

ラメラ構造・非ラメラ構造の脂質 2 分子膜に対する重水置換効果

高橋 浩、定直高太郎（群馬大学院工）

化学的性質は同一であるが、軽水から重水への置換は、生物に多大な影響を与える。ほ乳類の多くにとって重水は毒であり、100%重水中で生きられるはバクテリア等の限られた種だけである。また、昆虫やマウスに数十%の重水を与えると、日周期のリズムが間延びすることなども報告されている。分子メカニズムは未解明であるが、これら事実は、重水が、生体高分子の構造に対して何らかの影響を及ぼすことを示唆する。様々な膜構造の生体脂質分子集合体の構造に対する重水効果を、小角散乱・回折法により系統的に調べ、重水と生体分子の相互作用に関する基礎的な知見を得ることを目的に、我々は研究を行っている。

代表的なリン脂質であるホスファチジルコリンから成る 2 分子膜のラメラ構造に対する重水置換効果に関しては、Kobayashi と Fukuda [1] による報告がある。彼らは、ゲル相の温度領域においては、軽水中と重水中で構造に差が認められなかったが、液晶相の温度領域では、調べた 3 種類の総てのホスファチジルコリン膜において、軽水中と比較すると重水中の方が、ラメラ周期の値が約 0.1nm 程度短くなるという結果を報告している。

今年のこのシンポで、我々は、酸性リン脂質ジミリスチルホスファイジルグリセロール (DMPG) 膜に対する重水置換効果を報告した。DMPG は、溶液の pH が中性かつ低 Na^+ イオン濃度条件では静電反発のためにラメラ構造は形成せずに、比較的大きな単一層ベシクルを形成する。そのベシクルからの散乱曲線から電子密度分布を再構成したところ、膜厚には差が認められなかったが、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いことを見出した。これは極性頭部と Na^+ イオンとの結合に重水が影響し、差が出たものと推定される。

今回は、ラメラ構造だけでなく、ヘキサゴナル II (H_{II}) 構造やキュービック (Q) 構造などの非ラメラ構造をとる脂質に関しても重水置換効果を調べた。その結果、変化が認められる場合は、どれも重水中の方が軽水中よりも繰り返し周期（ラメラ周期や H_{II} や Q 構造の格子定数）が短くなるという結果が得られた。特に、一番大きく効果が現れたのは、モノオレインからなる両相連続の Q 構造の格子定数で、重水と軽水では約 1nm に近い差が認められた。

発表では、以上の重水置換による繰り返し周期の短縮が、ラメラ構造と非ラメラ構造で、共通の機構によって生じているかについて議論する予定である。

[1] Kobayashi, Fukuda, *Chem. Lett.* **27** (1998) 1105-1106.

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