

毛髪に対する炭酸温水の働き

毛髪の仕組み

岡崎 龍夫 (ヴィータ株式会社)

毛髪の成分はごく一部を除いて18種類のアミノ酸から作られるケラチンタンパク質からできています。

このケラチンタンパク質にはシステインというアミノ酸が16～18%位含まれています。

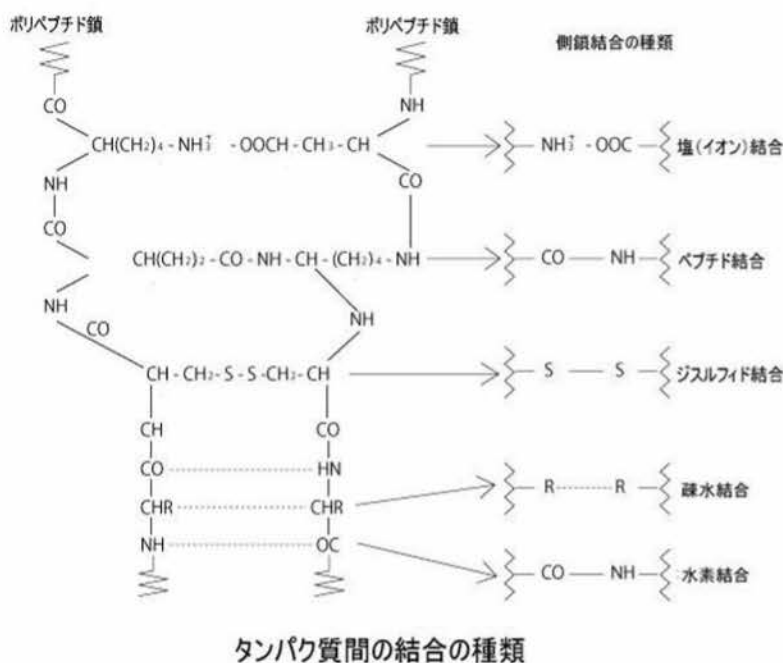
このアミノ酸が持つSH (チオール基) が互いにH (水素) をとられた結合のS-S (ジスルフィド結合) と云う強い結合を作りだし、この結合が中心と成って髪の毛の形が崩れないようにしています。

このほかにもアミノ酸同士が繋がってタンパク質を作っていくためのペプチド結合やロープ状に繋がったタンパク質どうしが互いに繋がって大きな形になるための結合として、塩結合 (イオン結合) や水素結合、アルキル基同士の疎水結合、ジスルフィド結合があります。これらの結合によって美しい髪の毛の形が保たれています。

髪の毛の太さは0.08～0.15mm程度のとても細いものですが、その断面を見るととても複雑です。大きく分けると、形状と機能が違う3つの部分からできています。

中心部には沢山の小さな空洞を持っているメデュラ (ズイ質) その周りにコルテックス (毛皮質) という部分があり、このコルテックス部分が毛髪全体の85～90%を占めています。このコルテックスを支えて形を保つようにしているCMC (細胞膜複合体、図3では間充物質) 部分と、このコルテックスの中がロープ状に繋がったフィブリルと呼ばれる部分と、と沢山の小さなラクビーボール状のマトリックス部分によってできています。その外側にキューティクルという小さな鱗のような形のものがコルテックスを保護するように竹の子の皮のように巻き付いています。下の図はタンパク質の中の各アミノ酸がどのような結合をしているかを示す。図表1、はインターネット上に掲載された「パーマの仕組み」を引用しています。

図表1



髪はなぜ傷むのでしょうか

頭皮からは絶え間なく角質化した髪が伸びています。この時、頭皮も新陳代謝で古い皮膚が角質化して剥がれていきます。このフケとなる皮膚と体の中から分泌される油脂とで細菌の温床となります。どうしてもこれを洗い落とすために石けんやシャンプーが必要に成ります。ところが、このとき髪が傷みます。石けんやシャンプーにはアルカリ性のもの、様々な界面活性剤、防腐剤その他色々なものが入っています。また、髪を保護していた油分も取り除かれてしまいます。また、私たちはパーマメントや髪の染色などによって使用する薬剤によっても髪を傷めています。これらの薬剤は髪の毛を形作っている様々な結合力を緩めたり、壊したりしてしまいます。また、これらの薬剤の一部がキューティクルの隙間から髪の中に入りコルテックスの中の間充物質マトリックス部分まで浸透してアミノ酸どうしの様々な結合を壊します。しかもこれらの薬剤が85%を占めるコルテックス（毛皮質）内に残るため、髪の強さや、太さ、しなやかさを徐々に悪くしていきます。このコルテックス部分はロープ状のフィブリル束を支えて髪の形を保っているとても大切な部分です。またキューティクルが取り付いている柱のような役目をしています。また、このコルテックスやキューティクルを繋ぎ合わせているものにCMCと呼ばれている細胞複合体(図3では間充物質)があります。これはキューティクルの10~15%を占めていて様々な薬剤やアルカリ成分によって変化しやすく、髪の外に溶け出したりして髪が弱くなります。このCMCはとても大切な働き、水分を保持したり、髪の染色薬剤や髪に栄養を与える時の通り道と成ったり、毛髪のツヤや手触りの堅さを決定したりしています。このように、沢山の要因から、髪に輝きが無くなる、切れ易い髪、パサツキや、枝毛や細くなる等がおこります。髪的美しさが失われるのは、ケラチンタンパク質を作っているアミノ酸どうしの結合箇所が壊されて本来の形が崩れて、タンパク質どうしの間にある水分量が保てなくなり起こる症状なのです。お肌も水分を保つ機構が失われるとカサカサになり美しさを失います。これと同じことが髪のタンパク質にも起こります。水の分子はタンパク質の周りに結晶のように集まり、タンパク質の形が崩れないように支えている大切なものです。このため髪の中に浸透する水質のpHは、タンパク質のアミノ酸どうしの距離や形に影響します。髪をお水に濡らすと柔らかくなります。これは髪の中のタンパク質どうしの結合に、髪が持つ水分以上の水を含むと水素結合のように緩む結合があるからです。しかし、この弱い結合力は髪的美しさを作り出す上でとても大切な結合力となっています。この結合力が髪的美しさ、輝きや手触りを支えているのです。このように髪はとても微妙なものなのです。

炭酸温水は毛髪に、どのように作用するのか

洗髪用の炭酸温水と天然の炭酸温泉との違い

良く炭酸温泉といわれている天然の温泉はpHが弱アルカリ性の炭酸水素泉である場合が多く、また、アルカリ性の重曹泉も炭酸泉と考える方もおられるようです。天然の炭酸温泉ができる過程は、地中深く発生した火山ガスとして炭酸ガスは地表に向かって出てきます。この過程で、まず、地中の水分と反応して炭酸ガスを多量に含んだ超過飽和の炭酸が生まれます。しかし、炭酸は弱酸のためpH4より下がらない弱い性質の酸です。この炭酸が高濃度の炭酸ガスを含んだまま、地表に向かって吹き出してくるとき、様々な鉱物を溶かして徐々にpHが4近くあったものがだんだんpH7.5~8.3位の弱アルカリ性に変化して、地表に温泉と

して湧き出てきます。この時、大部分の炭酸は、pH がアルカリに傾くため炭酸水素イオンの形になっています。このような温泉を炭酸水素イオン塩泉と言って、ここで話をする毛髪美容の炭酸温水とはちがう性質のもので、その違いとは、毛髪美容の炭酸温水は完全な過飽和状態の pH が 4.7~5.3 位の不純物が溶けていない炭酸だけの温水です。このため、髪の毛の中まで浸透してさまざまなタンパク質の結合を正常な状態に戻す力があります。

また、この毛髪美容の炭酸温水には、溶解している物質の pH が極端に酸性やアルカリ側にならないようにする緩衝作用（炭酸以外の酸成分やアルカリ成分がより強くなろうとすると、それを防いで一定の pH 範囲に保とうとする作用）があります。炭酸ガスの持つこの働きにより、人間の血液の pH が 7.35 ± 0.05 に保たれて生命の安全が保たれています。このように、生命の基本である血液で使われ、しかも炭酸ガスが各細胞の代謝から生まれる物質であるため、細胞と細胞の間に受け入れ易い性質（細胞間浸透性）を持っていて、炭酸は容易に皮膚や毛髪の中に浸透して細胞の周りの pH 調整を行うことができるのです。

毛髪内部の結合を回復させる炭酸温水の働き

毛髪の中のコルテックス（毛皮質）を構成しているアミノ酸の結合を正常に保っている pH は炭酸の持つ pH と同じです。炭酸はコルテックスの中に浸透して、毛髪を作っているアミノ酸が、パーマ液や洗髪剤などで、壊れた結合箇所でも毛髪のケラチンタンパク質の各種アミノ酸同士のジスルフィド結合（アミノ酸どうしの・S・S・結合）や塩結合（イオン結合）水素結合、疎水結合を正常にしていこうと考えられます。

この壊れた結合箇所が回復すると毛髪は中から丈夫になり髪を乾燥させた後も水分を保持して太く丈夫になります。

なぜ塩結合（イオン結合）、水素結合やジスルフィド結合、疎水結合などが回復するかと申しますと、各アミノ酸の結合が正常な形を保つために必要な等電点の pH が 4.5~5.5 であり、炭酸の pH も 4.7~5.3 であります。そのうえ、他の酸にはない細胞間浸透性が高い炭酸特有のはたらきにより、炭酸温水で洗うと髪の中の崩れたアミノ酸の形が正常に戻ると考えられます。またこの時、髪に残った薬剤、シリコンやアルカリ性の薬剤を炭酸温水は良く洗い落とします。そして同時に毛髪内部の pH を炭酸の持つ pH 4.7~5.3 の範囲に戻す炭酸特有の緩衝力が働き、毛髪内部のアミノ酸同士の結合状態を健康な状態にもどすと考えられます。

これは毛髪のアミノ酸が正常な位置を保つために必要な電氣的性質、等電点の pH と炭酸の pH が等しいため、アミノ酸同士の結合力が回復し、その結果各タンパク質同士の結合も正常な位置に復帰すると考えられるからです。何故なら、毛髪のケラチンタンパク質同士の等電点が回復するため、その中のアミノ基やグアニジル基やカルボキシル基が接近できるようになり、互いの間にクーロン力が働き、ケラチン強度の 35% を占めているクーロン力によるイオン結合が、正常な強さの状態に戻り、毛髪の強さやしなやかさが回復すると考えられるからです。このクーロン力は分子が離れているときには失われてしまう力です。

炭酸温水の毛髪内部への浸透性とその働き

毛髪の外側はキューティクルからなり、この部分が髪全体の 10~15% を占めています。

キューティクルは 6 層からなりキューティクルとキューティクルの間がきちんと配置されるよ

うに、CMC（細胞複合体又は間充物質）と呼ばれるものが、接着剤の役目をはたしてキューティクルどうしの繋がりが崩れないように保っています。健康な状態のキューティクル間にあるCMCは良く水を通し、炭酸温水はここを通り、髪全体の85～90%を占めるコルテックス（毛皮質）の周りに浸透し、次第にコルテックスの中のマトリックス領域まで浸透して崩れたタンパク質の間のアミノ酸同士の結合を正常に戻していくように働くと考えられます。なぜなら、細胞間浸透性の高い炭酸温水だけが持つ性質が働いて、毛髪の内部深く浸透し、炭酸の酸性度とpH緩衝力が、洗剤その他の薬剤pHによって生まれた毛髪ケラチンタンパク質の電氣的に偏った状態を、正常に戻すと考えられるからです。

また、この働きが、髪を支えているCMC（細胞膜複合体、図3では間充物質）と呼ばれる髪の強度や髪色を決めている部分の中にも、炭酸温水が浸透して壊れたS-S（シスチン結合、又はジスルフィド結合）や塩結合（イオン結合）そして水素結合や疎水結合などを、正常な強さで結び合うように修復します。

また、パーマなどのときアルカリ薬剤はキューティクルどうしの間を開いて薬剤が浸透し易くさせて、ジスルフィド結合を還元剤で切断します。大切な結合が緩んだ髪には、洗髪水の中に含まれるカルシウムやマグネシウムなどのミネラルや薬剤などが浸透し沈着しやすくなります。このカルシウムなども髪をゴワつかせる一つの要素です。この様に髪の中に溜まった不純物も炭酸温水は溶かして取り除きます。また、パーマや髪染めをした時の残留薬剤や、シャンプーなどの薬剤で起きるアミノ酸同士の結合力低下はアミノ酸同士の距離が離れることが原因です。髪の強度を増すには毛髪の内部のpHを正常にして、アミノ酸同士が薬剤によって離された距離を元に戻す必要があります。髪の内部のpHが正常にもどると、アミノ酸の電氣的に結びつく性質によって、この離れた距離が元に戻るようになります。炭酸温水は毛髪にダメージを与えた残留薬剤の中和洗浄を行うだけでなく、毛髪内部のアミノ酸同士が互いに結びついて形を保つ電氣的な力が最も強く働くpHの範囲に修復できるのです。毛髪のタンパク質がpHによって電氣的性質を正常に保つことができるpH範囲はpH4.5～5.5（ケラチンタンパク質のアミノ酸の等電点です。）です。炭酸温水はこれと同じpH範囲に髪の内部を整える働きがあるのです。このため炭酸トリートメントした後でも効き目が持続し髪はしばらくの間、トリートメントをした直後よりもさらに良くなって行きます。これは、炭酸温水のpH4.7～5.3がケラチンタンパク質の内部のpHをケラチンタンパク質本来の等電点のpHに修復するため、炭酸温水のpH力がアミノ酸の中のアミノ基、グアニジル基は（+）にグルタミン酸やアスパラギン酸などのカルボキシル基は（-）に帯電しており、相互が接近するとこの（+）と（-）の電荷を持っている箇所が互いに引き合クーロン力が最大となりイオン結合を安定させます。

この塩結合（イオン結合）は髪の35%を占める結合であるためタンパク質どうしの位置が元に戻り、傷んで痩せた髪の体積が元の太さになり強くなるのです。また、髪のしなやかさを作り出す水素結合もアミノ酸どうしが近づいて結合し易い距離にくるため水素結合の力が回復し、コルテックス内部でタンパク質を繋ぎ合わせる強度やコルテックスを繋ぎ合わせているCMCの強度も回復するのです。なぜなら、タンパク質の周りにはタンパク質の形が壊れないように水の分子が氷の結晶のように整然と取り巻いているため、タンパク質の周りに染み込んで来る水分子との間に生まれる水素結合が弱い力でも大切な結合力となるからです。しかも、この水のpHは毛髪内部に深く浸透するため、毛髪内部の等電点と同じpHを持つことにより、弱った毛髪内部の様々な結合を修復して健康な髪を持つ太さや強さや、輝きを回復していきます。またコルテックスがしっかりするため、髪染めの色落ちが少なくなり色が長持ちします。ここで、炭酸温水で洗髪し

た後の仕上げで、注意する点があります。せっかく潤った毛髪の外側のキューティクルはとても薄いため高い温度で乾燥させてしまうと表面のキューティクルの水分だけが極端に乾燥します。このため輝きが無くなりキューティクルに天使の環ができないようになるので、キューティクルの輝きを損なわないように、比較的低い温度で髪に当たる風量が多くなるようにして乾燥させることが大切です。毛髪を美しく保つには、毛髪の主成分であるケラチンタンパク質が正常な等電点を維持することがとても大切なこととなります。これを生み出す炭酸温水の洗髪は、美しい髪を保つために生まれた新しい洗髪美容法であり、炭酸温水は髪に優しく優れた酸性の洗髪用温水と云えるのではないのでしょうか。

毛根を活性化させる炭酸温水の働き

炭酸温水には36度～38度でこれ以上溶けない炭酸ガスの量風量が多く以上に溶けています。この温度では1100ppm位が限界ですが、このように大量に溶けた炭酸ガスは水の中では炭酸の形を取っています。しかし、この状態は酸と言うより炭酸ガスの溶けた状態と言う表現が正しいかたちで存在しています。

このような過飽和の炭酸温水が頭皮に触れると温水の中の炭酸ガスは皮膚を通過して角質の下、毛細血管の周りまで浸透します。毛細血管の動脈の出口に、前毛細血管活躍筋という毛細血管への血流を増やしたり減らしたりするバルブのような働きをする部分があります。この機能は毛細血管の周りのpHが 7.35 ± 0.05 に保たれるように、血液が毛細血管へ流れる量を調節します。この部分に浸透した炭酸は、前毛細血管活躍筋の周りのpHを酸性側に偏らせます。するとこの部分が開いて血流を増加させ、増加した血液が炭酸を吸収して肺から炭酸ガスとして捨てようとしてします。この時、毛細血管は太くなり、回りに今まで以上の酸素、栄養と水分を供給します。また、毛細血管の働きはこうした栄養分の供給だけではなく、角質の下に溜まる老廃物を、肝臓や腎臓に運び処理することです。このため、頭皮に炭酸温水浴を施すことで、毛根の周りの老廃物を排泄し、酸素や栄養、水分を供給して毛根の衰えを回復させる働きを生み出すのです。ですから、炭酸温水による洗髪後に、髪が生き生きしてまいります。

この時、注意する点は、髪へ炭酸温水だけを吹きかけるだけでは炭酸温水の持つより良い効果は得られません。どうしても、髪の毛や皮膚と一定時間以上、炭酸温水が触れていなければなりません。しかも、炭酸温水の温度が冷たすぎると皮膚が収縮して毛細血管へ血液の流れを妨げます。皮膚における血流を増加させる温熱効果も炭酸温水を使う時の大切な要素です。

図2は髪の内部がどのようなになっているかを解りやすくした模式図です。

図3は間充物質（CMC細胞膜複合体）の結合状態の変化を表した模式図です。

図表1、図2及び図3また一部文章はインターネットに掲載された：パーマの仕組み：毛髪及び頭皮の構造、から引用しています。

図 2

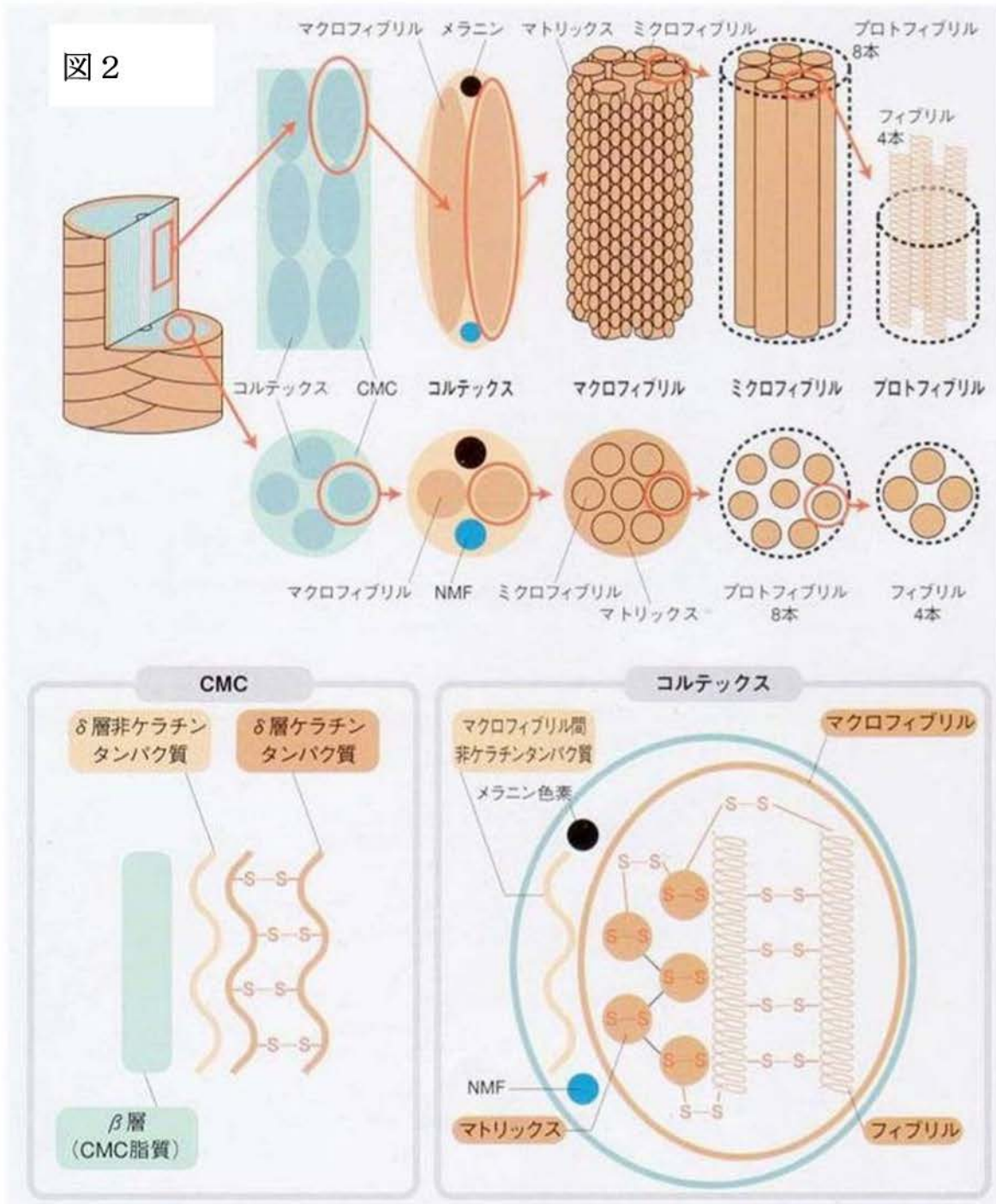


図 3

