

脂質三成分ベシクルの膜粘度マップ

(東北大理, A京大工) 佐久間 由香, 川勝 年洋, 谷口 貴志 A, 今井 正幸

【はじめに】

細胞膜は脂質, タンパク質, 糖鎖など多数の分子から成る不均一膜である。細胞膜における代謝や信号伝達といった生体機能はリガンドとタンパク質の相互作用に誘起され、その相互作用はタンパク質の膜内流動によって制御されている。そこで、モデル生体膜にトレーサーを埋め込み、その動きから拡散係数を求めて理論モデルから膜流動の指標である膜粘度に変換するという研究が行われてきた。しかし、理論モデルにトレーサーのサイズと膜粘度の関係に制限があることや、均一の平面膜を仮定しているため曲率を持った不均一膜への適用が困難であるなどの問題があった。

これに対し、最近我々は Henle と Levine が提案した球状膜を仮定した流体モデルを元に [1]、不均一ベシクルにおいて広い膜組成の範囲で膜粘度を測定する手法を開発した。ベシクルの一点に接線方向の力を与えると膜に渦流れができ、この渦の中心位置は膜粘度によって変化する。そのため、渦の中心位置を測定することにより膜粘度を得ることができる。本研究ではマイクロインジェクションによる水流を用いて膜流動を誘起し、脂質三成分ベシクルの相分離によってできるドメインをトレーサーとすることで流動を可視化した。今回、三成分の組成比を様々に変えたときの膜粘度を相図上にマップし、膜組成と粘度の関係について調べた。

【結果と考察】

DPPC/DOPC/Cholesterol (CHOL)三成分ベシクルは、主に DPPC, CHOL から成る L_0 相と主に DOPC から成る L_d 相に相分離する。今回は 20°C で相分離した様々な組成比の DPPC/DOPC/CHOL 三成分ベシクルの膜面に流動を誘起し、渦の中心位置を測定することにより膜粘度を得た。この結果、膜粘度は $10^{-10}\sim 10^{-6}\text{Pa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}$ の広範囲に及び、 L_0 相の主成分である DPPC の比率が多いほど高粘度であることがわかった。また、相図中に引いたタイライン上の 7 点の膜粘度と L_d 相の面積分率 ϕ_{L_d} との関係を調べると、 $0.5\leq\phi_{L_d}<1$ では膜粘度はほぼ一定値で L_d 相の膜粘度が支配的であるのに対し、 $0<\phi_{L_d}\leq 0.5$ の範囲では膜粘度は ϕ_{L_d} の増加に対して指数関数的に減少していることがわかった。 $0<\phi_{L_d}\leq 0.5$ での膜粘度の ϕ_{L_d} 依存性を L_d , L_0 それぞれの相における脂質の活性化エネルギーの観点から考察した結果を報告する。

【参考文献】

(1) Henle and Levine, *Phys. Rev. E* **81**, 11905 (2010)