



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Incremental Lines in Human Cellular Cementum : a Histological Study [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	高橋, 静香
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第15484号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89674
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Shizuka_Takahashi_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（歯学） 氏 名 高 橋 静 香

学 位 論 文 題 名

Incremental Lines in Human Cellular Cementum: a Histological Study

（ ヒト有細胞セメント質の成長線の組織学的研究 ）

キーワード（5つ）有細胞セメント質、成長線、コンタクトマイクロラジオグラフィ、光学

顕微鏡、走査型電子顕微鏡

セメント質は歯周組織のひとつであり、歯を歯槽に固定するという重要な役割をもつ。セメント質は無細胞セメント質と有細胞セメント質に大別される。有細胞セメント質は歯根の根尖側 1/2 から 1/3 の領域にみられ、厚さは数十 μm から、時に 1mm 以上にまで達する。線維成分としてシャープピー線維以外に固有線維を含み、これらはセメント質表面に平行に配列している。有細胞セメント質の多くは、数層から十数層、あるいはそれ以上のセメント層板が積み重なった構造を示し、隣接するセメント層板は幅 2 μm 程のヘマトキシリンに濃染する成長線により仕切られる。各セメント層板におけるシャープピー線維と固有線維の割合は多様で、シャープピー線維をまったく含まず固有線維のみからなるセメント層板もある。

成長線は、組織化学とコンタクトマイクロラジオグラフィ（CMR）により、多糖体に富み周囲よりも石灰化度が高いと報告されている。成長線は骨で見られる休止線と相同で、セメント質形成における休止期に生じる線条構造であると解釈されているものの、その微細構造、石灰化、および有細胞セメント質形成との関連については不明な点が多い。本研究の目的は、成長線を組織学的に観察し、成長線に関わる上記の問題を考察、解明することにある。観察には光学顕微鏡、CMR、走査型電子顕微鏡を用いた。走査型電子顕微鏡観察においては、線維間基質を効果的に除去しコラーゲン線維を明瞭に観察するために NaOH 浸軟法を利用した。

本研究室で 10%ホルマリン中に保存されていたヒト下顎大臼歯 50 本を材料とした。歯を脱灰、再固定後、パラフィン縦断切片を作製し、ヘマトキシリン染色、ヘマトキシリン-エオジン染色、細網鍍銀染色を施した。一部の細網鍍銀染色切片においては、撮影後にヘマトキシリンあるいはトルイジンブルーにより再染色し再撮影した。同一切片から得たこれら 2 枚の写真をセメント細胞の位置を基に重ね合わせて比較・検討した。一部のヘマトキシリン染色切片においては、撮影後に 10%NaOH 水溶液で 1-2 日間浸軟処理を施し、導電染色を含め通法に従い処理し走査型電子顕微鏡により観察した。

CMR 撮影については、厚さ 50-70 μm の縦断研磨切片を作製し、ヘマトキシリン染色像を撮影後、軟 X 線照射装置を用いて行った。同一切片から得た光学顕微鏡像と CMR 像をセメント細胞の位置を基に重ね合わせて比較・検討した。

シャーピー線維がほとんど、あるいはまったく見られない部位を観察した。成長線で仕切られた各々のセメント層板において、その歯根膜側では線維が整然と配列しており、多くの場合、それぞれ幅 $2\mu\text{m}$ 程の、強く染まる層板と淡く染まる層板とが交互に繰り返す構造を呈していた。以後この構造を層板構造と呼ぶことにする。一方、象牙質側では層板構造は認められなかった。言い換えれば、一本の成長線を挟み、その象牙質側では層板構造が明瞭であり、逆に歯根膜側では不明瞭であった。細網鍍銀染色切片では、染色されずに白く抜ける、すなわち線維に乏しい線条が認められ、ヘマトキシリン染色像と重ね合わせると、その線条は成長線と一致した。細網鍍銀染色切片においても、成長線を挟んでその象牙質側には層板構造が認められた一方、歯根膜側では線維の配列は乱れ層板構造は認められなかった。

NaOH 浸軟法で線維間基質が除去された結果、光学顕微鏡で観察された成長線は走査型電子顕微鏡下では線維に乏しい溝状構造として観察された。光学顕微鏡観察と同様に、溝状構造（成長線）の歯根膜側の線維は象牙質側よりも配列は乱れていた。光学顕微鏡下で層板構造が存在する部位には、走査電子顕微鏡下では、ほぼ縦断されている線維からなる層板とほぼ横断されている線維から成る層板とが交互に積み重なる構造が見られ、拡大すると、層板構造には線維の周期的な配列方向の変化が認められた。また、しばしば成長線でセメント層板の剥離が認められた。

光学顕微鏡像と CMR 像の重ね合わせでは、各々のセメント層板において、その象牙質側の線維配列が不規則な領域は低石灰化を示し、歯根膜側で層板構造の存在する領域は高石灰化を示したが、両者の境界は不明瞭であった。対照的に、成長線付近、すなわち隣接するセメント層板の境界では、高石灰化帯と低石灰化帯の境界は明瞭であった。高石灰化帯の最も歯根膜側、すなわちセメント層板の最も歯根膜側に、しばしば高石灰化を示す線条が認められた。成長線はこの高石灰化線条とは一致せず、セメント層板の最も象牙質側、すなわち低石灰化帯の最も象牙質側と一致した。

以上の組織学的所見から、成長線は線維に乏しいこと、ならびに層板構造は線維の配列方向が周期的に変化することにより形成されることが明らかとなった。層板構造は骨層板にも認められ、様々な方向からの機械的圧力に耐える構造とされている。有細胞セメント質においても、様々な方向からの咀嚼圧に耐える構造として層板構造は働くものと思われる。一方で、有細胞セメント質の剥離は成長線で起こることから、成長線は有細胞セメント質のうちで最も機械的強度が弱いと推測される。

本研究では、光学顕微鏡像と CMR 像を正確に重ね合わせることににより、成長線は周囲よりも低石灰化の線条であるという結論が導き出された。この結論は従来の報告とは異なるものである。従来の研究は同一切片での光学顕微鏡像と CMR 像の重ね合わせをしていないか、したとしても我々のものよりも正確ではないように思われる。また、走査型電子顕微鏡像と CMR 像を比較したものもあったが、次亜塩素酸・塩酸処理によりセメント質の構造が大きく変化したために、2つの画像の重ね合わせに若干のずれが生じたものと考えられた。

本研究結果から、有細胞セメント質形成について、1) セメント芽細胞は不活性期と活性期を繰り返しながら有細胞セメント質を形成する。2) 不活性期のごく初期では細胞は線維形成能力と石灰化能力がともに不十分であり、したがって線維に乏しく低石灰化の成長線が形成される。3) 細胞の活性が高まるにつれ、分泌される線維は密になり石灰化度も高まる。4) 活性が最大限に達すると細胞は規則正しい層板構造を形成するようになる。5) なんらかの理由によりセメント芽細胞は急に不活性期に入る。6) 以上の過程が繰り返され、線維構築と石灰化度に極性を持つセメント層板が幾重にもわたり形成される。以上のように考察した。