

実験課題番号: 2005B0935

実験課題名: タンパク質 銀イオンからなる抗菌性表面のXAFS解析

実験責任者所属機関および氏名: 抗菌製品技術協議会 藤本嘉明

使用ビームライン: BL39XU

実験結果: 以下

抗菌加工製品の抗菌力測定の不確かさの推定ならびに試験所間の能力と精度比較に必要な均質かつ安定なコントロールサンプルの開発が求められている。我々は、シリコンウエハ基板上で、有機単分子膜と生体高分子を積層し、Ag を吸着させたコントロールサンプル(ナノバイオ基板)の開発を進めている。本実験では、ナノバイオ基板における銀の存在の確認、および作製条件と銀の化学的状態の変化の関係を検討する目的で、Ag-K 吸収端の全反射 XAFS スペクトルを測定した。

フェニルトリクロロシラン(PhTCS)を単分子層化学吸着させたシリコンウエハ(Si ウエハ)上に、コレステロール(Chol)の展開単分子膜を親水基が空気側を向くように移行し、コレステロール結合性タンパク質 pro-VCH を水溶液から吸着させることで、Si ウエハ/PhTCS/Chol/pro-VCH からなる積層膜を構築した。この膜を、電気分解によって作製した銀イオン溶液に浸漬し、洗浄・乾燥させ、ナノバイオ基板とした。ナノバイオ基板の Ag-K 吸収端の蛍光 XAFS スペクトルは、入射角 0.1 mrad で、Ge-19 素子 SSD 検出器を用いて測定した。

図 1 に、異なる濃度の銀イオン溶液に浸漬して作製された試料に対する EXAFS のフーリエ変換図を示す。ここでは、pro-VCH 溶液濃度は 500 nM で一定とし、電気分解によって得られた銀イオン溶液原液(5.11 mg/L)と、それを 1/5, 1/50 に希釈した溶液を用いた。また、参照として、Ag 箔と 1 mM 硝酸銀水溶液に対する結果もあわせて示している。

測定されたスペクトルにおける吸光度は、1/50 溶液に浸漬した試料で約 0.1, 1/5 溶液の場合で 1, 原液で 1.05 であり、銀溶液濃度に比例して増加するわけではなく、ある濃度以上では銀の吸着量が飽和に達することを示していた。図 1 のスペクトルを見

ると、Ag 箔試料で 2.8 の位置に現れているピークは Ag-Ag 間距離を反映し、一方、硝酸銀水溶液で現れている 1.9 のピークは Ag と水と水の酸素との距離を反映していると考えられる。原液と 1/5 溶液では、Ag-Ag 間距離に相当する位置にピークが現れているので、銀イオンが還元され Ag^0 として存在しているが、1/50 溶液に浸漬した試料では、 Ag^0 と Ag^+ の両方、あるいはそれらを含む複数の状態が存在することを示唆する結果が得られている。これらのことから、銀の存在状態は、銀イオン溶液の濃度に依存して変化していることが明らかになった。また、電気分解銀溶液の代わりに、塩化銀飽和溶液を用いて作製した試料でも、銀が吸着されること、および Ag^0 と Ag^+ が共存して存在することが示された。なお、本研究は平成 16 年において(独)製品評価技術基盤機構の“試験事業者認定事業開発業務に係る調査研究業務”として抗菌製品技術協議会が委託された成果の一部である。

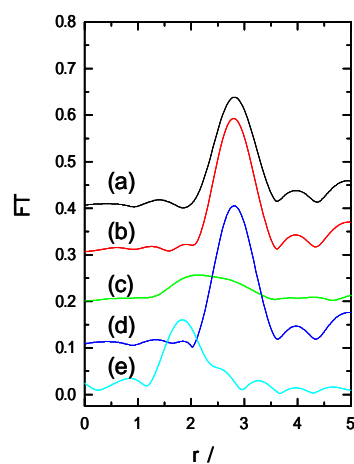


図1 バイオ基板のAg K-edge XANES フーリエ変換図。(a) 500 nM pro-VCH, 5.11 mg/L Ag水溶液、(b) 500 nM pro-VCH, 1/5 Ag水溶液、(c) 500 nM pro-VCH, 1/50 Ag水溶液、(d) Ag箔、(e) 1 mM 硝酸銀水溶液