

バクテリオドプシン単分子層の構造におよぼす表面電子状態の影響

Effect of surface electronic structure on Bacteriorhodopsin monolayer

筑波大数物 〇ンジアフイ, 長谷川友里, 山田洋一, 佐々木正洋

Tsukuba Univ., 〇Ng Jia Hui, Yuri Hasegawa, Yoichi Yamada, Masahiro Sasaki

E-mail: angie_hui88@hotmail.com

緒言

Amyloid 線維とは直径数 nm 長さ数 μm のタンパク質のナノワイヤーの総称であり、変性したタンパク質が β -sheet 結合により一次元凝集して形成される。体内で Amyloid 線維が形成されると、アルツハイマー病等の神経変性疾患の病因になる一方で、Amyloid 線維は結晶性、安定性が良く、新材料としての応用も期待されている。Amyloid 線維の制御と応用のためには、タンパク質の β 構造への構造転移のメカニズムの理解が重要となる。本研究では特に、タンパク質の構造変化に及ぼす表面界面効果に着目した。このためのモデル系として、我々は Bacteriorhodopsin (bR) を研究対象とした。bR は 7 本の α -helix からなる比較的単純な構造のタンパク質である。これまでの報告によると、bR は Mica のような親水的な表面では天然構造を保ったまま良くオーダーした単分子層を形成する [1] が、疎水的な CNT の表面では β -sheet 状の分子層を形成する [2]。この違いを詳しく調べるために、今回各種基板の bR 単分子膜の構造を微視的に調べた。

実験

bR の単分子層は Langmuir Blodgett (LB) 法を用いて作製した。単分子層の基板として、HOPG、mica 及び表面の親水性の異なる Si 基板を用いた。Si 表面の親水性の制御は大気圧 He プラズマ照射により行った。単分子層の構造は原子間力顕微鏡 (AFM) や走査トンネル顕微鏡 (STM) で観察した。

結果と考察

Fig. 1(a), (b) に HOPG 上、及び mica 上の bR 単分子層の AFM 像を示す。HOPG 上の bR 膜では、ほぼ全面に周期性約 5 nm、凹凸数 \AA の均一な一次元状の周期構造が観察された。このような構造は mica では観察されなかった。bR 単分子層に一次元構造が形成されたことは、bR がアミロイド線維状の構造に転位したことを示唆する。この観察結果は CNT 上でみられた bR の構造転位 [2] と同様であると考えられる。この構造転移の要因としては、表面の疎水性の効果か、HOPG の特異な電子状態のいずれかが影響が考えられる。

次に、表面の親水/疎水性の効果を確認するために、大気圧プラズマ照射により親水化処理した Si 単結晶表面と未処理の Si 基板上の bR 単分子層を比較した。この結果、AFM 像では双方において一次元構造は観察されず (Fig. 2)、単分子層の微視的構造に大きな違いは確認されなかった。これらの観察結果より、HOPG や CNT で見られた bR の構造転位には、疎親水相互作用よりも、表面の電子状態の効果が大きいことが示唆される。

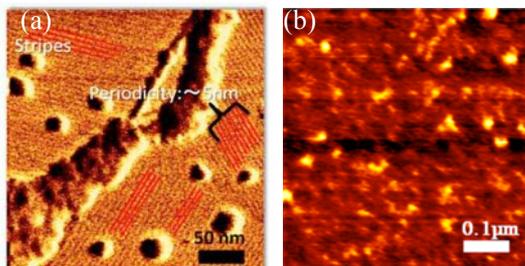


Fig.1 AFM images of bR monolayer on (a) HOPG and (b) mica substrates

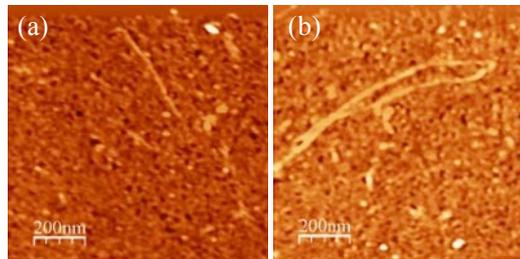


Fig.2 AFM images of bR monolayer on (a) hydrophobic and (b) hydrophilic Si substrates

[1] H. Yamashita et. al, J. Struct. Biol. 167 (2009) 153-158

[2] Y. Sugiyama et. al, J. Electron Microsc. 55 (2006) 143