

毛髪のダメージの原因について

2508 大澤優華 2612 小栗結奈 2624 杉山未来 2633 藤井月花

<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が傷むと考え、これらの処理を様々な条件の髪に施した。顕微鏡による目視と引張強度の確認よりダメージを確認した。顕微鏡では、摩擦処理でキューティクルの広がりが一番確認できた。引張強度では、熱処理で強度の低下が一番確認できた。タンパク質変性、水分量の低下、シスチン結合の切断によって毛髪の強度に影響を及ぼすと考えられる。タンパク質変性が本当に起こっているのかを確認するために、今後卵を用いた実験を行う

1. 初めに

<キューティクルとは>

毛髪の一番外側の部分で、たんぱく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た目で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。それらの情報より、健康な髪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
- ⑥



図1 引張強度測定装置

表1 何もしていない状態での髪の毛の引張強度

実験前	1回目	2回目	3回目	平均
A2	80	70	90	80.00
A3	90	100	70	86.67
A4	70	80	90	80.00
A6	60	70	70	66.67
A7	70	80	80	76.67
B1	90	100	90	93.33
B2	120	80	110	103.33
B3	70	100	100	90.00
B5	90	80	90	86.67
C1	80	80	80	80.00
C2	70	80	90	80.00
C3	70	80	80	76.67
C4	100	80	90	90.00
D1	90	80	90	86.67
D2	80	80	90	83.33
D3	80	90	90	86.67
D4	90	90	70	83.33
E1	80	100	80	86.67
E2	80	80	90	83.33
E3	90	70	90	83.33

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をよく聞いたり、実際に私たちがプールのあとは髪の毛がゴワゴワしていると感じたりする。よって毛髪は塩素からダメージを受ける。

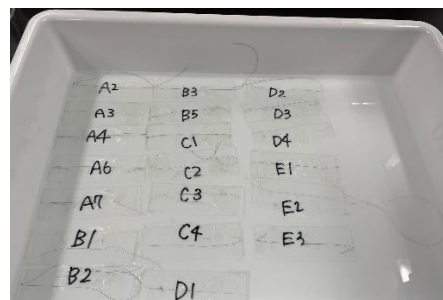


図2 顕微鏡で見る前の毛髪の様子



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

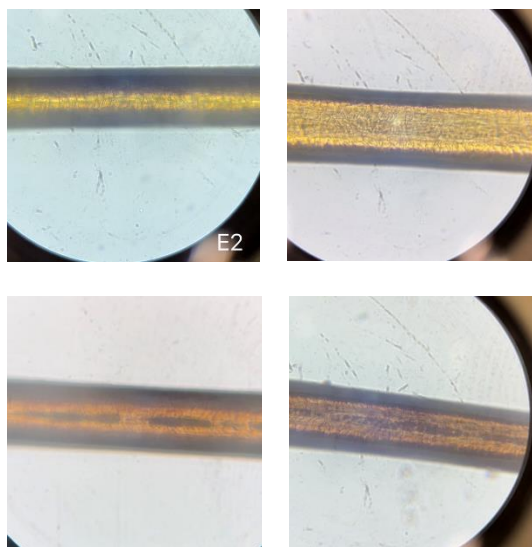
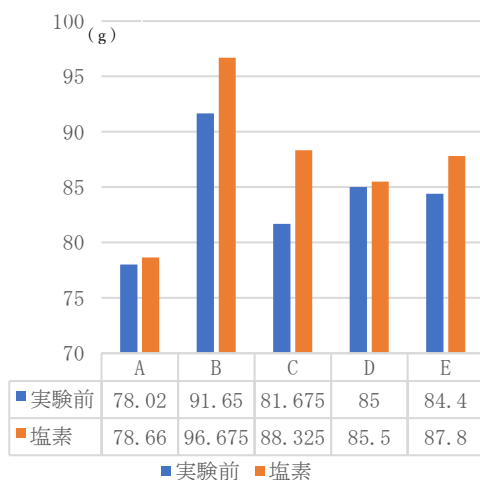


図4 (左上)E2 実験前 (右上)E2 塩素実験後
(左下)A7 実験前 (右下)A7 塩素実験後
見た目の変化は見られなかった

表2 塩素処理後の引張強度

塩素	1回目	2回目	3回目	平均
A2	110	100	90	100.00
A3	100	70	80	83.33
A4	60	60	60	60.00
A6	80	80	60	73.33
A7	70	80	80	76.67
B1	100	100	90	96.67
B2	120	100	110	110.00
B3	90	110	100	100.00
B5	70	70	100	80.00
C1	90	90	90	90.00
C2	80	80	80	80.00
C3	90	100	80	90.00
C4	90	90	100	93.33
D1	80	100	70	83.33
D2	80	100	70	83.33
D3	80	90	100	90.00
E1	100	90	90	93.33
E2	70	70	70	70.00
E3	90	110	100	100.00

塩素の実験 引張強度比較



グラフ1

実験前と塩素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)

塩素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素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ことに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。だが、キューティクル自体に損傷ができるわけではない

〈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神の毛がばさばさになると感じる。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

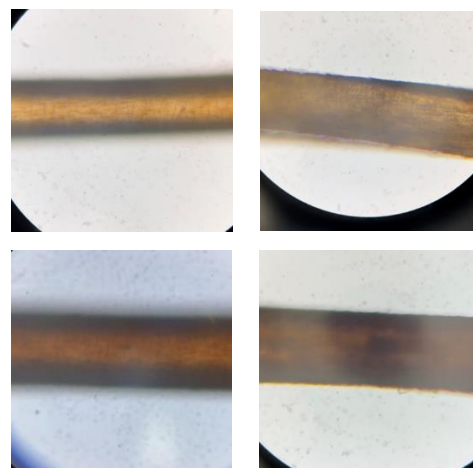


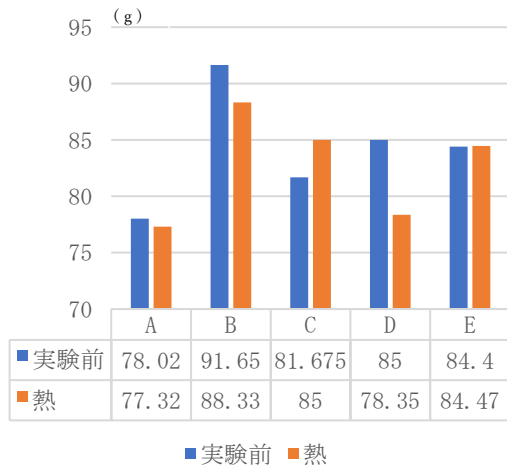
図5 (左上)A4 実験前 (右上)A4 熱実験後 (左下)C3 実験前 (右下)C3 熱実験後

- 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

表3 熱処理後の引張強度

熱	1回目	2回目	3回目	平均
A2	80	80	90	83.33
A3	80	70	90	80.00
A4	80	80	80	80.00
A6	60	80	80	73.33
A7	70	70	70	70.00
B1	100	80	90	90.00
B2	90	100	90	93.33
B3	90	100	90	93.33
B5	80	70	80	76.67
C1	90	80	90	86.67
C2	80	90	80	83.33
C3	90	90	80	86.67
C4	90	80	80	83.33
D1	90	90	80	86.67
D2	80	80	60	73.33
D3	90	80	90	86.67
D4	70	70	60	66.67
E1	80	90	90	86.67
E2	70	90	70	76.67
E3	100	80	90	90.00

熱の実験 引張強度比較



グラフ2

- 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の値をとる
- 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の値をとる

(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。よって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。

(結果)

◆ 顕微鏡での比較

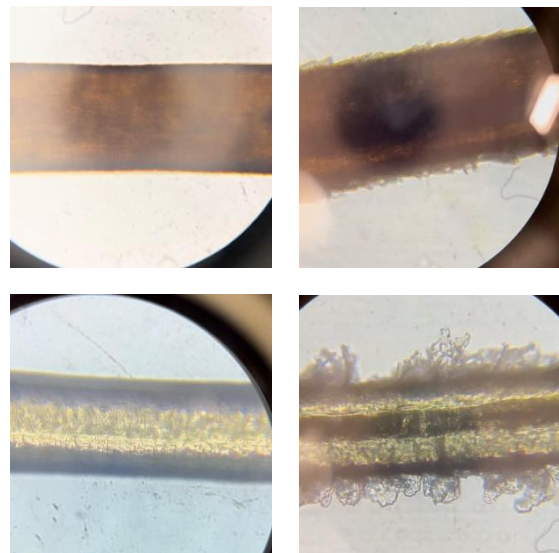


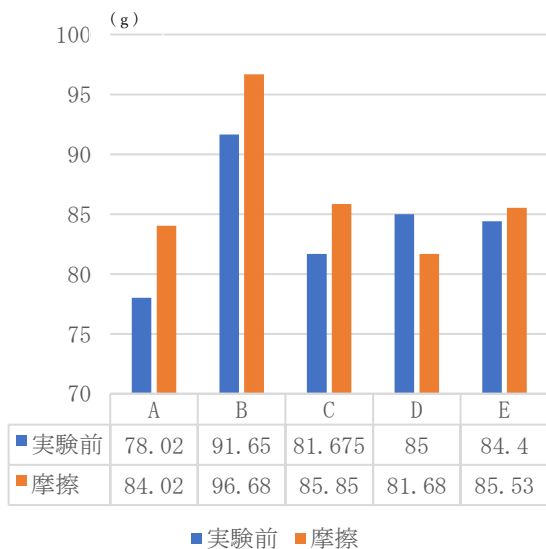
図6 (左上)A2 実験前 (右上)A2 摩擦実験後 (左下)D4 実験前 (右下)D4 摩擦実験後

- 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

表4 摩擦処理後の引張強度

摩擦	1回目	2回目	3回目	平均
A2	90	100	80	90.00
A3	90	80	90	86.67
A4	90	70	100	86.67
A6	90	80	90	86.67
A7	60	60	90	70.00
B1	100	90	100	96.67
B2	120	120	90	110.00
B3	70	110	90	90.00
B5	100	90	80	90.00
C1	100	90	70	86.67
C2	90	80	90	86.67
C3	90	70	90	83.33
C4	100	80	80	86.67
D1	70	80	90	80.00
D2	100	80	90	90.00
D3	90	90	90	90.00
D4	70	60	70	66.67
E1	90	90	90	90.00
E2	90	80	80	83.33
E3	100	90	60	83.33

摩擦の実験 引張強度比較



グラフ3

- 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)

◆ 顕微鏡での比較

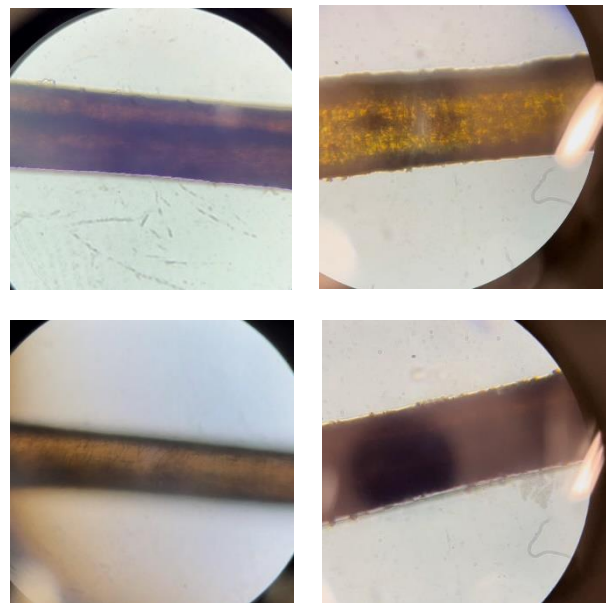


図7 (左上)C1 実験前 (右上)C1 ブリーチ実験後 (左下)D2 実験前 (右下)D2 ブリーチ実験後

- 表面に鋸歯状が生まれた

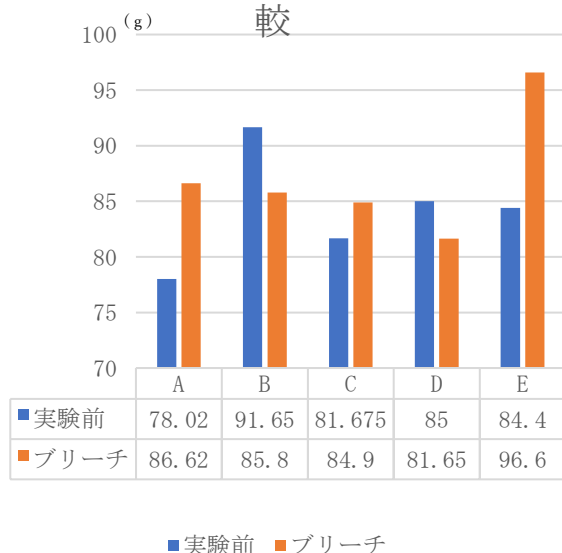
(表5、グラフ4から)

- 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。

表5 ブリーチ処理後の引張強度

ブリーチ	1回目	2回目	3回目	平均
A2	100	80	90	90
A3	100	80	80	86.6
A4	70	90	100	86.6
A6	60	120	80	86.6
A7	80	90	90	83.3
B1	100	80	90	90
B2	130	90	60	93.3
B3	80	50	90	73.3
B5	80	90	90	86.6
C1	100	100	100	100
C2	80	90	80	83.3
C3	60	60	90	70
C4	80	90	90	86.6
D1	60	60	60	60
D2	90	90	80	86.6
D3	100	100	100	100
D4	80	90	70	80
E1	120	100	120	113.3
E2	70	80	90	80
E3	90	100	100	96.6

ブリーチの実験 引張強度比較



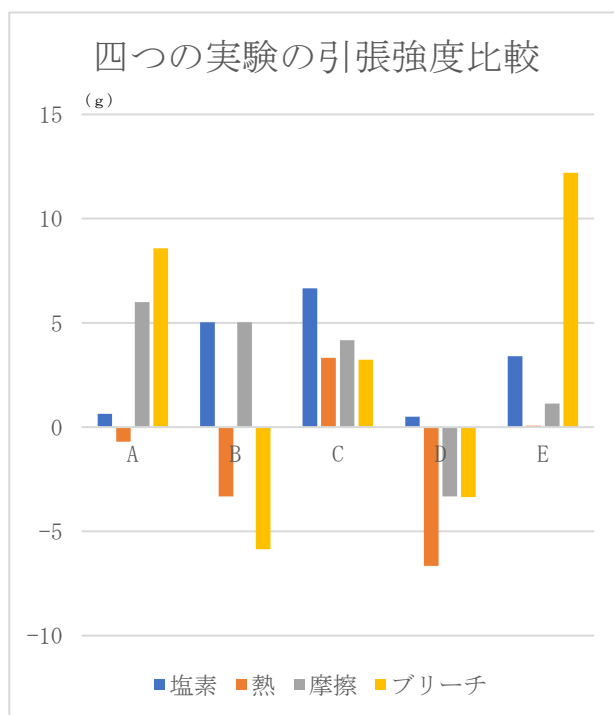
グラフ4

(考察)

どうして強度が上がったものと強度が下がったものに分かれたのかを考えた。ブリーチ処理では、たんぱく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、ケラチンのたんぱ

く質特有の側鎖結合のことをいう。このときたんぱく質変性ではたんぱく質が固まり、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。反対に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と考えられる。だから、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つに分かれたと考えられる。

7. 四つの実験の比較



グラフ5

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 (カラー履歴がある毛髪) 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 (縮毛矯正経験がある毛髪) 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 (ブリーチ経験がある毛髪) 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 (縮毛矯正経験がある毛髪) は強度が上がりやすい。

また、D (ブリーチ経験がある毛髪) は強度が下がりやすい。

8. 今後の展望

- たんぱく質変性の様子を可視化するため、毛髪と同様に、たんぱく質が含まれている卵を用い、ブリーチ剤の実験を行う。
- カラー剤によってダメージは与えられるのか調べる。
- ダメージ確認方法を増やす
- 1. そのままの毛髪の長さ、ピンと張った時の長さの差を出してちぢれ度合いを調べる。
- 2. ダメージを受けた毛髪は水に浮くため、水に入れて毛髪が浮くのか沈むのかを確認する。
- 引張強度の精度を上げる。重りのグラム数を 10g から 5g に、引張強度を行う毛髪を一人につき三本から 10 本に変更してより正確な値を得る。
- 熱の温度、塩酸の濃度、摩擦の回数を変更して毛髪のダメージの度合いを調べる。

9. 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す

した。

(美容院一覧)

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

10. 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 鷲家 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 of 機構と毛髪 of 構造 佐藤 直紀
- 毛髪 of 引張強度と伸張率に関する研究 古谷 昭雄、山口 眞由
- 毛髪 of 年齢的変化に関する研究 (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 of 引張と曲げ変形に対する構造弾性率 of 比較 鈴木 一史、燈明 泰成
- 毛髪 of 損傷度評価法 (I) 多点引張試験法による毛髪 of 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