

気相下における保湿剤塗布が
ヒト角層細胞間脂質の構造変化に及ぼす影響の検討
**The study of effect of moisturizer application on structural changes of
intercellular lipid matrix of human stratum corneum**

國澤 直美, 岩井 一郎, 平尾 哲二

Naomi Kunizawa, Iwai Ichiro, Tetsuji Hirao

資生堂リサーチセンター

SHISEIDO RESRCH CENTER

角層細胞間脂質は、角層バリア機能に重要な役割を果たしている。また、保湿剤を角層に作用させると角層に水分を保持して角層バリア機能を改善させることはよく知られているが、保湿剤が角層細胞間脂質に及ぼす影響についてはほとんど知見がない。そこで、保湿剤入り水溶液を適用した角層と水のみを適用した角層を乾燥させながら細胞間脂質の構造変化を調べた結果、保湿剤は、乾燥過程における細胞間脂質の構造化を促進することが分かった。

キーワード： 角層細胞間脂質、保湿剤、グリセリン

背景と研究目的：

角層は皮膚の最表面に位置し、生体を守るバリア機能を担っている。特に、体内からの水分の蒸発を防ぐ機能は生命維持に不可欠である。角層の構成成分の一つである角層細胞間脂質は角層のバリア機能に重要であると言われている。冬場の乾燥により角層水分量が低下した肌に保湿剤を塗布すると、角層バリア機能が改善し、肌荒れに非常に良く効くことは経験的によく知られている。しかし、保湿剤を角層に作用させた時の角層細胞間脂質への影響についてはほとんど知見がない。一方、課題番号2007B1808において、我々は、角層が日常の中で水分の吸水・乾燥を繰り返していることに着目し、気相下での変化を測定・解析した[1]。その結果、水の動的変化が角層細胞間脂質の構造に影響を与え、角層水分量30%程度の時に角層細胞間脂質の構造が最も整うことや、急激に乾燥させると角層細胞間脂質の構造が乱れることを明らかにした。実際に肌に化粧料を塗布して使用する場面では、一度は角層中に浸透した化粧料の多くの水は角層から蒸発する。これらを踏まえ、我々は、保湿剤は水分が乾燥していく時の角層構造に影響を与えていると推測し、保湿剤入り水溶液を適用した角層を乾燥させながら角層細胞間脂質の構造解析を試みた。これにより、保湿剤のバリア機能改善の作用機序を明確にする。

実験：

三次元培養ヒト皮膚からトリプシン処理によって取り出した角層を試料とし、角層が乾燥する過程の角層細胞間脂質の構造変化を観察した。X線回折実験には波長 0.08 nm(15 keV)、カメラ長 500 mm、300 mm×300 mm のイメージングプレートを用いた。角層の大部分がケラチンや水であるため、小角領域ではこれらの散乱・吸収によって生じるバックグラウンド上に格子定数(d)が約 13 nm のラメラ構造の回折ピークが得られる。また、広角領域では脂質の充填構造もケラチン($d = 0.25\text{-}0.50$ nm)のブロードな散乱上に六方晶($d = 0.42$ nm)の回折ピークが得られる。角層試料は、空気の出入が可能なセルに詰めて乾燥させた。角層試料のばらつきを考慮し、保湿剤(グリセリン 10%水溶液)を作用させる試料 3 個とコントロール(水 100 %) 試料 3 個を時間差で同時に計測した。角層から水が乾燥して定常状態になるまで約 30 分おきに 4 時間まで X 線回折像を取得した。

結果および考察：

Fig. 1 にコントロール、Fig. 2 にグリセリンを適用した角層の X 線回折データを 1 例ずつ示す((a)：小角領域、(b)：広角領域)。各グラフは横軸に $S(\text{nm}^{-1})(S = 1/d)$ 、縦軸に X 線強度を表示し、経時で変化する X 線回折データを赤色から青色にグラデーションで色分けして重ねて表示した。水は $S = 2.0 \text{ nm}^{-1}$ から広角側に強い散乱があり、角層の乾燥に伴って水の散乱強度が減少してケラチンのブロードな散乱ピークが現れた(Fig. 1(b), 2(b))。また、小角領域においても水分量の減少に伴って、角層細胞に由来する散乱の強度が減少した(Fig. 1(a), 2(a))。ただし、コントロール角層の方が水分量の減少が多いため、散乱強度の減少が大きくなった(Fig. 1)。脂質の回折ピークの解析を行うと、小角領域では角層の乾燥に伴い保湿剤角層の $S = 0.07 \text{ nm}^{-1}$ (2 次： 0.17 , 3 次： 0.26 nm^{-1})のラメラ構造のピーク強度が大きくなった(Fig. 2(a))。広角領域においては、保湿剤角層、コントロール角層ともに六方晶構造のピーク強度は大きくなるが、保湿剤角層の方がより大きくなった。すなわち、保湿剤を適用した角層は、コントロール角層に比べて角層細胞間脂質の構造が構造化していることが分かった。

以上の結果から、保湿剤は角層中に水分を保持し、角層細胞間脂質の構造化を促進することが示唆された。これまでの我々の検討でも、角層水分量が約 30 %の時にもっとも角層細胞間脂質の構造が整っており、保湿剤が直接角層細胞間脂質の構造に影響を与えているのではなく、角層中に適度に水分を保持することで、角層細胞間脂質の構造を整えていると推察する。

今後の課題：

今回は、グリセリン 10 %水溶液の 1 種類での実験であったが、今回の結果を元にして保湿剤の量・種類を変えて、保湿剤の作用機序についてより詳細な検討が必要である。また、保湿剤とは異なる作用機序を持つと思われる素材でも検討を行うことで、化粧料の評価・開発へと発展させたい。

参考文献：

[1]國澤直美、平成 19 年度 SPring-8 重点産業利用課題成果報告書(2007B)

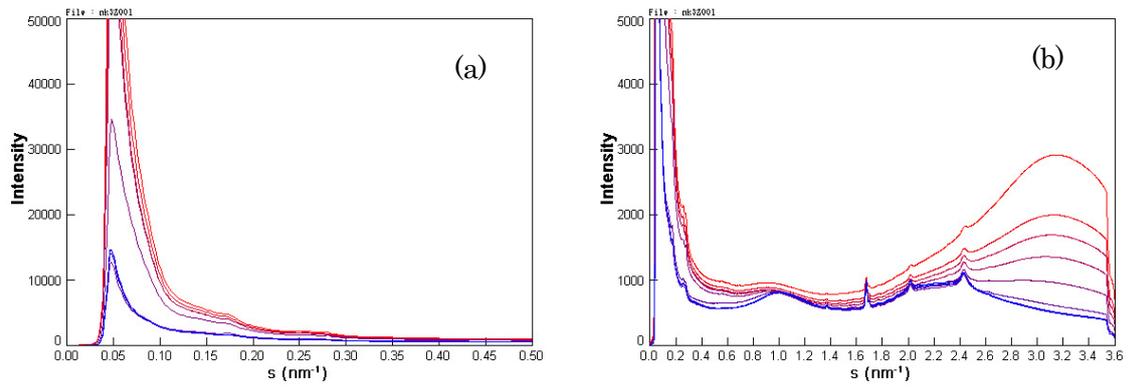


Fig. 1 The X-ray diffraction patterns of stratum corneum samples treated with water during evaporation of water. The small angle (a) and the wide angle (b) diffraction patterns. The change in 0-to-4 hours is shown by red-to-blue.

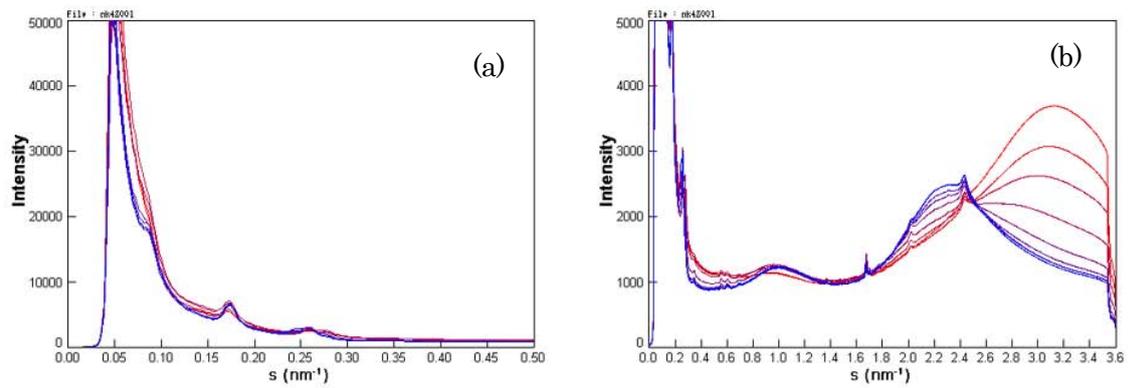


Fig. 2 The X-ray diffraction patterns of stratum corneum samples treated with glycerin during evaporation of water. The small angle (a) and the wide angle (b) diffraction patterns. The change in 0-to-4 hours is shown by red-to-blue.