スナネズミ軟口蓋の組織学的観察

九州歯科大学口腔解剖学第2講座(指導:嶋村昭辰教授)

栗原 幸 紘

昭和60年4月17日受付

Histological Observations of Soft Palate of the Mongolian gerbil, *Meriones unguiculatus*

Yukihiro Kurihara

Second Department of Oral Anatomy (Director: Prof. Akitatsu Shimamura)
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

With use of 24 *meriones unguiculatus* weighing 60—70g, light microscopic and scanning electron microscopic investigations were made of structure of the mucous membrane of the soft palate and tissue construction of the section between the soft palatal mucous membrane and the mucous membrane of nasopharyngeal meatus facing the palate.

The results were as follows:

1. The whole surface of the soft palatal mucous membrane was covered with keratinized stratified squamous epithelium.
2. The soft palate did not have any of the papilla-like structures observed in man and various animals and showed quite a flat structure.
3. Mucous epithelium contained a comparatively large number of taste buds. Palatal glands had their opening at various places on the mucosa surface. Both the taste buds and palatal glands were mainly distributed laterally near the median line.
4. Lamina propria mucosa on the oral cavity side had no elastic lamina.
5. The palatal glands were mucous in nature and acini were compound alveolar in form.
6. The muscular layer appeared from the mid-point anteroposteriorly and toward the back. Muscular fibers and acini mingled in places on lateral sides of the soft palate.
7. Mycteric lamina propria mucosa had mucous glandules and infraglandular elastic lamina in places.
8. In the nasopharyngeal epithelium, the region corresponding to the anterior region of the soft palate was covered with pseudostratified ciliated epithelium containing goblet cells; the region corresponding to the middle region of the soft palate with pseudost-ratified ciliated epithelium, and the region corresponding to the posterior region of the soft palate with keratinized stratified squamous epithelium and stratified short columnar epithelium.
9. Nasopharyngeal meatus epithelium had taste buds distributed scatteredly.

Key words : *Histology/Soft palate/Mongolian gerbil*

結 言

口腔粘膜の中で、口蓋は咀嚼粘膜の一つである硬口蓋粘膜と、裏装または被覆粘膜 (lining or covering mucosa) の一つとしての軟口蓋粘膜に分けられる。後者の粘膜表面は前者に比べるとしなやかにして、平滑な面をなすわけであるが、そこにはヒト^{1,2)}を始めとし、霊長類^{3,4)}、ケッ歯動物⁵⁻⁷⁾の一部において味蕾を含む乳頭様構造物の存在が報告されている。それについて走査型電顕にてはじめて吉岡ら (1975)⁸⁾ がマウスのものをはっきりと示した。また、Cleaton-Jones (1971)⁹⁾ はラットで味蕾を含む乳頭を、ある舌乳頭と同じく *fungiform papillae* と呼称している。最近になって、鈴木ら (1982)¹⁰⁾ は走査型と透過型電顕にてより鮮明な像を浮彫りにした。

一方、軟口蓋粘膜からそれに相対する鼻腔粘膜にいたる組織構成に関してもヒトをはじめ、各種動物について検索されているが、詳しい報告は数多くはない。ヒトのものの組織学的特徴をみると、中間の筋層を挟んで、表面から上皮層、固有層 (弾性線維層 *Supraglanduläres Lager elastischer Fasern* を含む) および粘膜下組織 (口蓋腺を含む) となり、鼻腔面からは、上皮層、固有層 (鼻腔腺とその下の弾性線維層 *Infraglanduläres Lager elastischer Fasern* を含む) となり、粘膜下組織を欠いて直接筋層に移行する¹¹⁻¹⁴⁾。霊長類では、各構成組織の分布、量に多少の違いがあるがヒトに大体似た組織構成を示すという。ケッ歯動物になると、外観的には口蓋垂を欠くとともに、動物によっては軟口蓋側に弾力線維の欠如、筋層も後部のみという変化が報告されている。そのことは、動物によって軟口蓋組織の機能上に変化があることを示唆するものと思われる。

本研究では、まだ観察の対象になっていないスナネズミの軟口蓋粘膜の表面および組織構造を、相対する鼻腔側粘膜も含めて比較解剖学的観点から明らかにするため取り組んだ。その結果、若干の特異的知見が得られたので、その詳細を報告する。

研究材料と研究方法

実験動物としてのスナネズミは、体重60~70g 前後のもの24頭を実験に供した。以下、観察目的により試料調整は次のように施した。

Fig. 1 実体顕微鏡による口蓋粘膜の全景 (ポンソウ染色). ×10

Fig. 2 Fig. 1 の一部拡大. ×40
↑ : 味蕾 ↑ : 導管の開口部

1. 実体顕微鏡的観察

軟口蓋粘膜面における味蕾の味孔と、口蓋腺導管の開口部の分布状況を調べるために、10%中性ホルマリンにて十分固定した試料に Brouwer and Wiersma (1978)¹⁵⁾ によって試みられた味孔染色法 (1% Ponceau S) を施した。

2. 走査型電子顕微鏡的観察

軟口蓋粘膜表面の微細構造を観察するため、軟口蓋粘膜 (隣接組織を多少付着させて) を切り出して2.5%のグルタルアルデヒド液にて2時間固定した。ついで、1%のオスミウム酸で90分後固定した。その後、上昇エタノールによる脱水、酢酸イソアミルによる置換、臨

界点乾燥を行った。金・パラジウムによるコーティング後、JSM-25型 走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察した。

3. 光学顕微鏡的観察

相対する鼻腔粘膜を含めた軟口蓋粘膜部を切り出して、直ちに Bouin 固定液にて2～3時間固定した。その後、通法にしたがってパラフィン包埋、4～6 μm 厚さの切片を調整した後、以下の染色を施した。

a. Hematoxylin-Eosin 染色 (H.E 染色)

b. PAS-Hematoxylin 染色 (PAS 染色)

脱パラフィンした切片を、0.5% 過ヨウ素酸水溶液中で5分間処理し、Schiff 試薬中で20分間処理した後、亜硫酸水に5分間浸漬した。その後、Hematoxylin で核染色を施した。

c. Alcian blue-Kernechtrot 染色 (A B 染色)

脱パラフィンした切片を、3% 酢酸水溶液で5分間処理した後、0.1% Alcian blue の3% 酢酸水溶液 (pH 2.5) で20分間反応させ、次に Kernechtrot で1分間核染色をおこなった。

d. Mucicarmine-Hematoxylin 染色 (M 染色)

Hematoxylin で核染色した後、Mucicarmine 染色液で10分間染色した。

e. Weigert の Krutsky 変法 (Permanganate-Resorcin-Fuchsin 染色)

切片を過マンガン酸カリ加 Resorcin-Fuchsin で1時間染色、次いで Weigert の鉄 Hematoxylin で5～10分、ワンギーソン液 (Elastica van Gieson) で2～3分間それぞれ染色を行った。

所 見

1. 軟口蓋粘膜の外観

かなりの起伏に富む硬口蓋粘膜後縁からやや突然的に、平坦にして滑達な軟口蓋粘膜へと移行し、後方の鼻咽頭口 (nasopharyngeal hiatus) へと拡がる。その外観は、マウスやラットのものによく類似し、ヒトやサルなどに見られる口蓋垂を欠き、側方的には頬と咽頭の粘膜へ自然に移行している。軟口蓋粘膜の全長は硬口蓋粘膜後縁から切歯乳頭に至る距離よりも幾分長目にある (Fig. 1)。

2. 実体顕微鏡的観察

1% ポンソー S 液 (Ponceau S) にて軟口蓋粘膜面を染色すると、Fig. 2 に示されるような大小の赤染スポットが識別される。ポンソー S 液は味孔領域の粘液多糖類を選択的に染め分ける色素として応用されているもの

であるが、軟口蓋粘膜面の場合は味孔部のみならず、口蓋腺の開口部も染め出される。味孔部と開口部の区別は口径の大小による。つまり、前者の口径はかなり小さく、大体リンパ球の径よりも小さ目にある。したがって、実体顕微鏡の最強拡大像でようやく識別できる程度である。後者の開口部は前者の倍以上も大きいので容易に識別される。

味孔と腺開口部の分布は、かなりばらばらで、規則性は認められない。参考までに一個体における両者の分布模式図を示すと Fig. 3 のようになる。

Fig. 3 スナネズミ軟口蓋粘膜における腺導管の開口部(丸印)と味孔(黒丸)の分布を示す模式図。

まず味孔の分布をみると、軟口蓋の前半の分布は極めて少ない傾向にあり、正中よりも側方部よりに存在する。軟口蓋の後半に比較的多く分布する。しかし、分布に規則性があるわけではない。軟口蓋から頬部への移行領域にも僅かではあるが認められる。一方の腺の開口部は、全般的に豊富に認められる。これも概して正中部を避けるように側方よりに、しかも味孔近くに分布する傾向が見られる。軟口蓋後縁、つまり鼻咽頭口近くには全く観察されない。

3. 走査電顕的観察

本動物の軟口蓋粘膜面は、先人が既に報告したマウスやラットのものとはかなり違った様相を呈する。すなわち、乳頭と呼ばれるような大きな粘膜の高まりは一切認めすることはできない。代って、微細な粘膜ヒダが観察さ

れる。ヒダの走向は、下在する結組織線維束の走向を現わすかのように、おおよそ次の3部に分けることができる。

- a) 正中部
- b) 前側方部
- c) 後側方部

正中部は、軟口蓋の全長にわたる中央部分と、最前方の両側方の一部を含めた領域にして、その概観はY字状を呈する。この領域では、連続的または不連続的に縦走する沢山の微細なヒダが見られる (Fig. 4)。

前側方部は、前記正中部の前方約 $\frac{1}{2}$ の両側方を占める領域である。その表面は、微細な隆起の集りとして見られる。全般的には、他部に比して平坦的である (Fig. 5)。

後側方部は、前記前側方部の続きにして後方約 $\frac{1}{2}$ を占める領域である。この部には横走または斜走する微細なヒダが沢山見られるのが特徴である。

なお、本動物には他のケツ歯動物と同じく口蓋垂や口蓋扁桃構造物は観察されない。

味孔の構造：ボンソー染色所見でも述べたように、味蕾の分布には規則性はないが、概して側方より多く分布する傾向が見られる。外界への唯一の接触孔である味蕾の味孔は、200倍以上の倍率で観察すると腺の開口部の形態とはっきり識別できるようになる (Figs. 6, 7)。Fig. 8に示す味孔縁構造は最もよく見られるタイプである。味孔を中必に味孔縁部が僅かながら高まりをなす。そしてさらにその全体の側方を被うような上皮の壁も観察される。味孔縁の長径は $4.4\sim 4.6\mu\text{m}$ ほどあり、舌乳頭に見られる味孔のものよりもかなり狭い。その他のタイプ (Fig. 9) の味孔縁は、いわゆる通常の舌乳頭のものとは変らないもので、長径は $5.5\mu\text{m}$ で前述のタイプよりも幾分広い。味孔のなかには、味物質又は小胞状物質で被覆されたような味毛群を認めることができる。しかしながら、味孔縁より突出するような味毛はなく、その大部分は味孔縁より幾分下方位に存在するものが多い。

味孔縁の上皮面は、いたって平滑で、数コの上皮の組み合わせによって構築されているように見える。7,000倍以上の高倍にて観察すると、上皮面はいずれも microridge の網目からなっているのが分る。

腺導管の開口部：比較的低倍で観察すると、どの開口部も似たような形状と大きさを示すように見られるが (Figs. 6, 7)、高倍で観察すると、次の2種に大別することができる。Fig. 10は比較的多いタイプで、長

Fig. 4 軟口蓋正中部の SEM 像. $\times 100$

Fig. 5 軟口蓋前側方部の SEM 像. $\times 100$

Fig. 6 正中部近くの領域に見られる味孔 (↑) と腺の開口部 (↑). $\times 300$

径 ($15.7\mu\text{m}$) が短径 ($8.5\mu\text{m}$) の倍ほどある長楕円状にして, ある種のダクト断面をおもわせる形状を呈する. 開口壁には2~3コのヒダ状の隆起がみられる. も

Fig. 7 前側方部における味孔と腺の開口部. $\times 350$

う一つのタイプは Fig. 11に示すもので, ダクト状の開口部がさらに拡張されたような形状をなし, 導管内面の起伏とその表面構造までのぞくことができる. この図の場合は, 管壁に唾液成分の一部が粘着したような構造も見られる. 口径は, 前のタイプよりも少し小さく, $13.0 \sim 13.5\mu\text{m}$ 示す.

4. 組織学的観察

本動物の軟口蓋から鼻腔にかけての断面的組織構成は, 次の6つの基本層からなる.

- 1) 口腔上皮 一角化重層扁平上皮—
- 2) 粘膜固有層
- 3) 腺 層
- 4) 筋 層
- 5) 粘膜固有層
- 6) 鼻腔上皮 一多列線毛上皮・重層短円柱上皮
・角化重層扁平上皮—

Figs. 8, 9 味孔縁と味毛の各形態相. 8 : $\times 7,000$
9 : $\times 15,000$

Figs. 10, 11 腺開口部の各形態相. 10 : $\times 2,000$
11 : $\times 3,000$

Fig.12 硬口蓋の正中部角化重層扁平上皮. ×160

Fig.13 軟口蓋前縁の正中部角化重層扁平上皮. ×160

Fig.14 軟口蓋中間の正中部角化重層扁平上皮. ×160

Fig.15 軟口蓋前方部の鼻咽道上皮（杯細胞を含む多列線毛上皮）. ×320

しかしながら、各層の分布状況にかなりの変化が認められるので、その順に従って詳述する。

1) 口腔上皮 (Figs. 12~21)

厚い上皮層を有する左右第3大臼歯間の硬口蓋粘膜から漸次、口蓋腺を含むようになる硬口蓋後縁を経て軟口蓋粘膜へと移行する。その間における上皮層の変化をみると、表に示されるように、まずもって上皮層が部位別的にも菲薄化傾向を辿るなかで、角化層とその下の顆粒層の厚さの変化が顕著であること、上皮突起の発育が悪く、かつ不規則であることなどがあげられる。さらに部位別に細かな相違点をあげると、正中部の上皮層は側方部に比べて厚く、上皮突起も不規則ながら存在する。また、上皮表面には多少の凹凸形成が見られる。とくに軟口蓋後縁では、角化層だけによる棘状の微細な突起が見られる。一方の側方部上皮層は比較的薄くて、上皮表面および固有層面とも平坦に近い構造を呈する。角化層は全般的に硬口蓋と同じくほとんど核が認められず真正角化とみなされる。

上皮中には、多くの味蕾と腺導管が散在性に分布するが、前述のように正中部をさけて側方よりに比較的多く

分布する傾向が見られる (Figs. 2, 3, 6, 7)。分布する味蕾の大きさは幅径 $40\sim45\mu\text{m}$ 、高さ $65\sim70\mu\text{m}$ にして球形又は西洋ナシ形を呈する。

なお、軟口蓋後縁の一部は鼻咽道と融合した、いわゆる鼻咽頭口をなして、上皮は複雑な構成をなす。本所見の最後の鼻腔上皮の項で触れる。

表 部位別による軟口蓋粘膜上皮の厚さの比較
() 内は角化層の厚さ $u = \mu\text{m}$

	正 中 部	側 方 部
硬 口 蓋 後 部	120~180 (35~40)	
軟 口 蓋 前 部	100~130 (15~20)	80~100 (15~20)
〃 中間部	100~120 (15~20)	75~80 (15~20)
〃 後 部	100~110 (10~15)	75~80 (10~15)

2) 粘膜固有層

硬口蓋の後縁から粘膜下に口蓋腺が出現してくるので、その分だけ固有層は狭く、ほとんど上皮層の厚さと変わらない。全般的に二次乳頭の発育形成が極めて悪い。

Fig.16 軟口蓋中間部の鼻咽道上皮 (多列線毛上皮). $\times 320$

Fig.17 軟口蓋中間部よりやや後方の鼻咽道上皮の一部 (重層扁平上皮). $\times 320$

Fig.18 軟口蓋後方部の鼻咽道全景. $\times 32$

Fig.20 軟口蓋後方部の鼻咽道にみられる移行型上皮層. $\times 320$

Fig.19 同上の一部拡大 (角化重層扁平上皮). $\times 320$

Fig.21 軟口蓋後方部鼻咽道上皮中の味蕾. $\times 320$

Fig. 22 軟口蓋前縁における腺層. ×32

Fig. 23 軟口蓋中間部の腺層と筋層. ×32

本層はやや緻密な結合組織線維よりなり、その大部分は膠原線維にして、ヒトを始めとする諸動物に観察されている弾力線維の存在はほとんど認めることが出来ない。膠原線維の多くは上皮面にほぼ平行に走向する。線維間には細胞成分や血管が比較的多く認められる。

軟口蓋の前後的中間より少し後方から後縁にかけて徐々に正中部に腺を欠くようになり、代って筋層が出現してくる。この筋層も後縁近くなると欠いて、鼻腔上皮との間は固有層のみとなって、やがては口腔と鼻咽道が一緒になる。

3) 腺層 (口蓋腺)

固有層に続く粘膜下組織の大部分を占める厚い層である。前述のように、口蓋腺は硬口蓋後縁から現われて、軟口蓋の前後的中間部より少し後方位まで続く (Figs. 22, 23)。軟口蓋中間部の側方にある腺はそれより少し後方にかけて筋線維群と混在するようになる。

口蓋腺はヒトを始めとする諸動物と同じく粘液性腺である。腺房の形状は複合胞状腺にして、比較的単純形態をなす。比較的広い腺腔に続く峽部導管は立方状上皮よりなり、それが円柱状に移行することなく、固有層中に重層扁平上皮化して開口部に連続する。

腺房細胞は腺腔を中心にして立方形または円錐状をなして配列する。細胞の基底側に圧平された核が偏在する。腺房細胞の基底側には筋上皮細胞が、峽部導管上皮の基底側には圧平された基底細胞が認められる。

M染色を行うと、腺房細胞内の分泌顆粒は強染する (Fig. 25)。中性粘液多糖類の検出のために PAS 染色

を施すと、分泌顆粒は陽性を示す。さらに酸性粘液多糖類検出のために AB 染色すると、PAS 染色の陽性部と大体一致して、AB 染色陽性物質が観察できる (Fig. 24)。

4) 筋層または腱膜

軟口蓋の部位によって、層要素が異なるので、部位別に記述する。

軟口蓋前方部：正中部においては腺層の次に膠原線維の緻密な層としての腱膜 (palatal aponeurosis) が近心翼状板 (Cleaton-Jone, 1972) 辺にある筋層から続いて配列する。比較的薄い層である。この層の上は直ちに鼻腔側固有層を介して鼻腔上皮へと移行する (Fig. 22)。

軟口蓋中間部：正中部では腱膜を欠き、腺層に次いで筋層、鼻腔側固有層へと続く (Fig. 23)。この部位の側方部にある腺房は縦走する筋線維群と混在する。

軟口蓋後方部：筋層から鼻腔固有層へと移行しながら漸次、筋層も消失して行き、後縁になると、口腔側と鼻腔側共通の固有層だけとなる (Figs. 18, 19)。

5) 粘膜固有層

口腔側固有層に比べると非常に狭く、そして細胞成分に比較的富み、結合組織線維の排列も疎である。一部に小さな粘液性の鼻腔腺が存在する。近心翼状板近くの固有層には割合密な弾性線維の層の存在を認めることができる (Fig. 27)。

6) 鼻腔上皮

鼻腔上皮は口腔上皮とちがって、軟口蓋の前後的部位

によって上皮の形態が異なる。

軟口蓋前方部に対する上皮は硬口蓋後縁のものと同じで、ところどころに杯細胞を混じえた多列線毛上皮よりなる (Fig. 15)。軟口蓋の中間部になると、杯細胞の存在が消えて多列線毛上皮のみとなる (Fig. 16)。軟口蓋の後方部では Figs. 17~19 に示されるように、鼻咽道底部 (口腔側) の上皮は口腔粘膜上皮と同じ重層扁平上皮よりなり、鼻腔の高位に進むに従って重層扁平上皮と多列線毛上皮の中間形態ともいえるべき重層短円柱上皮 (Fig. 20) に変わり、次いで多列線毛上皮へと移行し

ている。このような上皮の配列関係は、軟口蓋後縁に進むに従って重層扁平上皮と重層短円柱上皮の占める範囲が拡大し、漸次多列線毛上皮は姿を消失する。重層扁平上皮の状態は、それに対応する口腔側の重層扁平上皮と全く同じで、角化層の増厚や、棘様微突起の形成などが見られる。また、この部の重層扁平上皮のところどころには、口腔側上皮に観察される同じ味蕾が分布する (Fig. 21)。しかし、味蕾の大きさは少し小型化して、幅径 25~30 μ m、高さ 35~40 μ m 呈する。

Fig. 24 口蓋腺の Alcian blue 染色. $\times 32$

Fig. 26 軟口蓋中間部粘膜上皮中の味蕾. $\times 320$
H・E 染色

Fig. 25 口蓋腺の Mucicarmine 染色. $\times 32$

Fig. 27 軟口蓋前縁の鼻咽道側固有層中の弾力線維.
E: 鼻腔上皮, Ef: 弾性線維群, Nc: 鼻腔. $\times 160$

総括と考察

ヒトの軟口蓋の組織構造については従前から Schumacher (1927)¹⁶⁾ の図解が有名で、内外の参考書によく引用されている。その後は, Provenza (1964)¹¹⁾ の詳しい記述が見られる。最近になって、一つの組織要素である口蓋腺に関する諸報告¹⁷⁻¹⁸⁾ がある。これらをも

とに、軟口蓋口腔側から鼻腔側にいたる構成組織要素をまとめてみると、次のようになる。

鼻腔側

多列線毛上皮
固有層 { 鼻腔腺 (混合性, 複合管状胞状性)
弾力線維層 Infraglandular elastic lamina

粘膜下組織—口蓋腺（粘液性又は混合性）

筋 層

固有層—弾力線維層 **Supraglandular elastic lamina**

重層扁平上皮

口腔側

これらの組織構成のなかで、弾力線維層のあり様が腺とのかかわりで各側の特徴として示されてきている。サル以下の諸動物においては、動物によって一部の要素を欠いたり、各要素の分布に変異があったりするが、大筋の組織構成はほとんど変わらないといつてよいと思われる。以下、口腔側組織要素より順に、比較検討を試みることにする。

重層扁平上皮

ヒトにおいては、硬口蓋の粘膜上皮は咀嚼粘膜の一つである角化重層扁平上皮 (**keratinized stratified squamous epithelium**) に、軟口蓋の粘膜上皮は裏装粘膜の一つである非角化重層扁平上皮 (**non-keratinized**) としてそれぞれ分類されている。しかしながら、本動物においては硬口蓋の角化上皮が、厚さと **eosin** 好染度を多少減少させながら、ほとんどそのままの状態軟口蓋に移行し、軟口蓋後縁まで続く。マウス (1967)^{7, 20)}、ラット (1971)⁹⁾ その他のケッ歯動物でも角化上皮であることが報告されているが、全般的にスナネズミの角化層より薄いように見られる。同じケッ歯動物でも、食環境の違いに基づく組織変化であろうかと考える。上皮層全体の厚さはヒトのもの (約150 μ m)²¹⁾ に比べると薄い傾向にある。

次に、上皮表面構造についてみる。ヒトの場合においては、粘膜表面は概して平滑にして、粘膜の高まりはほとんどないものとされてきたが、緒言でも述べたようにヒト^{1, 2)} を始めとし、霊長類^{3, 4)}、ケッ歯動物⁵⁻⁷⁾ の一部において味蕾を含む乳頭様構造物の存在が報告されている。吉岡ら (1975)⁸⁾ は、マウスの乳頭様構造物を **SEM** ではじめて浮彫りにし、その後同一動物について鈴木ら (1982)¹⁰⁾ も示した。Cleaton-Jones (1971)⁹⁾ は、ラットにおける味蕾を含む乳頭を **fungiform papillae** と呼んでいる。**SEM** によっても、乳頭様構造物の存在がはっきりしているにもかかわらず、スナネズミにおいては、そのような特別な粘膜の高まりは全く存在せず、いたって平坦であった。しかし、味蕾は比較的多く分布し、味孔が平坦な面に開口しているだけである。味蕾の分布については後で触れる。

上皮面は乳頭様構造物の存否の他に、**SEM** で観察す

ると部位によって微細な粘膜隆起又はヒダ形成が見られること、さらには上皮層の厚さの変異、上皮突起の発育程度などによって軟口蓋上皮を大体3つの領域に分けることが出来た。即ち、正中部、前側方部、後側方部の3つの領域である。この分け方に対して、Cleaton-Jones はラット (1971)⁹⁾、(1972)²²⁾ で同じ3つの領域 (**Epithelium 1~3**) に分けながら、その範囲が少し異っている。

著者の分け方は、組織切片によっても十分裏付けられるとともに、上皮層の厚さの変化や、上皮突起の発育度も領域によって違いが見られる (**Figs. 12~14**)。とくに、本動物の場合は上皮中の角化層が厚く、軟口蓋後方の鼻咽道上皮までに及んでいることは、他動物に見られない大きな特徴といえる。なぜ、鼻咽道まで重層扁平上皮がおよび、かつ厚い角化層（ところによっては棘状突起も有する）を具えねばならないのか、明言することは出来ないが、苛酷な生活環境に対応した呼吸器機能上の順応変化であろうと考えられる。

上皮中における味蕾の存否については、古くから議論がなされてきている。その存在については19世紀末¹⁾ までさかのぼる。その後、一部の学者によって否定されたが、今では、軟口蓋にはヒトを始めとして諸動物に比較的豊富に存在することが認められている。

本動物における味蕾の分布については、味孔染色と切片による検索であるが、**Figs. 2, 6~9, 21, 30** に示されるように比較的多くの味蕾を示すことが出来た。味孔染色法は **Brouwer** ら (1978)¹⁵⁾ によって、サルの舌乳頭にはじめて試みられたものである。以後、岩崎ら (1983)²³⁾、1984^{24, 25)} によるイヌ、ラット、モルモットの舌乳頭に追試され、その有用性が指摘された便利な方法である。この方法は、味孔内の粘液多糖類が染色されるものであるが、同時にそれ以外のところにある粘液多糖類も染め出される。軟口蓋の場合は口蓋腺の開口部が同時に染め出される。実体顕微鏡による両者の区別は口径の大小によってできる。

味孔の分布は、前方部に比較的少なく、中間から後方にかけてより多く分布する。また前後的位置関係では、正中部よりもやや側方よりの部位に分布する傾向がある。口蓋腺の開口部は、軟口蓋全般にわたり分布し、かつ側方よりに集中する傾向がある。両者の分布には、いずれも規則性は認められない。

マウスの軟口蓋を **SEM** で観察した吉岡ら (1975)⁸⁾ によると、出生直後から、生後14日例、成熟体とも味蕾を含む乳頭が全体にわたって密に分布するという。鈴木

ら (1982)¹⁰⁾ も同じマウスを観察して、味蕾を有する乳頭状隆起は硬口蓋との境界辺に比較的多く、さらに後方にかけては正中線付近に多数分布していて、味蕾の総数は70~100コ (平均80コ) あったと述べている。ラットを観察した Cleaton-Jones (1971)⁹⁾ によると、味蕾は正中領域全体に平等に分布するという。

以上の報告によると、マウス、ラットの軟口蓋に味蕾が比較的豊富に、しかも規則的に分布しているように見られるが、本動物では少し異った分布であり、数もそれほど豊富な分布ではなかった。

ヒトの新生児²⁶⁾ では、軟口蓋に400コ以上の味蕾が分布するというが、成人においては可成りの減少があるようである。

Shimamura ら (1972)²⁷⁾ が SEM による味孔部の微細構造を鮮明に示して以来、諸先人によって各動物のものが相次いで報告された。しかし、軟口蓋に分布する味孔についての報告には、いまだ接していない。Shimamura らがウサギの葉状乳頭にて示した像ほど鮮明ではないが、一応それに近い味孔縁をクローズアップできたと思っている。マウス軟口蓋の味蕾の微細構造を観察した鈴木ら (1982)¹⁰⁾ は、味蕾の平均的幅径は $35\mu\text{m}$ 、高さは $50\mu\text{m}$ の卵形を呈する。味孔は狭くて深く、直径 $2\sim 3\mu\text{m}$ 、深さ $3.5\sim 6\mu\text{m}$ ある。味孔内に突出している各構成細胞のマイクロビライは短く、味孔外に突出することはないが、しばしば味蕾の最も外側にある細胞 (I 型) のものは長く伸びて味孔表面まで達していることがあった。味孔内は直径 $40\sim 80\text{nm}$ の小胞状物質のみで満たされていたと、述べている。

本動物のものと比較してみると、味蕾の幅径、高さ、味孔の口径などマウスのものより少しばかり大き目にあるようである。SEM にて、個々の味毛を直接とらえることはできなかったが、味物質または鈴木らのいう小胞状物質による被覆のためであろう。味孔のなかには、味毛やその他の物質の形跡すらないものも見られたが、そのような場合は短い味毛が味孔の深部に局在するものと思われる。

モルモット軟口蓋における腺の開口部を観察した本田 (1983)²⁸⁾ によれば、開口部は軟口蓋のほぼ全域にわたって分布するが、正中部の分布密度が高い。分布間隔も約 $200\sim 300\mu\text{m}$ で、側方ほど疎になる。開口部の口径は $80\sim 100\mu\text{m}$ のものが多いなどと、述べている。

本動物のものを比べてみると、モルモットより全体的に開口数が少なく、分布もばらばらといえる。また、開口部の口径の大きさと形態にも大きな違いが見られる。

口径の違いは動物の大小によるものと思われるが、開口部形態の相異は動物固有のものであるのか今後の検討をまたねばならない。

固有層

Schumacher (1927)¹⁶⁾ によって名付けられている腺上弾性線維層 (Supraglanduläres Lager elastischer Fasern) は全く観察されず、膠原線維を主体とする比較的薄い組織層として直接、腺層に移行している。

酒井 (1978)²⁹⁾ によると、カイウサギの軟口蓋固有層にも弾力線維が認められなかったという。一方、ラット⁹⁾ ではよく発達していて、その分布層の厚さも軟口蓋の正中、側方、中間の各領域にて変化がみられるという。また、マウス⁷⁾ でもよく発達しているようで、弾性線維層の表層と深層による配列走向の違い、部位による走向差など詳しく報告されている。

Gaunt (1965)²⁰⁾ によると、新生仔マウスにおける弾性線維は、全般的にヒト胎児³⁰⁾ のものに似ていると報告している。見明ら (1962)³¹⁾ らはネコ (1年未満) の弾力線維の発現状況を調べている。

弾力線維に限らず、他の組織でも同じであるが、同じケツ歯動物間で发育程度に差のあることはよくあることであるが、前述のように、はっきりと存否が分けられる例は少ないのではないと思われる。対象動物を増やして検討してみる必要がある。

腺層 (口蓋腺)

粘液性の口蓋腺は硬口蓋後縁から続いて、軟口蓋の前後的中間位より少し後方位まで伸びている。軟口蓋の後方は筋層にて置換されている。

口蓋腺はヒトを始めとし、諸動物において粘液性腺として認められているが、電顕による微細構造的観察で、ヒト¹⁸⁾ やラット³²⁾ において少数の漿液性細胞が介在するという報告や、同じヒト¹⁹⁾ やラット³³⁾ で、漿液腺細胞は認められなかったと、全く相反する報告もなされている。同一種でも、個体による若干の发育差または分化度の相異によるものか、さらに詳しい検討が必要であろう。しかし、いずれにしても粘液性細胞は軟口蓋中央領域の大部分を占有することは、どの動物においても間違いないことである。粘液腺細胞の粘液顆粒 (mucinogen granules) は Mucicarmine, PAS および Alcian blue 染色反応にいずれも陽性であることから、主に中性および酸性粘液多糖類からなることが推測される。

腺房の形状について触れている報告が少ない。同じマウスでも、吉岡ら (1967)⁷⁾ は複合胞状腺、横矢 (1970)³⁴⁾ は複合管状腺と述べている。モルモット²⁸⁾ では、複

合管状胞状腺，本動物では複合胞状腺として示した．このような差は対象動物の腺房の発育度の違いによるものか，腺房形態がどちらにでもとれるまぎらわしい形態なのか，前述の腺の混合性とも併せて今後の検討をまちたい．

本動物の腺房細胞の基底側にも，筋上皮細胞を観察することができたが，モルモット²⁸⁾の口蓋腺でもよく発達した筋上皮細胞が観察されている．

Nagato (1978)³⁵⁾は結合組織除去法と SEM とで，ラット顎下腺の筋上皮細胞の立体的構造をクローズアップした．さらに1980年³⁶⁾には，ラットの唾液腺，涙腺，乳腺のものも比較観察して腺房基底面を被う割合を次のように示した．舌下腺48%，顎下腺25%，乳腺24%，涙腺17%，分泌物の粘度と筋上皮細胞の発達の程度に相関関係があると述べている．これに従うと，どの動物の口蓋腺にも割合多くの筋上皮細胞が分布するものと思われる．

次に，腺房よりの導管上皮の基底側に，もう一つの細胞が観察された．普通，基底細胞と呼ばれているものである．これまでは，大唾液腺のもので観察されてきたが，最近では，ラット³³⁾やモルモット²⁸⁾の口蓋腺で見られている．この細胞の機能については，まだよく分っていないが，未分化な細胞像を示すことから補充細胞的役割を推測³⁷⁾したり，その他形態的特徴から運動機能を有するとか，感覚受容機能を有するとかいろいろと考えられている．

腱膜と筋層

口蓋腱膜と筋層の両者は，腺層に続いて一様にあるわけではなく，軟口蓋の前後の部位によって両者の占める位置が異なっている．即ち，腱膜は軟口蓋の前方部のみにみられる薄い層である．筋層は，軟口蓋のほぼ中間位から後方にかけて分布する．なお，軟口蓋側方部の筋層は，部分的に腺房と混在する．

ヒトの口蓋筋には，次の筋肉^{11), 14)}があげられている．口蓋腱膜とともに，軟口蓋の主な構成要素となっている．

口蓋群	{	口蓋垂筋 <i>M. uvulae</i>
		口蓋(帆)挙筋 <i>M. levator (veli) palatini</i>
		口蓋(帆)張筋 <i>M. tensor (veli) palatini</i>
咽頭群	{	口蓋舌筋 <i>M. palatoglossus</i>
		口蓋咽頭筋 <i>M. palatopharyngeus</i>

タイワンザル³⁾，カニクイザル⁴⁾でも，ヒトと同じく，軟口蓋のほぼ全体にわたってみられるようである．本動物やマウス⁷⁾における筋層は軟口蓋の後半を占めて

いる．ラットにおける分布ははっきりと記述されていない．

Cleaton-Jones (1972)²²⁾によると，ラットにおける軟口蓋の筋層は口蓋張筋 *tensor palati muscle* と鼻咽頭括約筋 *nasopharyngeal sphincter* だけで，ヒトなどにみられる口蓋挙筋，口蓋垂筋，口蓋舌筋は見られない．鼻咽頭括約筋は口蓋咽頭筋に相当するもので，鼻腔と咽頭の両腔間の括約を意味する．口蓋張筋は小さな扇状の筋で，近心翼状板 (*medial pterygoid plate*) の側面に付着する，と述べている．本動物における筋肉の種類とその所在は確認していないが，軟口蓋の組織構成がほぼ類似していることから，同一関係にあるのではないかと考えている．

鼻腔側固有層

軟口蓋の部位によって異なった分布を示す前層の口蓋腱膜と筋層は，両者とも直ちに鼻腔側固有層へ移行する．つまり，ヒトの場合と同じく粘膜下層を欠いている．

本層は比較的薄い層であるが，小さな鼻腔腺と部分的ながら弾力線維層が認められた．

ヒトの場合の鼻腔腺は混合性であるが，本動物ではカイウサギ²⁹⁾と同じく，粘液性の小腺として観察された．マウス⁷⁾では観察されていない．

弾力線維層は口腔側の場合と同じく，Schumacher (1927)¹⁶⁾によって腺下弾力線維層 *Infraglanduläres Lager elastischer Fasern* と名付けられているものである．本動物以外のヒトを始めとする諸動物では比較的良好に発達していて，口腔側のものに比べると少し層が薄いようである．

本動物において弾力線維が口腔側では全く欠如し，鼻腔側でもあまり発達がみられないということは，他動物と少し異なった軟口蓋の機能を有することが示唆される．

鼻腔上皮

軟口蓋に対応する鼻腔は鼻咽道 (*nasopharyngeal meatus*) である．基本的には，呼吸上皮としての多列線毛上皮であるが，軟口蓋の前後の位置によって多様形態をとる．即ち，軟口蓋前方相当部では杯細胞を含む典型的な多列線毛上皮，軟口蓋中間相当部では多列線毛上皮のみ，軟口蓋の後方相当部の鼻咽道は重層扁平上皮と多列線毛上皮，および前二者の移行形態上皮 (重層短円柱上皮) が見られ，軟口蓋後縁の鼻咽頭口にかけては，角化重層扁平上皮によってほとんど占有され，一部に前述の移行形態の上皮が見られる．その角化重層扁平上皮

と移行形態上皮中には、散在性に比較的小型の味蕾が観察された。

ヒト¹¹⁾の場合でも、nasopharynxの項で、口蓋垂の鼻腔側、鼻腔後底部が非角化上皮に被覆されることがあると述べられている。他の動物においても、大体類似した口腔側上皮の移行があることも記されている。本動物の場合は、角化上皮化が鼻咽頭口辺のみならず、鼻咽道のかかなり奥まで異常と思えるほど侵入している。この場合は、呼吸上皮としての機能が半減していると思わなければならない。これも、本動物の特異な生活環境に基づく微妙な変化の一つと見られないこともない。

なお、鼻咽道の上皮中に、味蕾が散在性に見出された報告例はなく、著者による観察例は最初のものであると思われる。

結 論

スナネズミ *Meriones unguiculatus* (体重約60~70g) 24頭を用いて軟口蓋粘膜面構造と軟口蓋粘膜面からそれに対応する鼻咽道粘膜面にいたる組織構成について光学顕微鏡的および走査電子顕微鏡的に検索を試みた。得られた主な所見は次の通りである。

1. 軟口蓋粘膜は全面にわたって角化重層扁平上皮によって被覆されている。
2. ヒトをはじめ、諸哺乳動物に見られる乳頭様構造

物は全く存在せず、至って平坦な構造を呈する。

3. 上皮面には比較的多くの味蕾を含む。また上皮面の各所には口蓋腺の導管が開口する。この両者は、側方よりも多く分布する。

4. 口蓋側固有層には弾力線維層は存在しない。

5. 口蓋腺の性状は粘液性で、腺房の形態は複合胞状性である。

6. 筋層は軟口蓋の前後的中間位辺から後方にかけて出現する。側方部では腺房と混在するところがある。

7. 鼻腔側固有層には粘液性の小腺と弾力線維層 (infraglandular elastic lamina) が部分的に観察される。

8. 鼻咽道上皮は、軟口蓋前方相当部では杯細胞を含む多列線毛上皮に、軟口蓋の中間位相当部は多列線毛上皮に、軟口蓋後方相当部はほとんど角化重層扁平上皮と重層短円柱上皮にてそれぞれ被覆されている。

9. 鼻咽道上皮中にも散在性に分布する味蕾が観察される。

稿を終るにあたり、本研究に対し御指導を賜わりました嶋村昭辰教授に深く感謝の意を表します。あわせて、御協力いただいた教室員各位に対し厚く御礼を申し上げます。

引 用 文 献

- 1) Hoffmann, A.: Über die Verbeitung der Geschmacksknospen beim Menschen. *Virchow's Arch. Path. Anat. Physiol.* 62: 516—530, 1875.
- 2) 酒井清明: 人間成人軟口蓋及ピ口蓋垂ニ於ケル神経分布 特ニ知覚神経終末装置ニ就イテ. 東北医誌 34: 164—182, 1944.
- 3) Yamamoto, T., Nonoguchi, T., Mogi, M., Kadowaki, S. and Ohta, O.: On the sensory innervation of the soft palate in Formosan macaque. *Arch. hist. jap.* 17: 331—342, 1959.
- 4) 吉岡郁夫・佐野昌雄: カニクイザルの軟口蓋の組織学的観察 (サルの組織学的研究 2). 愛院大歯誌 3: 115—120, 1966.
- 5) Ohtomo, N.: Innervation, especially sensory innervation of soft palate in hedgehog. *Arch. hist. jap.* 7: 121—126, 1954.
- 6) 野村博一: 家兎口蓋並びに成人口唇における知覚神経終末(会). 解剖誌 30(6): 付23, 1955.
- 7) 吉岡郁夫: マウス口蓋の組織学的観察 特に弾性線維の分布について. 愛院大歯誌 4: 130—136, 1967.
- 8) 吉岡郁夫・武藤 浩: マウス軟口蓋の走査電子顕微鏡的観察 とくに味蕾を有する乳頭の生後発生について. 愛知医大誌 3: 65—68, 1975.
- 9) Cleaton-Jones, P.: Histological observations in the soft palate of the albino rat. *J. Anat.* 110: 39—47, 1971.

- 10) 鈴木裕子・武田正子：マウス軟口蓋味蕾の微細構造とモノアミン前駆物質の取り込みについて．歯基礎誌 24：45—54，1982．
- 11) Provenza, D.V. : *Oral histology—Inheritance and development—*. Lippincott, Philadelphia and Montreal, 1964, 371—373, 479—481.
- 12) Stern, I.B. : Oral mucous membrane. In : *Orban's oral histology and embryology* (ed. by Bhasker, S.N.), 8th ed., Mosby, St. Louis, 1976, 295.
- 13) Maximow, A.A. and Bloom, W. : *A text book of histology*. Saunder, Philadelphia・London・Toronto, 7th ed., 1957, 346—347.
- 14) 三枝 博・嶋村昭辰：標準口腔組織学．福歯大出版，北九州，1979，27—28．
- 15) Brouwer, J.N. and Wiersma, A. : Location of taste buds in intact taste papillae by a selective staining method. *Histochemistry* 58 : 145—151, 1978.
- 16) Schumacher, S. : Die Mundhöhle (VI. Der Gaumen). In : *V. Möllendorff's Handbuch der mikroskopische Anatomie des Menschen*. Fünfter Bd., Erster Teil, Springer-Verlag, Berlin, 1927, 23—34 (Reprint ; 1978).
- 17) Butcher, E.O. and Mitchell, O.G. : Structure and secretory mechanism of rodent and primate palatine glands. *J. Dent. Res.* 46 : 672—674, 1967.
- 18) 森本泰弘：口蓋腺の超微構造と電子顕微鏡の酵素組織化学的研究．阪大歯誌 15 : 1—12, 1970.
- 19) 下野正基・長谷川恵美子・山根 瞳・河原裕憲・枝 重夫・山村武夫・山根源之・加藤俊雄・奥山 雅：ヒト口蓋腺の超微細構造について．第1報．腺房細胞．歯科学報 71 : 1163—1174, 1971.
- 20) Gaunt, W.A. : Some observations upon the histology of the oral mucosa of the albino mouse. *Acta Anat.* 60 : 516—530, 1965.
- 21) Squier, C.A. : Oral mucosa. In : *Ten Cate's oral histology, development, structure, and function*. Mosby, St. Louis, 1980, 340—389.
- 22) Cleaton-Jones, P. : Anatomical observations in the soft palate of the albino rat. *Anat. Anz.* 131 : 419—424, 1972.
- 23) 岩崎 正・豊島邦昭・嶋村昭辰：味孔染色法による味蕾の分布に関する研究—第1報—(会)．九州歯会誌 37 : 832, 1983.
- 24) 岩崎 正・下田妙子・嶋村昭辰：味孔染色法による味蕾の分布に関する研究—第2報—(会)．九州歯会誌 38 : 778—779, 1984.
- 25) 岩崎 正・下田妙子・嶋村昭辰：モルモットの舌下面に見られる味覚領域(会)．歯基礎誌 26 (Suppl.) : 198, 1984.
- 26) Lalonde, E.R. and Eglitis, J.A. : Number and distribution of taste buds on the epiglottis, pharynx, larynx, soft palate and uvula in a human newborn. *Anat. Rec.* 140 : 91—95, 1961.
- 27) Shimamura, A., Toh, H. and Tokunaga, J. : Scanning electron microscopic observations on the taste pores and taste hairs in rabbit gustatory papillae. *Arch. histol. jap.* 34 : 51—60, 1972.
- 28) 本田治夫：モルモット (*Cavia cobaya*) 口蓋腺の超微細形態的ならびに組織化学的研究．九州歯会誌 37 : 877—893, 1983.
- 29) 酒井正人：カイウサギ鼻腔粘膜の光学顕微鏡的および走査電子鏡的構造．九州歯会誌 32 : 65—78, 1978.
- 30) Wood, P.J. and Kraus, B.S. : Prenatal development of the human palate. *Arch. oral Biol.* 7 : 137—150, 1962.
- 31) 見明 清・東 昇平：軟口蓋の口蓋腺及び弾性線維の分布について(会)．歯科学報 62 : 603—604, 1962.
- 32) Leeson, C.R. and Leeson, T.S. : Fine structure and possible secretory mechanism of rat

- palatine glands. *J. Dent. Res.* **47**: 654—662, 1968.
- 33) 小田島美紀代: ラット口蓋腺の電子顕微鏡的研究. 歯基礎誌 **17**: 268—294, 1975.
- 34) 横矢幹雄: マウス唾液腺の組織学的研究. 3. マウス口蓋腺の組織発生について. 四国医誌 **26**: 311—318, 1970.
- 35) Nagato, T.: Scanning electron microscopical image of myoepithelial cells. *J. Electron Microsc.* **27**: 235—236, 1978.
- 36) 長門俊一: ラット外分泌腺筋上皮細胞の走査ならびに透過電顕による比較形態学的研究. 九州歯会誌 **34**: 103—118, 1980.
- 37) 佐藤敦子: ラット三大唾液腺 (耳下腺・顎下腺・大舌下腺) 主導管の走査および透過電顕による形態学的研究. 九州歯会誌 **36**: 610—631, 1982.