

〔原著〕 松本歯学 6 : 161~168, 1980

## 導帯索 (Gubernacular Cord) の組織学的観察

荒木信清, 鈴木和夫

松本歯科大学 口腔解剖学第2講座 (主任 鈴木和夫 教授)

### Histological Study of Gubernacular Cord

NOBUKIYO ARAKI and KAZUO SUZUKI

*Department of Oral Histology, Matsumoto Dental College  
(Chief: Prof. K. Suzuki)*

#### Summary

It has been discussed by several authors that the relationship between the gubernacular cord and the eruption of permanent teeth at the period of changing dentition. However, the roles of the gubernacular cord at this period were not yet clear.

In the present study, mandibular bones of 25 young dogs were used to make clear these subjects by radiography, chiefly by light microscopy and electron microscopy.

The gubernacular cord consisted mainly of connective tissues, which stretched from dental follicles of the permanent teeth to lamina propria of gingiva. The bundles of fibrous connective tissues, occurred from the dental follicles, were observed to reach to the central region of gubernacular cord. In the outer region of the gubernacular cord, facing to the surface of the bony crypt walls, there were loose connective tissues abounded with blood vessels. Furthermore, numerous osteoclasts were detected on the surface of the bony crypt walls.

The results of these morphological observations may suggest that the gubernacular cord have an influence on erupting teeth, and its influence varies according to the regions of the gubernacular cord. The central region of the gubernacular cord may have a function in migrating and erupting of the permanent teeth. And the outer region of the gubernacular cord may have a function in enlarging eruption pathway of the successional teeth by resorptions of bones and roots of deciduous teeth.

## 緒 言

萌出の機序については、多くの研究がなされ、種々の説が立てられている。歯根の形成が萌出の主体であることは当然考えられる。しかし、この萌出は単一の誘因によって起るものでなく、多くの誘因が加わって歯胚は移動すると思われる。

歯胚が位置づけられ、歯胚の発生が進むと歯槽骨はまず唇側から形成され、次いで舌側と歯槽骨底部部へと骨形成が進んで行く。歯胚周囲につくられた歯槽は、歯胚の成長とともに内壁から吸収と形成が繰り返されて形成される。乳歯列を入れる歯槽は口腔側では骨溝をもって開いている。乳歯が萌出すると乳歯を入れる歯槽は形成が完了し、口腔側は閉鎖される。しかし永久歯歯胚の骨包は Malassez<sup>13)</sup> のいう歯堤の上皮残渣により一部は骨が作られず開口している。幼児顎骨をみると乳歯舌側に小孔がみられ、この孔を Hunter<sup>10)</sup> が Gubernacular Canal と名付けている。Orban<sup>1)</sup> は、この孔を充たす歯堤の痕跡と結合組織を一括して導帯索 (Gubernacular cord) と名づけ、この索は永久歯が萌出するときにそれを導く作用があるかもしれないと言っている。しかし、Tomes<sup>19)</sup> は、これは萌出には重要な影響をもたらすものではないと考察している。Kronfeld<sup>12)</sup> は歯小囊の結合組織によって乳歯歯根と周囲骨組織は吸収されると述べている。最近 Woessner<sup>20)</sup> は、この部に collagenase 活性を証明している。

五嶋等<sup>6) 7) 8) 9)</sup> は幼児顎骨により萌出にともなう歯帯孔の変化について肉眼的観察を行っている。上條<sup>11)</sup> は、この歯帯孔は歯胚の発育に必要な血管の通路であり、栄養孔であると述べている。

この導帯索は萌出に伴う変化とその構造からみて、永久歯の萌出に大きな関わりをもつものと考えられるが不明な点が多く残されている。

今回、歯列交換期の幼犬下顎白歯部について導帯索の光頭的、走査電頭的観察を行い、永久歯萌出における導帯索の関わりについていささか知見を得たので報告する。

## 観察材料および観察方法

歯の形成異常や萌出異常では導帯索に変化がみられると思われ、出生後間もない雑幼犬を乳歯交換期に至るまで飼育し、観察に使用した。乳歯萌

出期から乳歯交換期に至るまで経日的に観察部位の X 線撮影を行い、X 線フィルム上で導帯孔の変化を観察した。組織学的観察の時期については、X 線フィルム上で骨包内の歯の形成状態と歯胚の位置、および乳歯歯根の吸収度を観察して決定した。

観察時期に至り、ネブタール麻酔下にて、頸動脈を切断し十分に瀉血屠殺後、下顎骨を摘出した。摘出下顎骨は 10% ホルマリンにて固定後、観察部位を中心に高速切断機にて、頬舌的に厚さ 20 mm の切片を得た。

試料は、5% 硝酸で脱灰後セレイジン包埋薄切しヘマトキシリン・エオジン染色および Van Gisson 染色・Azan-Mallory 染色を施し、光学顕微鏡により観察した。一部試料は、超音波洗滌器にて洗滌後、通法に従い脱水後、酢酸イソアミルに置換した。乾燥は臨界点乾燥装置 (日立 HCP-1) を用い、100 Hg, 50°C にて乾燥した。観察は金イオンスパッタリング蒸着後、走査電子顕微鏡 (日本電子 100 型 ASID) で行った。

## 観 察 成 績

乳白歯下にある代生歯の歯冠が形成され、咬頭頂部に石灰化が開始されている時期の X 線フィルムをみると代生歯を入れる骨包である X 線透過像がみられる。この骨包は狭く、骨包から根間中隔頂に続く細い管状の不著明な X 線透過像が骨包上部にみられる。この X 線透過像は従来多くの報告をみる導帯孔 (Gubernacular Canal) と思われる (図 1)。これら代生歯の歯冠形成が完了し、エナメル質の石灰化が非常に進んだ時期の X 線フィルムをみると骨包は大きさを増し、乳歯歯根尖に接している。この骨包の上縁は漏斗状に拡がり、拡大した導帯孔に連らなっている。この導帯孔による X 線透過像は根間中隔の大部分をしめている。この期の乳歯歯根尖には根間中隔側からすすむ吸収像がみられる (図 2)。

X 線像で代生歯の歯冠形成がすすみ、歯冠部の石灰化が進行している期の顎骨を切断してみると、乳白歯根間中隔下に代生歯歯胚を入れる大きな骨包がみられる。この骨包から舌側歯肉粘膜固有層に続く管状の導帯孔が観察される。この導帯孔は代生歯歯胚をつつみ骨包を埋める結合組織により充たされている (図 3)。

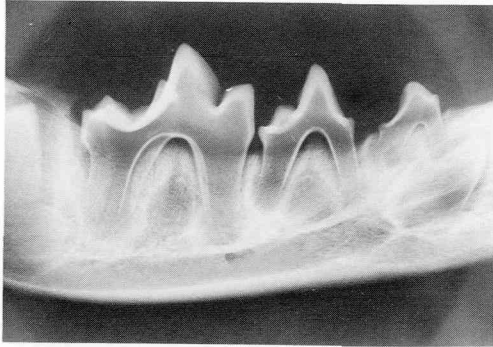


図1：下顎乳臼歯部X線写真  
第2乳臼歯，第3乳臼歯根間中隔に不著明な導帯孔が見られる。

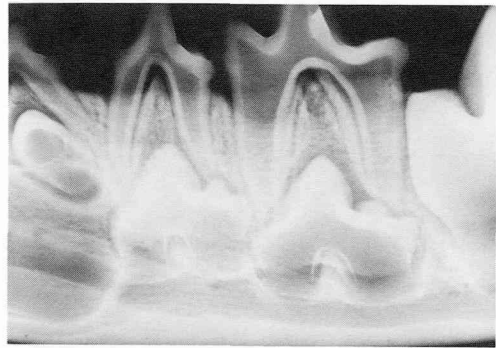


図2：下顎乳臼歯部X線写真  
代生歯歯冠形成完了期には著明な導帯孔がみられる。

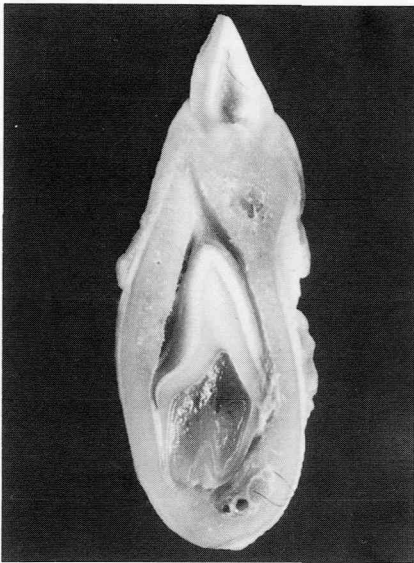


図3：下顎乳臼歯部断面（頬舌的）  
代生歯歯冠骨包より舌側歯槽骨面に開く導帯孔がみられる。

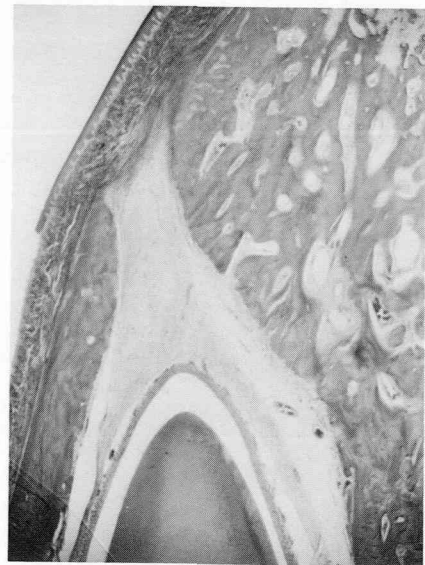


図4：導帯孔光顕像（H・E染色）  
舌側歯肉粘膜固有層に開く導帯孔がみられる。

頬舌的に薄切した試料をH・E染色を施し光顕的観察をすると，代生歯歯胚を包み，骨包内を埋める線維性結合組織が導帯孔に侵入するのがみられる。この部の結合組織線維は歯肉粘膜に向って走り，歯槽骨膜を構成する結合組織と連絡している。この線維束は導帯索の外層で骨壁に沿って走る（図4，5）。

近遠心的に薄切した試料では，根間中隔部に線維性結合組織で作られる導帯索によって充たされる導帯孔がみられる（図6）。根間中隔頂部では骨の吸収が進行している像がみられ，この部の骨組織に接し多数の破骨細胞が散在している。また乳

臼歯歯根分岐部の歯根膜は破壊され，断裂した歯根膜線維を多く含む結合組織で充たされている。一部では導帯索の線維と連続している様相もみられる（図7）。代生歯歯胚をいれる骨包やこれに続く導帯孔の骨壁には多くの破骨細胞がみられ，この破骨細胞の分布は根間中隔頂の骨吸収部に続いている。これら破骨細胞を含む組織は導帯索外層に疎性線維性結合組織の部にあたり，多くの毛細血管の分布をみる。この毛細血管分布の様子をみるとこの部には密な毛細血管網を作っているものと考えられる。この様に導帯索外層は血管を多く含む疎性線維性結合組織からなっている（図8，



図5: 導帯孔開口部光顕像 (H・E 染色)  
骨膜につづく線維がみられる。

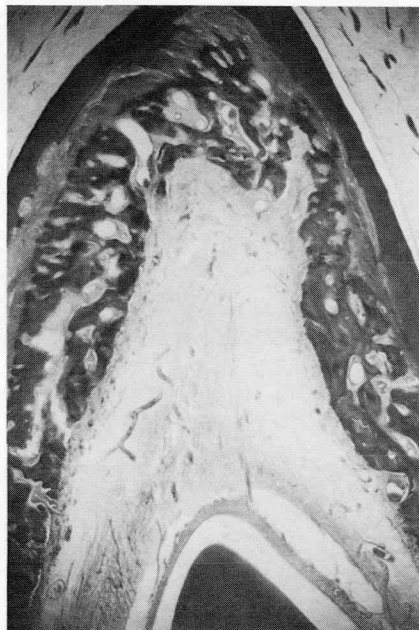


図6: 導帯孔光顕像 (H・E 染色)  
近遠断では乳歯根間中隔に導帯孔がみられる。



図7: 導帯孔部の骨吸収像 (H・E 染色)  
根間中隔頂部に多数の破骨細胞がみられる。

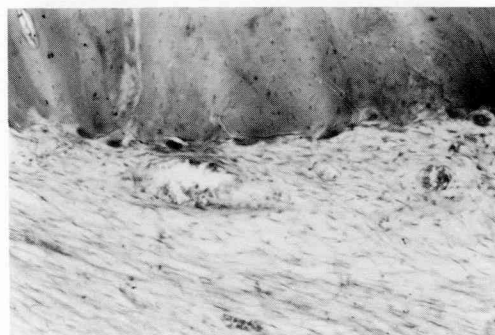


図8: 導帯孔側壁の光顕像 (H・E 染色)  
骨壁には多くの被骨細胞が配列している。

9).

導帯索中心部は緻密線維性結合組織になっており、この結合組織線維の大部分は中心部を縦走する線維束を形成している。この中心部の線維束間には代生歯齒小囊より表層に走行する太い毛細血管が多くみられる(図10)。この導帯索部を走査電子顕微鏡で観察すると、代生歯齒胚をつつむ網状の線維層より連続して多くの太い線維束が密に縦走している。この導帯索部を水平断してみると中心部は極度に密な線維層よりなり、この中心は血管を入れる疎な結合組織の部がある。この中心部

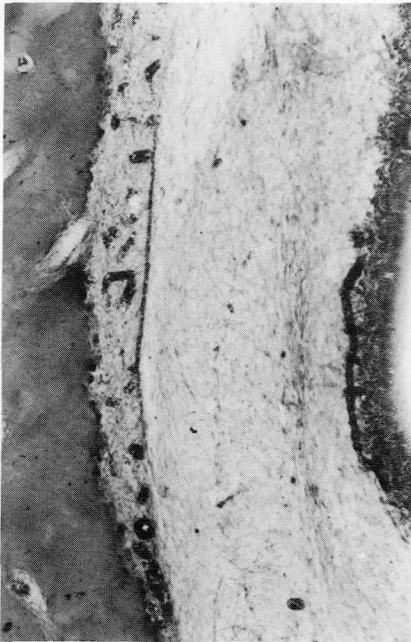


図9：導帯索の光顕像（H・E染色）  
毛細血管に富む外層と線維束が走る内層に区分される。



図10：導帯索の光顕像（H・E染色）  
中心部には縦走する線維束と太い毛細血管がみられる。

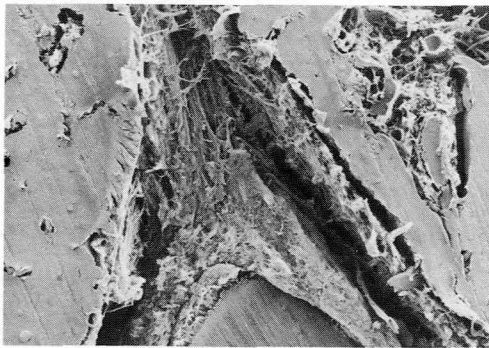


図11：導帯索の走査電顕像(頬舌断) (×40)  
歯小囊より続く線維束がみられる。

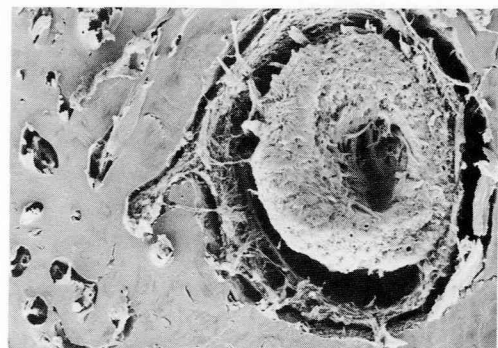


図12：導帯索の走査電顕像(水平断) (×40)  
導帯索中心部の密な線維層、この中心には血管隙がみられる。

を拡大してみると、縦走する血管を取りまく様に線維束が網目を形成している(図11, 12)。導帯索中心部を束状に縦走する線維の走行をみると、代生歯歯胚の歯小囊を構成する網状の線維層より線維を伸び出して縦走するようになる。この縦走する線維は歯小囊より起始した部ですでに太い線維束となっている(図13)。走査電子顕微鏡で線維束起始部を観察すると、エナメル上皮細胞間を走る線維が上皮表層で輪走する密な線維網をつくる。

この線維網より分岐する線維が線維束をつくり、さらにこの線維束が集まり導帯索中心部を縦走する太い線維束になっている(図14)。

導帯索中に上皮細胞が索状あるいは小塊状に散在するのが多数例観察された。この上皮細胞は歯堤の上皮残遺であり、索状に導帯索中にみられることが多い。導帯索の上部で、開口部に近い部ではこの上皮細胞が小塊状に散在するのが多くみられる。この上皮索の付近では、この上皮索に直交



図13: 歯小囊の光顕像(Azan-Malloy 染色)  
歯小囊の線維が導帯索中心部の線維束につづいている。



図14: 歯小囊の走査電顕像(×160)  
歯小囊よりの線維が導帯索につづいている。



図15: 上皮残遺の光顕像(Azan-Mallory 染色)  
導帯索中心部に歯堤の上皮残遺がみられる。

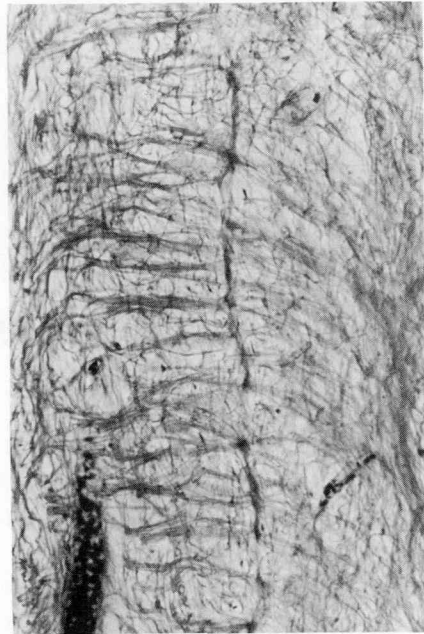


図16: 上皮残遺の光顕像(Azan-Mallory 染色)  
索状の上皮残遺に直交する小線維束がみられる。

する線維がみられる。この線維の走行からみると、膜状の歯堤残遺が結合組織により穿孔されるため、線維は上皮索に直交するようになったものと考えられる。この線維は小線維束を形成している(図15, 16)。

### 考 察

乳歯列顎骨を頬舌的に切断して観察すると、永久歯歯胚をつつむ骨包から乳歯舌側に開口する導帯孔が管状にみられる。下顎乳臼歯部では、この導帯孔は乳歯根間中隔を貫き、舌側歯槽骨面に開口している。下顎乳臼歯部のX線像では、永久歯の萌出に従い導帯孔は拡大し漏斗状になり、さらに永久歯歯胚骨包が大きく乳歯根間中隔部の骨を吸収する像がみられる。五嶋ら<sup>6) 7) 8) 9)</sup>の幼児顎骨の観察で、乳歯舌側に開口する導帯孔(歯帯孔)は次第に乳歯側に近づき、孔の大きさを増すと言っている。このことは導帯孔の走向や永久歯歯胚の移動からもうかがえることである。しかし導帯孔骨壁にみられる破骨細胞の散在からみて、この孔は偏向的に乳歯側に近づくのではなく、孔の拡大により乳歯側に近づいたかのように観察されるのではないかと考えられる。

代生歯の萌出に伴ない乳前歯舌側歯槽骨面や乳臼歯根間中隔部で舌側歯槽骨面に開口する歯帯孔は、歯小囊から歯肉粘膜固有層に連なる線維性結合組織で満たされている。この部の線維は歯小囊を構成する線維が線維束となって導帯索中心部を走る。岡本<sup>17)</sup>は、導帯索の結合組織が永久歯萌出の路をつくと述べている。しかしこの部を走行する線維束についてはふれていない。導帯索中心部を走る線維束は永久歯萌出機序に何らかの関わりを持っていると考えられる。導帯索が骨面に接する外表には多くの破骨細胞がみられる。この破骨細胞の散在をみると永久歯歯胚を入れる骨包の骨壁より続いている。永久歯歯胚の発育に従い骨包も拡大するとともに導帯孔(Gubernacular Canal)が拡大し、Cahill,<sup>2) 3)</sup>岡本,<sup>16) 17)</sup>Scott,<sup>18)</sup>土居等<sup>4)</sup>の言う萌出路(eruption pathway)を作っていると考えられる。前萌出期では導帯孔の骨壁には破骨細胞の散在はみられず、骨包の骨壁にのみ少数の破骨細胞がみられる。このことからこの時期では導帯孔の形態や大きさには変化がみられないものと思われる。

萌出期になると歯胚では歯根形成や歯小囊よりの歯根膜の形成、歯槽骨の増生、乳歯歯根の吸収等種々の大きな変化がみられ、歯胚の口腔側への移動が始まる。この時期になり、骨包は拡大するとともに導帯孔も広がる。これを充たす導帯索の外層には毛細血管に富む疎性線維性結合組織がみられ、骨壁には多く破骨細胞がみられるようになる。この毛細血管の多くは永久歯歯胚歯小囊に分布したものがさらに導帯索にするものであり、導帯孔より侵入するものは少なくない。上條<sup>11)</sup>がこの導帯孔は栄養孔であると述べているが、この毛細血管の走行と分布からみて、この孔は栄養孔としての様相はうかがえなかった。走査電子顕微鏡による観察では、導帯索中心部の線維束は太く、歯小囊をつつむ線維から連続するのが明瞭にみられる。この像からみて、この線維束は永久歯萌出のための萌出路を開くため、骨組織の吸収や歯胚の移動時の位置固定の役割をもつものと思われる。導帯索の外層にみられる多数の毛細血管分布は骨組織吸収機能が活発に行われているものと考えられる。Kronfeld<sup>12)</sup>は歯小囊よりの刺戟により乳歯歯根が吸収されると仮説している。この仮説に従えば歯小囊から連続する導帯索が骨組織や乳歯歯根の吸収に関与していると考えることが出来る。また導帯索に走る線維束は走行や線維の起源よりみて永久歯歯胚の移動に関わりをもつと思われる。

Woessner<sup>20)</sup>や森田<sup>14) 15)</sup>はこの導帯索部にコラーゲン分解活性が認められ、永久歯の萌出にともないこの活性は増大すると報告している。組織学的観察では、導帯孔骨壁と乳歯根尖に多くの破骨細胞や破歯細胞の散在をみ、永久歯の萌出に従いこれら細胞数を増すことから、コラーゲン分解活性の増大がうかがえる。しかし、このcollagenaseの分布部位や破骨細胞や導帯索組織構造との関係については、今後の酵素組織化学的検索や酵素電顕的観察をまたねばならない。

### 結 論

歯牙交換期にある雑幼犬の下顎臼歯部の導帯索結合組織につき、光学顕微鏡と走査電子顕微鏡により観察を行い、次の結果を得た。

1) 代生歯歯胚骨包から舌側歯肉粘膜固有層につづく管状の導帯孔が認められ、導帯孔内は、代

生歯歯胚を包む結合組織で満されている。

2) 導帯孔外側部には, 毛細血管に富んだ層が認められ, この部には多くの破骨細胞の散在も認められる。

3) 導帯孔中心部には, 歯小囊より歯肉粘膜固有層に連続して縦走する線維が認められる。この線維の一部は歯槽骨骨膜の一部と連絡している。

4) 歯小囊部でエナメル上皮細胞間を走行する線維はいったん束になって歯胚を包むようになり, この線維束が更に分散して線維網を作り, この線維が集まって導帯索の縦走する線維束になる。

5) 導帯索中心部には歯堤の上皮残遺がみられ, この上皮膜を穿孔するかのように, これに直交する線維束がみられる。

#### 文 献

- 1) Bhaskar, S. N. (1980) *Orban's Oral Histology and Embryology*, 9th ed C. V. Mosby Co, St. Louis.
- 2) Chaill, D. R. (1969) Eruption pathway formation in the presence of experimental tooth impaction in puppies, *Anat Rec.* 164: 67-78.
- 3) Cahill, D. R. (1970) The histology and rate of tooth eruption with and temporary without impaction in the dog, *Anat Rec.* 166: 225-238
- 4) 土居将男, 五嶋秀男 (1968) 永久歯発生の組織学的研究 (とくに歯帯孔の意義について) —カニクイザル—そのII臼歯部. *小児歯誌*, 6: 111-112.
- 5) 土居将男 (1973) いわゆる歯帯孔 (導帯孔・藤田) の形態学および組織学的研究. とくに乳臼歯部を中心として. *歯科医学*, 36: 410-442.
- 6) 五嶋秀男, 濱本義人, 上羽民子 (1975) カニクイザルの歯帯孔の大きさの変化について. *城西大紀要*, 4: 301-306.
- 7) 濱本義人, 入江英仁, 逢坂亘彦, 峰岸秀夫, 森田賢児, 吉田忠雄, 佐野正之, 五嶋秀男, (1979) 歯帯孔と乳歯歯槽窩との距離について—ヒト—. *城歯大紀要*, 8: 323-327.
- 8) 濱本義人, 逢坂亘彦, 森山賢児, 吉田忠雄, 峰岸秀夫, 佐野正之, 堀江隆, 五嶋秀男, (1979) 乳歯咬合期の歯帯孔の大きさについて—カニクイザル—. *城歯大紀要*, 8: 329-335.
- 9) 濱本義人, 森山賢児, 入江英仁, 逢坂亘彦, 峰岸秀夫, 吉田忠雄, 佐野正之, 五嶋秀男, (1979) 小臼歯部歯帯孔の出現率について.—混合歯列期—. *城歯大紀要*, 8: 337-342.
- 10) Hunter, J. (1778) *The Natural History of Human Teeth*, 2nd ed, 28-29. London.
- 11) 上条雅彦 (1968) 永久歯交換時における顎骨歯槽部の変化. *境界展望*, 29: 1453-1463
- 12) Kronfeld, R. (1932) The resorption of the roots of deciduous teeth, *Dent Cosmos.* 74: 103-120
- 13) Malassez M. L. (1885). Sur la Structure du Gubernaculum Dentis et la Theorie Para dentaire, *Compte Soc Biol.* 416-420.
- 14) 森田英夫 (1969) 牛の乳歯歯根吸収に関する生化学的研究 I, コラゲナーゼ活性について. *口病誌*, 36: 100-107.
- 15) Morita, H., Yamashita, H., Shimizu, M. and Sasaki, S. (1970) The collagenolytic activity during root resorption of bovine deciduous tooth, *Archs oral Biol.* 15: 503-508.
- 16) 岡本伍立, 五嶋秀男 (1968) 永久歯発生の組織学的研究—カニクイザル— (とくに歯帯孔の意義について) —そのI前歯部. *小児歯誌*, 6: 111.
- 17) 岡本伍立 (1968) いわゆる歯帯孔 (導帯孔・藤田) の形態学および組織学的研究. *歯科医学*, 31: 49-77.
- 18) Scott, J. H. (1953), How teeth erupt. *Dent Prac (Bristol)*. 3: 345-349.
- 19) Tomes C. S. (1923), *A Manual of Dental Anatomy* 8th ed, 209-242. Timmons and Henry, New York.
- 20) Woessner, J. F. and Cahill, D. R. (1974) Collagen breakdown in relation to tooth eruption and resorption in the dog. *Archs oral Biol.* 19: 1195-1201.