

課題名	界面活性剤処理によるヒト皮膚角層の構造変化の中性子小角・広角散乱法を用いた解析 Structural change of human stratum corneum induced by the treatment of surfactant solutions studied using small-and wide-angle neutron scattering	
実験代表者;久米卓志	所属;花王株式会社	

背景;化粧品等に配合されている界面活性剤は、直接皮膚に触れる機会が多く、種類によっては角層成分を過剰に除去したり、角層の構造変化を生じたりする場合があります。近年、化学物質に対して何らかの刺激を感じる消費者の割合は増加傾向にある。また、環境問題への関心の高まりから、皮膚洗浄や洗濯行動等においても、より節水を意識した取り組みが広がってきている。このような皮膚への作用が緩和で安全性が高く、しかも環境対応型の商品を開発するためには、界面活性剤の皮膚角層への作用の本質を解明する必要がある。

中性子実験の必要性;界面活性剤水溶液処理によるヒト皮膚角層構造変化の研究において、SPring-8における放射光X線小角・広角散乱結果を相補的に解析することで、さらに詳細な知見、特に中性子散乱からは角層への『水』の浸透挙動等、が得られると期待される。

試料;・ヒト踵角層
 ・界面活性剤; 重水素化ドデシル硫酸ナトリウム (d-SDS (SDS-d25)); $C_{12}D_{25}SO_4Na$
 ドデシル硫酸ナトリウム (h-SDS); $C_{12}H_{25}SO_4Na$
 重水素化ドデシル硫酸ナトリウム、ドデシル硫酸ナトリウムを重水 (D_2O) に溶解して3%溶液を調製し、測定用試料とした。

実験結果; 重水と界面活性剤溶液 (d-SDS/ D_2O (3%)、h-SDS/ D_2O (3%)) の SANS測定結果をFig. 1に示した。軽水素を含まないd-SDS/ D_2O は重水よりわずかに高い散乱プロファイルとなっていたのに対し、界面活性剤のSDSが重水素を含まず軽水素だけであるh-SDS/ D_2O は、h-SDSと重水の間大きなコントラストからh-SDSミセル由来の強度の高くブロードな散乱が $q=0.1\sim 2.0nm^{-1}$ の領域に現れていた。

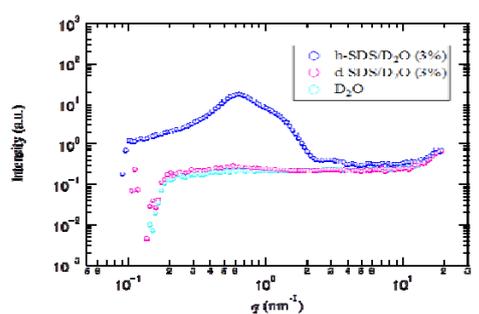


Fig. 1 SANS profiles of heavy water (D_2O), and surfactant solutions (h-SDS/ D_2O and d-SDS/ D_2O).

Fig. 2 には角層(SC)、角層+重水、角層+界面活性剤溶液の結果を示した。角層のみの散乱プロファイルと比較して重水および界面活性剤を浸漬した後の散乱プロファイルは強度が増加しており、浸漬によるケラチン線維の膨潤等の影響が見られていると考えられた。ここで、角層+界面活性剤溶液の2つの散乱プロファイルと比較すると、角層のみが軽水素化物であるSC + d-SDS/ D_2O よりも、角層と界面活性剤のSDSも軽水素でできているSC + h-SDS/ D_2O は $q=0.1\sim 2.0nm^{-1}$ の領域で過剰な散乱が現れていた。これはFig. 1の界面活性剤溶液のみの結果から、ミセル由来の過剰な散乱が寄与していることが推察された。

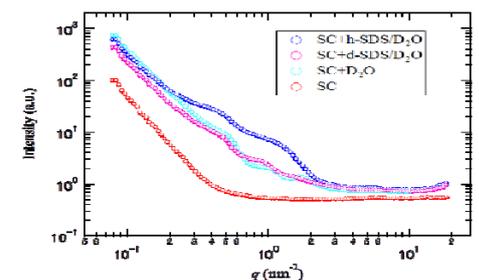


Fig. 2 SANS profile of stratum corneum (SC), SC soaked with heavy water ($SC + D_2O$) and surfactant solutions ($SC + h-SDS/D_2O$ and $SC + d-SDS/D_2O$).

一方で、角層+重水(SC + D_2O)とSC + d-SDS/ D_2O の散乱プロファイルと比較すると、ほぼ強度は同程度で、 $q=0.3\sim 2.0 nm^{-1}$ の領域に複数のピークがみられる。この部分のピークをより詳細に調べるために、SC + D_2O とSC + d-SDS/ D_2O のデータのみを横軸をLinearのグラフとしたものがFig. 3である。Fig. 3に矢印で示したように両者で同様なピークが観察されていた。(ただし、SC + d-SDS/ D_2O の最も高波数側のピークは明確ではない。)

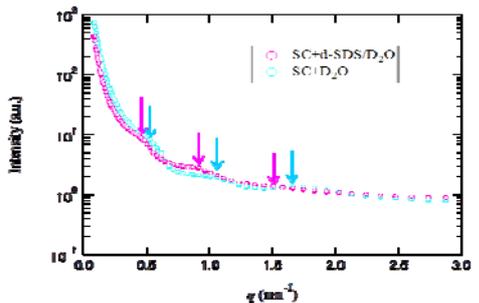


Fig. 3 SANS profiles of SC soaked with heavy water ($SC + D_2O$) and surfactant solution ($SC + d-SDS/D_2O$). Arrows indicate the peak positions of profiles.

Fig. 1の結果より、 D_2O とd-SDS/ D_2O の散乱はほぼ同程度であり、d-SDSミセルからの影響は無視できるレベルであると考えられたため、Fig. 3に矢印で示したピークは角層中のケラチン線維に由来する干渉性の散乱ピークであると考えられた。最も低波数側のピークが、SC + D_2O で約 $0.525nm^{-1}$ 、SC + d-SDS/ D_2O で $0.451nm^{-1}$ であり、これは実空間でそれぞれ約12nm、約14nmに相当する。これは、直径が約10nm程度とされるケラチン線維のマイクロフィブリルの間隔の相関に由来しているものであり、重水のみよりも界面活性剤溶液の浸漬でケラチン線維がより膨潤しているものと考えられた。

SPring-8の実験では、角層+界面活性剤溶液の測定データにおいて Fig. 2のSC + h-SDS/ D_2O の散乱プロファイルと同様にミセルに由来する大きな過剰の散乱が現れており、ケラチン線維のマイクロフィブリルからのピークを判別することはできなかった。この課題はX線散乱法による実験では原理的に回避が困難であり、今回の中性子散乱実験により、界面活性剤ミセルの影響を排除することによりケラチン線維の膨潤の評価が実現できた。