

物理

pHによるキューティクルの開き具合の変化

石川県立小松高等学校 理化部

2年 橋 紀仁 森下 勇志

1. 動機及び目的

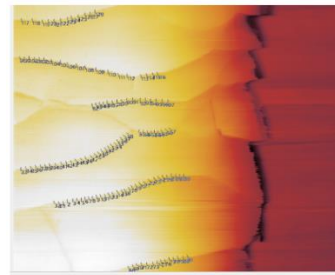
シャンプーをすると髪の毛がきしんだり、リンスをすると髪の毛の質が向上すると言われているが、これは、髪の毛の表面のキューティクルの状態によるものである。

先行研究から、髪の毛を酸性の溶液に浸すとキューティクルが閉じ、塩基性の水溶液に浸すとキューティクルが開くことがわかっている。そこで、我々はこの性質を利用して、キューティクルの開き具合を変化させることができないかと考えた。本研究では、塩基性の水溶液に浸した髪の毛を、その後酸性の水溶液でキューティクルを元の状態に戻すことができるかを検証した。

2. 解析方法

髪の毛の表面を観察するために DIY 原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope, 以下:AFM)を用いた。AFM は物体の表面を走査することで探針と試料に作用する原子間力を検出し、電気信号に変えることで物体表面の 3 次元構造を観察することができる。

AFM では画像上の一点が(x,y,z)座標で表現され、二点間を結ぶ線分を引くとその座標の差を分析できる。そこで我々は、z座標の差を ΔZ と定義し、 ΔZ を測定することで、キューティクルの開き具合を評価した。画像1枚につき、100箇所程度記録した。



Z座標集計時の画像例

3. 実験 I

<目的>

水溶液のpHがキューティクルに与える影響の定量評価

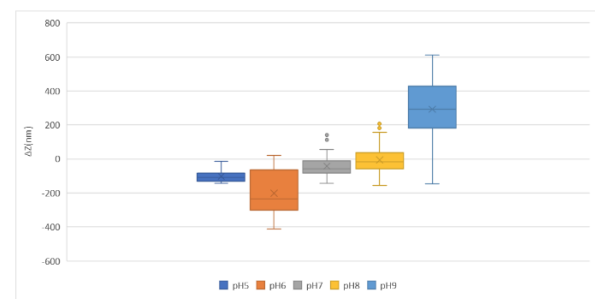
<方法>

先行研究をもとに方法を考えた。

- ① 試料を蒸留水に25分間つける。
 - ② 蒸留水を拭き取り、5分間水溶液につける。
 - ③ AFMを用いて、試料の表面の画像をとる。
- 以上の操作をpH5, 6, 7, 8, 9で各2回行う。
①で撮影した画像と③の ΔZ を記録した。

試料: 数十本の髪の毛を両面テープに張ったもの(以下の試料も同様のもの)

<結果>



pHごとの ΔZ の値

pH7 と比べると弱酸のとき ΔZ の値が小さく、塩基性のとき ΔZ の値は大きかった。

<考察>

pH7を標準状態とした。

塩基性の水溶液に浸すとキューティクルが開き、酸性の水溶液に浸すとハンチに閉じるが pH9の ΔZ から塩基性のほうが髪の毛に与える影響が大きいと考えた。また、pH7からの差が同じになるように酸性・塩基性の水溶液を用いればキューティクルを元の状態に戻すことができるのではないかと考えた。

4. 実験Ⅱ

<目的>

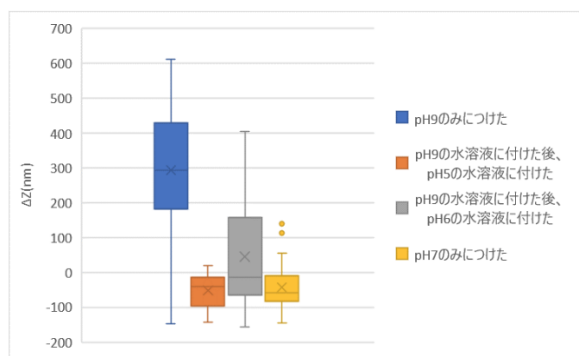
塩基性の水溶液で開いたキューティクルを酸性の水溶液で閉じることができるのか調べた。

<方法>

実験Ⅰと同様、観察にはAFMを用いた。

- ① 試料を蒸留水に25分間つけた。
 - ② 蒸留水を拭き取り、5分間塩基性の水溶液(pH9)につけた。
 - ③ 同じ試料を5分間酸性の水溶液につけた。
 - ④ AFMを用いて、試料の表面の画像をとった。
- ③の操作についてはpH5,6の二種類を用いて、①～④の操作を各二回ずつ行った。そしてその解析結果をグラフ化し、実験ⅠのpH9,pH7の結果と比較した。

<結果>



酸性水溶液につけた後のΔZの比較

pH9に浸した後、pH5, 6を浸した試料は、pH9のみに浸した試料よりΔZが小さく、また、pH9に浸した後、pH5に浸した試料は、pH9に浸した後、pH6に浸したものよりΔZが小さいと読み取れた。

<考察>

結果よりpH9に浸した後、pH5を浸した試料は、pH7のみに浸したものと比較して、ΔZに大きな差はないと考えた。したがって、pH9、pH5のようにpH7からの距離が等しい水溶液を用いれば、キューティクルの開き具合を標準状態に戻すことができるということが示唆された。

また、pH8とpH6については検証していないが、pH8、pH6を用いた場合でも同様にキューティクルの開き具合を標準状態に戻すことができると

推察した。

5. 結論

塩基性の水溶液ではキューティクルが開き、酸性の水溶液ではキューティクルが閉じた。さらに、極端でないpHにおいて、塩基性の水溶液によって開いたキューティクルをpH7からの距離が同じ水溶液に浸すことで標準状態に戻すことができるという傾向を本研究で初めて発見した。

6. 今後の展望

実験ⅡにおいてpH8,pH6を用いて実験を行っても同様にpH7の状態に戻すことができるのかを検証するために追加で実験を行う。水溶液の溶質の実験結果への影響を調べ、実験結果がpHの値の変化によるものであることを証明する。

7. 参考文献

Atomic Force Microscopy of Human Hair Cuticles: A Microscopic Study of Environmental Effects on Hair Morphology (Stephen D. O'Connor ら, Journal of Investigative Dermatology, 1995)