

毛髪に加齢変化を改善する、 持続型ヘアケア技術

辻野 義雄*1

1. はじめに

毛髪は加齢に伴って、変化していくことが知られている。1980年代から始まった毛髪に加齢研究によると、毛髪の形状に関する研究では、加齢に伴い、毛髪の本数が減少し、白髪やうねった毛が増え、艶が低下する傾向にあり、女性では30歳代後半以降、男性では10歳代後半以降から、毛髪が細くなっていくことが報告されている^{1~6)}。毛髪内部の研究では、加齢とともに毛髪内部の遊離脂質が減少すること⁷⁾、別の研究では、女性の毛髪は40歳代を過ぎると1つの毛群から生えてくる平均毛髪数の減少が認められ、硬毛率の減少が顕著となり、頭頂部の薄毛が進行することが報告されている⁴⁾⁵⁾。

毛髪の約85%は内部にミクロな繊維を含むコルテックス細胞と呼ばれる細長い細胞で構成されている。この細胞には「繊維が平行に並んだ細胞」と「繊維がスパイラル状にねじれて並んだ細胞」の2種類がある⁶⁾。「うねり」の発生原因を探るため、「うねり」をもつ毛髪と「直毛」について、染色による可視化により2種類の細胞の存在状態が調べられた。その結果、2種類の細胞の分布状態は「うねり」に関係していることが明らかになっている。「直毛」の場合は、2種類の細胞が同心円状に分布しており、これに対し「うねり」をも

つ毛髪では、2種類の細胞の分布が偏っていることが報告されている。「うねり」が多いと毛髪がそろって並ばず髪全体の表面も乱れるため、艶の低下と乱れが起きている。加齢とともに髪全体の艶がなくなり乱れてみえる原因は、毛髪の「うねり」発生が一因であることが分かっている。

したがって、毛髪は加齢とともに、「白髪」「薄毛」だけでなく、「ハリ」「コシ」の低下と「うねり」の発生、さらに「艶」の減少という変化をもたらし、これらの変化を解消するための技術開発が望まれている。これらの毛髪加齢変化をケアするために、バイオコンジュゲーション技術を用いた持続性のあるヘアケア製品が市場に出てきている。

そこで、本稿では、持続型ヘアケア技術に用いられているバイオコンジュゲーション技術の特徴と毛髪との反応について解説する。

2. バイオコンジュゲーションとは

バイオコンジュゲーション (Bioconjugation: 生体共役反応) とは、生体成分であるタンパク質やペプチドなどに、合成高分子や糖鎖、脂質などを温和な条件下で化学結合させ、複合体を形成する手法である。新たに人工分子との複合体とすることで、それらに安定性・標的指向性など、生体内挙動制御能を付与することができる。生命機能进行操作・制御・追跡するための手がかりを得るこ

とができるため、ケミカルバイオロジーにおける重要方法論として知られている。化学反応の開発における最先端研究課題でもある。

生体条件適合性（中性pH、室温程度、水系反応など）や、試薬と廃棄物が無害であることなども要請されるため、使用できる反応形式は現在のところきわめて限定されている。形成された複合体は、創薬や受容体結合リガンド発見、疾患診断、ハイスループットスクリーニングなどの新規手法開発に応用されている。

最近、このバイオコンジュゲーション技術を用いた毛髪処理技術が開発されるようになってきた。毛髪の主成分であるタンパク質に対するバイオコンジュゲーションを表1に示した。毛髪タンパク質の内在（native）官能基の標的としては、「第一級アミン」「チオール」「カルボキシ」そして「カルボニル」の4種類が知られている（表1）⁸⁾。最近の髪質改善を狙ったヘアケア製品では、主に「第一級アミン」または「チオール」を標的としたバイオコンジュゲーションが用いられている。

続いて、バイオコンジュゲーションの標的面から毛髪架橋技術について解説する。

3. 第一級アミンを標的としたバイオコンジュゲーション技術

毛髪内部のコルテックスにあるアミノ基に結合してイミノ結合をつくる。具体的にはリジンやアルギニンなどの第1級アミンなどと結合するとされている。アイロンなどの高温の熱（120～200℃）を加えることでメイラード反応（アミノカルボニル反応）を起こし、毛髪構成成分とイミノ結合させる成分群でもある。この反応は、アルカリカラーの酸化重合を阻害することがあるので、アルカリカラーとの併用では注意が必要である。

3.1. カルボニル化合物による架橋型バイオコンジュゲーション技術

「酸熱トリートメント」という代名詞で汎用されている毛髪処理剤が第一級アミンを標的としたバイオコンジュゲーション技術である。また、その

■表1 タンパク質に対する4種類の架橋法（バイオコンジュゲーション）⁸⁾

ターゲット	特徴
第一級アミン (-NH ₂)	各ポリペプチド鎖（アルファアミン）のN末端や、リジン（Lys, K）残基およびアルギニン（Arg, R）の側鎖に存在する基である。第一級アミンは生理的条件下で正に帯電しているため、通常はタンパク質の外側（外表面上）へ面している。通常タンパク質構造を変性させずに結合させることが可能である。

これ以降の閲覧を希望の場合は、本誌をご購読ください。