

# バイオフィーム構成多糖吸着層の粘弾性に及ぼす陽イオン性界面活性剤の影響

(岩手医科大・歯) ○根津尚史

【緒言】 固体表面に生成した病原性微生物のバイオフィームを除去する際、薬剤の浸透性の低さがしばしば問題となる。またバイオフィームのマトリックスである多糖ゲルに対する薬剤の作用についても不明な点が多い。これまでに、バイオフィームのマトリックス成分高分子のヒアルロン酸(HyA)濃厚溶液に陽イオン性界面活性剤を加えると、物質透過性が向上することを色素系抗菌剤の拡散実験から示した。本研究では、固体表面の吸着過程と吸着層の粘弾性に関する情報が同時に得られるエネルギー消散測定型水晶発振子マイクロバランス(QCM with dissipation monitoring, QCM-D)を用いて、HyA 吸着層に陽イオン性界面活性剤が作用したときの吸着層の粘弾性変化について検討した。

【方法】 マトリックス高分子のモデル物質として HyA (Na 塩) を用いた。陽イオン性界面活性剤としては塩化セチルピリジニウム(CPC)および塩化セチルトリメチルアンモニウム(CTAC)を用いた。HyA の吸着固体表面には、生体親和性金属材料として歯科医療で多用される Ti を選び、Ti 表面を有する QCM センサーを使用した。なお、Ti 表面は大気中の酸素で容易に酸化されるため、TiO<sub>2</sub> の状態であるとみなした。QCM-D 装置により HyA、界面活性剤吸着に伴う周波数シフト  $\Delta f$  とエネルギー消散変化  $\Delta D$  を経時的にモニターした。

【結果と考察】 一例として pH 4 で正に帯電した Ti センサー表面に HyA を吸着させ、その後 CPC を作用させた系の結果を Fig. 1 に示す。QCM-D では負の  $\Delta f$  が吸着量増加を、正の  $\Delta D$  が振動減衰の強さ、すなわち吸着層の「軟らかさ」の増進を意味する。吸着の平衡状態はそのときの  $\Delta f$  値および  $\Delta D$  値で表されるので、これをベクトル  $\mathbf{A} = (\Delta f, \Delta D)$  で表すことにした。HyA の吸着、CPC の吸着、HyA 吸着層に CPC を加えた状態をそれぞれ  $\mathbf{A}_{\text{HyA}}$ 、 $\mathbf{A}_{\text{CPC}}$ 、 $\mathbf{A}_{\text{HyA+CPC}}$  とすると、HyA と CPC の間に相互作用がある場合は  $\mathbf{A}_{\text{HyA+CPC}} \neq \mathbf{A}_{\text{HyA}} + \mathbf{A}_{\text{CPC}}$  で、差異  $\Delta \mathbf{A} = \mathbf{A}_{\text{HyA+CPC}} - (\mathbf{A}_{\text{HyA}} + \mathbf{A}_{\text{CPC}})$  が相互作用に伴う正味の状態変化とみなせる。Ti に吸着した HyA は  $\Delta D$  が極端に小さかったことから、非常に緻密、剛直に吸着していたと推測される。CPC が直接 Ti に吸着する場合に比べて Ti 上の HyA 層に吸着する場合、 $\Delta \mathbf{A} = (-2.8, 0.16) \sim (-1.7, 0.16)$  であり、HyA が介在すると CPC の吸着量が増すとともに、吸着層の揺らぎが大きくなること(より「軟らかく」なること)が示唆された。CPC は静電相互作用で HyA 層に容易に吸着したと思われる。臨界ミセル濃度前後の 1 および 10 mM で HyA-CPC 吸着層の粘弾性に顕著な差は認められなかった。

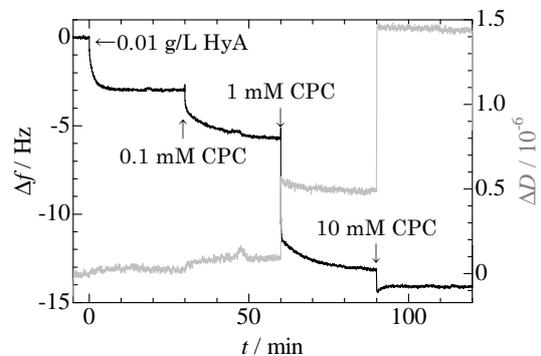


Fig. 1 Frequency shift  $\Delta f$  and dissipation change  $\Delta D$  observed after consecutive addition of 0.01 g/L HyA and 0.1, 1, 10 mM CPC at pH 4.

Viscoelastic behavior of biofilm-related polysaccharide adlayer influenced by cationic surfactants

T. NEZU (Iwate Medical Univ., tnezu@iwate-med.ac.jp)

Viscoelasticity of the hyaluronic acid adlayer formed on a titanium substrate, both in the absence/presence of cationic surfactants, was evaluated by the quartz crystal microbalance with dissipation monitoring (QCM-D) method. In the presence of cationic surfactants, the adlayer became more flexible as indicated by the net increase in the dissipation change  $\Delta D$ . Adsorption of the surfactant was enhanced on the HyA layer as shown by the strongly negative frequency shift  $\Delta f$ , probably because of the opposite charge. This trend seemed independent of whether the surfactant concentration was above or below its cmc. These results suggested that the application of cationic surfactants to the biofilm might loosen its polysaccharide matrix gel, which would make it easier to remove the biofilm.