トガリネズミ (*Sorex*) の歯の着色と組織構造

小 沢 幸 重 三 島 弘 幸
寒 河 江 登 志 朗 奥 田 綾 子

日本大学松戸歯学部解剖学教室

〔受付：昭和62年8月13日〕

The pigmentation and the structure of *Sorex* teeth

Y. Kozawa, H. Mishima, T. Sakae and A. Okuda

Department of Anatomy, Nihon University School of Dentistry at
Matsudo, Sakaecho-Nishi 2-870-1, Matsudo, 271

〔Accepted for publication: August 13, 1987〕

Key words: *Sorex* / tooth structure / tubular enamel / prismatic enamel / pigmentation

Abstract: The structure and the pigmentation of *Sorex* (Insectivora) teeth were examined. Pigmentation was observed on the surface in contact with the opposite tooth, on the lingual side of the upper teeth and on the labial and buccal sides of the lower teeth. The pigmentation was caused by iron deposits in the enamel, as in rodent incisors, but was observed on all teeth of the dental arch in *Sorex*. The pigmented enamel accounted for a maximum of about the outer two-thirds or three-quarters of the enamel layer, and below this was the unpigmented enamel layer. The iron content was found to be about 8 % (% weight) by SEM electron microprobe analysis. *Sorex* enamel apparently had four types of organization, tubular, atubular, prismless and prismatic enamel. Enamel tubules were observed all over the enamel, but were scarce in the pigmented enamel. Enamel prisms ran a simple course from the dentino-enamel junction to the enamel surface, except in the very thin intercusp regions, which showed a tubular and prismless structure. No Hunter-Schreger bands were observed, but the enamel prisms were arranged in parallel lines sandwiching the interprismatic enamel within the unpigmented enamel. The diameter of the enamel prisms was about 3 μ m. Enamel tubules ran a bent and twisted course and were continuous with the dentinal tubules. Some of this form of organization is comparable with that of early mammalian enamel, and may be the typical pattern existing between lower and higher mammalian enamel. The peritubular dentine was clearly observed, and the cementum was very thin.

緒 言

食虫類は、霊長類と共通の祖先を持つとも考えられるが、霊長類の歯の構造が系統的に検討されている^{1,2)}のに対して、食虫類の歯の構造については、モグラのエナメル質にシュレーゲルの条紋がなく円形のエナメル小柱を持つことが知られているぐらいである³⁾。いっぽう、食虫類の一種であるトガリネズミの仲間は歯が着色しており、この着色の程度がトガリネズミの分類に使われてい

る⁴⁾。歯の着色については、ラットなど齧歯類の切歯エナメル質におけるものが顕著で古くから研究されている⁵⁾。しかし、トガリネズミのそれは、ラット切歯とは著しく様相を異にしていると同時に、歯の構造自体も著しい違いを示しているため、同一に論じられない。

本報は、トガリネズミのエナメル質を中心に、そこへの着色と歯の構造について検討したので報告する。

実験方法

使用した動物は、北海道産のオオアシトガリネ

ズミ (*Sorex unguiculatus*) とエゾトガリネズミ (*Sorex caecutiens saevus*) である。野外で捕獲後、直ちに10%フォルマリン液にて固定し、上下顎から各歯を抜去した。

試料の一部は、半面のみ研磨し、塩酸 (0.5%) により約20秒エッチングし、カーボン、金蒸着後、走査電顕で観察した。エッチングを施さない試料は、そのままカーボン蒸着して分析電顕で分析した。

他の一部は、研磨標本を作製、軽くエッチングした後無染色およびヘマトキシリン染色をして封入観察した。他の研磨標本は、コンタクトマイクロラジオグラム、X線回折を行った。さらに透過電顕用の試料として、歯を EPON812 に包埋し、超薄切片を作製し、観察・分析した。

結 果

1. エナメル質

エゾトガリネズミ、オオアシトガリネズミともすべての歯に着色しているが、歯によって着色の部分が異なる。上顎臼歯のエナメル質では各咬頭の口蓋側に、下顎臼歯では唇側により広く着色し、歯頸部近くや咬頭間の溝の部分の着色は少ないか、又は、認められないこともある (Fig. 1)。トガリネズミの着色は齧歯類同様エナメル質への鉄の沈着によるものだが⁶⁾、エナメル質全層の $\frac{2}{3}$ ~ $\frac{3}{4}$ まで至ることがまれではなくさらに、深くまで達することもしばしばある。このような着色の分布は、齧歯類とは著しく異なるところである。

着色エナメル質の深層、即ち象牙質近くの無着色エナメル質、咬頭間の無着色エナメル質等は細管エナメル質であり、この細管は象牙細管と明らかに連続している (Fig. 2, 3, 4)。エナメル細管は、部分的に膨隆しながら屈曲しつつエナメル質表面に走行するが、着色エナメル質へ侵入するものはわずかであり、着色エナメル質を貫いて表面に至るものはほとんど観察されない (Fig. 5)。エナメル細管の屈曲は、あたかもエナメル小柱から次のエナメル小柱へ飛び越えて侵入するごとくに観察される。この屈曲走行は、歯冠中腹の着色層が薄くなる部分でとくに著しい。象牙細管のほとんどはエナメル細管に連続する直前、つまりエナ

メル象牙鏡の近くで放射状に分岐しているが、ごくわずかにエナメル質内で分岐しているエナメル細管も認められる (Fig. 4)。非常に薄い無着色エナメル質の場合には、エナメル細管は、直線的にエナメル質表面まで走行する (Fig. 3)。

電顕的に観察するとエナメル細管は、エナメル小柱の辺縁 (Fig. 6) および小柱間エナメル質など、両者の境界に多い。走査電顕的に観察すると、エナメル細管の中に線維状の構造物が観察され、この構造は咬頭直下領域で最も多い (Fig. 7)。

エナメル小柱は、歯の縦断面の無着色エナメル質で横断面が観察され、その大きさは直径約2~3 μm のほぼ円形であり、約1 μm の幅の小柱間エナメル質に狭まれる。無着色領域では、エナメル小柱が平行に配列することが多い。着色エナメル質内のエナメル小柱は、エナメル象牙境に対し約35°の角度をもってエナメル質表面に向かい直線的に走行する (Fig. 8)。エナメル質表面の約2~3 μm 幅の層では、エナメル小柱が欠如し無小柱エナメル質となる。咬頭間の薄いエナメル質は、無小柱エナメル質の場合も多いが、電顕的に確認すると結晶の配列は一定でなく、かつエナメル細管が認められる (Fig. 9)。

エナメル質結晶は、断面が長六角形をなすものが多いが、小柱の境界領域では、幅が著しく大型で約150nmのものも認められる (Fig. 10)。エナメル細管壁と周囲のエナメル質の結晶の大きさが著しく異なることはなく、ブタなどのようにエナメル細管が二次的に石灰化される形跡はこれまでのところ認められない。着色エナメル質、無着色エナメル質ともに、その表面はごく小形の結晶が沈着しているが、歯小皮のような構造は観察されない (Fig. 11)。

着色エナメル質は、酸に抵抗性を示しエッチングに対しても不溶性であるが、結晶が抵抗性を持つ場合、小柱間エナメル質に抵抗性のある場合、全体として不溶性の場合等がある (Fig. 12)。この原因は、分析電顕によると鉄によるものであるが (Fig. 13)、リン・カルシウム比が無着色エナメル質より著しく低く、石灰化が無着色エナメル質よりも悪いことが示されている。コンタクトマイクロラジオグラムでは、着色エナメル質のX線

透過性は無着色エナメル質より悪く、アルミ箔換算によると無着色層の68%に対して着色層は80%のX線を吸収する (Fig. 14)。酸化鉄 (Fe_2O_3) とアパタイトの質量から、X線吸収量を比較すると、酸化鉄は約1.5倍高い。仮りに無着色層の約10%のカルシウムが鉄と置換しているとしても、上記の吸収量は大きすぎる。即ち、無着色層の鉄とカルシウムの総計は、無着色層のカルシウムよりも多いことになる。

2. 象牙質、セメント質

象牙細管の走向は、歯頸部では咬頭に対し凸彎して曲走するが、他の領域ではわずかにカーブしつつもほぼ直走する。歯根部の象牙細管もほぼ直走する。側枝は歯髄近くから観察され、当初やや急角度で細管より派生するが、やがて細管に対し、垂直方向に走り、他の側枝と連絡する (Fig. 15)。エナメル象牙境近くになると、分枝が激しくなり、かつ各々の側枝、終枝とも屈曲走向しエナメル質内に侵入する (Fig. 4)。前記のごとく、多くのものはエナメル象牙境付近での屈曲が著しい。

歯の大きさに対して、全体的に象牙細管は太い印象を受けるが、電顕的に観察すると、明らかに管周象牙質の構造が認められる (Fig. 16)。

セメント質は著しく薄く、無構造の原生セメント質である (Fig. 17)。しかし歯根膜の主線維の発達が良い。

検 討

1. エナメル質の構造

食虫類に関するエナメル質の構造についての報告は少なく^{3,7-9)}、モグラなどでは楕円形のエナメル小柱を持つがシュレーゲル条を欠くこと、またツパイなどが細管エナメル質を持つことなどが知られているのみである。Dösch et al.⁸⁾ は、トガリネズミのエナメル質について報告し、エナメル小柱が無着色エナメル質だけに存在すると報告している。ところが今回は、エナメル小柱は着色、無着色全層を通して観察され、エナメル質の表面の2~3 μm の表層のみが無小柱エナメル質であること、咬頭間のごく薄い無着色エナメル質では無小柱エナメル質であることが判明した。

エナメル小柱の太さは、全層を通して直径3 μm

をこえることは少ない。無着色エナメル質、特に着色エナメル質の深層の領域では、エナメル小柱が平行に配列する。歯の縦断および水平断においても、ほぼ平行の配列が多いため、エナメル小柱は各々の列からはみだすことなく、各列ごとに咬頭をう回して走行しつつ、着色エナメル質へ到達する。次いで着色エナメル質中では、エナメル質表面へ直走する。

エナメル細管の発生は、エナメル芽細胞、象牙芽細胞両者の突起による¹⁰⁾ことから、この突起間の相互作用による制御でエナメル芽細胞の後退運動が一定の規則性を持つと推定される。即ちこれによってエナメル芽細胞が平行に配列し各列毎のグループ運動をすると考えられる。これは、有袋類や岩狸類の細管エナメル質も同様の現象、つまりエナメル小柱の平行な配列が認められることから支持されよう^{9,11)}。つまり無着色層でのエナメル小柱の走行は、この領域にエナメル細管が多いことと深く関与すると考えられる。象牙線維がもはや侵入しない着色領域は、このような動きも止まり、直線的なエナメル小柱の走向となる。

以上のごとき細管エナメル質中のエナメル小柱の配列は、より進化したエナメル質で認められるシュレーゲルの条紋を形成するエナメル芽細胞のいわゆる‘dancing’の萌芽的な動きとも推定されよう。この事実は、哺乳類の初期進化で、臼歯化が顕著になった時期にエナメル細管が発達する¹²⁾という Osborn et al.¹²⁾ による報告の事実とも一致する。なぜなら臼歯化による歯冠の複雑な形態への発達は、エナメル質の構造的強化を必要とし、エナメル小柱の配列にもそれが現われると考えられるからである。但し、Osborn et al.¹²⁾ は、この点には全くふれていない。即ちエナメル芽細胞と象牙芽細胞の関与によって形成されるエナメル細管は、エナメル芽細胞の萌芽的‘dancing’と関与するが、シュレーゲルの条紋は更により発達した複雑な動きであり、この機構とは異なるようである。シュレーゲルの条紋を形成するようなエナメル芽細胞の‘dancing’は、より複雑なエナメル器全体の制御された動きによるものと推定されるが、この点はさらに研究を進めたい。

トガリネズミのエナメル小柱は、直径3 μm と

小形である。Sahni¹³⁾によると、原始的な初期哺乳類のエナメル小柱は差異はあるもののほぼ大型で10 μm を超える直径を持つものがあるという。一般的な哺乳類のエナメル小柱の幅又は直径は、5 μm 前後が多く、これより小型のものは有蹄類などの臼歯が特殊化したものに多い^{3,9)}。つまりエナメル小柱はエナメル質の組織が複雑に変化することにつれて、大なり小なり小型化するのが多い。トガリネズミの場合、歯の形態やエナメル質組織が著しい特殊化をしているわけではないため、その原因については不明であるが、一般的に小型化の道をたどったものであろう。

2. 着色

トガリネズミの歯は、全ての歯に着色していることは古くから判明していて、その着色の程度は動物分類にも用いられている⁴⁾。しかし、この着色原因が、齧歯類の切歯エナメル質表面の着色と同様に確実に鉄の沈着であることが立証されたのは比較的近年のことのようである⁶⁾。トガリネズミに沈着した鉄が定量的に研究されたのも新しく、Lunt et al.¹⁴⁾はモグラの歯が70ppmの鉄を含むのに対し、チビトガリネズミの歯からは10,050 ppmが検出されると報告しているが、これは歯全体をすりつぶしたもので血液由来と考えている。Dötsch et al.⁸⁾は分析電顕でトガリネズミの表層エナメル質から最大 $2.2 \times 10^3 \text{ mg}$ の鉄が検出されたと報告している。今回の実験では、無着色エナメル質と着色エナメル質のCa/Pモル比の差から約10個のカルシウム原子のうちほぼ1~2個に相当する量が鉄に置き変わっていると考えられる。また、重量比にして約8%の鉄がエナメル質中に含まれていると推定できる。齧歯類のエナメル質表面に含まれる鉄の量に関する研究は多いが、多くが歯全体又はエナメル質全体に対するものである¹⁵⁻²³⁾。齧歯類の着色エナメル質に対する鉄の量を検討したものは比較的新しく、Boyde et al.²⁸⁾はXMAによる値として7.6%の鉄の含有量を、Halse^{24,25)}は化学分析により10~30%の鉄が含まれると報告している。一方ではエナメル質表面において1.5~2.0%の鉄が含まれていても着色が起これないともいう²⁶⁾。即ち、ラットなど齧歯類のエナメル質表面ではほぼ10%内外の鉄が平均して含まれ、

その分布はエナメル小柱の周囲により豊富に分布する²⁷⁾と考えるのが妥当のようである。これ等の事実、エナメル質の石灰化、結晶化が不均一なことを考えると、鉄含量に変異があるのは当然でありほぼトガリネズミと同様の現象を示していると考えられる。

鉄の分布は、ラット等においてエナメル質表面10 μm 前後^{24,28)}であるが、40 μm の厚さに分布するとの報告もある⁶⁾。トガリネズミはエナメル質の $\frac{2}{3}$ 以上の厚さにわたって鉄が分布している。これは、当然のことながらラットとは鉄の沈着機構が異なると推定できよう。しかし、残念ながらトガリネズミが飼育不可能な現段階では、幼若な歯胚を得ることが困難であり、この点に関しては今後の検討が必要である。

鉄のエナメル質への沈着形態に関しては、(1) エナメル質の結晶内に位置する、(2) 結晶の周囲に amorphous な状態で存在する、(3) 何らかの形で結晶化した鉄として存在することなどが推定される。X線回折では、着色層と無着色層の差がないことから第3の可能性は極めて少ないと推定できる²⁹⁾。着色エナメル質のCa/P比が著しく無着色エナメル質よりも低いこと^{24,27,30)}は、(1)の可能性を支持すると考えられる。つまりアパタイトと鉄が何らかの形で結合していると推定できよう^{31,32)}。

また、着色エナメル質が耐酸性であり (Fig. 12)、とくに小柱間エナメル質とエナメル小柱の境界にこれが強い²⁴⁾ということは、amorphous 状態の鉄が結晶をとりまいていてと考えられる。一方、無着色エナメル質を基準にすると、着色エナメル質のカルシウムは10%程度鉄と置換していると推定されるが、コンタクトマイクロラジオグラムによるX線吸収量はこの推定値より高いので、この点からも amorphous な鉄の存在があると思われる。着色エナメル質結晶を高分解電顕で観察した場合、経験的ではあるが無着色の部分の結晶より beam damage が少ない、これは鉄がエナメル質やその結晶を化学的、物理的に強化している機能をもつことを推定させる。鉄の分布は、上下顎歯の接触面に多いことも咀嚼によるエナメル質強度に鉄が関連していることを間接的に示している。

3. 象牙質

象牙質は、トガリネズミの life cycle が短いめか球間区、顆粒層、成長線などが明瞭でないようである。同様の理由で、歯の大きさに対して比較的太く観察される象牙細管に管周象牙質が発達していたのは、管周象牙質がヒトのものと異なる形成機構によることを示しているようである。

結 論

トガリネズミの歯はすべてに着色し着色がエナメル質深層近くまで達することがあるが、着色は鉄によるものであり、Ca と P の比は無着色エナメル質より著しく低い。しかし、耐酸性や機械的な強さは増加され、鉄は結晶周囲に amorphus 状ないし結晶中に侵入すると推定される。

無着色エナメル質では幅 2 ~ 3 μm のエナメル小柱が比較的複雑ではあるが規則的走向を示し、

着色エナメル質では単純な走行を示す。無着色エナメル質には、象牙細管に連絡するエナメル細管が豊富に存在する。この領域のエナメル小柱は平行な列の配列を示し、細管エナメル質である有袋類などの特徴と一致する。これらの構造は、哺乳類エナメル質の原始的な特徴を多く有するものである。

象牙質は比較的厚く、二次象牙質などは認められないが、管周象牙質の発達が認められる。

本研究には旭川大学出羽寛助助教授、東京医科歯科大学柴内俊次助教授、北海道大学大学院生井上忠行、信太照夫の両氏の援助を受けた。また日本大学松戸歯学部第2解剖学教室の諸氏には種々の援助を受けた。ここに感謝する。本研究の一部は、昭和61年度文部省科学研究費補助金一般研究61570867を使用した。また本研究の一部は、歯科基礎医学会昭和57年度総会、昭和61年度JADR学術大会において発表したものである。

抄録：トガリネズミ（食虫類）の歯の構造と着色について検討した。着色は、各歯の接触面のエナメル質、即ち上顎では口蓋側面、下顎は唇側および頬側面にある。着色は、齧歯類の切歯と同様にエナメル質への鉄の沈着によるものであるが、歯列弓の歯のすべてに認められる。

着色エナメル質は最大でエナメル質全層の表面側2/3~3/4層におよびその下層は無着色エナメル質である。鉄の含有量はSEMの非分散型定量分析では約8%（重量比）である。トガリネズミのエナメル質は、細管エナメル質と無細管エナメル質、無小柱エナメル質と有小柱エナメル質の4組織を持っている。エナメル細管はほぼエナメル質の全領域に認められるが、着色エナメル質には非常に少なくほぼ無細管の状態である。エナメル小柱は、比較的単純なコースをエナメル象牙境からエナメル質表面まで走向するが、非常に薄い咬頭間領域のエナメル質では認められない。シュレーゲルの条紋は観察されないが、無着色エナメル質のエナメル小柱は小柱間エナメル質を狭むようにして平行に配列する。エナメル小柱の直径は、約3 μm である。エナメル細管は屈曲走行し、象牙細管に連続する。以上の構造のいくつかは、初期哺乳類の構造と一致するものであり、下等な哺乳類と高等な哺乳類の移行的構造であろう。象牙質は管周象牙質が発達し、セメント質は非常に薄い。

文 献

- 1) Carter, J. T.: On the structure of the enamel in the primates and some other mammals. Proc. Zool. Soc. [Lond.] 599-608, pl. 1-7.
- 2) Lavelle, C. L. B., Shellis, R. P., Poole, D. F. G.: Evolutionary Changes to the Primate Skull and Dentition. Charles C Thomas Pub., Illinois, 1977.
- 3) Shobusawa, M.: Vergleichende Untersuchungen Über die Form der Schmelzprismen der Säugetiere. Okajimas Folia Anat. Jan. 24 : 371-392, pl. 1-4, 1952.
- 4) Gureev, A. A.: Soricidae. N. V. K. Academy, Moscow, 1971.
- 5) Cuvier, M. F.: Des Dents des Mammifères. Strasbourg & Paris, 1825 (Quoted from Pindborg et al. 1946)
- 6) Miles, A. E. W.: Pigmented enamel. Proc. R. Soc. Med. 56 : 918-920, 1963.
- 7) Kawai, N.: Comparative anatomy of the bands of schreger. Okajimas Folia Anat. Jpn. 27 : 115-131, pl. 1-7, 1955.
- 8) Dötsch, C. and Koenigswald, W. V.: Zur Rotfärbung von Soricidenzähnen. Z. Säugetierkunde. 43 : 65-70, 1978.
- 9) Kozawa, Y.: The Development and the

- Evolution of Mammalian Enamel Structure. Fearnhead R. W. and Suga S. (eds) Tooth Enamel IV. Elsevier Science Pub., Amsterdam pp. 437-441, 1984.
- 10) 武田清直, 小沢幸重: エナメル芽細胞と象牙細胞との突起間の相互関係に関する電子顕微鏡的研究—ブタのエナメル質組織発生について—口病誌 52 : 210-232, 1985.
 - 11) Boyde, A.: The Structure and Development of Mammalian Enamel. Ph. D. Thesis, The London Hospital Medical College, 1965.
 - 12) Osborn, J. W. and Hillman, J.: Enamel structure in some therapsids and mesozoic mammals. Calcif. Tissue Int. 29 : 47-61, 1979.
 - 13) Sahni, A.: Enamel ultrastructure of certain American cretaceous mammals. Palaeontographica. Abt. A. 166 : 39-54, 1979.
 - 14) Lunt, D. A., Noble, H. W.: Nature of pigment in teeth of pgmy shrew, *Sorex minutus*. J. Dent. Res. 54 : 1087, 1975.
 - 15) Ranter, S.: The Iron Content of Teeth of Normal and Anemic Rats. J. Dent. Res. 15 : 89-92, 1935.
 - 16) Murray, M. M., Glock, G. E. and Lowater, F.: Chemical and spectrographic determination of iron in tooth material. Brit. Dent. J. 6 : 473-477, 1939.
 - 17) Pindborg, E. V., Pindborg, J. J. and Plum, C. M.: Studies on incisor pigmentation in relation to liver iron and blood picture in white rat. I. The effect of iron deficiency on the pigmentation of the incisors in rats. Acta. Pharmacol. (Kbh) 2 : 285-293, 1946.
 - 18) Dam, H., Caranados, H. and Maltesen, L.: Changes in the mineral composition of enamel and dentin of the incisors in vitamin edeficient rats. Acta. Odont. Scand. 21 : 124-130, 1950.
 - 19) Lobene, R. R. and Burnett, G. W.: Studies of the composition of teeth. I. Chemical analysis for the principal inorganic constituent of enamel and dentine. J. Dent. Res. 33 : 487-496, 1954.
 - 20) Burnett, G. W. and Lobene, R. R.: Studies of the composition of teeth. II. Spectrochemical analysis of enamel and dentine from syrian hamsters. J. Dent. Res. 34 : 814-819, 1955.
 - 21) Mansell, R. E. and Hendershot, L. C.: The spectrochemical analysis of metals in rat molar enamel, femur and incisor. Arch. Oral Biol. 12 : 31-37, 1960.
 - 22) McClure, F. J. and McCann, H. G.: Dental caries and composition of bones and teeth of white rats: Effect of dietary mineral supplements. Arch. Oral Biol. 2 : 151-161, 1960.
 - 23) Leaver, A. G.: The effect of different leves of dietary iron and calcium upon the iron content of the femur and incisor of the rat. Arch. Oral Biol. 11 : 113-120, 1966.
 - 24) Halse, A.: An electron microprobe investigation of the distribution of iron in rat incisor enamel. Scand. J. Dent. Res. 80 : 26-39, 1972.
 - 25) Halse, A.: Elemental composition of the superficical layer of rat incisor enamel. Calcif. Tissue Res. 16 : 139-144, 1974.
 - 26) Halse, A.: The mineral content of rodent incisor enamel with special reference to the iron containing layer. Thesis Univ. Bergen. 1974.
 - 27) Halse, A.: Electron Microprobe Analysis of Iron Content of Incisor Enamel in Some Species of Rodentia. Arch. Oral Biol. 19 : 7-11, 1974.
 - 28) Boyde, A., Switsur, V. R. and Fearnhead, R. W.: Application of the scanning electron-probe X-ray microanalysis to dental tissues. J. Ultrastr. Res. 5 : 201-207, 1961.
 - 29) 石井さと美, 奥田綾子, 立石みどり, 小沢幸重: トガリネズミ (*Sorex*) のエナメル質への鉄の沈着についての検討 歯基礎誌 24 : [suppl.] : 116, 1982.
 - 30) Bunting, H.: Histochemical analysis of pathological mineral deposits at various sites. Arch. Pathol. Lab. Med. 52 : 548-557, 1951.
 - 31) Torell, P.: Iron and dental hard tissues. Odontol. Tidskr. 63 : 131-172, 1955.
 - 32) Selving, K. A. and Halse, A.: The ultrastructural localization of iron in rat incisor enamel. Scand. J. Dent. Res. 83 : 88-95, 1975.

Sorex: pigmented enamel

Sorex: unpigmented enamel

Legends

- Fig. 1 Upper and lower dental arches. The lingual surface of the upper teeth and the labial and buccal surface of the lower teeth are covered by pigmented enamel. The bar at the left indicates 1mm.
- Fig. 2 Sagittal aspect of lower molar. The pigmented enamel is observed in the outer zone, but the inner zone and cervical region is unpigmented. Dentinal tubules run a slightly curved course and penetrate into the enamel, which is the tubularenamel. No incremental lines can be observed in the dentine.
- Fig. 3 Thin enamel of the intercuspal region bears enamel tubules, which run perpendicular to the Surface of enamel surface. No enamel prisms can be observed.
- Fig. 4 Dentinal tubules branching off many terminations, and some of which penetrate into the enamel and form enamel tubules. A few enamel tubules branch in the enamel. Enamel tubules usually run a twisted course.
- Fig. 5 Dentinal tubules run with a secondary curvature and continue to the enamel tubules, which rarely penetrate into the pigmented enamel. The outer three-quarters of the enamel layer is pigmented in this region.
- Fig. 6 An enamel tubule is observed bordering the enamel prisms. Enamel tubules are usually observed in this region. This is an undecalcified section.
- Fig. 7 A scanning electron micrograph of unpigmented enamel near the dentino-enamel junction. Enamel prisms lined up straight, and many enamel fibrils are observed.
- Fig. 8 Undecalcified section. Enamel prisms run a straight course to the enamel surface (right) in the pigmented enamel.
- Fig. 9 Thin intercuspal enamel. No enamel prisms can be observed, and the enamel crystals have an irregular arrangement.
- Fig. 10 An enamel tubule is observed at the border of an enamel prism. Enamel crystals, constituting the wall of the enamel tubule, are the same as those of other enamel prisms. but very wide enamel crystals can be observed in the inter-prismatic region.
- Fig. 11 Surface of unpigmented enamel. Very small enamel crystals are observed on the surface of the enamel.
- Fig. 12 Pigmented and unpigmented enamel etched with HCl. The pigmented enamel is insoluble. At the border of the two zones, the interprismatic enamel has a higher content of iron than the enamel prisms.
- Fig. 13 Electron probe anlysis of an undecalcified thin enamel section by TEM. An iron peak is shown in the pigmented enamel, but not in the unpigmented enamel. Calcium and phosphate peaks are apparent in both areas.
- Fig. 14 Contact microradiograph. The dentine is more radio opaque than the unpigmented enamel, and the pigmented enamel is more opaque than the unpigmented inner enamel layer.
- Fig. 15 Many branches apparently derived from a dentinal tubule near the dentino-enamel junction. Some of the terminal branches penetrate into the enamel, and run a twisted and distorted course.
- Fig. 16 A dentinal tubule in the middle dentin layer. The peritubular dentine, about $0.3\mu\text{m}$ thick, is clearly observed.
- Fig. 17 The root and supporting tissues of a molar tooth. The cementum is very thin, but the periodontal ligament is remarkably apparent.