

蛋白質の選択吸着を目指した配向性メゾ多孔質シリカ膜の創製

長岡技科大工¹ ○長谷川 滉太¹, 円子 友理¹, 小橋 孝葵¹, 多賀谷 基博¹

Nagaoka Univ. Tech.¹, °Hasegawa Kouta¹, Maruko Yuri¹, Kobasi Takaki¹, Motohiro Tagaya¹

E-mail: kouta_hasegawa@stn.nagaokaut.ac.jp

【緒言】 バイオセンサー材料には標的物質の高感度検出と選択的吸着が必要である。一方、メゾポーラスシリカ (MPS) 膜は、シリカを骨格とした規則性メゾ細孔を有する多孔質材料であり、触媒や酵素担体として機能する。MPS 膜のメゾ細孔に導入されるゲスト種は細孔構造によって規定される。バイオセンサー材料に応用するためには、細孔構造の配向性が高感度検出と選択的吸着のから重要となる。本研究では、ラビング処理で表面異方性を付与したポリイミド (PI) 基板上へ配向性 MPS 膜を形成し、PI 濃度と面内規則性の関係性を評価した。血清中に含まれるタンパク質 (ミオグロビン (Mb), リゾチーム (Lys)) の吸着能を異なる pH 溶液中において評価した。

【実験】 ラビング処理済み PI 基板はポリ (ピロメリト酸二水和物-co-1,6-ジアミノヘキサン) アミド酸が 1-メチル-2-ピロリドン (NMP) 溶媒に対し濃度 (X) を 2.5, 3.5, 5.8 wt% となるよう調製し、ガラス基板上へ成膜してラビング処理を施して調製した。配向性 MPS 膜は、配向規定材 Brij56 と casting 剤 P123 に、テトラエトキシシラン、エタノール、水、塩酸を加えたシリカ前駆体液を調製し、各 PI 基板上へ成膜後に焼成を経た (試料名: X-rubMPS (X=2.5, 3.5, 5.8))。試料は、高分解能 X 線回折 (H-XRD) により評価した。蛋白質吸着実験では、pH 3.8, 4.5, 10.6 の各緩衝液を溶媒として、Mb 溶液 0.1 mg/mL (5.9 nmol/mL) と Lys 溶液 0.1 mg/mL (7.1 nmol/mL) を混合した Mb-Lys 二成分溶液 0.2 mg/mL (13 nmol/mL) を調製した。3.5-rubMPS 膜を各蛋白質溶液 (4 mL) へ浸漬し、37 °C 条件下で 45 分間振盪撹拌した後の吸着量を紫外可視分光光度計により評価した。

【結果・考察】 Fig. 1 (a) の XRD 面外回折パターンにおいて Hexagonal 構造の 01 面と Cubic 構造由来の 11 面の回折が観測され、混相であった。Fig. 1 (b) における XRD 面内回折パターンでは、入射 X 線方向がラビング処理方向に対して垂直の場合、平行の場合に比べて高強度な 01 面の回折を観測した。この結果から、細孔方向が、面内において、ラビング処理方向に対して垂直に形成されていることがわかった。垂直方向と平行方向における 01 面回折ピーク積分強度比を算出したところ、3.5-rubMPS 膜が最も高い値となった。この結果から、MPS の規則細孔構造の形成能に影響を与える PI 濃度の最適値が確認された。2θχ を Fig. 1 (b) で得られた各試料の 01 面の回折に固定した 360° のφ測定結果を Fig. 1 (c) に示す。ラビング処理方向と垂直方向において 180° 周期で回折が観測され、細孔の面内配向が確認された。次に、Fig. 2 に 3.5-rubMPS 膜への吸着実験結果を示す。pH 3.8 と pH 10.6 において Lys の選択吸着、pH 4.5 に Mb の優勢吸着が観測された。pH 3.8 では Lys の MPS への選択性が高く、pH 4.5 では Mb と Lys の交換吸着が促進され、pH 10.6 では MPS と Mb 間で静電反発が生じたと推測している。

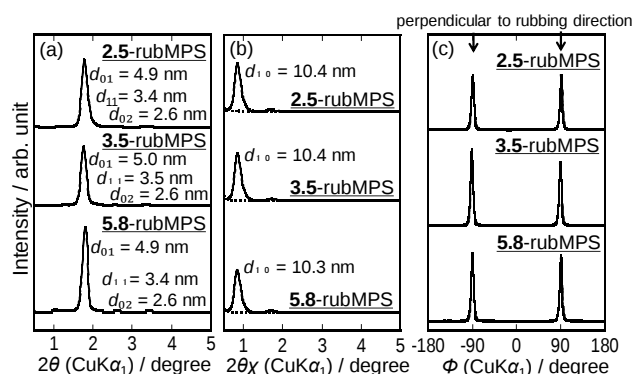


Fig. 1. XRD patterns ((a): out-of-plane, (b): in-plane 2θχ, (c): in-plane φ scans) of the 2.5-, 3.5- and 5.8-rubMPS films. In figure (b), The solid and dotted lines indicate the incident X-rays that are perpendicular and parallel to the rubbing direction.

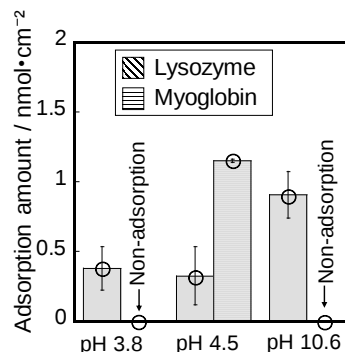


Fig. 2. Adsorption amounts on 3.5-rubMPS films from the mixture protein solution (total protein concentration: 13 nM) containing lysozyme (0.1 mg/mL) and myoglobin (0.1 mg/mL) at the different pH values.