



生活衛生ニュース

July 2020
Vol. 7 / No.7 (通巻79号)

発行：(株) 静環検査センター
静岡県藤枝市高柳2310番地 tel.054-634-1000 fax.054-634-1010

髪の毛のケアポイント ～毛髪の「等電点」と「帯電列」～

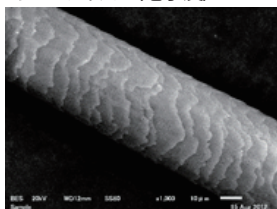
はじめに

艶のある綺麗な髪。誰もが憧れるものですが、現代は性別や年齢を問わずパーマやカラーなどをかける機会が増え、毛髪へのダメージが気になっている方も多いことでしょう。この毛髪のケアのポイントとして「等電点」と「帯電列」が挙げられます。そこで、この「等電点」及び「帯電列」と健康で美しい髪との関係について考えてみました。

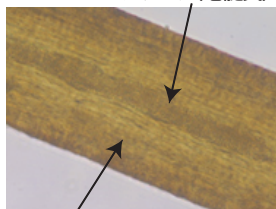
毛髪の構造

ヒトの毛髪の顕微鏡写真を下記に示しました¹⁾。毛髪はケラチンという蛋白質を主成分とした三層構造で、最外層のキューティクル(毛小皮)、中間部のコルテックス(毛皮質)及び中心部分のメデュラ(毛髄質)からなっています。

キューティクル(毛小皮)



メデュラ(毛髄質)



コルテックス(毛皮質)

写真 毛髪の三層構造

左;キューティクル(毛髪表面)の電子顕微鏡写真(×1000)
右;コルテックス(毛皮質)及びメデュラ(毛髄質)の光学顕微鏡写真(×400)

液性(pH)				
0-3	3-6	6-8	8-11	11-14
強酸性	弱酸性	中性	弱アルカリ性	強アルカリ性
←分解		収斂	等電点	膨潤 → 溶出→

図1 液性(pH)の毛髪への影響(収斂・膨潤)

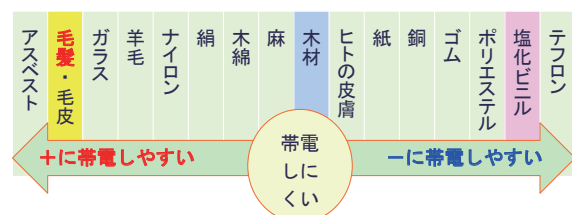


図2 帯電列の一例

まず、キューティクルは、鱗状の模様(毛小皮紋理)をした疎水性の細胞が5～10枚程度重なった層状構造で、パーマやブラッシングなどの外的な刺激によって損傷を受けます。また、コルテックスは、メラニン色素を含んだ毛髪繊維の体積の約8割を占める組織で、毛髪の性質を左右する最も重要な構成部分とされています²⁾。さらに、メデュラは、毛髪に沿って鉛筆の芯のように中心に位置する空洞に富んだ細胞で、その太さは毛の1/3以下であることが知られています。

毛髪と等電点

等電点³⁾は、蛋白質のような両性電解質において、正、負の電荷の数が等しくなり、全体として電荷を失う特定のpHのことを言います。また、一般に蛋白質の等電点はpH5～7付近にあり、その溶解度はこの時に最小になることが多いとされています。

毛髪と液性(pH)⁴⁾の関係を図1に示しました。毛髪はpHの高いアルカリ側では膨潤してキューティクルが弛緩し、蛋白質が溶出しやすくなり、pH10では毛髪の0.72%(w/w)相当量が溶出すると報告されています⁵⁾。逆に、pHの低い酸性側ではキューティクルが収斂し、強酸性では蛋白質の加水分解が促進されると考えられています。この化学的処理によるキューティクルの損傷は、その内側のコルテックスをも傷めて細胞内に空洞を生じさせ、毛髪繊維自体が切れやすくなり、またバサつきや枝毛を生じさせます²⁾。

毛髪が主に蛋白質で構成されていることを考えると、毛髪からの蛋白質の溶出、即ちシャンプーなどのアルカリ液性は毛髪の損傷に関わる重要

因子であることが窺えます。そのため、毛髪を健康に保つためのpHは、毛髪の等電点(4.5～6.5)付近⁶⁾とされています。

市販品や美容室で使用されている多くのパーマ液やアルカリカラー液のpH値はアルカリ側に位置することから、その状態からpH値を毛髪の等電点に近づけるために酸性リンスなどが使用され、毛髪のpH調整が行われます。

帯電列とブラシ素材

ブラッシングの時、ブラシに毛髪がまとわりつく、また毛髪同士が反発しあってまとまりにくいことはありませんか。この現象は、ブラッシングの摩擦によって生じる静電気の影響と考えられます。即ち、まとわりつきは、毛髪にプラス(+)、ブラシにマイナス(-)の帯電を生じることに起因しています。一方、反発はプラスに帯電した毛髪同士で起こります。ブラッシング時の静電気は毛髪の一番外側にあるキューティクルを傷め、更にその内部のコルテックスの傷みを進行させます。

この静電気の発生には帯電列⁷⁾が関係しますが、物質を互いに摩擦し合っただけよりプラス側に帯電しやすい材質からよりマイナス側に帯電しやすい材質を順番に並べたものです。

その一例を図2に示しましたが、帯電列で毛髪の位置と離れているポリエステル(プラスチックブラシ)はより強い静電気を発生させますので、静電気を起こしにくく毛髪に近い位置の天然毛がお勧めです。なお、天然毛ブラシには豚毛や猪毛など色々な種類がありますので、自分にあった毛質のブラシを見つけ、正しい使用方法で静電気から毛髪を守りましょう。

おわりに

何歳になっても美しく健康的な髪は魅力的なものです。人それぞれ髪質は異なりますが、自分自身の髪を魅力的に保つために、「等電点」と「帯電列」を意識し、身近なヘアケアから始めてみませんか。

(文責 柴田 純子)

(参考資料)

- 1) 弊社特殊分析課編：食品混入異物検査事例集(7訂訂)、p.10(2019)
- 2) 佐藤直紀：表面科学、27(8)、480-484(2006)
- 3) 岩波生物学辞典(第4版)、(2009.2.10発行)
- 4) 消費者庁HP：合成洗剤、4.液性の項
- 5) 奥昌子ら：粧技誌、21(3)、204-209(1987)
- 6) 柏一郎ら：油化学、28(8)、560-564(1979)
- 7) 葛西昭成：高分子、16(2)、323-329(1967)

重要性が再認識された凝縮性ダストとは？

～大気汚染物質の新しい指標～

大気エアロゾルと凝縮性ダスト

気体とその気体中に浮遊する固体もしくは液体の粒子のことを大気エアロゾル(PM2.5も含む)¹⁾といいます。発生源としては、大きく分けて自然起源と人為起源があります。自然起源のものは、主に物理的に破壊された粒子によるもので、粒子径約2 μm以上の海塩や土壌の様な粗大粒子になります。また、人為起源のものは燃焼などにより発生した微小粒子で、粒子径約2 μm以下のすす等があります。これらは発生の仕方によって、一次と二次に大きく分けられます。一次粒子は発生源から大気に直接排出される粒子です。二次粒子は発生源からガスとして排出されたものが、大気中で酸化反応や昼間であれば光化学反応によって粒子化するものとされています。

近年、一次粒子と二次粒子の中間にあたる半揮発性・中間揮発性有機化合物成分である凝縮性ダスト(Condensable Particulate Matter:以下、CPM)が注目されています。これは発生源の温度と粒子濃度の状態によって粒子、又はガスで発生するので、一次粒子側から見ると未把握

の一次粒子になります。また、二次粒子の原因物質は揮発性有機化合物(Volatile Organic Compounds:VOC)とされています。しかし、VOCより揮発性の低いCPMからも二次粒子が生成されるという知見(Robinsonら、2007)から、CPMは二次粒子の重要な前駆物質とされています(図1)。

CPM把握の重要性

煙突から大気中に排出された直後に粒子化するCPMは、固定発生源から排出されるばいじんと比較し、無視できない量として1990年代に別途JIS Z 8808で測定することになっていました。この時代にはCPMで問題視された成分は主に硫酸塩でした。しかし、低硫黄重油やガス燃料への切り替えが進み、2013年改正のJIS Z 8808ではCPMは測定の対象外となって、重視されなくなりました。そのため、現在では、ばいじんの排出量にCPM量は含まれていません。

ところが、近年、PM2.5の未把握の発生源としてCPMの重要性が再認識され、特に主成分である有機物に注目が集まり、CPMの把握が急務となっています。

CPMの測定

CPMの測定は、高温状態の煙道中でのばいじん測定とは異なります。すなわち、大気中に放出されたガスが混合冷却によって凝縮、粒子化するので、その粒子を一定の混合状態かつ一定の温度で捕集しなければならず、希釈倍率と捕集温度が重要な管理事項になります。そのため、捕集のみの測定とは異なり、清浄空気や恒温装置等の付随機器が必要に

なる他、高い技術が要求されます。現在、日本ではCPMの測定法はまだ確立されていませんが、未把握の有機物を揮発性分布*という形で測定法確立の研究が進められています²⁾。

※測定条件によって各有機物の揮発性で粒子ガスの分配は変わるものの粒子とガスの合計値は測定条件によらず一定となる考え方

大気モデルへのフィードバック

固定燃焼発生源からのCPMの問題は、日本のみならず、世界的にもデータ整備が不十分なため関心の高い研究分野で、中国・韓国など東アジアの国々でも実測・数値モデルの研究が進められ始めています。

大気質のシミュレーションモデルを作成する際に、CPMが大気中の有機エアロゾルに及ぼす寄与の評価が進められています。その一例を図2に示しました³⁾。大阪と滋賀における有機エアロゾル濃度について、実際の観測結果(黒点)と、CPMを考慮したシミュレーション結果(赤線)、さらに考慮しなかった場合(青線)の比較を行っています。その結果、CPMを考慮したモデルの方が実測値に近く精度の高いことが分かります。

おわりに

私たちは、不意の対応が苦手なものです。天気予報の様に前もって分かれば対応・行動が柔軟にできます。国立環境研究所の大気汚染予測システム(VENUS)⁴⁾をご覧ください。今回紹介した凝縮性ダストの実測データが大気汚染予測システムの精度向上に貢献し、我々のPM2.5による健康影響に役に立つことでしょう。

(文責 菅谷 裕)

(参考資料)

- 1) 弊社HP:「生活衛生ニュース」PM2.5について5(4)(2018)
- 2) 藤谷雄二:環境省資料「環境研究総合推進費:燃焼発生源における希釈法による凝縮性一次粒子揮発性の評価」
- 3) 森野 悠:国環研ニュース、38(6)6-8(2020)
- 4) 環境省HP



図1 凝縮性ダストの環境中挙動²⁾

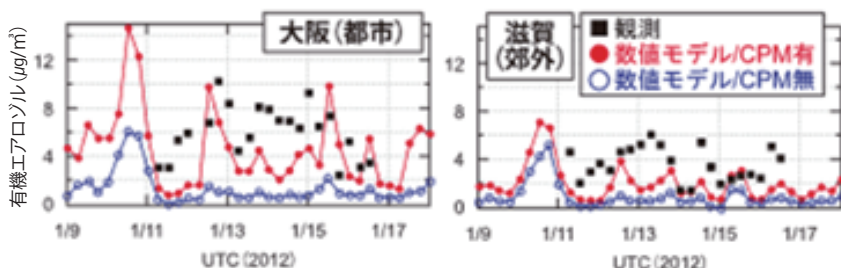


図2 CPMを考慮した場合(赤)と考慮しない場合(青)の有機エアロゾル濃度の
大気シミュレーション結果³⁾

最新の分析機器と高精度な技術で暮らしの安心、安全をサポートする

お問い合わせ

TEL 054-634-1000 FAX 054-634-1010
http://www.seikankensa.co.jp

株式会社 静環検査センター

静岡県藤枝市高柳2310番地