

## 研究最前線



### バイオミネラリゼーション技術によるエナメル質ハイドロキシアパタイト結晶の誘導

谷本 幸太郎 医歯薬保健学研究科 医歯薬学専攻  
歯学講座 歯科矯正学 教授

現在、う蝕（虫歯）に対しては、基本的には感染菌質を切削し、人工材料に置換する治療が主流であり、一度失われた歯の硬組織は骨などのように生体によって修復されることはありません。そこで、私達はう蝕により損傷したエナメル質に対して、有機基質を媒介とした鉱物生成「バイオミネラリゼーション」を応用した修復を行う研究をしています。

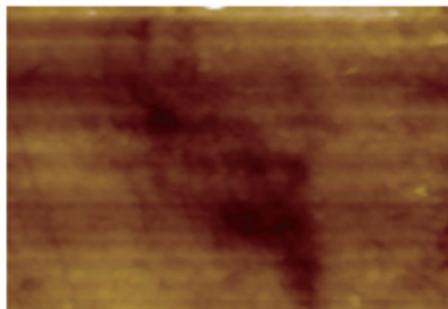
アメロゲニンとは、歯の形成時のエナメル基質中の90%以上を占める主要なエナメル蛋白であり、エナメル質形成に深く関与しています。アメロゲニンによりエナメル質の形態が作られ、その空間に過飽和のカルシウムおよびリン酸イオンが集積することにより、結晶成長が生じると考えられています。生体においては、常温常圧下で飽和条件よりもかなり低いカルシウムおよびリン酸イオン濃度で結晶生成が起きています。エナメル質を構成するハイドロキシアパタイトは、c軸方向に極端に長い結晶構造を有しており、しかも配向性がきわめて高いという特徴があります。このような独特の結晶構造は、人体で最も硬く緻密なエナメル質の物性に関与していますが、エナメル質形成時に結晶成長速度、形態、成長方向の制御がエナメル蛋白によってなされた結果と考えられます。このような考えに基づいて、損傷したヒトエナメル質上で、実験的にアメロゲニンによるハイドロキシアパタイト結晶誘導を試みています。

人工的に損傷させたエナメル質試料に対して、リコンビナントエナメル蛋白を用いてハイドロキシアパタイト結晶を誘導すると、16時間後には、エナメル質表面全体において起伏は残存するものの、数百nm単位の傷や小窩が結晶で満たされます。ハイドロキシアパタイト結晶誘導のための処理溶液におけるカルシウムイオン濃度およびリン酸イオンの比率（Ca/P比）を0.125～2.0の範囲で変化させてエナメル質試料を処理した後に、AFMによる表面観察を行ったところ、エナメル質表面の周波条様構造が依然確認されるものの、酸処理によりエナメル質表面に生じた陥凹がアパタイト結晶様の構造物で満たされ、粗造な表面状態の改善が認められました（図）。Ca/P比0.5から2.0の範囲の適正条件では、安定して算術平均荒さ（Ra）値の高い減少効果が確認されています。

現在のところアメロゲニンにより誘導される結晶はc軸方向に数百nmと限界があります。持続的に反応を誘導するためには、エナメル蛋白やイオン濃度などの結晶生成環境を維持する工夫が必要です。この課題を解決することにより、より大きなエナメル質の損傷に対して本法による修復が可能になるものと考えられます。

### バイオミネラリゼーション処理

(+)



(-)

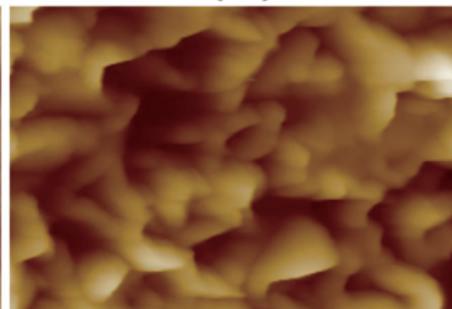


図 エナメル蛋白を用いた結晶誘導