

## 哺乳類の発育に伴う味蕾の成熟と分布の変化

笠原 泰夫, 原田 秀逸

鹿児島大学歯学部口腔生理学講座

### Changing of maturation and distribution of taste buds in mammals.

Yasuo Kasahara and Shuitsu Harada

Department of Oral Physiology, Kagoshima University Dental School

#### Abstract

Taste bud distribution on the soft palate (SP) and within three types of tongue papillae (fungiform; FF, foliate; FL, and circumvallate; CV) were examined histologically in the rat and marmoset at different postnatal ages. Serial paraffin sections (10  $\mu$ m) were made and stained by HE, and digitized images of each section were examined. At birth, the number of matured (i.e. containing taste pore) SP taste buds preceded to that of FF taste buds in the rat. One week after birth, 90% of SP taste buds and 80% of FF matured taste buds. In contrast, no taste buds with a pore were observed at birth within FL and CV in the rat. In the marmoset, the number of FF taste buds at day 1 was 334. While only 20% of all the taste buds at birth possessed a taste pore, 39% of 174 SP taste buds at day 1 possessed a taste pore. The number of matured taste buds at day 1 was small for the center CV (19 of 59), one side CV (7 of 25), and one side FL (2 of 16) in the marmoset. The total number of taste buds increased with increasing age, reached a maximum at two months of age: FF, 1069; SP, 609; CV-center, 530; CV-side, 390; FL, 201, and decreased thereafter in the marmoset. These results suggest that the maturation of SP taste buds precedes to that of taste buds in other areas of the tongue and plays important roles in the processing of gustatory information during preweaning mammals.

**Keywords:** taste buds, distribution, development, rat, marmoset

## I. はじめに

哺乳動物では、生まれ出て来ると同時にそれまで臍帯を介して行われていた栄養補給を断たれ、以後は自らの口を介して栄養を摂取する状態に強制的に切り替えられる。この出生直後からの栄養摂取の機能を遂行するために、新生児（仔）には乳首から母乳あるいはミルクを吸って飲み込む吸啜運動と同時に味を感じる機能が完備されており、生命維持に必須の機能として出生後直ちに活動を始めることになる。Steiner<sup>1)</sup>は、味刺激による新生児の顔の表情や頭の動きなどの仕草の観察結果から、新生児が、甘い、酸っぱい、苦いという味のみならず、うま味も味分けることができる事を明らかにした。また、ヒトよりも遥かに未熟な状態で生まれ出て来るラットも、好ましい味や忌避すべき味を味分けることができることが明らかにされている<sup>2)</sup>。

一方、解剖組織学的研究によれば、口腔内の特定部位に味蕾が集中して分布している<sup>3-6)</sup>が、味蕾の出現と成熟はこれらの部位によって異なっている<sup>6-9)</sup>。しかし、出生時の口腔機能に関連づけての味蕾分布に着目した研究はほとんど行われて来なかったし、特に、軟口蓋に分布する味蕾の出現と成熟については注目されていなかった。我々は、この軟口蓋味蕾に注目して、出生直後からの味蕾分布の変化をラットおよびマーモセットで詳細に調べた結果、出生時の軟口蓋味蕾の機能的な重要性を確信させる結果を得たので報告する。

## II. 材料および方法

妊娠したラットを別々のケージに飼育し、仔ラットが生まれた日を0日とした。幼ラットは離乳後は雄雌に分離し別々のケージに数匹ずつ飼育した。0-1, 2, 3, 4, 8-9週齢, 28-31月齢（ほぼ寿命）の42匹のラットからデータを得た。また、マーモセットは、1-3日齢, 2カ月齢, 2, 7, および9歳を用いた。動物はNembutal®の腹腔内へ致死量投与により不動化して頭部を切断し、通法に従って完全な10 $\mu$ mパラフィン連続切片を作成し、HE染色を施した<sup>10)</sup>。全ての切片の光学像をデジタルカメラで撮影してパソコンに取り込み（Power Macintosh 7300, Macintosh）プリントアウトして、個々の味蕾について、成熟度の指標としての味孔の有無、大きさ、形、切片上の位置を記録した。

## III. 結果

### A. ラット味蕾の成熟と分布の発育に伴う変化

出生時には味孔がある味蕾数と味孔が観察されない

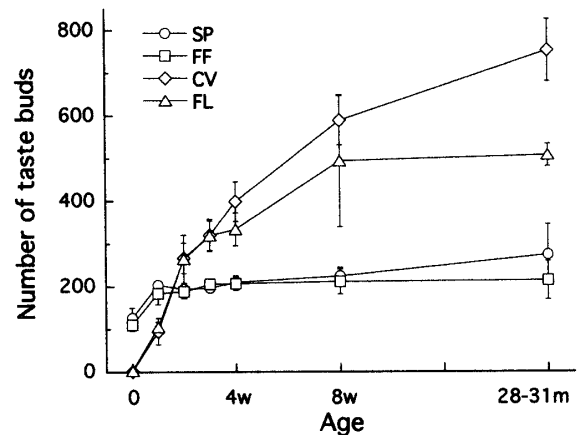


図1 出生後のラットの発育に伴う口腔内各部位の味蕾総数の変化。

w: 週齢, m: 月齢。SP: 軟口蓋, FF: 茸状乳頭, CV: 有郭乳頭, FL: 葉状乳頭。葉状乳頭の味蕾数は一侧の味蕾数を2倍したもの。3匹の平均値で、エラーバーはSDを示す。

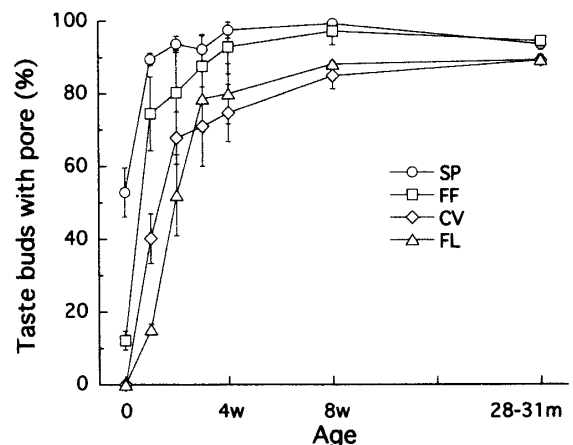


図2 出生後のラットの発育に伴う味孔を持つ味蕾数の割合(%)の変化。

w: 週齢, m: 月齢。SP: 軟口蓋, FF: 茸状乳頭, CV: 有郭乳頭, FL: 葉状乳頭。3匹の平均値で、エラーバーはSDを示す。

味蕾数を併せて100個以上の味蕾が軟口蓋および茸状乳頭に観察され（軟口蓋； $126.7 \pm 23.7$ 個, 茸状乳頭； $110.3 \pm 13.7$ 個）、味蕾数は1週齢まで急激に増加しほぼ定常のレベルに達した後、28-31月齢までほとんど変化しなかった（軟口蓋； $273.7 \pm 70.6$ 個, 茸状乳頭； $213.7 \pm 44.9$ 個）（図1）。一方、有郭および葉状乳頭には出生時には数個の味蕾しか存在せず（有郭乳頭； $1.0 \pm 1.4$ 個, 葉状乳頭； $3.0 \pm 4.2$ 個）、葉状乳頭では8週齢まで味蕾数は増加を続け $247.0 \pm 77.2$ 個（一側）で定常状態に達したが、有郭乳頭ではその後も増加を続け28-31月齢で $588.7 \pm 57.5$ 個に達した。

さらに、味蕾が成熟しているかどうか、すなわち機能できるかどうかの指標となる味孔を持つ味蕾の割合を部位別に調べた。軟口蓋味蕾は出生時に $52.9 \pm 6.8\%$ もの味蕾が成熟しているが、茸状乳頭味蕾はわずか $12.2 \pm 2.6\%$ であった(図2)。出生後一週の間に、味孔を持つ味蕾の割合は急速に増加し、1週齢で軟口蓋では90%、茸状乳頭では75%に達した(図2)。一方、有郭および葉状乳頭では味孔を持つ味蕾は0%で、その後も成熟の速度は軟口蓋および茸状乳頭味蕾よりも遅く、2-3週齢でも70-80%であった(図2)。28-31月齢では口腔内のどの部位においてもほぼ全ての味蕾に味孔が観察された(図2)。

#### B. マーモセット味蕾の成熟と分布の発育に伴う変化

1日齢のマーモセット茸状乳頭では334個(図3A)の味蕾のうちわずか20%しか味孔を有する味蕾は観察されなかった(図3B)。軟口蓋に分布する味蕾は1日齢では茸状乳頭の半分の182個であったが(図3A)、その39%は味孔を有しており(図3B)、茸状乳頭の味孔を有する味蕾の割合の2倍であった。それぞれの部位の味蕾数は年齢の増加に伴って増加し、2ヶ月齢で最大数に達し(図3A)、ほぼ100%の味蕾が味孔を有していた(図3B)。2ヶ月齢以降は、茸状乳頭味蕾数はあまり変化しないが軟口蓋味蕾数は年齢の増加とともに減少する傾向が認められた(two-way ANOVA,  $P=0.0189$ ,  $F=4.895$ ,  $DF=3$ )。また、7歳以降は味孔を有する味蕾の割合が減少する傾向が認められた。

#### IV. 考 察

走査電顕による研究では1日齢のラット茸状乳頭にたった1個の味孔しか観察できないが、12日齢では72%の茸状乳頭味蕾に味孔が観察されたことが報告されている<sup>9)</sup>。また、1日齢のハムスターの軟口蓋味蕾の39%が味孔を有していることが報告されている<sup>7)</sup>。電気生理学的<sup>11-13)</sup> および行動学的研究<sup>14-15)</sup> は、軟口蓋味蕾を支配する大錐体神経が甘味物質やアミノ酸などの栄養物の味覚受容に重要な役割を果たしていることを示唆している。さらに、本実験結果から明らかのように、出生時の軟口蓋味蕾が他の部位に先駆けて成熟していることから、軟口蓋味蕾が授乳期の吸啜運動に伴う味覚受容に果たす役割の重要性が示唆される。

一方、出生時のラットに有郭および葉状乳頭に味孔を持つ味蕾が観察されず、成熟した味蕾の割合は軟口蓋および茸状乳頭味蕾よりも2-3週間遅れて増大し、寿命に近い28-31ヶ月齢でようやく100%近くに達する。

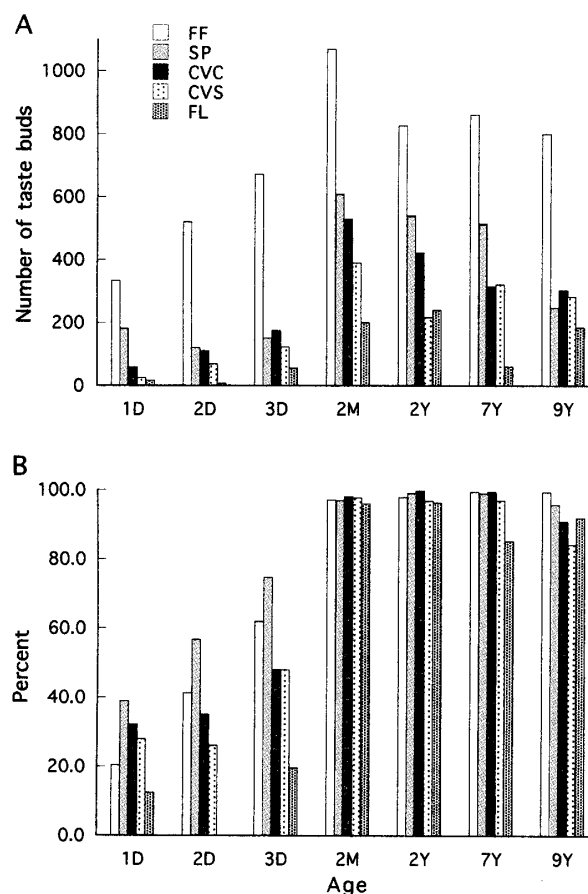


図3 出生後のマーモセットの口腔内各部位の総味蕾数(A)、および味孔を持つ味蕾数の割合(B)の成長に伴う変化。

D: 日齢, M: 月齢, Y: 年齢。各齢一匹の観察値。

また、ラット有郭乳頭の味孔を持つ味蕾は出生時には認められず、90日齢で $610 \pm 87$ 個であること<sup>8)</sup>、味孔を持つ味蕾は10日齢で観察されること<sup>16)</sup>が報告されている。さらに、出生時にはハムスター有郭および葉状乳頭にはほとんど味蕾が観察されないが、71日齢では121個、120日齢で150個の味蕾が観察されている<sup>17)</sup>。

マーモセットの味蕾の分布を調べてみると、ラットと同様に、出生直後では成熟している味蕾の割合は軟口蓋の部位で最も高いことが明らかになった。しかし、3ヶ月齢以降は軟口蓋味蕾の数は有意に減少する傾向があった。さらに、ヒト新生児の軟口蓋には400個もの味蕾が分布することが報告されている<sup>6)</sup>が、老人の軟口蓋には片側にたった3個の味蕾しか観察できなかった<sup>18)</sup>。成人の軟口蓋についての報告でも、軟口蓋に分布する味蕾数は50-150とマーモセットに比べて著しく少ない<sup>19)</sup>。このことは、ヒトでは生まれてから成長するにつれて軟口蓋味蕾は急速に数が減っていくことを

示唆している。

哺乳類では、授乳時に、乳首から出てくる母乳あるいはミルクの味を受容するのに軟口蓋味蕾は非常に都合のいい部位に分布している<sup>20-21)</sup>。さらに、本実験から明らかなように、出生時に軟口蓋には他の部位に先駆けて既に成熟した味蕾が多数分布している。これらの結果は、授乳期の母乳の摂取の際に軟口蓋味蕾が重要な役割を果たしていることを示唆している。

## REFERENCES

- 1) Steiner, J. E.: The gustofacial response: Observations on normal and anencephalic newborn infants., In; Fourth Symposium on Oral Sensation and Perception, J.F. Bosma, ed., 254-278, Bethesda, MD, U.S. Dept. H.E.W., 1973
- 2) Ganchrow, J. R., Steiner, J. E. & Canetto, S.: Behavioral displays to gustatory stimuli in newborn rat pups. *Dev. Psychobiol.*, 19, 163-174, 1986
- 3) Farbman, A. I.: Electron microscope study of the developing taste bud in rat fungiform papilla. *Dev. Biol.*, 11, 110-135, 1965
- 4) Fish, H. S., Malone, P. D. & Richter, C. P.: The anatomy of the tongue of the domestic Norway rat. I. The skin of the tongue; the various papillae; their number and distribution. *Anat. Rec.*, 89, 429-440, 1944
- 5) Guth, L.: The effects of glossopharyngeal nerve transection on the circumvallate papilla of the rat. *Anat. Rec.*, 128, 715-731, 1957
- 6) Lalonde, E. R. & Eglitis, J. A.: Number and distribution of taste buds on the epiglottis, pharynx, larynx, soft palate and uvula in a human new born. *Anat. Rec.*, 181, 91-95, 1957
- 7) Belecky, T. L. & Smith, D. V.: Postnatal development of palatal and laryngeal taste buds in the hamster. *J. Comp. Neurol.*, 293, 646-654, 1990
- 8) Hosley, M. A. & Oakley, B.: Postnatal development of the vallate papilla and taste buds in rats. *Anat. Rec.*, 218, 216-222, 1987
- 9) Mistretta, C. M.: Topographical and histological study of the developing rat tongue, palate and taste buds., In; Oral Sensation and Perception III, J.F. Bosma, ed., 163-187, Charles C. Thomas, Springfield, 1972
- 10) Harada, S., Yamaguchi, K., Kanemaru, N. & Kasahara, Y.: Maturation of taste buds on the soft palate of the postnatal rat. *Physiol. Behav.*, 68, 333-339, 2000
- 11) Harada, S. & Smith, D.V.: Gustatory sensitivities of the hamster's soft palate. *Chem. Senses*, 17, 37-51, 1992
- 12) Harada, S., Yamamoto, T., Yamaguchi, K. & Kasahara, Y.: Different characteristics of gustatory responses between the greater superficial petrosal and chorda tympani nerves in the rat. *Chem. Senses*, 22, 133-140, 1997
- 13) Nejad, M. S.: The neural activities of the greater superficial petrosal nerve of the rat in response to chemical stimulation of the palate. *Chem. Senses*, 11, 283-293, 1986
- 14) Krimm, R. F., Nejad, M. S., Smith, J. C., Miller, I. J., Jr. & Beidler, L. M.: The effect of bilateral sectioning of the chorda tympani and the greater superficial petrosal nerves on the sweet taste in the rat. *Physiol. Behav.*, 41, 495-501, 1987
- 15) Harada, S.: Effects of transection of the greater superficial petrosal and the chorda tympani nerves on conditioned taste aversion to sucrose in the hamster. *Jpn. J. Oral Biol.*, 34, 690-700, 1992
- 16) State, F. A., El-Fish, H. I. & Naga, I. A.: The development of taste buds in the foliate papillae of the albino rat. *Acta Anat.*, 89, 452-460, 1974
- 17) Miller, I. J., Jr. & Smith, D. V.: Proliferation of taste buds in the foliate and vallate papillae of postnatal hamsters. *Growth Dev. Aging*, 52, 123-131, 1988
- 18) Harada, S.: Gustatory system of the soft palate in mammals, *Ann. Kagoshima Dent.* 14, 25-41, 1994
- 19) Imfeld, T.N. & Schroeder, H.E.: Palatal taste buds in man: Topographical arrangement in islands of keratinized epithelium. *Anat. Embryol.*, 185, 259-269, 1992
- 20) Ardran, G. M., Kemp, M. B. & Lind, J.: A cineradiographic study of bottle feeding. *Br. J. Radiol.*, 31, 11-22, 1958
- 21) Ardran, G. M., Kemp, F. H. & Lind, J.: A cineradiographic study of breast feeding. *Br. J. Radiol.*, 31, 156-162, 1958