

歯科矯正学 高宮 留美子

「骨芽細胞から形成されるコラーゲンの高詳細 3次元解析」

骨組織は様々な力学的負荷(メカニカルストレス)に適応するため、独自の複雑な層板構造を形成している。複雑な骨構造を形作るコラーゲン細線維について、過去様々な研究が行われおり、コラーゲン細線維はプロコラーゲンの形で骨芽細胞から開口分泌され放出することが知られているが、その放出過程と細胞外でのコラーゲン細線維及びコラーゲン線維を含んだコラーゲンネットワークの走行方向との関連性については未だ解明されていない。

そこで本研究では、近年新たに開発された直交配置型 FIB-SEM を用い、16 日齢ニワトリ胚頭蓋骨を試料とし、25 μm \times 25 μm の断面 SEM 像を 25 nm ごとに連続して撮影し、コンピュータ上で加工し 3 次元再構築像を得た。これにより、骨組織中の細胞性ネットワークとコラーゲンネットワークを同時にかつ高詳細に観察できた。また、コラーゲン層を z 軸方向に観察すると、各層においてコラーゲンネットワークの様相は全く異なり、その走行はランダムで秩序性に乏しいことが分かった。

さらに、超高压電子顕微鏡及び電子トモグラフィ法を用い観察したところ、骨芽細胞は極性を持ちコラーゲン形成を行っていることを確認した。また、得られた連続断層像から、ソフトウェア Avizo を用いてコラーゲン細線維を輪郭抽出し 3 次元構築したところ、骨芽細胞から形成されたコラーゲン細線維は、細胞外形を沿うように骨基質側方向へ走行することが分かった。さらに、骨芽細胞内に線維状構造物を認め、これらは膜状構造物に包まれていることを確認した。

今回、直交配置型 FIB-SEM を用いることで、骨の細胞を観察するに十分な広い領域と、コラーゲンネットワークを観察するに十分な解像度を備えたデータを取得し、3 次元的に観察することができた。さらに、超高压電子顕微鏡及び電子トモグラフィ法を用いることで、骨芽細胞のコラーゲン形成過程という従来観察が困難であった場面を高詳細に 3 次元的に観察することができ、骨芽細胞のコラーゲン形成について新たな知見が得られた。