

魚類歯牙の形態学的研究

I. 鮓の歯牙に就いて

磯川宗七

日本大学歯学部病理学教室
指導 小早川庸造教授

Morphological studies on the teeth of fishes

I. On the teeth of porgies

Sōshichi ISOKAWA

(Dept. Pathol., Fac. Dentistry, Nihon Univ.)

魚類の歯牙の研究は、17世紀英人 R. HOOKE によつてなされて以来、各分野において色々研究されているが、その組織学的方面の研究は筆者の涉獵せる範囲内では比較的すくないものの様である。筆者は魚類歯牙の組織構造に興味を持ち、我々に比較的身近かな鮓科をえらんで、その研究を行つた。この研究に際し東海区水産研究所農林技官阿部宗明博士の懇篤なる御指導を賜わつた。茲に深く感謝の意を表する。

I. 材 料

日本近海の鮓科に属するものは、マダイ、チダイ、クロダイ、キダイ、ヘダイ、エビスダイ、キビレダイ及びインドダイの8種が数えられるが、入手の関係上記の5種をえらんだ。

- 1 *Pagrosomus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL)
- 2 *Evynnis japonicus* TANAKA
- 3 *Sparus swinhonis* GÜNTHER
- 4 *Taius tumifrons* (TEMMINCK et SCHLEGEL)
- 5 *Argyrops cardinalis* (LACÉPÈDE)

これらの材料はすべて東京都中央卸売市場及び静岡県伊東魚市場に入荷したもので、全長20~60cmのものを用いた。

II. 検査方法

この検査の対象としては上顎及び下顎の歯牙に限定し、これについて一方では晒骨を作製して肉眼的観察をし、他方では研磨標本、パラフィン、ツェロイデン包埋による切片標本によつて顕微鏡的観察を行つた。

研磨標本に対しては時に石炭酸フクシン染色を、切片標本に対してはヘマトキシリソ・エオジン重染色、チオニン・ピクリン酸染色、VAN GIESON 氏染色、銀染色などを施して検鏡した。

III. 検査所見

鮓の歯牙は人類の歯牙とかなり趣をことにしてゐる。即ち歯牙は歯冠部と歯根部に分れており、両者は一見無構造のものにより接着せられており、歯根部は顎骨に移行している。

1. 肉眼的観察所見

歯牙はその配列の状態により大体外側歯と内側歯に分けられ、歯冠の形態は前方外側の2乃至数

本は特に大型で槍頭状を呈し、内側及び後方外側のものは大型、小型多様であるが、いづれも椀状、小粒状を呈す。外側のものは内側のものに比較して、又前方のものは後方のものに比して、比較的槍頭状を呈す。しかしキダイのみは外側一列が大型の槍頭状で、その他は小粒状で椀状のものは認めない。

歯列は2~数列を数えられるも2~3列が特に明瞭である。歯列中には代償歯の半埋伏及び埋伏の状態のものが認められる事もある。

歯牙の大きさは頸の小型のものに比して大型の頸においては特に大なるものを認むる。

色は頂部は帶黄色を、その他の部は淡黄色乃至白色をなしている。しかしこれは絶対的のものではなく、クロダイではむしろ全体的に黒味を帯びている。

2 組織学的観察所見

歯冠部にはエナメル質、象牙質が、歯根部には象牙質がある。両者の間にはヘマトキシリン・エオジン染色で硝子様にみえる接合部があり、更にこれら硬組織により囲繞せられた中心部に歯髄組織を包含する。組織構造は歯牙の外型によつて左右されない。

(1) エナメル質

エナメル質は歯冠部象牙質の外側に存在し、脱灰操作により全く消失する。この層の中には管状乃至纖維状の構造物を認め、所謂有管エナメル質の形態を示している。該管状乃至纖維状物は象牙質に接する部では極めて細くエナメル質表層に達する程太くみられる。即ちその末端部は太く象牙質に向うに従つて細くなる。その走行は歯牙の表面では大体並行しているが、エナメル質層の厚径附近で多くの他のものと交叉し、一見褐色帶状を呈している。更に象牙質の近くでは並行のもの及び各方向に走るものがある。檜山はイシダイのエナメル質を二層に区別しているが、鰓科のこれら5種においては、区別出来る程明瞭な境界は認められない。

(2) 外象牙質

歯冠部象牙質のエナメル質に接する部で象牙細管をもたないもので、一見人類の場合にみられる原成セメント質によく似たものである。このものは次に述べる内象牙質と全く同じ基質を有するもので発生初期においては、大体象牙細管の有無によつて内象牙質と区別される。

外象牙質は歯冠の頂部では極く薄い層として見られるが、接合部の近くではかなりの厚さを示すこの層の厚径の1/2位迄内象牙質よりの象牙細管が侵入し分枝して終つてゐる。チオニン・ピクリン酸染色によると、厚板構造を示す如く思われ、ヘマトキシリン・エオジン染色ではやゝエオジンに好く染る部分として見られるにすぎず、更に銀染色によれば、T. Kvam の論文にあるものと同様に、歯髄に対し放線状に走る纖維状のものがみられる。

(3) 内象牙質

内象牙質は歯髄の上半分を囲み接合部により歯根部と区別せられる真性象牙質である。

1 象牙細管

鰓においても人類の象牙質に見られる様な細管、即ち象牙細管の存在を認める。該象牙細管は歯髄を中心として放射状にエナメル質に向つて走つてゐる。その走行も大体人類のそれと一致しこの弯曲を有し、S字状走行の状態をとつてゐる。螺旋状走行については不明である。この細管は走行の途中多くの側枝を出し、側枝は隣在のそれと連絡してゐる。特に象牙質層の中央部より末端にかけて多くの側枝を出す。これらはエナメル質に近接するや2~3に分枝し、多く外象牙質中に終つてゐる。末端は特別な形態を示していない。桐野等はマダイの研磨標本で「細管の末端がピラミッド型になって Tomes の顆粒層として認められる」と報告してゐるが、筆者はこれを認め得ず、檜山がイシダイにおいていつた「細管末端は相互に連絡しない」という事が鰓科においても云える。

2 象牙纖維象牙纖維は歯髓表層に存在する造象牙細胞の原形質突起で、上記細管中を走り分枝側枝の状態及び太さは象牙細管と一致する。その横断標本においては、細管内壁と象牙纖維との間にはかなり広い空隙が認められ、纖維は分葉状乃至は馬蹄状を示し一方の壁に附着して見える。しかしこの事は、人類の場合標本作製時の結果として現われる事から、同様にして現われたものと考え、正常には空隙はないものと思う。

3 象牙質層板

人類において見られると同様に象牙質には象牙質の層状蓄積と考えられる象牙纖維とほぼ直角の方向に走る層板状のものがみられる。又これら層板の中には B. Orban のいう Owen の外形線ともいすべき特に明瞭なものがヘマトキシリン、エオジン重染色、及び研磨標本等において、しばしば 1~数本の線となつて見られる事がある。

4 幼若象牙質、球間象牙質、TOMES 氏顆粒層

歯髓に接する部の象牙質内面には、石灰化の少くないエオジンで赤染する狭い一層が区別される。これは人類のそれと同様幼若象牙質層である。この層の中を象牙細管は通過しており、原成象牙質との境は波濤状を示し、一部には球状灰化と思われる様な凹凸が見られる事もある。この層は未萌出歯にかなり明らかに見られ、半萌出歯、萌出完了後の歯牙程不明瞭になっている。

球間象牙質は一部に球状灰化の傾向と思われる点があるにもかゝわらず全然これを認め得ない。

Tomes 氏・顆粒層に相当するものも認められない。

5 エナメル・象牙境

エナメル質と象牙質との境は歯牙の頂部ではやゝジクザク状であるが、接合部に近い方は大体平坦である。外象牙質と内象牙質の境はほど平坦である。

6 その他

クロダイ、チダイの2種においては、接合部に近い象牙質には一見 Haver 氏管又は血管と覺しき小孔の存在が認められる。これはかなり多く分布しており、埋伏形成中の歯冠部象牙質中にもみられる事もある。又象牙細管はこのものをさけて、又通過して走っている。この管状物は歯根部象牙質中の骨髓腔のものに類似しており、歯冠部より歯根部への移行状態を示しているものかもしれない。

(4) 歯根部象牙質

これは CARTER J. T. が "Pediment" と記しているもので、人類における象牙質と著しくその構造を異にしているものであつて、むしろ骨及至骨様組織に近い形態を示すものである。しかしこの形成細胞と思われるものが形成期に歯髓腔をかこむ全内面に配列している。そしてこの部の細胞は歯冠部の歯髓の内面に存在する造象牙細胞とその形態において何等區別出来ぬものである。この様に歯冠部象牙質の形成細胞と同一な細胞に由來した組織と考えられるところから、該硬組織をば象牙質の範疇に入れて取扱う事にした。

さて歯根部象牙質はその構造上からこれを2種にわけられる。即ちその一は接合部に近い部及び歯髓内面部に認められるもので、その基質の中には歯冠部の象牙質でみられた様な小孔や骨髓腔と思われる様なものが存在するが、内容物については明確にし得ない。更に象牙細管の走行がみとめられる、しかしこの細管の走行は不規則である。かかるものを筆者は一応骨様象牙質 (Osteoidentin) とした。その二は歯根部の下部を占めるもので、他部骨組織と極めて類似した構造を示すもので、前記の骨様象牙質とは細管の有無によつて区別し得られる。これを骨象牙質 (Osteodentin) と呼ぶ事にした。骨象牙質は周囲の頸骨と明らかに区別出来る骨質を通して頸骨に移行している。

両者共その内側には幼若象牙質を持たず、又両者共非常に骨組織に似たものである。しかしその中には骨細胞と看做すべきものはない、従つて骨小窩、骨小管といったものも認められない。

これら両者は明らかな境界を示すものでなく、象牙細管の消失と共に漸次骨象牙質に移行している。歯牙の崩出初期には骨様象牙質は比較的明瞭であるが時と共に骨象牙質により置換せられる様である。従つて歯冠部の脱落後は骨象牙質が残る。

骨様象牙質はクロダイにおいては明確であるが、他のものはクロダイ程明確ではない。

(5) 接合部

この部は J. T. Carter が “Translucent zone” と呼んだものであり、歯冠部、歯根部の間の部分でエオデンに淡染し硝子様に見えるもので、銀染色によると上下に走る纖維状のものが認められ、纖維状のものは歯冠部並びに歯根部の象牙質内に入り込んでいる。J. T. Carter によると「この部は歯牙の崩出の直前に作られ後に石灰化する、そして歯冠部の脱落はこの部を境にして行われ、歯冠部の重要な維持装置である」といつているが、筆者は灰化標本によつて観察したがそこには石灰化は認められず、又それが硬組織であるという根拠は見出されなかつた。他方この部は彼のいう如く維持装置の一つであると筆者も考えるが、このものとは別に更に一つの維持装置と思われるものが観察される。即ち以下に述べるものである。

このものは Studnicvka がいふ “Bindegewebefaserbündel” かどうかは不明であるが、兎も角形態学的には重要な維持装置と考えられるので Studnicvka のいふものに近いものと思われる。このものはヘマトキシリン・エオデン重染色でエオデンを多くとり、Van Gieson 氏染色でフクシンに好染するもので、内外象牙質の間及び歯根部象牙質の外側に亘り一層を区別出来る程度に走る又一部は接合部附近でわかれ歯周の結合繊に侵入している。チオニン・ピクリン酸染色ではこれは明瞭にみられず、銀染色ではわずかに上下に走る纖維が認められる。しかし一方連続切片による観察においてはこの層は M. Morgenstern のいふ “Grenzfaserschicht” に非常によく似ている。特に歯牙頂部のものは M. Morgenstern の論文中の Seekarfen の像のそれと全く区別出来ない。F. Weidenreich の「根棒状の Tomes 氏顆粒層」桐野等の Tomes 氏顆粒層はいづれもこの層を各方向より観察したものにすぎないのでなかろうか？

このものはチダイ、エビスダイ、に特に著明である。歯冠部ではこの層を象牙細管が通過している。

以上の事から筆者は M. MORGONSTERN の “Grenzfaserschecht” も Studnicvka の “Bindewebsfaserbündel” も同一のものと考え、これを “Grenzfaserschicht” と呼んでおく。

(6) 歯 髓

多くの研究者により “Denfinal Pulp” とか “Dentinal Papilla” とか記されているもので、前述の各硬組織により囲まれた軟組織である。その表面全体に造象牙細胞を有し、その内方は結合織細胞を主体とする組織である。

1 造象牙細胞

人類のそれと同様に歯牙の内面を被つている長楕円形乃至長方形の細胞で 1 ~ 数列に配列し側方及び歯髓へ突起を出しそれぞれ隣在の同細胞及び歯髓細胞と結合している。一方象牙質へも象牙細管を通じ突起を出し象牙纖維を形成しているが、歯根部の骨象牙質の内側に存在する同種の細胞はこの種の突起を出すかどうかは不明である。

核は核質に富みヘマトキシリンで濃染する、核の位置は細胞の内方に偏して存在する。型は長楕円形乃至楕円形で一つの細胞に一個宛存在する。

歯根部の内特に末端に近い造象牙細胞はその配列がやゝ乱れており、更に数列となり歯髓組織に移行する様な像が見られる。

2 歯髓組織

細胞は主として纖維芽細胞及び纖維細胞、即ち歯髓細胞よりなり、その基質については明確にし

得ない。歯髄細胞はそれぞれ隣在のものと結合し網眼を構成している。一般に歯牙の形成期のものは形成後のものより纖維化が弱い、従つて歯冠部のものは歯根部のものより纖維化傾向が強く現われている。

歯髄細胞は他部の結合織のそれと同じく紡錘形、三角形をなし、核は橢円形乃至類橢円形のもの一個を有している。纖維は Van Gieson 染色、銀染色で見ると大部分 T. Kvam 等がいつている様に膠原性纖維である。又人類にみられる様な細胞稀薄層や細胞稠密層は見る事が出来ない。

血管は比較的多量にみられ、特に歯根部に多くみられる。

その他歯髄組織にみられる細胞として H. Stoss は Rundzellen, Leukozytöse Zelle, Bindegewebe Zelle を挙げているが、筆者は円形の細胞及び血球と思われているものを認めた。それ以外のものについては全く不明である。円形の細胞は割合に多く原形質は少くて核もほぼ円形を示し、ヘマトキシリンで濃染する。

神経及び淋巴の検索は出来なかつた。

IV. 総括及び考察

鰯科の歯牙は上記の如く構成されているが、その形成から脱落に至るまでにその形態において多少異なる点がある。これは魚類が多生歯類であるため、人類の如く永久歯による長期間の生理作用という様なものの要求がない。従つて一定の形を保つてゐる事よりも、生長しては脱落し、脱落しては新たに萌出するという様に常に動的な状態に置かれている為と思う。歯牙の構造を検べる場合どの時期のものを中心述べたらよいか問題となつてくる。そこで筆者は次の如く期に分けて考えることにした。

(1) 形成期

この時期は未だエナメル器が存在し、歯冠部の形成期であり、歯根部は形成されていない。この時期の状態は象牙細管も太く、幼若象牙質層も明瞭で、歯髓は半円状であり非常に細胞成分殊に纖維芽細胞に富んでいる状態である。

(2) 完成期

萌出直前乃至萌出直後のもので最も基本的のものと考えられる状態のものである。この時期は歯冠部、歯根部及び接合部の形成が一応完了した時期で、歯髓腔は大きく歯髓の細胞成分も歯冠部は歯根部に比して纖維化傾向が大となり、纖維細胞の量もかなり多くなつてゐる。歯根部は骨様象牙質も明瞭で歯根部全体の厚径は割合薄くみられ、歯髓の全表面には造象牙細胞の排列が認められる。

(3) 脱落期

この時期になると、象牙質は更に発育する為歯髓腔の狭窄がみられ、内面は凹凸が現われてくる。幼若象牙質も不明瞭となり、歯髓も細胞成分が非常に減少し纖維成分が大部分を占める。造象牙細胞も歯冠部象牙質の内面のみにしか見られなくなり、骨象牙質は増殖し骨様象牙質を置換する様になつてくる。歯根部の歯髓腔の狭窄もみられ、歯根部の厚さもかなり厚くなる。歯牙が脱落した後は骨象牙質によりその部分は補充せられ、更に顎骨と区別出来なくなる。

以上の事から筆者は鰯科の歯牙の基本型のものとしては、完成期の状態があつてはまると思う。そして基本型を中心として形成期、脱落期が明瞭な境を示さず連続していると考える。

V. 参考文献

- CARTER J. T. 1918: On the *Cytomorphosis* of the enamel organ in the Hake. Q. J. Microsc. Sci. London, lxiii, 387-400.
- 檜山義夫. 1934: イシダヒの歯系発達について, 動物誌 xlvi (549), 304~312.
- KVAM, T. 1953: On the development of dentin in fish. II Teleostei. J. Dent. Res. xxxii, no. 3, 411-419.
- 1953: On the development of dentin in fish. I. *Squalus acanthias* LINNAEUS. J. Dent. Res. xxxii, no. 2, 280-286.
- 桐野忠大, 小林茂夫, 橋本謙, 吉谷宗夫, 1951: トマス民顆粒層の比較解剖学的研究, 第一報, 御茶の水学会誌, iii. no. 2, 77.
- MORGENSTERN, M. 1909: Die Grenzfaserschicht; ein Beitrag zur Histologie des Zahneins. Arch. Anat. Physiol. 331-338.
- ORBAN, B. 1949: Oral histology and embryology. 5th ed. St. Louis.
- OWEN, R. 1840-1845: Odontography, 2 vols. London.
- 1919: On the occurrence of denticles on the snout of *Xiphias gladius*. Proc. Zool. Soc. London, 321-326.
- 藤田恒太郎, 1942: 歯牙組織学, 第二版, 東京.
- Dentine und imKnochengewebe. Anat. Anz., xxix, 334-344.
- STOSS, H. 1921: Die Schlundzahne des Karpfens. Zool. Jahrb. Jena Alb. f. Anat., xlii, 411-434.
- STUDNICKA, 1906: Über kollagene Bindegewebsfibrillen in der Grundsubstanz des Hyalinknorpels, im von KORFF, K. 1930: Über die Weidenreichsche Theorie von zwei verschiedenen Bildungsarten der Knochen und Dentingrundsubstanz. Anat. Anz. Jena, lxxi, 65-76.

Résumé

1. Materials and Methods.

Materials are the teeth of upper and lower jaws of five kinds of the porgies which are common in Japanese waters. They are *Pagrosomus major* (TEMMINCK et SCHLEGEL), *Evynnis japonicus* TANAKA, *Sparus swinhonis* GÜNTHER, *Taius tumifrons* TEMMINCK et SCHLEGEL and *Argyrops cardinalis* (LAÉPÈDE). All of them are 20-60 cm in length.

Methods used were: microscopic observation of the bleached-bone, and microscopic observation of ground, paraffin and celloidin sections.

2. Findings.

The teeth consist of crown and root areas; they are joined by a contact area; and they are together surrounding the pulp tissue. The root area spreads to jaw-bones.

a) The teeth are divided into outside and inside teeth by their arrangement. Two or several of the anterior-outside teeth are especially large and spear-form; inside and posterior-outside teeth are of various size and bowl-or, grain-form. However, only *Taius tumifrons* does not show the bowl-form. Color is yellowish-white or light yellow, but *Sparus swinhonis* shows a tinge of black.

b) The crown area consists of enamel and dentin (inside dentin, outside dentin); and the root area consists of dentin.

The enamel is the so-called "tubular enamel" in which the tubules of fibrous structure cross each other in middle layer of enamel, and it may be seen as a brown

zone.

The outside dentin is placed between enamel and inside dentin, seems to be a primary cement; and dentinal tubules have branches and end in the middle layer of the outside dentine.

The inside dentin has dentinal tubules similar to human dentin, and these tubules are running with S-shaped curves. In this layer are found the dentinal lamellae, Owen's contour lines and praedentin, but the writer has never seen interglobular dentin and TOMES' granular layer.

In the dentin of root area is found a osteoid-dentin that has dentinal tubules near the crown area and osteodentin which has no dentinal tubules and is under the osteoid-dentin.

c) The pulp tissue chiefly consists of fibroblasts and fibrocytes. There are odontoblast layer in the surface of pulp tissue, and the pulp tends to be fibrous. The dentinal fibers are long, slender protoplasmic processes projecting from the cell into a dentinal tubule and running through the tubule to the outer surface of the dentin.

d) The contact area is fibrous, not calcified, and seems to be a retentive apparatus of the crown area.

e) Moreover, there is a fibrous layer which seems to be a "Grenzfaserschicht" as stated by M. MORGENSTERN.

第 1 図



第 2 図



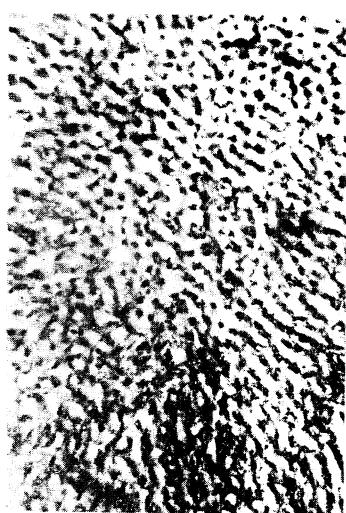
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図



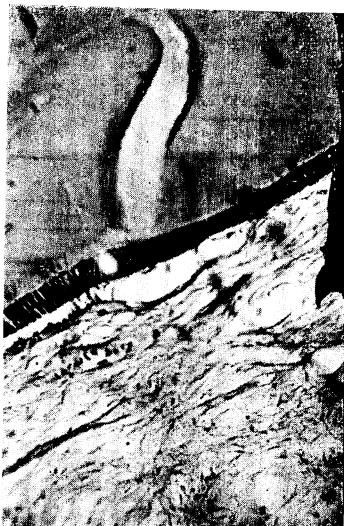
第 9 図



第 10 図



第 11 図



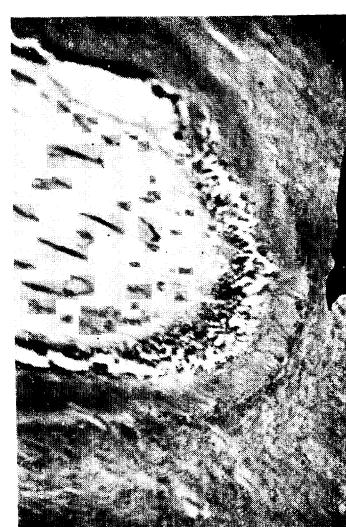
第 12 図



第 13 図



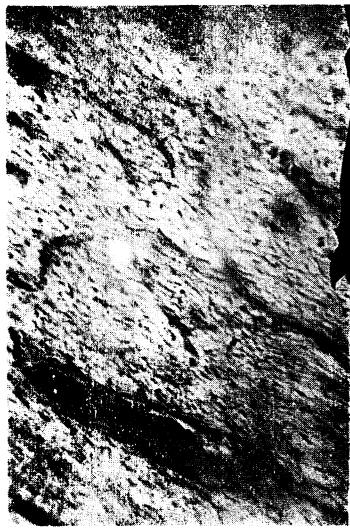
第 14 図



第 15 図



第 16 図



VII. 寫眞説明

- 第1図 キダイの研磨標本に於けるエナメル質の管状乃至線維状構造物、内部に向うに従い彎曲している。
8×10
- 第2図 鍍銀法によるクロダイの外象牙質及び Grenzfaserschicht、線維状の構造がみられる。8×40
- 第3図 クロダイの研磨標本に見られた象牙質層板、中に特に明瞭な2数本がある。
- 第4図 マダイの接合部附近の内外象牙質境界部、象牙細管の分枝の状態及び末端の状態がみられるが、
Tomes 氏顆粒層は見られない。8×40
- 第5図 マダイ象牙細管の横断、細管の中に象牙線維を認める。8×100
- 第6図 クロダイ歯胚に於ける著明なる幼若象牙質層。8×10
- 第7図 クロダイ接合部附近の内象牙質中にみられた不明なる管状構造物、内容物の確認は出来ず、象牙細管は通過したり又さけて走つたりしているが、此の図では通過している。8×40
- 第8図 クロダイの骨様象牙質、象牙細管の不規則なしかも粗な走行がみられる。8×40
- 第9図 第8図の骨様象牙質と骨象牙質の境界、象牙細管が次第に消失していく、一面に骨髓様の管腔がみられる。8×40
- 第10—11図 クロダイの接合部附近の歯髓 (8×10), (8×40)、図の右方が歯冠部で中央彎曲帶状の接合部
がみられる、造象牙細胞は歯冠部のものも歯根部のものも区別が出来ない。
- 第12図 鍍銀法によるキダイの接合部、上下に走る線維状のものが見られ一部は象牙質に入り込んでいる。
8×40
- 第13図 歯冠部の切継状切斷によつて現われたチダイの Grenzfaserschicht。8×10
- 第14図 完成直後と思われるクロダイの歯根部。造象牙細胞は不規則にしかも幾層にも並んでいる。8×10
- 第15—16図 歯髓の部位による細胞成分の粗密を示す、15図は歯冠部のもので16図の歯根部附近のものより
かなり線維化し細胞も少くない。8×40