走査電子顕微鏡によるジャコウネズミ (*Suncus murinus*) の舌背粘膜の微細構造

岩 崎 信 一 坂 田 公 一 森 秀 樹
上 野 瑞 生 子 小 林 寛

日本歯科大学新潟歯学部口腔解剖学教室第一講座 (主任: 小林 寛教授)

[受付: 昭和58年3月7日]

Ultrastructure of the lingual dorsal surface in *Suncus murinus* (Linne)

Shin-ichi Iwasaki, Koichi Sakata, Hideki Mori,

Minako Ueno and Kan Kobayashi

Department of Oral Anatomy, Nippon Dental University,

1-8, Hamaura-cho, Niigata 951

(Chief: Prof. Kan Kobayashi)

[Accepted for publication: March 7, 1983]

Key words: lingual papillae / microridge / SEM / *Suncus murinus*

Abstract: The lingual dorsal surface of the musk shrew, *Suncus murinus*, was examined by scanning electron microscopy after removal of the extracellular material by acid hydrolysis. The tongue of this species is long and slender with a narrowly protruding tip. Filiform papillae were distributed over the entire dorsal surface of the tongue excepting the lingual radix zone. The upper part of the conical filiform papillae was branched into several twigs while the middle anterior revealed a round slope. A relatively small number of fungiform papillae were seen scattered among the filiform papillae. The dome-shaped fungiform papillae were shorter and wider than the filiform papillae.

Microridges were widely distributed on the epithelial cell surface between the filiform and fungiform papillae. The free surface of the filiform, fungiform and circumvallate papillae, however, were devoid of distinct microridges. The results were discussed in relation to the possible role of microridges in the keratinization of the lingual epithelial cells.

緒 言

哺乳類の舌背粘膜表面には、糸状乳頭が密生し、茸状乳頭、葉状乳頭、有郭乳頭といった形態の異なる乳頭も存在する。走査電顕による舌乳頭の形態学的な研究は齧歯目のラット、マウス、ハムスターや翼手目のコウモリなどでかなり報告されているが¹⁻⁶⁾、食虫目に関しては極めて少ない。

そこで今回我々は、食虫目トガリネズミ科に属するジャコウネズミにおいて、舌背の糸状乳頭、

茸状乳頭および有郭乳頭を走査電子顕微鏡によって観察するとともに、舌乳頭を含む舌背の各部の粘膜上皮表面の微細構造を同じく走査電子顕微鏡によって観察を行った。口腔粘膜上皮の表面には、広範囲に微小堤が存在していることが知られており⁷⁻¹²⁾、高木ら¹³⁾はヒトの舌背においても広く微小堤が存在することを報告している。しかしヒト以外の哺乳類では、舌尖、舌体部の舌背に微小堤を確認している報告は少ないように思われる。以上の事から、哺乳類の舌尖、舌体部の舌背表面に、微小堤が存在するか否か、および舌背表

面の微細構造に 部位的な差異があるかどうかを知
ることは興味ある課題である。

通常、口腔内には多量の粘性物質が存在しており、糸状乳頭など著しく起伏に富んだ前舌においては、舌粘膜上皮表面の微細構造の観察には、表面に堆積している粘性物質を除去する必要がある。上原¹⁴⁾は、腺組織腺房表面などの走査電子顕微鏡観察に際して高濃度 HCl で処理することにより、細胞間結合組織を容易に除去し得ることを報告している。今回の観察においては、上原の方法が舌背表面の粘性付着物の除去にも適用できるのではなかろうかという想定のもとに、高濃度の HCl で舌を処理してから走査電子顕微鏡試料の作製を試みた。

材料および方法

材料としては、生後 1 ~ 3 か月 (体重 30 ~ 50g) の雌雄ジャコウネズミ (*Suncus murinus*) 各 9 匹計 18 匹を用いた。

動物はエーテル麻酔下でパラホルムアルデヒドとグルタルアルデヒドを含む Karnovsky 液¹⁵⁾の全身灌流固定後、舌を摘出し、同液でさらに浸漬固定を行ってから 0.1M カコジレート緩衝液で洗浄した後、表面を被覆している粘液など堆積物の除去を試みた。すなわち、1% OsO₄¹⁶⁾で 37°C、2 時間後固定を行ってから水洗し、8N 塩酸で 60°C、30 分間処理した。この後は、通法に従って脱水、臨界点乾燥後、金蒸着を施して日立走査電子顕微鏡 (S-500 型) で観察した。

また、対照として上記の OsO₄ と HCl の処理を施さずに、通常の脱水、臨界点乾燥を行い金蒸着を施した試料を作製し、前者と比較しながら観察を行った。

結 果

ジャコウネズミの舌は、横径に比して前後径が長く、先端部は細長く突起する (Fig. 1, 2)。

走査電子顕微鏡により舌背部を拡大して観察すると、糸状乳頭が舌尖部、舌体部の舌背全面を被って密生し、全体としては先端部を後方に向けて傾斜するが、部位によりその方向は多少異なる。即ち舌の正中線を境にして左右の糸状乳頭はほぼ

対称的な配列を示し、前舌の前半部では舌縁部のものはその先端が後外側に傾斜するが、正中線に近づくにつれて後内側に傾斜する。しかし、前舌の後半部においてはそのような傾向はあまり明瞭ではない。

大部分の糸状乳頭は径がほぼ 40μm で乳頭中程に、後上方から前下方に傾斜した円形の斜面をもち、数個に分かれた乳頭の小さな突起が舌根側から半円形にこの斜面をとり囲んで配列している (Fig. 3)。このような特徴的な基本形態には著しい部位的な相違はみられないが、糸状乳頭先端部の小さな突起は舌尖に近づくほど乳頭の先端に近いところで 2 ~ 数個に分岐し、後方にゆくに従って小突起の分岐点は下方にあって 2 ~ 3 の小突起が極めて長くなる傾向を示す (Fig. 4, 5)。茸状乳頭は糸状乳頭の間に散在しており、形態は糸状乳頭よりも径が大きく (約 60μm)、丈は低く、円丘状を呈する (Fig. 3, 6)。舌尖から後外側へ彎曲しながら伸びる両舌縁に沿って 10 個程度の茸状乳頭が一行に密に並ぶのが観察された (Fig. 2)。有郭乳頭は前舌の後端に位置し、茸状乳頭よりはかなり大きく (径約 450μm)、上面の中央にある乳頭部は平坦な円丘状を呈し、深い溝に囲まれている。その溝の外側はドーナツ状の外郭によって囲まれており全体として円形あるいは長楕円形を呈している。個体により異なるが、数個存在する (Fig. 7)。分界溝の外側前方に葉状乳頭に相当すると思われる数条の縦に走るひだが観察された。

Fig. 8 は、通常の方法に従って固定した舌をそのまま脱水、臨界点乾燥を行ってから、金蒸着を施して走査電子顕微鏡の強拡大で観察した像である。糸状乳頭間に挟まれた舌背粘膜の表面であるが、ここには粘性の付着物が堆積している。この堆積物のさけ目から、微小堤をもった粘膜上皮の表面がのぞき見られる (Fig. 8, EP)。Fig. 9 は、固定後 1% OsO₄ と 8N HCl で処理した舌を脱水、臨界点乾燥を行い、金蒸着を施した試料の糸状乳頭間にひろがる舌背部の粘膜表面の像である。表面の堆積物はきれいに除去されており、細長いひだが、密に網目をつくって広がった微小堤が粘膜上皮の表面全体に観察される。このような微小堤を有する粘膜上皮は、その他にも糸状乳

頭の円形斜面 (Fig. 10) や舌根部の粘膜上皮の表面にも認められている。しかし、糸状乳頭の下 $\frac{1}{3}$ くらいから先端にかけてはこのような微小堤の存在は不明瞭で、全体に散らばった小孔を有する比較的平滑な表面をなす (Fig. 11)。ここでは、乳頭の先端部をおおう最上層の細胞の境界部がやや肥厚し、彎曲したすじとして観察される (Fig. 11, 矢印)。また、茸状乳頭 (Fig. 12) や、有郭乳頭の表面でも、この微小堤構造は明瞭ではなく、多数の小孔をもった扁平な細胞が広がる。

一方、舌根部の粘膜上皮表面については、1% OsO_4 と 8 N HCl の処理を行わなかった試料についても微小堤は明瞭に認められ (Fig. 13)、この部分への粘性付着物の堆積は舌尖部、舌体部の舌背表面に比べて比較的少ないものと思われる。

Fig. 14は、舌背断端を走査電子顕微鏡により観察したもので、最表層から、十層程度下層にいたる細胞の層が斜上方から眺められ、全ての層の細胞の表面に密に配列した網状或いは平行条をなした微小堤が観察される (Fig. 14, 15)。

考 察

舌の形や舌粘膜、特に舌乳頭の形態が食物の摂取、咀嚼、嚥下などといった舌機能と密接な関係のあることは十分に予想されるところであるが、舌の微細な形態とその機能との関連性を系統的に考察するにはまだ十分な研究がなされていない。これまで舌乳頭に関する走査電顕による研究は、ラット¹⁾、マウス²⁾、ハムスター³⁾などの齧歯目のものや、翼手目に属するコウモリ⁴⁻⁶⁾の報告がある。藤田ら¹³⁾はハムスターの舌背粘膜上皮の走査電顕による観察を行い、糸状乳頭に関してはその形態、大きさ、配列の方向、表面の微細構造の差異から、舌前方 $\frac{2}{3}$ 部の糸状乳頭、舌隆起部の糸状乳頭、後 $\frac{1}{3}$ 部の糸状乳頭の3種類に分類して報告した。確かに部位による差は認められるが、基本的にはラット、マウスの糸状乳頭はほぼ円錐形を呈し、その先端は、やや後方に傾斜する¹⁻²⁾。これに対しハムスターでは³⁾糸状乳頭はほぼ円錐形で、全体として後方に傾斜するが、両側縁部が前内方にまくれ込んで前面に凹窩を形成し、槌状あるいは移植鰻状を呈する。コウモリの糸状乳頭

は針状の突起を多数有し、稲苗様の集塊を形成したり、小麦の穂様を呈するものなどが観察されている⁴⁻⁶⁾。

今回のジャコウネズミでは糸状乳頭は全体として円錐形を基本とし、後方に傾斜するが、その前面のほぼ中央部に後上方から前下方に向かって傾斜する円形の斜面をもち、その後半部は数個に分岐した小糸状乳頭突起によってとり囲まれている。このようにジャコウネズミの糸状乳頭の形態はこれまでに観察された齧歯目のラット、マウス、ハムスターや翼手目のコウモリの糸状乳頭などとも異なった特徴ある像を呈し、種特異性のあることを示しているが、これらの構造と食生活との関連性などについては今後の研究にまたねばならない。

Hume and Potten²⁾は光顕および走査電顕によりマウスの糸状乳頭は糸状乳頭前面部粘膜上皮細胞列と糸状乳頭後面部粘膜上皮細胞列とを区別し、少なくとも4種類の細胞列より構成されることを指摘した。またラット¹⁷⁻¹⁸⁾やハムスター¹⁹⁾では光顕的に糸状乳頭前面部粘膜上皮、糸状乳頭後面部粘膜上皮、糸状乳頭間粘膜上皮はそれぞれ異なる角化様式の認められることが報告された。更に藤田ら³⁾は光顕と走査電顕による研究からハムスターの糸状乳頭が次の4種類の細胞列から構成されることを主張した。即ち前面部粘膜上皮細胞列、後面部粘膜上皮細胞列、後面基部粘膜上皮細胞列、側面部粘膜上皮細胞列の4種類である。ジャコウネズミにおける糸状乳頭は、走査電顕的に極めて特徴のある構造を示すことからこれらの各部の組織学的な研究とあわせて今後、より詳細な糸状乳頭の細胞構成を検討する必要がある。

走査型電子顕微鏡観察により上皮細胞の表面に微小堤 (Microridges) が存在するという報告は多数ある。また口腔粘膜上皮の表面にも微小堤が存在するが、これらは動物種により、また部位によってもその形態を異にする事が知られている^{7-13, 20)}。哺乳類の舌根部の舌背粘膜上皮細胞の表面に微小堤が存在することはすでに報告がなされており¹²⁾、今回の観察においても舌根部の舌背表面では特に表面の付着物の除去操作を行わなくても容易に微小堤の存在は確認された。その理

由として微小堤の起伏が大きいこと、および舌尖部、舌体部に比べて舌根部の舌背表面には乳頭が存在しないために付着物が少ないことによると考えられる。これに対し前舌の舌背における微小堤の有無に関してはヒト胎児において観察されているが¹³⁾、他の動物においてはまだ報告がないようである。今回の観察で、試料作製時の付着物の除去処理を施さない場合には陥凹部にある付着物の堆積のために微小堤の存在を確認することは困難であったが、OsO₄と高濃度HCl処理を施し表面の付着物を除去した場合には糸状乳頭基部をはじめ、糸状乳頭間の上皮細胞の表面に微小堤の存在することが確認された。したがって動物の口腔粘膜上皮表面は通常多量の粘性の付着物でおおわれており、前舌舌背のように多数の糸状乳頭などにより特に凹凸の著しいところの陥凹部には堆積物が多いため、これらの十分な確認ができなかったものと考えられる。

ジャコウネズミの舌背の微小堤は糸状乳頭間の上皮細胞表面や糸状乳頭の基部には見出されるが、糸状乳頭の先端部や茸状乳頭、有郭乳頭の頭部には認められない。高木ら¹³⁾はヒトの舌で微小堤の発生過程を走査電顕で調べ、発生初期の微小堤は微絨毛様小突起として現われ、それらが数珠状に融合して直線型となり、さらに部分的に癒合して分岐型となり、ついに網目状となると報告している。これらの微小堤の形態は上皮細胞の角化の程度との関連性においてもとらえられてお

り^{8,9,11,21,22)}、その際細胞膜直下に分布する細線維の動態との関連性を強調する研究者もいる⁶⁾。微小堤の機能についてはFahrenbach²³⁾らが摩擦に対する上皮の適応形態であるとし、またSperryら²⁴⁾は上皮細胞表面での粘液の保持やその拡散に都合のよい構造であると述べている。また外部から加わる種々の力に対応して微小堤の構造が変化することも考えられるが、いずれも推測の域を出ない。今後の研究が待たれるところである。

結 論

ジャコウネズミの舌背粘膜表面を走査型電子顕微鏡で観察し、次のような結果を得た。

1. 糸状乳頭は後方に傾斜するが、上方からみると舌縁に近いもの程先端は後外方に、正中線に近いものでは先端は後内方に向かって傾斜する。
2. 糸状乳頭は円錐形で、その中程に後上方から前下方に向かう円形の傾斜面があり、数個に分かれた突起がこれを後方から半円形にとり囲む。
3. カルノフスキー液で固定後、1% OsO₄と8N HCl処理を施した舌試料の走査電子顕微鏡像で糸状乳頭基部、糸状乳頭間部および舌根部の舌背を構成する粘膜上皮細胞の表面に密な配列を示す微小堤を観察することができた。
4. 上記の処理を施した舌試料においても、糸状乳頭の上半部や茸状乳頭、有郭乳頭の頭部には、微小堤は認められず比較的平滑な面に小孔が散在性に観察された。

抄録：食虫目トガリネズミ科に属するジャコウネズミの舌を固定後、高濃度塩酸処理を施して、走査電顕用試料を作製し観察した。舌の全体像は横径に比して前後径が極めて長く、先端に突起部を有する。糸状乳頭は円錐形で、乳頭中程に舌根側から舌尖側へ傾斜した円形斜面があり、数個に分岐した乳頭の微小突起が舌根側から半円形にこの斜面を取り囲む。茸状乳頭は糸状乳頭間に散在しており、糸状乳頭より径が大きく、丈の低い円丘状を呈する。強拡大で観察すると、糸状乳頭間、糸状乳頭下半部、円形斜面に密集した微小堤の存在を認めたが、茸状乳頭と有郭乳頭の表面ではこの構造は明瞭ではなかった。

文 献

- 1) Kessel, R. G. and Kardon, R. H.: Tissue and organ: A text-atlas of scanning electron microscope. p. 153-160, W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1979.
- 2) Hume, W. J. and Potten, C. S.: The ordered columnar structure of mouse filiform papillae. *J. Cell Sci.* 22 : 149-160, 1976.
- 3) 藤田浄秀, 大村 進, 奥山富三, 小田島哲世, 鈴木信治, 館山美樹, 松原敏夫: ハムスター舌糸状乳頭の形態と構造に関する研究; 第1編 舌前方 2/3 部の糸状乳頭について. *歯基礎誌* 24 : 453-465, 1982.
- 4) 小林 繁, 島村昭辰: コウモリの舌乳頭の走査電顕的研究. 1. ユビナガコウモリ. *歯基礎誌*

- 23(Suppl) : 304, 1981.
- 5) 小林 繁, 島村昭辰 : コウモリの舌乳頭の走査電顕的研究. 2. キクガシラコウモリ. 解剖誌 57 : 280, 1982a.
 - 6) 小林 繁, 島村昭辰 : コウモリの舌乳頭の走査電顕的研究. 4. コキガシラコウモリ. 歯基礎誌 24(Suppl), 304, 1982b.
 - 7) Cleaton-Jones, P. and Fleisch, L. : A comparative study of the surface of keratinized and non-keratinized oral epithelia. J. Periodont. Res. 8 : 366-370, 1973.
 - 8) McMillan, M. D. : A scanning electron microscopic study of keratinized epithelium of the hard palate of the rat. Arch. Oral Biol. 19 : 225-229, 1974.
 - 9) Cleaton-Jones, P. : Surface characteristics of cells from different layers of keratinized and non-keratinized oral epithelia. J. Periodont. Res. 10 : 79-87, 1975.
 - 10) Appleton, J. and Heaney, T. G. : A scanning electron microscope study of the surface features of porcine oral mucosa. J. Periodont. Res. 12 : 430-435, 1977.
 - 11) McMillan, M. D. : The surface structure of the completely and incompletely orthokeratinized oral epithelium in the rat : a light, scanning and transmission electron microscope study. Am. J. Anat. 156 : 337-352, 1979.
 - 12) 斎藤 博, 高木知道, 野坂洋一郎 : ミニブタの口腔上皮細胞表面の微細構造 ; とくに微小堤について. 歯基礎誌 24 : 406-417, 1982.
 - 13) 高木知道, 斎藤 博, 安蘇規子 : 微小堤の分化機構 ; ヒトの舌の上皮細胞表面形態の走査型電子顕微鏡による観察. 歯基礎誌 18 : 418-434, 1976.
 - 14) 上原康生 : 結合組織除去法による非遊離細胞表面の観察法. 電子顕微鏡 16 : 40-46, 1981.
 - 15) Karnovsky, M. J. : A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. J. Cell Biol. 27(2, pt. 2) : 137A-138A, 1965.
 - 16) Millonig, G. : Advantages of a phosphate buffer for OsO_4 solutions in fixation. J. Appl. Physics 32 : 1637, 1961.
 - 17) Farbman, A. I. : Morphological variability of keratohyalin. Anat. Res. 154 : 275-286, 1966.
 - 18) 雪野莞爾 : ラット舌粘膜上皮の微細構造と角化について. 札幌医誌 31 : 243-271, 1967.
 - 19) 藤田浄秀, 賀来 享, 佐々木元賢 : 舌癌の実験的形成に関する研究. 第7編 舌背部における舌癌形成過程の組織学的研究. 口科誌 22 : 550-562, 1973.
 - 20) Alvares, O. F. and Mayer, J. : Current concepts of the histology of oral mucosa [Variable features and regional differences in oral epithelium] p. 97-113, Charles C. Thomas. Publisher, U. S. A. 1971.
 - 21) Mishima, Y., Matsunaka, M. and Nagao, S. : Subcellular changes in keratin and granular cells of keratin-stripped and psoriatic epidermis revealed by scanning and transmission electron microscopy. Qualitative and quantitative analysis. Acta Dermatovener (Stockholm) (Suppl.) 73 : 83-100, 1973.
 - 22) Centola, G. M. : Surface features of exfoliated vaginal epithelial cell during the oestrous cycle of the rat examined by scanning electron microscopy. J. Anat. 127 : 553-561, 1978.
 - 23) Fahrenbach, W. H. and Knutson, D. D. : Surface adaptations of the vertebrate epidermis to friction. J. Invest. Dermat. 65 : 39-44, 1975.
 - 24) Sperry, D. G. and Wassersug, R. J. : A proposed function for microridges on epithelial cells. Anat. Rec. 185 : 253-258, 1976.

Explanation of figures

- Fig. 1 Dorsal surface of the tongue as revealed by scanning electron microscopy.
- Fig. 2 Higher magnification of the lingual apex of Fig. 1. The most anterior is narrowly protruded.
- Fig. 3 The filiform and fungiform papillae on the dorsal surface.
- Fig. 4 The filiform papilla in the relatively anterior part of the lingual dorsal surface.
- Fig. 5 The filiform papilla in the relatively posterior part of the lingual dorsal surface.
- Fig. 6 The fungiform papilla.
- Fig. 7 The circumvallata papilla.
- Fig. 8 The lingual dorsal surface between the filiform papillae. Extracellular substance coated thickly over the real epithelial cell surface. Microridges of the epithelial cell surface (EP) are seen from a crack of piled substance.
- Fig. 9 The dorsal epithelial surface between the filiform papillae. Extracellular substance was removed by the hydrolysis method with 8 N HCl. Microridges of the epithelial cell surface are clearly observed.
- Fig. 10 The epithelial surface in the basal area of filiform papilla. Extracellular substance was removed by the same method as in Fig. 9. Epithelial cell microridges are also seen.
- Fig. 11 The epithelial cell surface in the upper branched area of filiform papilla. Extracellular substance was hydrolysed with 8 N HCl. Microridges on the epithelial cell surface are not clear. Note the presence of fine pores all over the epithelial cell surface. Arrow indicates the marginal region of cells.
- Fig. 12 The epithelial cell surface of the fungiform papilla. Extracellular substance was also hydrolysed. Microridges are obscure. Instead, fine pores are scattered in the cell surface.
- Fig. 13 The epithelial cell surface of the lingual root. Without acid hydrolysis, microridges of the epithelial cell surface are obviously recognized in this area.
- Fig. 14 Cut surface of the lingual dorsal epithelium showing the distribution of microridges.
- Fig. 15 Higher magnification of Fig. 14. A: Microridges on the free cell surface showing a network-like structure. B: Microridges on the lower layered cell surface showing a parallel pattern.