

学位研究紹介

ラット口蓋特殊粘膜の構造及び機能特性に関する組織化学的、免疫組織化学的研究

Histochemical and immunohistochemical study on the structural and functional features of the palatal mucosa of the rat

新潟大学歯学部口腔解剖学第二講座

河野芳朗

Second Department of Oral Anatomy,
Faculty of Dentistry, Niigata University

Yoshiro Kawano

ラット口蓋粘膜は常時食片による圧迫や摩擦等の機械的刺激にさらされるため、厚い角質層が発達している。また、横口蓋ヒダをはじめとする特殊粘膜の上皮下には多様な機械受容器の終末が部位特異的に分布することが知られ¹⁾、口蓋粘膜が強く角化した各所に感覚受容器を備えた鋭敏な機械的感覚入力装置として機能し、咀嚼、嚥下時の口腔内食塊の形状や位置情報の獲得に深く関わっていることを示唆している。口腔内に植立する歯も同様に、切断、粉碎、臼磨といった機械的消化の主役としてのみならず、歯根膜の機械受容器を介して咀嚼のための感覚受容器として機能している²⁾。上述した口蓋粘膜の機能特性は、口腔内における咀嚼器としての歯と特殊口蓋粘膜の機能上の相同性を強く伺わせる。

本研究は、ラット口蓋粘膜後方に多数配列する臼歯間乳頭に着目し、その上皮角質組織の石灰化現象と感覚受容器としての神経支配の特性の両面から、歯との対比を念頭においてラット口蓋臼歯間乳頭の咀嚼の補助器あるいは感覚受容器としての位置づけについて検討した。

ラットの臼歯間ヒダは堅固な乳頭様構造物の連なりからなり、それぞれの臼歯間ヒダの外側縁は臼歯の舌側咬頭へ連なるように配列していた。臼歯間ヒダの乳頭様構造物の組織像は、いずれも上皮の表層が厚い角化層で被われ、乳頭の中心部には豊富な血管網を持つ結合組織乳頭が深く入り込んでいた。これらの乳頭の頂部にある角化上皮では他の部位の口蓋粘膜上皮と異なり、ケラトヒアリン顆粒が観察されなかった。また、カルシウムイオンの局在を示す glyoxal bis(2-hydroxyanil) (GBHA) 染色³⁾では、上皮角質層全体が淡いながらも

明らかなGBHA陽性反応を示し、個々の乳頭部の角質層部には限局した強いGBHA陽性の顆粒状構造物の沈着が認められた。このGBHA陽性反応は乳頭頂部で最も強く、先端部では全域が濃赤色に染色されていた。

凍結置換試料の無染色切片の電子顕微鏡観察では、臼歯間乳頭角質上皮細胞中に電子密度の高い構造物の沈着が多数観察された。この高い電子密度を示す構造物は強いGBHA陽性反応が認められた乳頭の頂部付近に高密度に沈着していた。細胞内の電子密な構造物は多数の針状結晶様構造物の集合体から構成され、電子密度の高い構造物と細胞質基質の間に膜様構造は観察されなかった。X線微小部分分析では、針状結晶様構造物からリンとカルシウムの明瞭なピークを検出した。

ラット口蓋臼歯間乳頭における針状結晶の沈着は全層の角質細胞に一様に生ずるのではなく、多量の針状結晶が乳頭頂部の表層7～8層の細胞に限局して沈着していた。このことより、乳頭頂部の角質組織とその他の口蓋粘膜の角質組織が、リン酸カルシウムに対して何らかの異なった物理化学的特性を備えていることが示唆された。また、頂部臼歯間乳頭角質層では、より深層の細胞内にも微細な電子密構造が観察されており、同部では角質層深層で既に石灰化の核が形成される場が存在していることを示していた。また、臼歯間乳頭頂部の上皮にケラトヒアリン顆粒が認められなかった事実は、同部の角質基質の構造が口蓋の他部と異なる可能性を示している。

Protein gene product 9.5 (PGP9.5) の免疫染色では乳頭部結合組織に樹枝状に分岐する神経線維が多数観察された。また、乳頭部結合組織頂部には機械的受容器の代表的なマーカー酵素として知られている⁴⁾ 非特異的コリンエステラーゼ活性を示す円形状の細胞が観察された。これは、乳頭部石灰化角質上皮直下に多数の機械受容器が存在することを示唆している⁵⁾。

透過型電子顕微鏡観察では、同部にシュワン鞘で被覆された軸索終末が観察され、軸索終末周囲の基底膜はしばしば上皮細胞の基底膜に近接または癒合し、軸索終末の指状の突起と上皮細胞とが近接している像が観察された。この臼歯間乳頭部に存在する機械受容器の微細構造学的特徴は、毛包に見られる柵状神経終末のものに類似していた⁶⁾。

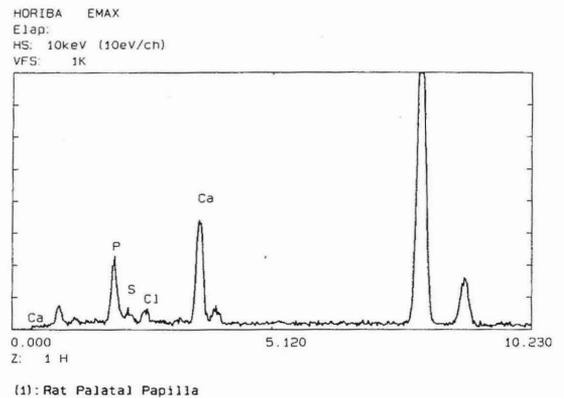
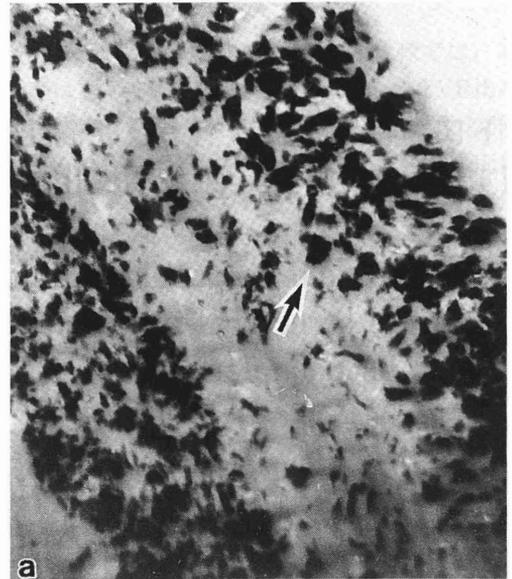
臼歯間乳頭は豊富な神経支配と血管網を持つ結合組織のコアで裏打ちされた一つの構造単位を構成しており、他の口蓋粘膜と異なるケラトヒアリン顆粒を欠く角化機構を有していた。また、各乳頭個々の頂部角質層には多量のリン酸カルシウムが沈着しているのが観

察され、同部位の機械的強度が高くなっている可能性が示唆された。歯は多量のリン酸カルシウムが沈着した石灰化硬組織で、粉碎機能を備えた咀嚼器官であるが、ラット口蓋特殊粘膜組織が歯と同様の多量のリン酸カルシウムが沈着していたことは興味深い。歯はその発生過程、由来から毛と比較される⁷⁾。今回、臼歯間乳頭で観察された軸索終末の形態と配置は毛包周囲の柵状神経終末の場合と類似していたが、この神経分布様式は歯根膜神経の場合⁸⁾と相同であり、神経分布の点からも臼歯間乳頭の歯との類似性がうかがえる。臼歯間乳頭の角質上皮には、毛や歯と同様に外来機械刺激を受容し、伝達する特性が備わっていると考えることができる。感覚受容の視点から見れば、臼歯間乳頭上皮はリン酸カルシウムの沈着による機械的強度により、外部刺激を組織の変形等による減弱を伴うことなく、下層の特殊神経終末に伝達できると考えられる。臼歯間乳頭頂部角質層は、粘膜上皮下の組織の保護ばかりでなく、外的刺激伝達器としても機能する上皮組織であるということが出来る。臼歯間乳頭は石灰化角質組織と機械受容器の存在様式の両面から毛と歯の中間に位置する構造物であり、食物の位置感覚を受容している咀嚼の補助装置とみなすことができる。

角質組織の石灰化現象に関しては既に多くの報告が見られる⁹⁾が、研究材料としての正常な組織が比較的得難いこと、組織切片を作成し難いこと等から、その石灰化機構についての十分な形態学的解析がなされたとは言いがたい。ラット口蓋臼歯間乳頭は、角質上皮の石灰化の場合となる基質の微細構造学的所見とミネラルの物理化学的所見の関連性を探りやすいことから、上皮角質組織石灰化の研究モデルとしても有用であると思われる。

文 献

- 1) 立花民子. 電子顕微鏡 31: 110-116, 1996
- 2) Linden RW. Macmillan Press, London, pp52-95, 1990
- 3) Takano Y et al. J Hard Tissue Biol 2: 20-27, 1993
- 4) Ide C. Arch Histol Jpn 45: 83-97, 1982
- 5) Munger BL and C Ide. Arch Histol Cytol 51: 1-34, 1988
- 6) Rice FL and BL Munger. J Comp neurol 252: 186-205, 1986
- 7) 窪田金次郎, 柴内俊次. 日本歯科評論社, 東京, pp52-95, 1991
- 8) Maeda T et al. Anat Rec 223: 95-103, 1989
- 9) Pautard FGE. Nature 199: 531-535, 1963



b

図説

X線微小部分分析結果

a.凍結置換試料における臼歯間乳頭頂部無染色切片のSTEM像。矢印は分析部位を示す。

b.乳頭頂部の電子密沈着物(X線スペクトル)。リン(P)とカルシウム(Ca)の明瞭なピークが見える。