

## 毛髪のタンパク質構造に近似した新たなケラチン原料を開発

### ～2種のケラチンを共存させることで補修効果を高めた新 CMADK～

美容室向けヘア化粧品メーカーの株式会社ミルボン（本社：東京都中央区 代表取締役社長・佐藤龍二）は、KRA 羊毛研究所所長 新井幸三博士との協働で、高い補修効果を持つ、毛髪のタンパク質構造に近似した新たなケラチン原料の開発に成功しました。この開発に際し公立大学法人 山陽小野田市立山口東京理科大学 佐伯政俊講師との協働で、水溶液中において2種のケラチンが共存することがタンパク質の構造形成に強く関与することを解明しました。本研究成果は以下の学会で報告致しました。

#### 【外部発表】

発表学会：第59回ペプチド討論会

発表タイトル：Effects of Hair Derived Type I and Type II Keratin Synergically Increasing the Secondary Structure

発表日：2022年10月27日

#### 【研究背景】

毛髪は約85%がケラチンタンパク質で構成されており、ヘアカラーなどの美容施術によって損傷を受けると、毛髪強度が低下するなどダメージ現象が生じます。このような毛髪ダメージに対して一般的には、羊毛などから分解・抽出したタンパク質が補修成分として活用されています。ミルボンでは、毛髪をより効果的にケアするためには、“毛髪が本来有するタンパク質構造”をできる限り保った状態の補修成分が有効であると考え、原料化にむけた研究を継続的に行っています。その取り組みの中で、ミルボンでは高い毛髪補修効果を持つ成分 CMADK（S-カルボキシメチルアラニルジスルフィドケラチンタンパク質）<sup>\*1</sup>を開発し、製品に応用してきました。CMADKは毛髪のタンパク質構造に近い状態を有し、かつ毛髪への定着性が高いことを特長としています。

[https://www.milbon.com/ja/news/uploads/docs/20130607\\_news-CMADK.pdf](https://www.milbon.com/ja/news/uploads/docs/20130607_news-CMADK.pdf)

近年では、高明度なヘアカラーデザインの広まりやヘアアイロン等を用いる美容習慣が浸透し、毛髪ダメージはより深刻化しています。そこでミルボンでは、より高い補修効果をもたらす成分として、従来のCMADKよりもさらに“毛髪本来のタンパク質構造”に近似した、新しいCMADKの開発を目指して研究に取り組みました。

【研究の成果】

1. 新補修成分 3D-CMADK の原料開発に成功

新たな CMADK の開発にあたり、強度に関わるとされる毛髪組織のマイクロフィブリル<sup>\*2</sup>に着目しました。マイクロフィブリルは Type I、II<sup>\*3</sup>という2種類のケラチンで構成されていますが、従来の CMADK は安定的に原料化が可能な Type I ケラチンのみを活用しています。Type I、II のいずれも安定的に原料化できれば、より“毛髪本来のタンパク質構造”に近似し、高い補修効果をもたらすと考えました。そこで KRA 羊毛研究所所長 新井幸三博士との協働で、製造時や保管時の安定化成分や温度等の条件検討を行い、Type I、II ケラチンの両方を安定に抽出し、原料化できる方法を確認しました。ミルボンでは、この新成分を「3D-CMADK」と命名しました。この 3D-CMADK は従来の CMADK と比べて毛髪のタンパク質構造により近く（図 1）、毛髪強度をより向上させることがわかっています（図 2）。

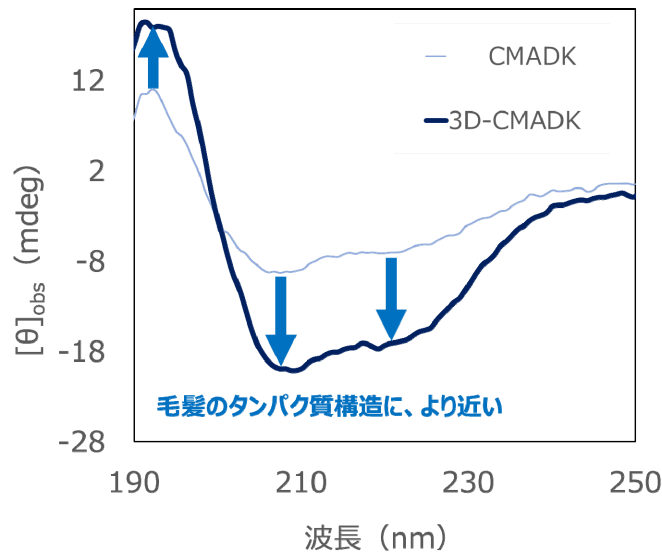


図 1 CMADK と 3D-CMADK の CD スペクトル<sup>\*4</sup>

タンパク質の構造について詳細に解析するため、HiSOR<sup>\*5</sup>にて解析。  
3D-CMADK は、CMADK よりも 190 nm 付近の上昇、208 nm と 222 nm 付近の下降が強く見られることより毛髪タンパク質のらせん状の構造「α-ヘリックス構造」をより多く形成していることを示している。

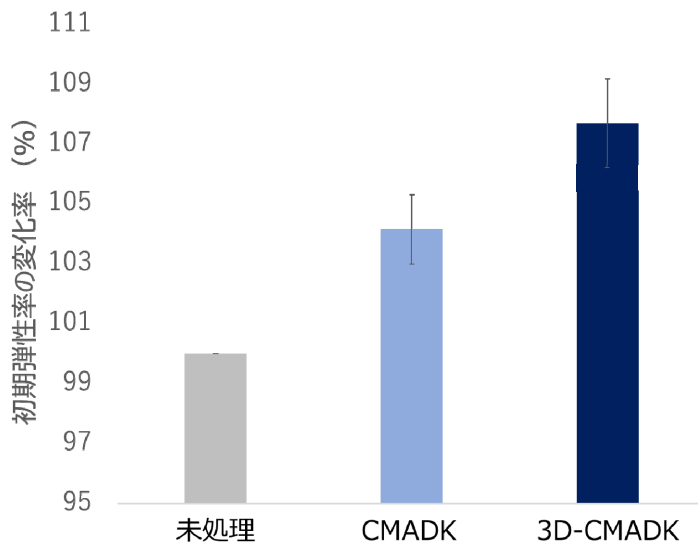


図 2 毛髪強度向上効果

3D-CMADK は CMADK よりも毛髪強度を向上させる。

**2. 水溶液中において毛髪のタンパク質構造に近い状態を形成するためには、Type I、IIケラチンの共存が重要であることを確認**

タンパク質構造の研究を行っている公立大学法人 山陽小野田市立 山口東京理科大学 佐伯政俊講師と協働し、Type I、IIケラチンが水溶液中でどのようなタンパク質構造を有しているかについて、構造解析の研究に取り組みました。その結果、Type I、IIケラチン2種類は水溶液中で共存することで、それぞれが単独で存在する場合よりも毛髪のタンパク質構造に大幅に近づくことがわかりました（図3）。

今回開発に成功した3D-CMADKにはType I、IIケラチンを共存させることが可能になったため、Type Iケラチンのみを含有する従来のCMADKよりもさらに、毛髪のタンパク質構造に近似したと考えられます。

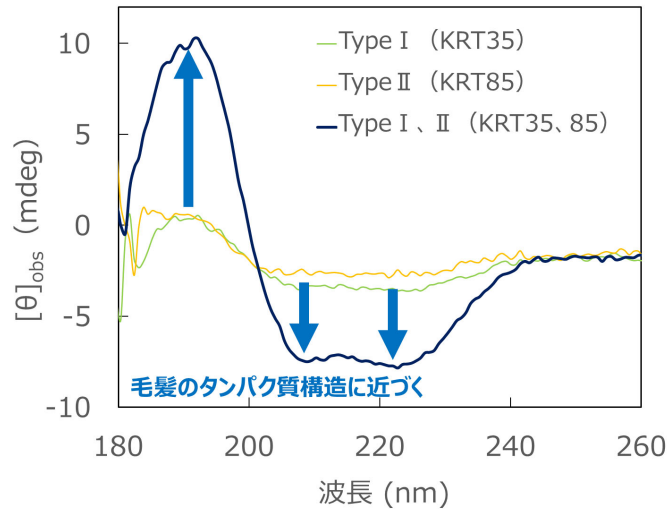


図3 Type I、IIケラチン単独または共存時のCDスペクトル

タンパク質の構造について詳細に解析するため、HiSORにて解析。

Type I、II単独時と比べて共存時は、190 nm 付近の上昇、208 nmと222 nm 付近の下降が強く見られることより毛髪タンパク質のらせん状の構造「 $\alpha$ -ヘリックス構造」をより多く形成していることを示している。

**【今後の展望】**

今回新たに原料化に成功した3D-CMADKを用い、ヘアカラーやヘアアイロンを繰り返すことで強度が低下しているハイダメージ毛にまで対応可能な高効果ヘアケア製品の開発を目指します。

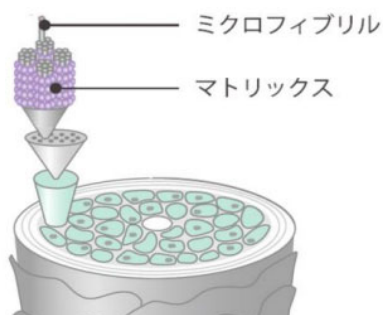
## 《用語解説》

### \*1 S-カルボキシメチルアラニルジスルフィドケラチンタンパク質（CMADK）

カルボキシメチルジスルフィドケラチンとも呼ばれ、ジスルフィド結合（毛髪中に存在する、2つの硫黄原子が共有結合したもの）を持った可溶性ケラチンタンパク質のこと。

### \*2 ミクロフィブリル

毛髪コルテックスのマイクロ構造を形作る組織の一つ。コルテックスはマクロフィブリルという構造の集合体で構成されており、マクロフィブリルは結晶性のマイクロフィブリルと非晶性のマトリックスによって構成されている。



### \*3 Type I、IIケラチン

マイクロフィブリルを構成している主成分であり、Type I が分子量 48,000、Type II が分子量 64,000 のらせん状の構造を持つケラチンタンパク質。

### \*4 CD スペクトル

試料がもつ円二色性（Circular Dichroism: CD）に基づく解析手法を円二色性分光法といい、それによって得られる測定データが CD スペクトルです。特に遠紫外領域の光を用いてタンパク質を観測した CD スペクトルからは、そのタンパク質の二次構造に関する情報が得られます。

### \*5 HiSOR（広島大学放射光科学研究センター）

広島大学（広島県東広島市）にある放射光実験施設。放射光とは、電子を光とほぼ等しい速度まで加速し、電磁石によって進行方向を曲げる時に発生する強力な電磁波のこと。HiSOR では、真空紫外線・軟 X 線領域の放射光を用いた実験を得意としており、生体物質の構造解析手法などの研究を行っています。

#### ■リリースに関するお問い合わせ先

**株式会社ミルボン**

広報室 東京都中央区京橋 2-2-1 京橋エドグラン  
TEL 03-3517-3915 FAX 03-3273-3211

株式会社ミルボン／本店：大阪市都島区、社長：佐藤龍二、証券コード：4919（東証プライム）