

酸性リン脂質ジミリストリルホスファチジルグリセロール(DMPG) 2分子膜の構造とその膜に対する重水置換効果

高橋 浩¹、木下祥尚²、加藤 知²、伊藤和輝³

1)群馬大学院工、2)関西学院大学理工、3)理研播磨研

リン脂質のホスファチジルグリセロール(PG)は、バクテリアの生体膜の主要酸性リン脂質である。そのため、抗菌ペプチドの作用機構を探る研究において、PG からなるリン脂質膜をモデル生体膜として用いて抗菌ペプチドの分子間相互作用の解析などが行われている。そのような研究ではミリスチン酸を脂肪酸側鎖にもつジミリストリル PG(DMPG)が比較的良く採用されている(例えば[1])。しかしながら、DMPG は他のリン脂質と異なり Na^+ イオン濃度に依存して極めて複雑な相転移挙動を示す[2]など、その構造・膜物性に関してはまだ不明な部分がある。

本研究では、フリズフラクチャーエッチング電子顕微鏡観察法、熱測定、X線回折法を用いて、低 Na^+ イオン濃度におけるDMPG2分子膜の構造および相挙動を、特に結晶様相(サブゲル相)に注目して調べた[3]。その結果、低 Na^+ イオン濃度条件においては、従来考えられてきたように2分子膜が閉じたベシクルを形成しているのではなく、転移温度以下では、端の切れたシート状で水中に存在していることが明らかとなった。膜の端がどうなっているかは、現時点では不明である。DMPG2分子膜を-10℃付近で保持すると、他のリン脂質膜と比較すると極めて早く(数分程度の時間)の結晶様相(サブゲル相)を形成する。その要因は、DMPG2分子膜は転移温度以下では、そもそもベシクルのような閉じた構造ではなく、平坦なシート膜構造として存在するために弾性的な制約が小さく、サブゲル相構造形成にともなう膜面の平坦化が容易であることにありと推定される。

また、低 Na^+ イオン濃度条件で形成するDMPG2分子膜のサブゲル相の構造をX線回折で調べた結果、通常のゲル相よりも炭化水素鎖の充填は密であったが、結晶とは異なり極性頭部の配向による反射は観察されなかった。

加えて、低 Na^+ イオン濃度条件下で、重水中と軽水中で DMPG2 分子膜が、どのように異なるか小角 X 線散乱によって調べた[4]。X 線散乱プロファイルを理想的な平坦膜からの散乱として解析した結果、極性頭部の付近の電子密度が重水中の方が僅かではあるが高くなるという結果を得た。これは、重水中と軽水中では、極性頭部のイオンの解離に差が出来る可能性を示唆する。

[1] Umeyama *et al*, *Biochim.Biophys. Acta* **1756** (2006) 1523-1528.

[2] Salonen *et al*, *Biochim.Biophys. Acta* **982**, (1989)205-215.

[3] Kinoshita, Kato, Takahashi, *Chem. Phys. Lipids* **151** (2008) 30-40.

[4] Takahshi, Ito, *J.Phys: Conference Series* **83** (2007) 012022 (2007)