

新規合成部分フッ素化フォスファチジルコリン二重層膜の 構造と相転移挙動

Structure and Phase Transition Behavior of Partially Fluorinated Phosphatidylcholine Bilayers

高橋 浩¹、吉野 賢¹、高木俊之²、馬場照彦²、金森敏幸²、園山正史¹
(1:群馬大院工・2:産総研)

【背景】 リン脂質は両親媒性分子であり、水中に分散させると自発的に膜構造を形成する。細胞や細胞内小器官の膜は、このリン脂質膜とタンパク質とで構成されている。そのため、人工リン脂質膜にタンパク質を再構成し、そのタンパク質の機能を調べる研究が盛んに行われている。また人工リン脂質膜に、各種の分子を埋め込み、優れた機能をもつバイオ素子を開発する試みも盛んである。しかし、天然のリン脂質は、化学的安定性等に問題を持つ。そのため、疎水鎖の一部をフッ素置換した部分フッ素化リン脂質は、その化学的安定性や適度な凝集性により、上記の研究・開発に貢献できる素材として期待されている。それらのフッ素化リン脂質を使ったタンパク質再構成系の実験やバイオ素子の開発に着手する前に、まずは、それらの脂質の構造・物性の詳細を明らかにする必要がある。

【目的】 本研究では、新規に合成された 1,2-di(14,14,14,13,13,12,12,11,11-nonafluorotetradecanoyl)-sn-glycero-3-phosphatidyl-choline (F4-DMPC) から成る二重層膜の構造と相転移挙動の詳細を明らかにすることを目的とする。F4-DMPC は、生体リン脂質ジミリストリルフォスファチジルコリン(DMPC)の 2 つの疎水鎖末端の一部をフッ素置換した部分フッ素化リン脂質である。

【実験方法】 示差走査熱量(DSC)測定によって相転移挙動を、放射光 X 線回折・熱量同時測定によって相転移と構造変化の相関を調べた。また、浸透圧を付加した条件下で測定したラメラ反射強度から膜面に垂直方向の電子密度分布を再構成した。さらに、蛍光プローブを用いた蛍光測定を実施した。

【結果・考察】 F4-DMPC 膜の DSC 曲線に観察される 5.44°C の吸熱ピークは、同時測定の結果、F4-DMPC の疎水鎖の融解に対応する吸熱であることが分かった。蛍光測定は、液晶相において、同じ温度で DMPC と比較すると、F4-DMPC 膜に挿入された蛍光プローブ Laurdan の周囲には、より多くの水分子が存在することを示唆した。一方、浸透圧を付加した状態では、DMPC 膜よりも F4-DMPC 膜のラメラ間の水層の方が薄いことが、再構成された電子密度分布から示された。水素とフッ素の原子の大きさの違いから、膜の中心部分と頭部に近い部分では、パッキングの差が生じ、DMPC 膜と比較すると F4-DMPC 膜では、水分子が膜内に侵入しやすい状態になっていると結論できる。また、それが膜表面の水和にも影響していると考えられる。