

## 寒冷環境下でもヘアトリートメント剤の品質を保つ安定化メカニズムを確認

### ～凍結・解凍による性状変化を抑制するヘアトリートメント剤の構造特徴を解析～

美容室向けヘアケア・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：坂下秀憲)は、東京理科大学 酒井健一教授と共同でヘアトリートメント剤の構造特徴を解析し、寒冷環境下で生じる「凍結・解凍による性状変化」を抑制する安定化メカニズムを確認しました。なお、本研究の成果は、以下の学会にて発表しました。

#### 【外部発表】

発表学会：第 63 回日本油化学会年会

発表タイトル：凍結解凍によるクリーム見た目の質感の変化抑制とそのメカニズム

発表日：2025 年 9 月 5 日

#### 【研究の背景】

ミルボンの製品は、高温多湿な地域から寒冷地まで、世界各地の美容室で使用されています。わたしたちはこうした多様な環境下でも常に高い品質を維持できるよう、安定性の向上に向けた研究開発に取り組んでいます。

ヘアトリートメント剤は長期保管や極端な温度変化によって、徐々に外観や触感に変化が生じる場合があります。特に寒冷地ではヘアトリートメント剤が凍結し、解凍後に本来のなめらかさが失われ、ボソボソとした性状に変化してしまうことがあります(図 1)。このような性状変化は、消費者に不安を与えるだけでなく、期待されるヘアトリートメント効果の妨げになる可能性もあります。

ミルボンではこれまで経験的に、凍結・解凍による性状変化が生じにくく安定性の高いヘアトリートメント剤を開発してきました(図 2)。しかしその安定化メカニズムについては十分に解明されていませんでした。

そこで今回、これまでの経験的な知見の裏付けを行い、多様な環境下でもより高い機能性と安定性を実現するために、凍結・解凍後の性状変化を抑えるための安定化メカニズムの解明に取り組みました。

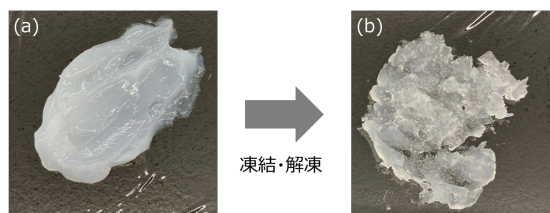


図 1 凍結・解凍によるヘアトリートメント剤の性状変化  
(a)なめらかな性状 (b)凍結・解凍後のボソボソとした性状

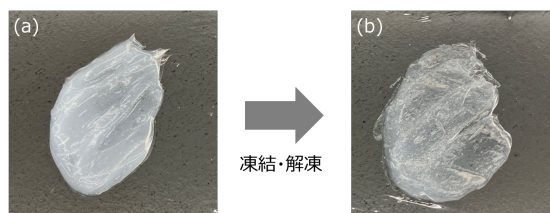


図 2 経験的に開発してきた、凍結・解凍による性状変化が小さいヘアトリートメント剤  
(a)なめらかな性状 (b)凍結・解凍後もなめらかな性状

## 【研究の成果】

### 凍結・解凍に対して安定性の高いヘアトリートメント剤の構造特性を確認

ヘアトリートメント剤には様々な成分が含まれ、それらがどのような状態で存在しているのかによって製剤の安定性が変わります。そこで、凍結・解凍後に「ボソボソになるヘアトリートメント剤」と、「なめらかなままのヘアトリートメント剤」について、それぞれの製剤中で成分がどのような状態で存在しているのかを確認しました。

ミクロな観点で調べるために、偏光顕微鏡<sup>\*1</sup>による観察と小角広角 X 線散乱測定<sup>\*2</sup>を行いました。その結果、「ボソボソになるヘアトリートメント剤」と「なめらかなままのヘアトリートメント剤」にはいずれも、ヘアトリートメント剤にとって重要なミクロ構造である「α型水和結晶<sup>\*3</sup>」が存在し、凍結・解凍による性状変化後もその構造は維持されていることがわかりました。

ミクロ構造には大きな差が見られなかったことを受け、よりマクロな視点で製剤の状態を捉えるべく、共焦点レーザー顕微鏡<sup>\*4</sup>による蛍光観察を行いました。その結果、「ボソボソになるヘアトリートメント剤」ではα型水和結晶が水相(水や水溶性成分が含まれる領域)に分散している(図 3a)のに対し、「なめらかなままのヘアトリートメント剤」ではα型水和結晶が全体に広がる中に水相が分散していることがわかりました(図 3b)。

これらの結果より、ヘアトリートメント剤の凍結・解凍後の性状変化を抑制するためには、α型水和結晶が全体に広がる中に水相が分散していることが重要であると考えられます。

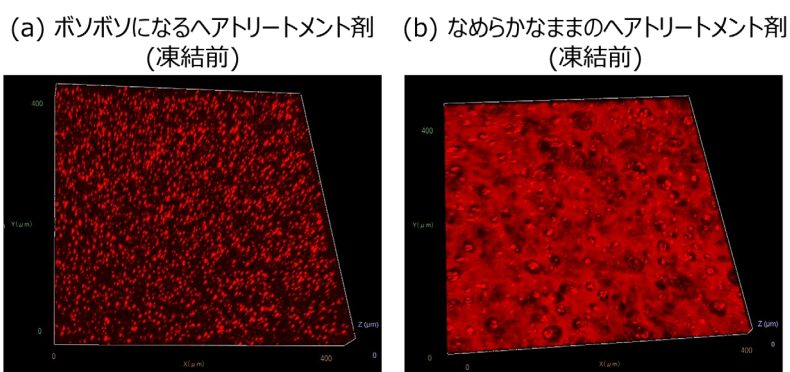


図 3 共焦点レーザー顕微鏡で、製剤中の水相と油相の状態を観察した結果

(a)α型水和結晶が水相に分散している (b)α型水和結晶が全体に広がる中に水相が分散している

各ヘアトリートメント剤に油溶性蛍光色素 Nile Red を配合し、水相と油相の存在状態を可視化した。

本研究に用いたヘアトリートメント剤において Nile Red はα型水和結晶の親油部に存在すると考えられるため、赤色に観察される領域にはα型水和結晶が存在しており、黒い部分は水相であると判断できる。

## 【今後の展望】

ヘアトリートメント剤の凍結・解凍時の安定化メカニズムが解明され、成分や製剤の多様性に対応した処方設計が可能になります。今後も、多様な環境下でも安定的に機能性を発揮できる製品開発に向け、製剤化技術の研究を進めてまいります。

## 《補足》 小角広角 X 線散乱測定によるマイクロ構造の解析結果

小角広角 X 線散乱測定の結果、いずれのトリートメント剤においても凍結前および凍結・解凍後の両方の状態で、 $q = 15 \text{ nm}^{-1}$  付近にピークが観測された(図 4)。このピークは、 $\alpha$ 型水和結晶を構成するアルキル鎖の六方晶充填構造(図 5)が存在することを示している。このマイクロ構造には、今回測定した 2 つのトリートメント間および凍結・解凍処理の前後において大きな違いは認められなかった。

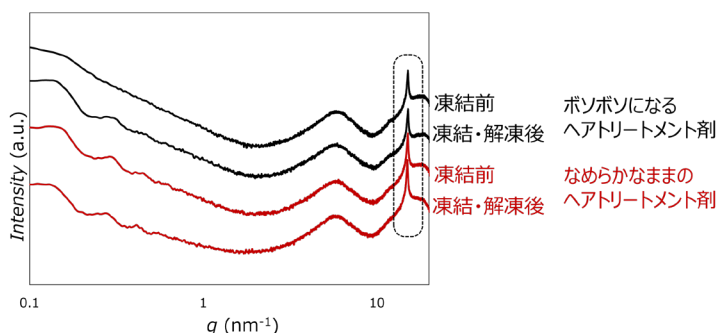


図 4 小角広角 X 線散乱測定結果

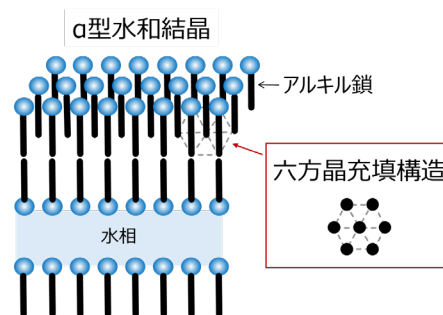


図 5 六方晶充填構造のイメージ図

## 《用語解説》

### \*1 偏光顕微鏡

光の波の振動方向(偏光)を利用して、物質の内部構造や分子の配向を可視化できる光学顕微鏡。特に液晶や結晶など、秩序だった構造を持つ物質の観察に有効。

### \*2 小角広角 X 線散乱測定

X 線という極めて短波長の光を物質に照射し、内部構造を解析する手法。ナノ～原子スケールの構造情報を非破壊で取得可能。小角ではラメラ構造や分子配列を、広角では結晶性や微細構造まで調べることができる。

### \*3 $\alpha$ 型水和結晶

界面活性剤と高級アルコールによる積層構造で、水分子を含み、規則的に配列した結晶構造。この構造ではアルキル鎖が六方晶充填構造をとっており、分子が密に並ぶことで高粘性・高保水性を実現している。

### \*4 共焦点レーザー顕微鏡

レーザー光とピンホールを用いて、外から入る不要な散乱光を除去することで高解像度な画像が得られる光学顕微鏡。試料を断層的にスキャンすることで、微細な三次元構造を立体的に観察できる。

## ■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／本社：東京都中央区、社長：坂下秀憲、証券コード：4919（東証プライム）

東京理科大学 産学連携機構

E-mail : [sangaku\\_innovation-ml@tusml.tus.ac.jp](mailto:sangaku_innovation-ml@tusml.tus.ac.jp)