進めるにあたり、協力して下さった先生方、美容院の方々、ありがとうございました。

<美容院一覧>

- ・ add ・ Aciu ・ Arti ・ VAN COUNCIL
- ・ ヘアサロン Arrow
- ・ ラ・クープ BUNMEGA ドン・キホーテ UNY 恵那店

13. 参考文献

- ・ 毛髪の熱ダメージとその指標について
山下 真司, 松井 康子, 戸叶 隆雄, 吉岡 正人 2012 年 46 巻 3 号 p. 219-223, 発行日: 2012/09/20 公開日: 2014/09/20
- ・ キューティクルの柔軟性に与える紫外線の影響
新條 善太郎, 定井 正直, 中村 晶, 西川 直樹, 1994 年 28 巻 1 号 p. 66-76, 発行日: 1994/06/30 公開日: 2010/08/06
- ・ ブリーチ毛髪に対する毛髪由来ペプチドの処理効果
鷺家 真吾, 吉井 昇, 福田 清佳, 西山 頌子, 梅本 さやか, 浅野 泰久, 亀井 加恵子, 河原 豊
- ・ 美しい髪のパターンと毛髪のパターン
佐藤 直紀
- ・ 毛髪の引張強度と伸張率に関する研究
古谷 昭雄, 山口 真由
- ・ 毛髪の年齢的变化に関する研究 (I) 引張り強度とヤング率について
成瀬 信子, 小川 安朗, 藤田 拓男, 折茂 肇, 大畑 雅洋, 岡野 一年, 吉川 政己
- ・ 単一毛髪の引張と曲げ変形に対する構造弾性率の比較
鈴木 一史, 燈明 泰成
- ・ 毛髪の損傷度評価法 (I) 多点引張試験法による毛髪の引張強度測定
上村 洋一, 高井 貴美恵, 安達 敬, 矢羽 薫, 吉岡 一成