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

斉 藤 博 高 木 知 道

徳島大学歯学部解剖学教室

野 坂 洋 一 郎

岩手医科大学歯学部解剖学教室

〔受付：昭和57年3月20日〕

The ultrastructure of the cell surface of the miniature pig's oral epithelium with special reference to microridges

Hiroshi Saito and Tomomichi Takagi

*Department of Anatomy, Faculty of Dentistry,
Tokushima University, Kuramoto-cho Tokushima 770*

Yohichiro Nozaka

*Department of Anatomy, Faculty of Dentistry, Iwate Medical
University, Hon-cho, Morioka 020*

〔Accepted for publication : March 20, 1982〕

Key words : microridges / oral epithelium / miniature pig / SEM / TEM

Abstract : The cell surface-structure of the miniature pig's oral epithelium was examined with a scanning and transmission electron microscope. The distal surface of the superficial cells showed type III or IV microridges at the root of the tongue, and type V on the palate. The distal surface exposed by stripping off the surface cells 15 times by using adhesive tape showed type III at the root of the tongue, and type III or IV on the palate. From the results, it is suggested that primitive types of microridges of the epithelial cells changed to mature types from the basal to the superficial layer in the epithelium. The proximal surface of both superficial and exposed cells with adhesive tape showed type I or II microprojections. Desmosomes were observed frequently at the distal part of these microprojections. The microprojections invaginated the inter-microridge space on the distal surface of the epithelial cell. These findings suggested that the microridges on the free surface of the superficial cells were the remnant structure of the connection between the distal and proximal surface of the cells. Moreover, intercellular boundaries of the epithelial cells were formed by two parallel ridges on the distal surface of the cells, while the cells formed intercellular grooves on the proximal surface of the cells. The attached borders on the distal surface of the epithelial cells entered the grooves and were bound by desmosomes.

緒 言

ヒトを含めて、哺乳類の口腔粘膜上皮の表面構

造は、走査型電子顕微鏡（以下 SEM と略）を用いて、いくつか報告されている^{1,2,3)}。われわれはこれまでに、角化の程度がヒトに近いとされる⁴⁾ウサギを用いて、その口腔粘膜上皮の微細構造を

明らかにしてきた。すなわちウサギの口蓋扁桃を発生を追って観察し、細胞表面の微小堤 (Micro-ridges) の形成過程を明らかにした⁵⁾。またヒトの胎児から成体までの舌における微小堤の形成過程を明らかにし、それを5段階に分けた⁶⁾。この微小堤の役割については諸説^{7,8,9,10,11)}があり、未だはっきりした説明がなされていない。

口腔粘膜上皮の表面構造は、その部位により、または動物種により、微小堤の形態が異なる^{1,2,3,4,5,6,12)}。一般にラットに見られるような角化をする口腔上皮は多数の小孔のある表面構造を示すことが知られている^{2,6)}。このことは、細胞の内部構造の変化を伴う角化現象が、表面構造の変化として現われることを思わせるが、その関係は明らかでない。

今回は、これまで報告のないミニブタの口腔粘膜上皮を、SEMと透過型電子顕微鏡 (以下 TEMと略) を用いて観察し、粘膜上皮の特徴、特に微小堤について考察を行なった。

材料と方法

生後1年2カ月の雄のミニブタ (Göttingen miniature swine) を2匹用いた (体重25~30kg)。ケタラール50 (塩酸ケタミン・三共製薬, 10mg/kg) で麻酔したミニブタの上行大動脈から、2.5%のグルタルアルデヒド (pH 7.4, リン酸緩衝液) を注入して灌流固定を行ない、2時間放置した。ついで硬化した部位を選んで舌根と口蓋の上皮を採取し、試料を細切して、2.5%グルタルアルデヒドで1時間、再固定したのち、2%オスミック酸で1時間、後固定した。これらの試料は、アルコール系列で脱水してから、一部は QY-1 を通してエボン812に包埋し、ダイヤモンドナイフで薄切し、TEMで観察した。また残りの試料は、酢酸イソアミルを通してから臨界点乾燥を行い、スパッタ装置で金蒸着し、SEMでその細胞表面すなわち細胞の遠位面 (distal surface) を観察した。その後、同一試料の表面を粘着テープではがし、再び金蒸着することをくり返し、上皮表層の種々の層の細胞遠位面を観察した。また粘着テープ側に付着した試料を上にして、そのまま試料台にはりつけ、金蒸着して、細胞近位面 (proximal sur-

face) を観察した。

結 果

ミニブタの舌根上皮の自由表面を SEM で観察すると、不規則に重なった境界線が多数見られる (Fig. 1, 矢印)。またいくつかの剝落しようとしている細胞が見られる (Fig. 1, DC)。この最表層細胞の自由面、すなわち遠位面は、細長い微小堤 (Microridges) (幅約0.1 μ m) で覆われている (Fig. 2)。微小堤は分岐または網目状を示す。

これらの微小堤間の距離は、平行なもので約0.3 μ m、網目状のもので約0.2 μ m である。これらの微小堤に、細菌が付着していることがある。

この上皮表面には、細胞境界と剝落隆起の2種の形態が見られる。細胞境界は平行に走る2本の細胞質隆起と、その隆起間の細い溝から成る。この溝は不明瞭なこともある (Fig. 2, CB)。このような細胞境界で区切られる細胞の表面は、30 $\times$ 30 μ m 程の多角形をしている。一方、剝落隆起は、最表層細胞の周縁と、その下層の細胞の遠位面との間の結合部が、最表層細胞の剝落により表面に現われたものである。その幅は微小堤よりも太く (0.2~0.4 μ m)、これに平行に走る一条の平滑な線が見られることもある (Fig. 2, A)。

一方、この最表層細胞の近位面は、その遠位面と異なる像を示す (Fig. 3, 4, 5)。すなわち細胞の表面を覆う微小隆起は短く、破線状に連なることも多い。その幅は約0.1 μ m、長さは約0.4 μ m である。近位面に見られるこれらの微小隆起間の距離は、0.2~0.3 μ m 程である。

またこの近位面には、細胞境界が明瞭な浅い溝として見られることが多い。この細胞間溝 (Inter-cellular groove) (Fig. 3, 4; G) の幅は、0.7 μ m 程である。この溝に平行な細胞質隆起がしばしば見られる。一方、この溝を横ぎって、細胞膜面が平滑な帯状の線が見られる。これを帯状線 (Smooth band) と呼ぶ (Fig. 3, 4; S)。この帯状線の幅は約0.8 μ m である。この線が取囲む領域は30 $\times$ 30 μ m 程の大きさを示すことが多い。近位面を覆う微小隆起は、細胞間溝と帯状線で区切られる領域の中にあり、その走向や個々の形態は帯状線で区切られる領域の中で類似していること

が多い(Fig. 3)。また、最表層細胞同士の隣接面、すなわち側面が試料作成時に広がったために見られることがある。その細胞側面は平行に走る長い微小隆起で覆われる(Fig. 5; L)。

一方、粘着テープを用いて最表層細胞を取除いた上皮で、上皮表面から2層目の細胞遠位面を観察できる。その面は、分岐またはやや網目状の微小堤で覆われている。その微小堤の幅は約 $0.1\mu\text{m}$ 、微小堤間の距離は約 $0.25\mu\text{m}$ である。

さらに粘着テープを繰返し用いることで、上皮表層の種々の高さの層の細胞遠位面を観察できる。粘着テープで15回はがした細胞遠位面は、短い直線状または軽度に分岐した微小堤で覆われている(Fig. 6, 7)。これに対しその近位面は、点状または短い直線状の微小隆起で覆われている(Fig. 8, 9)。

舌根上皮表層をTEMで観察すると、少なくとも表面から10層までの細胞は、細胞小器官がほとんどないか、あるいは乏しく、多数の線維が充満している(Fig. 10, 11, 12, 13)。細胞間隙は自由表面に近いほど広く、そこに不定形の細胞間物質と思われる像が見られることがある(Fig. 10, 12)。上皮表層において左右に隣接する細胞同士の結合部は、その遠位側に細胞質隆起がある(Fig. 12(CB))。この隆起の断面は、微小堤のそれよりも幅広い。またこの隆起と隣接する遠位側細胞の近位面は軽度に陥凹しており(Fig. 12(S))、この近位面の陥凹と遠位面の隆起との間にデスモゾーム

が見られることは少ない。この左右に隣接する細胞の結合部の近位側は、かなり陥凹しており(Fig. 12(G))、そこには隣接する遠位側細胞からの細胞質隆起(Fig. 12(A))が入り込んでおり、デスモゾームが見られる。

TEMによると微小堤の幅は約 $0.12\mu\text{m}$ 、高さ約 $0.3\mu\text{m}$ である。この微小堤の中に見られる細線維は、微小堤の走向と平行なものすなわち細胞表面に平行なもの(線維の断面が見える; Fig. 11, F1)と、微小堤の長軸に平行なものすなわち細胞表面に直交するもの(Fig. 11, F2)が区別できる。この細線維が自由表面の細胞膜下に集合していることがしばしば見られる(Fig. 13, F)。これらの細線維は太さ約 10nm である。細胞膜は内側に周辺帯(Marginal band)があり、幅広く見える。

舌根上皮表層では、上下に隣接する細胞同士で、微小堤(遠位面)と微小隆起(近位面)が嵌合している。これらの隆起物に見られるデスモゾーム(Fig. 10, 矢印)の分布を調べた。隆起物をその中央の高さで先端と基部の2部に分け、またこれらの隆起以外の部位を隆起(または微小堤)間部とし、細胞の近位面と遠位面で、これら3部に含まれるデスモゾーム数を計測した(Table 1)。この結果デスモゾームは、近位面では微小隆起の先端部に、遠位面では微小堤間部に、その多くが集まっていた。

一方、口蓋上皮の自由面は、直径 $0.15\sim 0.3\mu\text{m}$ の小孔を有する表面像を示す(Fig. 14, 15)。また

Table 1. The percentage of the distribution of desmosomes between microridges (MR) and microprojections (MP) of surface layer cells in the epithelium of the root of the tongue and the palate.

	Root of the tongue		Palate	
	distal surface	proximal surface	distal surface	proximal surface
Distal part of				
MR	2.9		38.6	
MP		90.0		95.1
Proximal part of				
MR	11.3		4.0	
MP		5.5		0.9
Part of				
Inter-MR	85.8		57.4	
Inter-MP		1.1		4.0

細胞境界と剝落隆起が見られる。口腔内細菌が付着していることもある (Fig. 14; B)。細胞境界は細い溝として見られ、またこれに平行に走る細胞質隆起の見られることがある (Fig. 14, 15; CB)。この細胞境界で区切られた細胞の大きさは、 $20 \times 20 \mu\text{m}$ 程である。また剝落隆起は、幅約 $0.2 \mu\text{m}$ の細胞質隆起と、それに平行に走る細胞膜が平滑な線として認められる (Fig. 14, 15; A)。この口蓋上皮の最表層細胞を粘着テープではがし、テープ側に付着したその細胞の近位面を観察した (Fig. 16, 17)。近位面は幅約 $0.2 \mu\text{m}$ 、長さ約 $0.4 \mu\text{m}$ の微小隆起に覆われている。また細胞境界は、幅約 $0.2 \mu\text{m}$ の細胞間溝 (Fig. 16, 17; G) と、その両側に平行に走る細胞質隆起から成る。この細胞間溝を横ぎる、細胞膜が平滑な帯状線も見られる (Fig. 16, 17; S)。この線は幅約 $0.5 \mu\text{m}$ であり、この線を境にして細胞表面の微小隆起の走向や高さが変化することが多い (Fig. 16, 17)。

一方、最表層細胞を取除いた試料で、2層目の細胞遠位面を観察できる。この遠位面は多数の、 $0.3 \times 0.5 \mu\text{m}$ 程の小孔または網目状の微小堤が見られる。小孔間の距離は約 $0.2 \mu\text{m}$ である。さらに15回テープで上皮細胞をはがした遠位面は、分枝または網目状を示す (Fig. 18, 19)。その近位面は短い直線状または点状の微小隆起で覆われている (Fig. 20, 21)。

舌根上皮と同様の方法で、デスモゾームの分布を調べた (Table 1)。その結果デスモゾームは、近位面では微小隆起の先端部に、遠位面では微小堤間部と微小堤の先端にその多くが集まっていた。

考 察

発生に伴う微小堤 (Microridges) の形成過程について、われわれはすでにウサギの口蓋扁桃やヒトの舌で明らかにしてきた^{5,6)}。すなわち発生初期に微小堤は微絨毛様の小突起として現われ (I型)、ついでじゅうず状に融合して直線型となり (II型)、さらにそれらが部分的に癒合して分岐型をなし (III型)、より癒合が進んで網目状となる (IV型)。非角化上皮から成るウサギの口蓋扁桃では、このIV型段階に達すると微小堤の構造はほとんど変化せず、成体のウサギまで続く⁵⁾。ヒトの舌上皮で

は、この網目状となった微小堤がさらに相互に接合し、その結果として微小堤間の空隙の一部のみが小孔として残るだけとなる (V型)⁶⁾。

今回観察した舌根部は非角化上皮で、その表面にIIIまたはIV型の微小堤が見られた。また口蓋上皮は類角化すると報告されており⁴⁾、V型の微小堤を示した。これはラットなどの粘膜上皮において、非角化上皮と角化上皮がそれぞれ示す微小堤の形態によく似ている^{2,8,12,13,14)}。ミニブタの口腔粘膜上皮において、舌根上皮と口蓋上皮の微小堤の型が異なっていたことは、角化に近づくときの細胞内部構造の変化が、微小堤の形態変化に関与していることを思わせる。細胞膜下に見られた細線維の集合は、ウサギの口蓋扁桃⁵⁾やヒトの舌根上皮¹⁵⁾でも見られるが、この集合は最表層細胞の遠位面で最も著しい。したがって外界との接触がそれを引き起こすことが考えられる^{16,17)}。

一方、今回の観察から、上皮表層の種々の高さの細胞遠位面が明らかになった。すなわち舌根上皮の微小堤は、表面から2層目でIIIまたはIV型を、また15層目のそれはIII型を示すこと、また口蓋上皮の2層目の遠位面はV型あるいはIV型を示し、最表層細胞のそれよりも、小孔の直径が大きく、数も多く見られることなどから、微小堤は最表層へ近づくにつれて、次第にその形態がV型即ち成熟型に近づくように移行していると考えられることもできる。

この遠位面に相対する近位面も、微小隆起で覆われていた。これまで微小堤は遠位面について述べられていること、また今回の観察から機能的な差があると考えられることから、近位面の突起は微小隆起として区別し、その型は微小堤のものを準じて用いた。それにしたがうと、舌根上皮や口蓋上皮の最表層細胞の近位面はIまたはII型の微小隆起を示した。同様の構造はヒトの皮膚¹⁸⁾やサル¹⁹⁾の口腔粘膜上皮¹⁾で示されているが、遠位面との差に関しての考察は、ほとんど行なわれていない。Cleaton-Jones⁸⁾は、口腔粘膜上皮をトリプシン処理し、各層の細胞を分離して、小孔をもつ細胞と微絨毛をもつ細胞を示した。しかし細胞の近位面と遠位面の区別はせず、それらの細胞の占める割合を示したにとどまった。しかし彼はその結

果から、小孔に微絨毛が入り込んで結合していると推察した。

これらのことから、近位面と遠位面の表面構造の差異と細胞間結合の関係を明らかにするため、デスモゾームの位置を調べた。その結果、SEMとTEMの結果を組み合わせ、次のことが明らかになった。すなわち、舌根上皮の表層では、近位面のⅠまたはⅡ型の微小隆起は、隣接する近位側細胞の遠位面を覆うⅢまたはⅣ型の微小堤間の空隙に入り込んでおり、デスモゾームの多くは、この近位面の微小隆起の先端部分と、遠位面の微小堤間に見られた。したがって上皮の表面、すなわち遠位面に見られる微小堤は、それ自体は細胞間の結合には関与しない部位であり、上皮表面の微小堤間の細胞膜が、剝落していった細胞の微小隆起と結合していた部位に相当する。微小堤の役割はこれまで、粘膜の保持や拡散のため¹¹⁾、あるいは機械的刺激に対する細胞膜の補強⁹⁾などが考えられている。細胞膜下に見られた細線維の集合は、細胞膜の補強に役立つと思われるが、細胞表面形態の差異を説明できない。

今回の観察から、デスモゾームは、細胞近位面の微小隆起先端部に見られ、上皮最表層付近でもそのデスモゾームによる結合が見られることから、その微小隆起は上皮表層においてあまり変化しない状態のまま最表層付近に達すると思われる。一方、遠位面の微小堤は、デスモゾームをほとんどもたないため、分岐や癒合をすることができると考えられる。口蓋上皮の遠位面に見られた小孔は、そこに近位面からの微小隆起が入っていて、最後まで結合が残っていた部位と考えられる。上皮最表層ではデスモゾームの変性、開離が見られるが、この状態になると微小隆起は遠位面から離れ、その結果、小孔も微小堤同士の接合などで消失していくと思われる。角化上皮で知られている平滑な表面像¹³⁾は、このような考え方でよく説

明できる。このように、今回の結果から、細胞間の結合が上皮の近位面と遠位面の形態差を決めていると考えられる。言いかえると、細胞表面に見られる微小堤は、細胞の近位面と遠位面の結合様式が表面に現われたいわばその残存構造と考えられる。しかしながら、一方では表皮細胞の表面構造としての意義^{9,11)}もあわせもつとすれば、結合形態がそのまま細胞機能をもつ点で興味深い。また魚類¹⁹⁾のように表面に露出してから微小堤を形成するとされているものについては、なお十分な考察が必要である。

一方、微小堤以外の構造として、剝落隆起や細胞間溝が見られたが、これまでにTEMでの報告はなされていない。TEMとSEMを用いて比較することにより、この剝落隆起は、近位面の細胞境界である細胞間溝に入り込んだ細胞質隆起が表面に現われたものであり、デスモゾームによって結合していることが示された。また帯状線は、遠位面の細胞境界に見られる2本の平行に走る細胞質隆起が、上下に隣接する細胞の近位面と接する場所に相当し、そこにはデスモゾームが少ないことが示された。このように、上皮表層では、細胞境界の近位側と遠位側に構造上の差異がみられ、このうち剝落隆起と細胞間溝が嵌合とデスモゾームによって、上皮細胞の結合を強固にしていると思われる。これらの構造はヒトの舌根上皮と類似しており¹⁵⁾、口腔粘膜上皮に共通の構造と考えられる。皮膚の角化層では、これらの構造は不明瞭である^{20,21,22)}。皮膚の角化層の多くは規則正しい細胞の積層が見られ、相互に密に組み合っているため外力に対する抵抗力が強いと考えられる。口腔粘膜上皮は不規則な配列を示すことから、剝落隆起と細胞間溝の結合が、近位面と遠位面の微小隆起と微小堤間の結合を補っていると思われる。

なお、本研究の一部は、昭和53年度文部省科学研究費補助金（一般研究C、番号357537）による。

抄録：ミニブタの口腔上皮表層細胞の微細構造を、走査型ならびに透過型電子顕微鏡を用いて観察した。最表層細胞の遠位面（すなわち表層表面）は、舌根ではⅢまたはⅣ型、口蓋ではⅤ型の微小堤で覆われていた。また表面から15層目の細胞遠位面は舌根ではⅢ型を、口蓋ではⅢまたはⅣ型の微小堤が見られた。このことから、上皮細胞は表面に近づくにつれてその遠位面はⅤ型（すなわち成熟型）の微小堤に近づくことを示している。一方最表層細胞と15層目の細胞の近位面（すなわち基底側の面）は、いずれもⅠまたはⅡ型の

微小隆起で覆われていた。デスモゾームの多くが、この微小隆起の先端に見られ、また微小隆起は遠位面の微小堤間に入り込んでいることが明らかになった。このことから微小堤は、細胞の近位面と遠位面の結合様式が表面に現われた残存構造と考えられる。また細胞境界は、遠位面では平行な2本の隆起であるが、近位面では細胞間溝として見られ、この溝に遠位面の剝落隆起が入り込み、デスモゾームで結合していた。

文 献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) Appleton, J. and Heaney, T. G.: A scanning electron microscope study of the surface features of porcine oral mucosa. *J. Periodontal Res.*, **12**: 430-435, 1977.
- 4) Alvares, O. F. and Meyer, J.: Current Concepts of the histology of Oral Mucosa [Variable features and regional differences in oral epithelium.] 97-113, Charles C. Thomas. Publisher, U.S.A. 1971.
- 5) 斉藤 博：口腔リンパ組織の分化；発生過程におけるウサギ口蓋扁桃上皮の表面構造。解剖誌，**51**：168-179, 1976.
- 6) 高木知道，斉藤 博，安蘇規子：微小堤の分化機構；ヒトの舌の上皮細胞。歯基礎誌，**18**：418-434, 1976.
- 7) Olson, K. R. and Fromm, P. O.: A scanning electron microscopic study of secondary lamellae and chloride cells of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Z. Zellforsch.*, **143**: 439-449, 1973.
- 8) Cleaton-Jones, P.: Surface characteristics of cells from different layers of keratinized and non-keratinized oral epithelia. *J. Periodontal Res.*, **10**: 79-87, 1975.
- 9) Fahrenbach, W. H. and Knutson, D. D.: Surface adaptations of the vertebrate epidermis to friction. *J. Invest. Dermat.*, **65**: 39-44, 1975.
- 10) Andrews, P. M.: Microplicae: Characteristic ridge-like folds, of the plasmalemma. *J. Cell Biol.*, **68**: 420-429, 1976.
- 11) Sperry, D. G. and Wassersug, R. J.: A proposed function for microridges on epithelial cells. *Anat. Rec.*, **185**: 253-258, 1976.
- 12) 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.
- 13) 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. Suppl.*, **73**: 83-100, 1973.
- 14) 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.
- 15) Saito, H. and Takagi, T.: Three-dimensional surface structures of the human lingual epithelial cells. (unpublished data)
- 16) 安蘇規子，斉藤 博，高木知道：発生過程におけるサケ表皮の微小堤 (Microridge) の形成；走査型，透過型電子顕微鏡による観察。動雑，**86**: 208-221, 1977.
- 17) Takagi, T. and Saito, H.: Surface architecture of the epidermal cells in newt larvae. *J. Electron microsc.*, **28**: 159-164, 1979.
- 18) Hashimoto, K. and Kanzaki, T.: Surface ultrastructure of human skin. *Acta Dermatovener (Stockholm)*, **55**: 413-430, 1975.
- 19) 竜田清子，三枝 博：魚類・円口類の口腔粘膜上皮における Microridges の微細構造。解剖誌，**54**: 177-178, 1979.
- 20) Mackenzie, I. C.: Ordered structure of the stratum corneum of mammalian skin. *Nature*, **222**: 881-882, 1969.
- 21) Christophers, E.: Cellular architecture of the stratum corneum. *J. Invest. Dermat.*, **56**: 165-169, 1971.
- 22) Menton, D. N. and Eisen, A. Z.: Structure and organization of mammalian stratum corneum. *J. Ultrastruct. Res.*, **35**: 247-264, 1971.

Explanation of Figures

Figs. 1-9 Scanning electron micrographs of the root of the tongue

Fig. 1 The distal surface of the superficial cells. Arrows: demarcating lines, DC: desquamating cells, $\times 430$

Fig. 2 Higher magnification of figure 1. Four epithelial cells are covered with ramified and meshwork microridges. A: attached border of desquamated cells, CB: intercellular borders, $\times 6,000$

Fig. 3 The proximal surface of the superficial cells. Four epithelial cells are covered with dotted microprojections and short ones. G: intercellular grooves, S: smooth borders, $\times 2,400$

Fig. 4 Higher magnification of figure 3. The intercellular groove (G) is irregular and deeper than the smooth border (S), $\times 9,300$

Fig. 5 The proximal surface of the superficial cells. Long and parallel microprojections are seen on the lateral cell surface (L). $\times 3,000$

Fig. 6 The distal surface which was exposed by stripping off surface cells at 15 times using adhesive tape. Microridges are ramified. $\times 2,400$

Fig. 7 Higher magnification of figure 6. Ramified microridges are more irregular than the superficial cells, CB: intercellular border, $\times 7,500$

Fig. 8 The proximal surface which was exposed by stripping off surface cells at 15 times using adhesive tape. G: intercellular grooves, S: smooth borders, $\times 2,400$

Fig. 9 Higher magnification of figure 8. Dotted and short microprojections are seen. G: intercellular groove, S: smooth border, $\times 7,500$

Figs. 10-13 Transmission electron micrographs of the root of the tongue

Fig. 10 Surface layers of the epithelium. Cells are filled with microfilaments. Desmosomes (arrows) are frequently seen between the microprojection on the proximal surface and the inter-microridge part on the distal surface. $\times 13,000$

Fig. 11 Higher magnification of the superficial cell. Cross (F1) and longitudinal (F2) sections of the microfilaments are shown. $\times 40,000$

Fig. 12 The surface layer of the epithelium. Note the relationship between the projection of the intercellular borders (CB) and the shallow depression of smooth borders (S). And also, note the connection between the projection of attached border (A) and the depression of intercellular groove (G). $\times 27,000$

Fig. 13 The surface cell shows dense filamentous materials (F) under the cell membrane. $\times 20,000$

Figs. 14-21 Scanning electron micrographs of the palate

Fig. 14 The distal surface of the superficial cells. A: attached borders, CB: intercellular border, B: bacteria, $\times 1,500$

Fig. 15 Higher magnification of figure 14. Meshwork microridges are seen. A: attached border, CB: intercellular border, $\times 12,000$

Fig. 16 The proximal surface of the superficial cells. Three epithelial cells are seen (1, 2,, 3) G: intercellular grooves, S: smooth borders, $\times 2,000$

Fig. 17 Higher magnification of figure 16. Dotted and short microprojections are seen. G: intercellular grooves, S: smooth borders, $\times 6,000$

Fig. 18 The distal surface which was exposed by stripping off surface cells at 15 times using adhesive tape. A: attached borders, CB: intercellular borders, $\times 3,000$

Fig. 19 Higher magnification of figure 18. Ramified and meshwork microridges are seen. A: attached border, CB: intercellular borders, $\times 6,300$

Fig. 20 The proximal surface which was exposed by stripping off surface cells at 15 times using adhesive tape. G: intercellular groove, S: smooth borders, $\times 3,000$

Fig. 21 Higher magnification of figure 20. Dotted microprojections and short ones are seen. G: intercellular groove, S: smooth borders, $\times 6,300$