

化粧品製剤への応用を目的とした  
リン脂質と高級アルコール混合物の相転移に関する研究  
**Study on the Phase Transition of a Phospholipids/Fatty Alcohols/Water System  
for Application of Cosmetics**

中川 泰治<sup>a</sup>, 中沢 寛光<sup>b</sup>, 加藤 知<sup>b</sup>  
Yasuharu Nakagawa<sup>a</sup>, Hiromitsu Nakazawa<sup>b</sup>, Satoru Kato<sup>b</sup>

<sup>a</sup>クラシエホームプロダクツ (株), <sup>b</sup>関西学院大学

<sup>a</sup>Kracie Home Products, Ltd., <sup>b</sup>Kwansei Gakuin Univ.

水中でリン脂質と高級アルコールをある一定の割合で混合すると、粘性の高いゲル状の構造体が形成される[1][2]。リン脂質は生体親和性に優れるため、このような構造体は新しい化粧品の製剤として大いに期待される場所である。今回我々が、製剤調製時に重要となるゲル状構造体の熱的特性を調べたところ、炭化水素鎖のチェーンメルティングによるゲル相から液晶相への転移だけでなく、高温側では小角領域に複数の回折像が出現する構造が形成されることを発見した。

キーワード： 化粧品製剤、リン脂質、高級アルコール

#### 背景と研究目的：

化粧品には油性成分と水性成分の両方が含まれる場合が多いため、その製剤中には両親媒性を有する界面活性剤が使用されていることが多い。この界面活性剤に高級アルコールを添加すると、適度な粘度が保持され、系全体が安定化することが知られており、クリーム等の製剤には高級アルコールと界面活性剤の増粘機構が応用されている。一方で我々は最近、リン脂質に高級アルコールを添加して水溶液中で分散すると非常に粘性の高いゲル状の構造体が形成されることを見出した<sup>[1][2]</sup>。このような生体親和性に優れるリン脂質を使用した系は、多くの界面活性剤が有する刺激も少ないため、新規の化粧品製剤として大いに期待される場所である。そこで我々はリン脂質と高級アルコールで形成されるゲル状構造体の構造特性を明らかにすべく、放射光による構造解析実験を開始した。今回は、化粧品製剤の調製時に非常に重要な要素となる熱的特性について詳細な解析を行った。

#### 実験：

リン脂質と高級アルコールの合計の重量濃度が水分量に対して 5 wt%になるように、またリン脂質と高級アルコールの重量濃度比が 4 : 1 になるように試料を調製し X 線回折実験に供した。試料をガラスキャピラリー内に封入して温度走査のために用いた DSC 装置内に設置し、カメラ長を ~60 cm、X 線の波長を 0.1 nm に設定して小広角同時 - 温度変化測定を行った。検出器にはイメージングプレート (R-AXIS VII, Rigaku) を用い、露光時間を 30 秒に設定して実験を行った。X 線回折像を取得する温度範囲は 30°C ~ 90°C とし、DSC 装置の昇温速度を 1 K/min に設定した。標準サンプルにはベヘン酸銀 (格子定数  $d = 5.838$  nm) を用いて、散乱ベクトル  $S (= (2/\lambda) \sin (2\theta/2))$  を校正した。

## 結果及び考察：

室温下においてリン脂質と高級アルコール混合物のX線散乱を取得したところ、小角領域には $6.4\text{ nm}$  ( $=1/S$ ) 付近を中心とするブロードなピークが (図 1 左)、広角領域には $0.41\text{ nm}$  ( $=1/S$ ) 付近を中心とするシャープなピークが認められた (data not shown)。これらの結果より、常温では単層か2~3層のバイレイヤーが $L_{\beta}$ 相 (ゲル相) の状態で存在していることが示唆された。系全体では粘性の高いゲル状の構造をとっているため、バイレイヤー同士が高次のネットワークを形成していることが予想されたが、小角領域にそれらに対応すると思われる散乱ピークは認められなかった。高次のネットワーク構造には周期性がなく、ランダムに相互作用しているものと示唆された。

次に系の温度を上昇させると、 $35^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ にかけて小角領域のブロードなピークが消失し、おおよそ $55^{\circ}\text{C}$ 付近でシャープなピークが複数出現した (図 1 右)。これらのピークの格子定数の値を詳細に解析したところ、ヘキサゴナル構造 ( $H_{II}$ 相) 由来の反射であることが示唆された。またさらに温度を上昇させると ( $75^{\circ}\text{C}$ 以上)、超小角の領域 ( $S = 0.05\sim 0.12\text{ nm}^{-1}$ ) に新たな複数のピークが出現することも明らかになり、高温下では非常に複雑な相挙動を示すことがわかった。リン脂質を主成分とする系において、このような複雑な温度相挙動を示すことはあまり知られておらず、界面化学的にも大変興味深い結果が得られたと思われる。

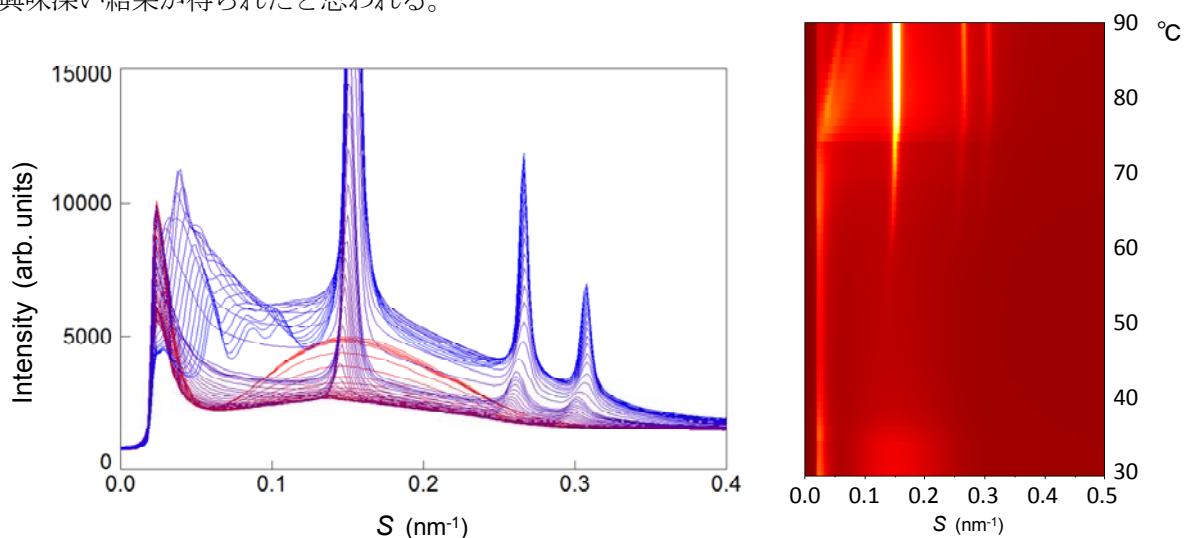


図 1. リン脂質と高級アルコール混合物の温度変化

(左図) : X線小角散乱プロファイル (温度上昇 ( $30^{\circ}\text{C}\sim 90^{\circ}\text{C}$ ) に伴って赤線→青線へと変化)

(右図) : X線小角散乱プロファイルの強度の等高線図 (散乱強度を小さい方から黒→赤→黄色→白と色変化で示している)

## 今後の課題：

今回の実験より、リン脂質と高級アルコール混合物の非常に複雑な温度挙動が明らかになった。この系はリン脂質と高級アルコールの配合比を変えると、見た目の特性や粘性などの物性も変化することが分かっている。今後、様々な配合比の製剤について解析を行い、粘性との相関性などを解析することにより、ゲル構造形成メカニズムを明らかにし、実際の化粧品製剤の開発に応用していきたい。

## 参考文献：

- [1] Y. Nakagawa, Effect of Cetyl Alcohol on the phase transition temperatures of Phospholipids. Abstracts of 59th Divisional Meeting on Colloid and Interface Chemistry, the Chemical Society of Japan, 463 (2006).
- [2] Y. Nakagawa, et al., A Study on the Structure and Physical Properties of a Novel Gel in a Phospholipids/Hexadecanol/Water System. Abstracts of 2008 IFSCC.