ラット胎仔における横口蓋ヒダの発生学的研究

—走査電子顕微鏡による観察—

吉田重光　千葉順一※　星野正明
竹内亀一　小林茂夫
新潟大学歯学部口腔解剖学第二教室（主任：小林茂夫教授）
※新潟大学歯学部口腔外科学第二教室（主任：大橋　靖教授）

（昭和61年10月20日受付）

Prenatal Development of the Transverse Palatine Ridges in the Rat
—A Scanning Electron Microscopic Study—

Shigemitsu YOSHIDA, Jun-ichi CHIBA※, Masaaki HOSHINO, Kiichi TAKEUCHI and Shigeo KOBAYASHI
2nd Department of Oral Anatomy, School of Dentistry, Niigata University
(Chief : Prof. Shigeo KOBAYASHI)
※*2nd Department of Oral Surgery, School of Dentistry, Niigata University*
(Chief : Prof. Yasushi OHASHI)

Key words：横口蓋ヒダ／口蓋板／二次口蓋／ラット／走査電顕

要　　旨

横口蓋ヒダの発生過程を明らかにすることを目的として，胎生13日から21日までのラット胎仔の口蓋を走査電子顕微鏡で観察した。

横口蓋ヒダは胎生15日で口蓋板がまだ垂直位にある時にすでに認められ，二次口蓋の形成に伴って徐々に増加する。

横口蓋ヒダには歯槽堤より前方の横走する３本の太いヒダと，歯槽堤の間にあり，歯槽堤から正中に向かって斜め前方に走る＜への字＞型の５本の細いヒダが区別されるが，最前方の１本を除いてヒダは口蓋板の内側縁から離れた領域から生じ，徐々に正中に向かって伸びだして，最終的に正中で左右が連続する。

出生直前では歯槽堤より前方の横口蓋ヒダは直線状の走行を示し，最前方のヒダは切歯乳頭と連続的に移行する。また，歯槽堤間の横口蓋ヒダは強く屈曲するが，その程度は前方で強く後方で弱い。

ラットではヒトで言われているような横口蓋ヒダの胎生期における廃退現象は認められない。

緒　　言

横口蓋ヒダ plica palatinae transversae は動物種により特有の形態を有しており，その走行，数，高さは硬口蓋の形態とともに動物の食性をよく反映していると言われている。これらのヒダは主に咀嚼と嚥下に関与しているが，新生児においては吸乳時の，またヒトにおいては発音時の補助装置としての働きも有していることが知られている。

横口蓋ヒダについて初めて記載したのは Winslow（1753）であると言われる。その後，Gegenbaur（1878）[1]，Retzius（1906）[2] の詳細な報告に次いで Henkel（1926）[3]，Murakami（1931）[4]，

廣田（1933）[5]，藤井（1939）[6]，Ogawa（1940）[7]，光井（1954）[8]，Lysell（1955[9]，1956[10]），佐藤（1956）[11]，杉山（1957）[12]，山崎（1962）[13]，山田ら（1965）[14] および岩久（1974[15]，1976[16]）らによって形態学的，人類学的，および比較解剖学的見地から種々の検討が加えられているが，発生学的な研究は少なく，わずかに Gegenbaur, Retzius, 藤井，光井，杉山のヒト胎生期での報告があるにすぎない。しかしながら，これら胎生期の研究においても，その主眼は胎齢の増加に伴うヒダの条数の変化におかれており，横口蓋ヒダの発生を二次口蓋の形成との関連から観察した報告はほとんどなされていない。これは1つには，これまでの研究が肉眼あるいは実体顕微鏡下で行われていること，またヒトでは胎児を経時的に観察することが困難であるという理由によるものと考えられる。

そこで我々は種々の胎齢の試料を入手しやすいラットと高倍率・高分解能の走査電子顕微鏡を用いることにより，横口蓋ヒダの発生過程を観察し，興味ある知見を得たので報告する。

材料と方法

Wistar 系ラット（200-250g）を用い，1晩 mating させた翌朝，膣垢検査により精子が認められた日を胎生0日として，胎生13日から胎生21日までの胎仔を観察の対象とした。

妊娠ラットにネンブタール腹腔内麻酔を施して開腹し，帝王切開により胎仔を取り出して断頭した後，ただちに4%パラフォルムアルデヒド(0.1Mリン酸緩衝，pH7.4）で7-10日間浸漬固定を行った。

固定の終了した試料は実体顕微鏡下で下顎および舌を切り離して口蓋を露出させ，十分に水洗した後，上昇アルコール系列で脱水して臨界点乾燥を行い，Eiko IB-3 イオンコータで金蒸着を施して，日立 S-510 走査電子顕微鏡により観察を行った。

結　　果

胎生13日：頭顔面部では前頭突起，上顎突起，下顎突起が区別され，左右の下顎突起はすでに癒合している。前頭突起の外下方には鼻窩と内側および外側鼻突起が形成されており，内側鼻突起と上顎突起が癒合を開始し，左右の内側鼻突起が徐々に近付いてくるが，この時期ではまだ一次口蓋は形成されていない（図1）。

一方，口腔内をみると，原始口腔の前方に原始後鼻孔の小孔，後方正中部にはラトケ嚢の小孔が認められるが，口蓋板はまだはっきりとした形態を示しておらず，上顎突起の内側にあるわずかな高まりとして観察されるにすぎない（図2）。

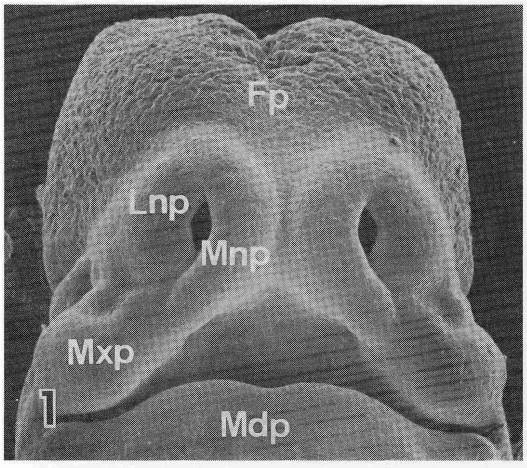
胎生14日：この頃になると，上顎突起と内側鼻突起の癒合は完了し，一次口蓋が形成されている。外鼻孔と交通する原始後鼻孔は前後に細長く伸び，口蓋板はその外側を平行に前後に走って咽頭に終っている。この口蓋板の前方部は一次口蓋と鼻中隔に接し，下内方を向いているが，より後方部では方向を変え，垂直に下方を向いて舌の側方でこれを抱き込んでいる。

この時期の口蓋板の前方部で一次口蓋と接している領域をみると，横口蓋ヒダの原基と思われるわずかな横走する線状の高まりが認められるが，それほど明瞭ではない（図3）。

胎生15日：この頃から口蓋板はその前方約1/3の領域から正中に向かって伸びだしを始める。この伸びだしに伴って胎生14日で口蓋板の前方部領域に認められた線状の高まりは，明瞭なヒダとして片側に2本もしくは3本が認められるようになる（図4）。

胎生16日：胎生16日は左右の口蓋板が癒合する時期であり，癒合のさまざまなステージを観察することができる。これまで下内方および下方を向いていた口蓋板は，舌の上方に位置するようになって水平方向を向くようになる。口蓋板の癒合は胎生15日で正中への伸びだしのみられた前方約1/3の領域から始まり，前方と後方に向かって癒合が広がってゆく。しかしながら，前方と後方では癒合の進行速度が異なっており，後方に比べて前方は遅い。また，癒合の進行に伴い，臼歯の萌出する領域に歯槽堤が作られるようになる。

横口蓋ヒダはこの時期のすべてのステージで明瞭に認められる。最前方のヒダは口蓋板の前方で



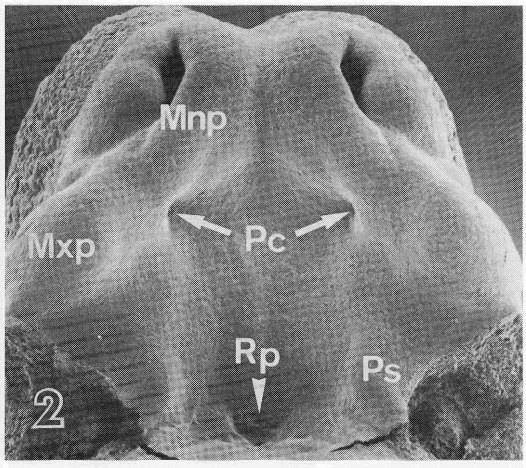
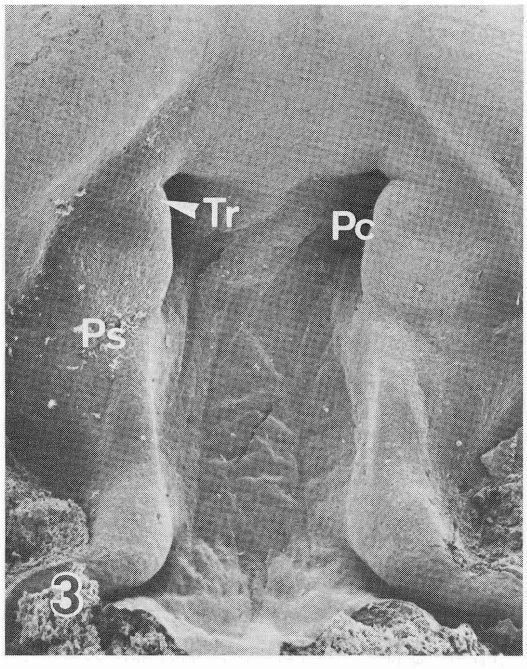


図1．胎生13日のラット顔面突起：内側鼻突起 (Mnp) と上顎突起 (Mxp) が癒合し，左右の内側鼻突起が近付いてくる。Fp：前頭突起，Mdp：下顎突起，Lnp：外側鼻突起　×40

図2．図1の下顎突起を除去したもの：上顎突起 (Mxp) の内側に口蓋板 (Ps) の原基が見られる。Rp：ラトケ嚢，Pc：原始後鼻孔　×45



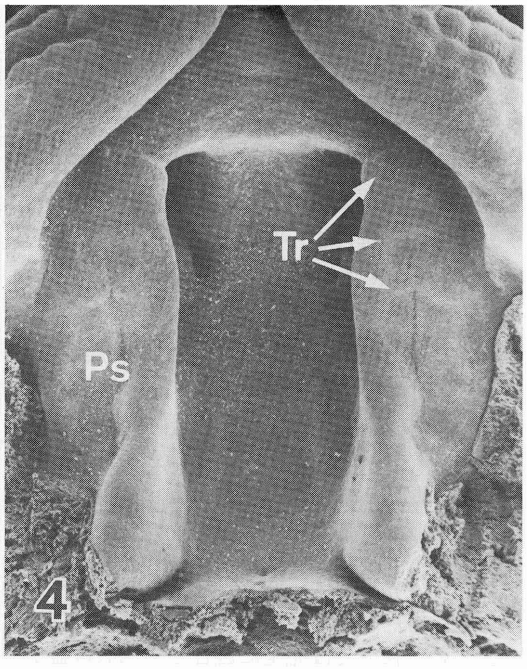


図3．胎生14日の口蓋：口蓋板は下方を向いており，口蓋板 (Ps) の前方部には横口蓋ヒダ (Tr) の原基である線状の高まりが見られる。Pc：原始後鼻孔　×50

図4．胎生15日の口蓋：口蓋板 (Ps) は前方約1/3の領域から正中に向かって伸びだしを始める。この頃になると横口蓋ヒダ (Tr) は口蓋板の前方部で明瞭に認められる。　×45

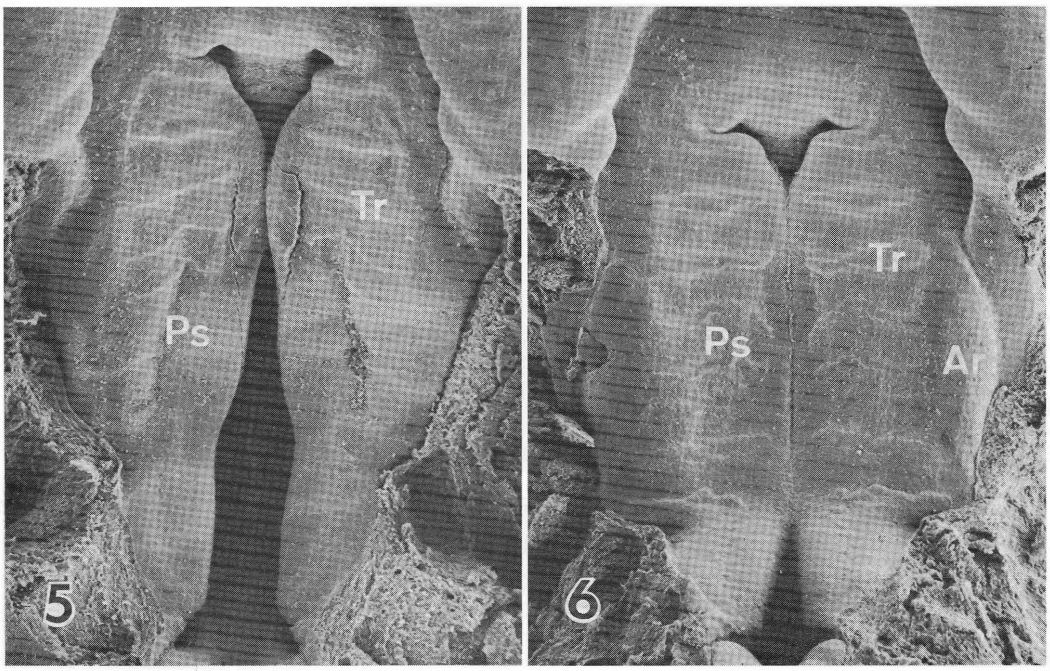


図5．胎生16日の口蓋：左右の口蓋板 (Ps) が水平位に転じ，一部で接触した時期。横口蓋ヒダ (Tr) は口蓋板の前方では明瞭だが，後方では不明瞭である。 ×40

図6．胎生16日の口蓋：口蓋板 (Ps) の癒合の進行に伴って横口蓋ヒダ (Tr) が増加するが，これらのヒダは口蓋板の内側縁からは離れた領域に位置し，正中に達することはない。Ar：歯槽堤 ×40

一次口蓋に接する領域にあり，その後方にある正中からやや後外側に斜走する2本と合わせて太いヒダが3本認められる。さらにその後方で口蓋板がまだ癒合していない領域では，歯槽堤の口蓋側から正中に向かう〈への字型〉に屈曲した細いヒダがみられ，癒合の進行とともにヒダが増加する。

これらのヒダは，最前方の1本を除いてはいずれも口蓋板の内側縁から離れた領域にあり，癒合の進行とともに正中に近づいてはくるものの，この時期では左右が正中で連続することはない（図5，6）。

胎生17日：左右の口蓋板は前方部で一次口蓋と接するところにわずかに未癒合の領域を残してはいるものの，後方では完全に癒合して二次口蓋が形成され，鼻腔と口腔が境されるようになる。また，歯槽堤が更に高くなることにより口蓋のアーチは明瞭となる。

歯槽堤の前方にある3本の横口蓋ヒダは左右のものが正中で合し，連続した一本の高まりとして直線状の走向を示すようになる。

一方，歯槽堤間にある細いヒダは5本が明瞭に区別されるようになり，すべて〈への字型〉を示しているが，その屈曲の程度は前方で強く，後方で弱い。また，これらのヒダは一部を除いては左右のものが正中で合しておらず，互いに独立している（図7）。

胎生18日：一次口蓋と二次口蓋の接する部位での未癒合の領域は，切歯乳頭の発達とともに狭くなり，歯槽堤の前方の3本のヒダは左右の連続性と直進性がますます明瞭になってくる。

一方，歯槽堤および口蓋の発達とともに歯槽堤間にある細いヒダは，特に前方部において強い〈への字型〉の屈曲を示し，徐々に左右のヒダが正中で連続するようになる。また，左右歯槽堤間の正中口蓋縫合部はやや隆起して，口蓋隆起を示すようになる（図8）。

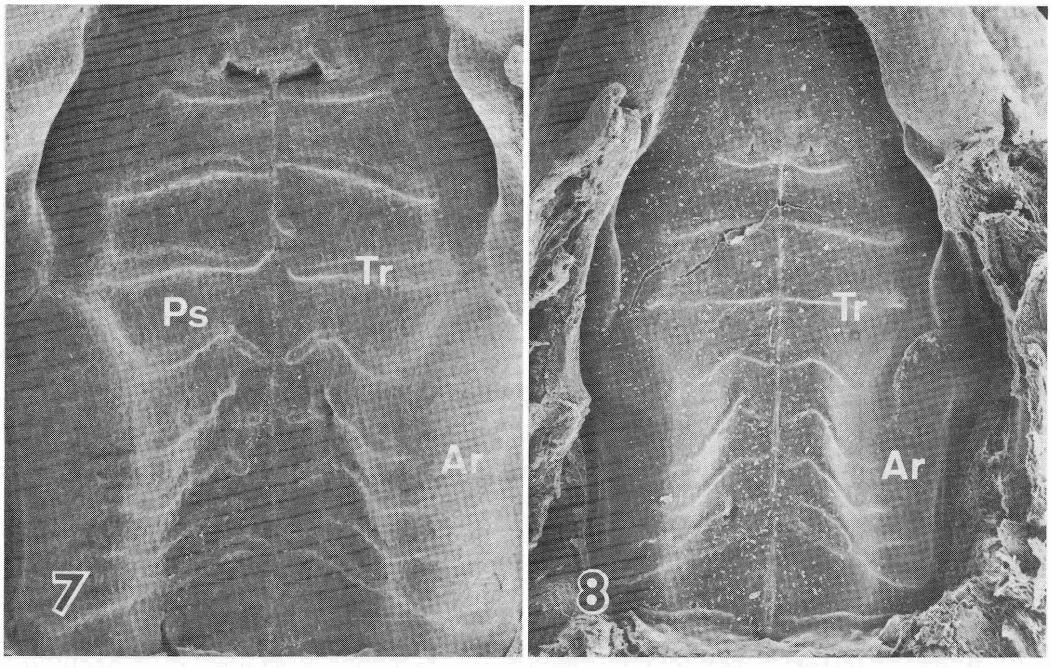


図7．胎生17日の口蓋：口蓋板 (Ps) はほぼ完全に癒合して口腔と鼻腔を境する。前方の横口蓋ヒダ (Tr) は左右が正中で連続するが，後方のヒダは正中から離れて存在する。 Ar：歯槽堤　×40

図8．胎生18日の口蓋：横口蓋ヒダ (Tr) は後方でも徐々に左右が連続し，前方の3本は直線状の，後方の5本は〈への字型〉の走行が著明になる。　　Ar：歯槽堤　×30

胎生19日－21日：この期間では，歯槽堤の前方にある3本のヒダの太さと直進性および左右の連続性がさらに明瞭になるとともに，後方の歯槽堤間の5本の細いヒダにおいても左右の連続性と〈への字型〉の屈曲が著明となってくる。また，最前方のヒダは切歯乳頭と移行的に連続するようになる（図9，10）。

考　　察

1．横口蓋ヒダの出現時期

ヒト胎児において横口蓋ヒダが出現する時期について，Gegenbaur (1878)[1] は頭尾長42－45㎜の胎児では全く見られないものの，55㎜になると硬口蓋の前半両側にほぼ対称的に配列する5－7条のヒダが認められ，このうち前方の2－3条は正中口蓋縫線に達していると述べている。これに対して Retzius (1906)[2] は口蓋板の癒合が終了していない頭尾長31㎜の胎児ですでに4－5条のヒダを認めると報告し，次いで Hochstetter (1936)[17] は頭尾長28㎜の胎児で，さらに藤井 (1939)[6] は右側口蓋板は挙上しているものの左側はまだ垂直位にある頭尾長22㎜の胎児において，挙上している右側のみに3条の横口蓋ヒダを認めたと報告している。その後，Waterman (1974)[18] は二次口蓋の癒合に関する走査電子顕微鏡的研究の過程において，横口蓋ヒダは口蓋板が垂直位にある時には認められないが，後方は垂直位にあっても前方が挙上する時期になると明瞭に認められるようになると報告した。

一方，他の哺乳動物の胎仔における横口蓋ヒダの出現の時期については，やはり二次口蓋の癒合に関する走査電子顕微鏡的研究の過程において，Waterman (1973)[19] が口蓋板が垂直位にある胎生14－15日のマウスで，また Meller (1980)[20] は同様に口蓋板が垂直位にある胎生15日のウサギで，それぞれ横口蓋ヒダの出現を認めている。

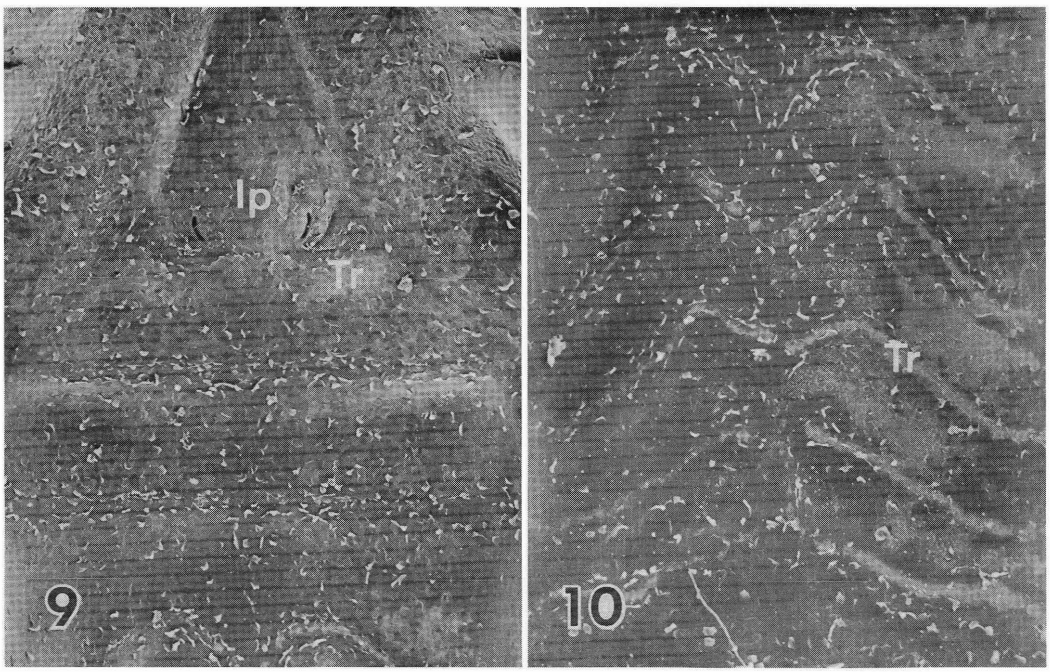


図9．胎生21日の口蓋の前方部：最前方の横口蓋ヒダ (Tr) は切歯乳頭 (Ip) と移行的に連続する。×35

図10．胎生21日の口蓋の後方部：横口蓋ヒダ（ Tr ） の屈曲はさらに強くなる。 ×35

本研究のラット胎仔において初めて横口蓋ヒダが見られたのは胎生14日であるが，この時はわずかな線状の高まりとして認められたにすぎない。これがヒダとして明瞭に認められたのは，口蓋板の前方部が垂直位から水平位に変わる時期に相当する胎生15日で，ヒトにおけるGegenbaur, Retziusはもとより，藤井の報告よりも早いが，Watermanのヒトとマウス，および Meller のウサギでの報告とは一致している。

横口蓋ヒダの出現時期に関するこれらの結果の相違は，おそらくその観察手段，すなわち光学顕微鏡と走査電子顕微鏡の分解能の差に起因するものであり，少なくともヒトをはじめマウス，ウサギ，およびラットでは，横口蓋ヒダは口蓋板が垂直位から水平位に変わる時期に初めて出現すると考えてよいと思われる。

2．横口蓋ヒダの成長と退化

Retzius は単孔類から人類に至る哺乳動物の横口蓋ヒダについて系統的な観察を行い，横口蓋ヒダは有蹄類において最も発達し，その後動物の進化に従ってヒダはその大きさと数を減じ，擬喉類で廃退現象が現れ，類人猿では著明に，さらに人類に及んでは極めて顕著となって，口蓋の後半部ではヒダが欠如することを明らかにしている。

一方，ヒト胎児における横口蓋ヒダは，Gegenbaur, Retzius をはじめ多くの研究者が胎生3－4ヶ月ですでに廃退現象を示し，その後廃退現象は増齢とともに著明になることを報告している。

成熟ラットの横口蓋ヒダについては，岩久 (1976)[16] の詳細な報告がある。岩久は横口蓋ヒダを分類し，臼歯から前方の領域にある硬口蓋を横走する隆起の明瞭な3本のヒダ（Ⅰ型ヒダ）と，臼歯の領域にあり退化傾向が著しいと考えられる，歯槽堤側から正中側に前内方に向かって斜めに走

る５本のヒダ（変形ヒダ）の２つに分けている。

本研究の胎生14日のラットで二次口蓋の前方に認められた最初の横口蓋ヒダは，岩久のＩ型ヒダに相当し，口蓋板の癒合する胎生16日には明瞭な３本のヒダとして認められるようになる。また，変形ヒダは口蓋板の癒合の進行とともに口蓋板の内側縁から離れた歯槽堤の領域に現れ，徐々に正中に向かって斜め前方に伸びだし，胎生17日で５本が区別されるが，この屈曲の程度は前方で強く，また胎齢の増加とともに著明となる。これら２種類のヒダは成長とともにますますその高さと幅を増し，より明瞭となって左右が正中で連続するようになる。

すなわち，ラットでは前方のＩ型ヒダに比べて後方の変形ヒダは退化傾向にあると考えられるものの，少なくともヒトのように一度形成されたヒダが二次的に消失するような廃退現象を示すことはないと言える。

結　　論

ラット胎仔における横口蓋ヒダの発生過程を走査電子顕微鏡で観察した結果，以下の結論を得た。

1）横口蓋ヒダは胎生15日で口蓋板が垂直位にある時ですでに認められる。

2）横口蓋ヒダは最前方の１本を除き，口蓋板の内側縁から離れた領域から生じ，徐々に正中に向かって伸びだして最終的に正中で左右が合して連続する。

3）二次口蓋の形成に伴って，横口蓋ヒダは徐々に増加し，前方の横走する３本の太いヒダと，後方の歯槽堤から正中に向かって斜め前方に走る〈への字〉型の５本の細いヒダが明瞭に認められるようになる。

4）後方の横口蓋ヒダは前方で屈曲が強く，後方で弱い。

5）最前方の横口蓋ヒダは切歯乳頭と連続的に移行する。

6）ラットでは横口蓋ヒダの胎生期における廃退現象は認められない。

文　　献

1）Gegenbaur, C. : Die Gaumenfalten des Menschen. Morph. Jahrb., **4**：573-585, 1878.

2）Retzius, G. : Die Gaumenleisten der Menschen und der Tiere. Biol. Untersuch., **13**：117-168, 1906.

3）Henkel, K. O. : Die Gaumenleisten Von 11 Papua und Melanesiern. Z. Morpho. Anthrop., **26**：127-130, 1926.

4）Murakami, K. : Die Gaumenleisten der Japaner. Arb. Anat. Inst. Sendai., **14**：1-19, 1931.

5）廣田耕作：日本人の横口蓋皺襞の形態的並びに統計的研究．人類学雑誌，**48**：599-618, 1933.

6）藤井一郎：邦人横口蓋皺襞の発生学的研究．解剖学雑誌，**13**：45-182, 1939.

7）Ogawa, H. : Morphologische Untersuchung über die Gaumenleisten bei den japanischen Zwillingsfeten. Okajima's Folia Anat. Jap., **19**：343-376. 1940.

8）光井敏郎：口蓋にある皺襞の形態学的研究．歯科医学，**16**：98-112, 1954.

9）Lysell, L. : Plica palatinae transversae and plica incisiva in man. Acta Odont. Scand., **13**：Supple., 18 Stockholm. 1955.

10）Lysell, L. : Die Gaumenleisten und die papilla incisiva beim Menschen. Z. Morpho. Anthrop., **48**：1-27, 1956.

11）佐藤勝也：日本人及び米人の横口蓋皺襞に就ての人類学的研究．慈恵医大解剖学教室業績集，**14**：1-27, 1956.

12）杉山浩一：胎児口蓋皺襞の形態学的研究．歯科学報，**57**：1-25, 1957.

13）山崎　裕：日本人横口蓋ヒダの加令的変化．人類学輯報，**34**：59-75, 1962.

14）山田　博，村岡俊彦，中西秀和，杉山正博：数種の哺乳動物横口蓋ヒダについて．九州歯科学雑誌，**19**：1-7, 1965.

15）岩久文彦：ブタの横口蓋ヒダの形態学的特徴．歯基礎誌，**16**：277-288, 1974.

16) 岩久文彦：哺乳動物における横口蓋ヒダの形態学的研究．新潟歯学会誌，**6**：103-143, 1976.

17) Hochstetter, F. : Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Gaumens. Morph. Jahrb., **77**：179-272, 1936.

18) Waterman, R. E. and Meller, S. M. : Alterations in the epithelial surface of human palatal shelves prior to and during fusion. A scanning electron microscopic study. Anat. Rec., **180**：111-136, 1974.

19) Waterman. R. E., Loss, L. M. and Meller, S. M. : Alterations in the epithelial surface of A / Jax mouse palatal shelves prior to and during palatal fusion : A scanning electron microscopic study. Anat. Rec., **176**：361-376, 1973.

20) Meller, S. M., De Paola, D. P., Barton, L. H. and Mandella, R. D. : Secondary palatal development in the New Zealand white rabbit : A scanning electron microscopic study. Anat. Rec., **198**：229-244, 1980.