

論文審査の結果の要旨

氏名：平山 達也

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：ナウマンゾウ臼歯の歯冠セメント質について-エナメルセメント境の再検討-

審査委員：(主査) 教授 清水 武彦
(副査) 教授 近藤 信太郎
教授 岡田 裕之

ナウマンゾウ (*Palaeoloxodon naumanni*) は日本の代表的な化石長鼻類であり日本列島の各地から産出している。臼歯のセメント質は歯根（歯根セメント質）とともに歯冠全体を覆い（歯冠セメント質）、咬板の間もセメント質によって完全に埋められる。歯冠セメント質は歯冠表層を覆う冠周セメント質と咬頭間を満たす充填セメント質に区分され、充填セメント質には咬合面を維持し強大な咀嚼力に抗するための接着の機能が求められる。ナウマンゾウの咬板のエナメル質がセメント質と接する面（エナメルセメント境・cementoenaml junction (CEJ)）は複雑に陥凹した形態をもつ事が知られている。この陥凹の形成要因としては咬板エナメル質の吸収と形成障害が考えられるが、形成障害が主な要因であるとする見解が定説化している。

本研究ではエナメル質形成不全症 (amelogenesis imperfecta) の研究などをふまえてエナメル質の減形成や石灰化不全を生じる形成障害が、強固な結合を必要とする充填セメント質との嵌合を保てるのかという疑問から、充填セメント質の CEJ の形態とその形成要因を精査し従来の説が再検討された。従って本研究では、新たな試料を用いて歯冠セメント質（充填セメント質）の CEJ の形態を精査し、加えて、エナメル質の形成障害（吸収ではない）とするこれまでの組織像が証拠として十分であるかを検証した。

試料は野尻湖ナウマンゾウ博物館所蔵のナウマンゾウ (*Palaeoloxodon naumanni*) の上顎右側第三大臼歯（標本番号：19NIII10-13,14：2012年（第19次）野尻湖発掘で産出）の臼歯破片の提供を受けた。咬板の破片（象牙質・エナメル質・セメント質を含む領域）を切り出し、試料の一部を研磨して薄片とし、光学顕微鏡 (C-200: ニコン) の観察に供した。試料の一部は樹脂包埋（冷間埋込樹脂：丸本ストルアス）の後に研磨し、実体顕微鏡 (SZ:オリンパス) での観察に供し、その後 1/20N HCl で 20～30 秒間エッチングし、金-パラジウム (Au-Pd) で蒸着後、走査型電子顕微鏡 (SEM) (S-2700, S-3400N: 日立) で観察した。内部構造の観察のために X線 CT (管電圧 90KV, 管電流 200 μ A) (μ CT Cosmo Scan: リガク) を使用した。

本臼歯標本のエナメル質の厚さは褶曲の部位により 2.0～3.0mm であった。破断面のエナメル質表面には不揃いな大きさ且不規則な形状の瘤状の盛り上り（エナメル瘤）が多数観察され、大小の陥凹をセメント質が満たしていた。マイクロ CT を使った三次元像ではエナメル質の2つの境界面であるエナメル象牙境（エナメル象牙境・dentinoenaml junction (DEJ)）の平坦な接触面と CEJ の複雑な陥凹との違いが明瞭であった。切断面を実体顕微鏡で観察するとエナメル質の表層側（充填セメント質側）1/4-1/5 ほどは全長にわたって白～淡褐色に濁り、CEJ の陥凹は白濁したエナメル質に入り込んでいた。研磨標本の光学顕微鏡観察では、セメント質はセメント小体が豊富であり、脈管の侵入とセメント小体が同心円状に並ぶ構造が観察された。

本研究ではエナメル質の陥凹の成因を成長線（レッチウス条）の連続性から調べられた。成長線はエナメル質の湾曲に並行するように走行するが、複雑な凹凸のある表層ではCEJの陥凹に沿って線条が凹湾しているように見える部位でも、拡大し精査するとセメント質によって連続性が中断され、明らかに連続性は途切れていた。SEMの観察ではエナメル質の成長線は貫入したセメント質によって成長線の連続性が中断され、エナメル質とセメント質は細かい凹凸で噛み合っていることが分かった。また、エナメル質の外層でエナメル小柱の走行が急変する部位が見られたが、エナメル小柱の形態や幅、走向は揃っておりエナメル質構造に大きな乱れはなかった。CEJ接合部分の拡大像では小柱構造は失われ無小柱エナメル質の形状を呈していたが構成する結晶は明瞭であり変性はみられなかった。

本研究においてナウマンゾウのエナメル質の成長線（レッチウス条）はエナメル質深層でのDEJに並行するような配列から表層のCEJの褶曲に沿うような配列に変化する像が得られた。従って本来のエナメル質表面は起伏のある形状であり、起伏の辺縁で成長線が収斂するように連続すれば形成後に変化がなかったことを示す。しかし、実際にはセメント質との滑らかな境界を持つ部位は非常に少なく、CEJ接合面のエナメル質の突出した部分では輪郭に沿ったレッチウス条は観察されず、陥凹部分ではレッチウス条がセメント質によって分断されていた。線条が陥凹を取り巻くように見える部位の精査からも連続性は示されなかった。SEMによる観察でも成長線が中断される像が得られたことから、複雑なCEJ形態の成因はエナメル質の吸収であることが示された。吸収の影響は微細な陥凹部位にも見られ、エナメル質とセメント質の強固な接合を形成する構造になっている。また、本試料のエナメル質には形成障害による構造変化は認められなかった。

本研究のもう一つのねらいであるこれまでの報告の再検討からは、ナウマンゾウを含む長鼻類の歯冠セメント質におけるCEJの図版にエナメル質形成時のままの成長線が残る像や、エナメル質に形成障害（不全）を示す組織像は確認できなかった。

本研究によって長鼻類（ナウマンゾウを例に）の歯冠セメント質の複雑なCEJの形態はエナメル質の吸収によるものであることが確認され、これまで踏襲されてきた定説、すなわちエナメル質表面にはハウシツ窩状の吸収痕が少なく、長鼻類特有の様式としてエナメル質の形成障害に伴って歯冠セメント質の発達があり、エレファス科ではCEJの陥凹は主に形成障害によるものである、とする仮説は十分な説得力を持たないことが明らかにされた。本研究は硬組織間の接着様式に関する緻密な形態学的アプローチの重要性を示している。

よって本論文は、博士（歯学）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

令和2年1月23日