— 原 著 論 文 —

ハシブトガラスにおける味蕾の形態とその分布について

刘 利^{1,2}・杉田昭栄^{1,2,*}

¹ 東京農工大学連合農学研究科 〒183-8509 東京都府中市幸町 3-5-8

² 宇都宮大学農学部動物機能形態学 〒321-8505 栃木県宇都宮市峰町 350

(2012 年 2 月 16 日受付；2012 年 8 月 13 日受理)

キーワード：味蕾，味孔，口腔，分布図，ハシブトガラス。

日本鳥学会誌

Japanese Journal of
Ornithology

© The Ornithological Society
of Japan 2013

Liu LI^{1,2}, Shoei SUGITA^{1,2,*}. 2013. Morphological studies of taste buds and distribution of taste pores in the Large-billed Crow *Corvus macrorhynchos*. Jpn J Ornithol 62: 1–8.

Abstract. Morphological features of the taste buds and the distribution of the taste pores of the Large-billed Crow *Corvus macrorhynchos* were investigated by scanning electron microscopy (SEM) and light microscopy (LM). SEM revealed two types of openings on the oral epithelium of the Large-billed Crow. The larger type (more than 50 μm in diameter) was spiral or spindle shaped, while the smaller type (less than 10 μm in diameter) was circular in shape. The former corresponded to the opening of the salivary glands, and the latter to the taste pores, as revealed by conventional LM. An average of 537 (SE = 38.4; $N = 4$) taste pores were observed, of which 82% were located in the lower mandible and 18% in the upper mandible. The anterior part of the tongue was found to be devoid of taste buds and pores. In addition, taste buds were found to be composed of three cell types: light, dark, and sustentacular.

Key words: Taste buds, Taste pores, Distribution map, Large-billed Crow.

¹ United Graduate School of Department of Animal Science, Tokyo University of Agriculture and Technology, 3-5-8 Saiwaicho, Fuchu, Tokyo 183-8509, Japan.

² Laboratory of Animal Function and Morphology, Utsunomiya University, 350 Minemachi, Utsunomiya, Tochigi 321-8505, Japan.

はじめに

味覚は味物質が，味蕾を構成する味細胞を刺激したときに生じる感覚である (Smith & Margolskee 2001). 脊椎動物の味蕾は，口腔粘膜表面に存在し，一つの味蕾は 50–100 個の味細胞により構成されている (Kinnamon 1991). これらの味細胞により感受される味覚は，食物の栄養性，毒性，腐敗度などの識別に重要な役割を担っている (瀬田 2010).

行動学 (Duncan 1960; Kudo et al. 2010a)，神経科学 (Ganchrow et al. 1986) 及び分子生物学 (Kudo et al. 2010b) の分野における先行研究から，鳥類にも味覚があることはすでに知られている。Bath

(1906) が鳥類で味蕾の存在を初めて報告して以来，ニワトリ *Gallus gallus domesticus* (斉藤 1966a)，ウズラ *Coturnix japonica* (Warner et al. 1967) およびマガモ *Anas platyrhynchos* (Berkhoudt 1977) などにおいて味蕾に関する形態学的研究が行われてきた。これらの鳥種では，味蕾はいずれも唾液腺開口部の周辺に存在することが知られている (黒沢ら 1985)。しかし，味蕾の構造および分布については，研究者間で結果に相違点が見られる。例えば，Bath (1906) は 19 種類の鳥類の味蕾を I，II，III 型に分類し，ほとんどの鳥類の味蕾が I と III 型で蕾状を呈し，構造上，哺乳類の味蕾と同様であるのに対し，マガモ，カルガモ *A. poecilorhyncha* などの水禽類の味蕾は細長い特徴を持つことが報告されている。さらに黒沢ら (1983) はニワトリの味蕾を I と II 型に分類し，I 型は味孔側か

* E-mail: sugita@cc.utsunomiya-u.ac.jp

doi:10.3838/jjo.62.1

JOI:JST.JSTAGE/jjo/62.1

ら味蕾底へ向かうに従って太くなり、西洋ナシ状の形態を示すのに対し、Ⅱ型は味孔側ではⅠ型と類似の形態を示すが、味蕾の途中から味蕾底側が2つに分岐し、哺乳類の味蕾の形とは異なると述べている。一方、マガモ、ハマシギ *Calidris alpina* (Elner et al. 2005) およびニワトリ (Kudo et al. 2008) の口腔表面が走査型電子顕微鏡で調べられ、唾液腺周辺部に多数の味孔が観察されている。また、味孔を指標にして口腔および舌表面の味蕾の数や分布を調べるためには、走査型電子顕微鏡を用いる方が、組織切片を用いて行うより精度の高い情報が得られることも示唆されている (工藤ら 2007)。ところで、カラス属はヒトの生活圏に棲息し、ごみ荒しや農産物への食害などの問題をしばしば引き起こしている。したがって、カラスの味覚に関する基礎情報は、これらの問題解決を念頭において広く生物学的に収集する必要がある。しかし、カラス属の味蕾に関する研究は、ハシボソガラス *Corvus corone* (Berkhoudt 1985) とムナジロガラス *C. albus* (Igwebuike & Eze 2010) について報告されているのみで、それらの結果は組織切片を用いて部分的な観察を行った所見にすぎない。そこで、本研究では光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡を併用し、ハシボソガラス *Corvus macrorhynchos* の口腔粘膜および舌の味孔と味蕾について、分布の様子や数の情報を得ることを主な目的とした。

材料と方法

1) 材 料

材料にはハシボソガラス成鳥4羽 (体重 630–750 g, 雄2羽, 雌2羽) を用いた。これらの捕獲に際しては、栃木県と新座市から捕獲許可を得た。それぞれの許可番号は、0010 (栃木県) と 01-02 (新座市) である。供試個体は、口腔内の黒色色素沈着の度合いとファブリシウス囊の退縮程度 (北川 1980; 玉田・深松 1992; 青山ら 2007) により、成鳥と確認された。また、これらは「国立大学法人宇都宮大学動物実験等管理規定」に記載されている動物生命倫理に基づく取り扱い内容に従って取り扱われた。

2) 方 法

材料は、ペントバルビタールによる深麻酔下で、経心的にリン酸緩衝液 (pH 7.4) を溶媒とした 10%ホルムアルデヒド溶液を用いて灌流固定した。その後、上顎部については単口上顎腺 (図 1-1,

Mg) から蝶形翼状腺後縁の円錐乳頭末端まで (図 1-1, 白矢頭)、また舌体については、舌尖から舌根部の円錐乳頭前部まで (図 3-1, T)、さらに下顎部については口腔底粘膜と下顎骨内縁に沿って切り進み、舌根と口腔底粘膜のまじわる領域で切り離した。光学顕微鏡標本の作成においては、採取した材料を 10%ホルマリン溶液で一週間浸漬固定した。その後、常法によって脱水、パラフィン包埋し、4–5 μm の厚さで前額断連続切片を作製した。次いで、ヘマトキシリン・エオジン染色 (HE) と過ヨウ素酸シッフ (PAS) 染色を施し、顕微鏡観察をした。

走査型電子顕微鏡用試料の処理は次のような手順で行った。まず採取した材料を 10% ホルマリン溶液で一週間浸漬固定を行った。次いで 1% 四酸化オスミウム液に 90 分間浸漬し再固定をした。その後、0.1 M リン酸緩衝液 (pH 7.4) において洗浄し、アルコール上昇系列で脱水処理を行った。脱水済みの試料は 50% と 20% ジメチルスルホキシド溶液にそれぞれ 15 分間浸漬処理した。さらに、試料を流水で約 30 分間洗浄した後、2 日間自然乾燥し、走査型電子顕微鏡 (Miniscope TM-1000 日立ハイテクノロジーズ, 東京) により観察した。

味蕾の分布図を作成するため、口腔各部位の粘膜表面を 100 倍で連続的に接写し、1 個体当たり約 500 枚の隣接連続写真を得た。そして、写真上の味孔を黒点で表示してからつなぎ合わせ、口腔表面を再構築した (図 4)。なお、唾液腺の分類は斉藤 (1966b) の唾液腺の分類を参考にし、上顎に分布する唾液腺はその開口位置により単口上顎腺と口蓋腺および蝶形翼状腺に、また、下顎に分布するものは前顎下腺と後舌腺および輪状披裂腺の合計 6 種類に分け、それらに対応する味孔の分布を調べた。

結 果

1) 上顎部

単口上顎腺 (図 1-1, Mg) から蝶形翼状腺後縁の円錐乳頭末端まで (図 1-1, 白矢頭) の長さは約 7 cm である。単口上顎腺は口蓋の中央部に位置し、腺の開口部は上嘴先端から後方へ約 4 cm の位置にある。腺開口部の粘膜表面は角質化していた。走査型電子顕微鏡による観察では、該当部の粘膜は平坦な上皮細胞からなり、2つの開口部が左右対をなして存在し、開口部は馬蹄痕状を呈していた (図 1-2, Mg)。開口の幅は約 150 μm 、長さは

図1. ハシブトガラス上顎部の顕微鏡写真。1：口蓋表面における単口上顎腺（Mg）とその拡大写真（白矢印）、口蓋腺（Pg）、蝶形翼状腺（Sg）、口蓋裂（Cc）、円錐乳頭（黒矢頭）、耳管咽頭口（黒星印）。2：単口上顎腺開口部のSEM写真。3：口蓋腺開口部（Pg）と味孔（矢頭）。4：味孔の拡大写真。上皮細胞（白星印）。5：口蓋部の横断面の光学写真。味蕾（Tb）、重層扁平上皮（Se）、結合組織（Ct）。

Fig. 1. Macrograph of the upper mandible of the Large-billed Crow. Panel 1 shows the surface of the palate. Maxillary glands (Mg), magnification of Mg (white arrows), palatine glands (Pg), sphenopterygoid glands (Sg), choanal cleft (Cc), conical papilla (arrowheads), Ostium pharyngicum tubae (black asterisk). Panel 2 shows a scanning electron micrograph of the openings of the palatine glands. Panel 3 shows openings of the palatine glands and a taste pore (arrowhead). Panel 4 shows a higher-magnification view of the surface of the taste pore. Epithelial cells (asterisks). Panel 5 shows a transverse section of the palate. Taste bud (Tb), stratified squamous epithelium (Se), connective tissue (Ct). Scale bars: 0.5 mm (Panel 1); 100 μ m (Panel 2); 50 μ m (Panels 3 & 5); 20 μ m (Panel 4).

約300 μ m、嘴の先端へ向いて開口しており、その周辺において味孔は観察されなかった。

口蓋表面は口蓋裂により2分されており、尾側部に向かって、口蓋裂の幅が広がる解放型であった（図1-1, Cc）。口蓋裂周縁には大型の円錐乳頭が多く見られた（図1-1, 黒矢頭）。走査型電子顕微鏡による観察では、口蓋粘膜表面において、大小2種類の開口部が認められた（図1-3）。大型の開口部は円形で、その辺縁が渦状を呈し、直径は80–120 μ mであった（図1-3, Pg）。一方、その周辺には円形の小さい開口部が観察された（図1-3, 矢頭）。その開口部周辺は近接する5–10個の上皮細胞（図1-4, 星印）によって取り囲まれていた。開口部の直径は約10 μ mであった。走査型電子顕微鏡の写真に基づいて計数した結果、口蓋腺の周辺には平均52（標準誤差：SE = 13.8, N = 4）個の小さい開口部が観察された。

光学顕微鏡による組織観察では、口蓋表面は重層扁平上皮（図1-5, Se）に覆われており、しば

しば上皮表面に開口した味蕾と大型の唾液腺導管部が観察された（図1-5）。味蕾は通常唾液腺に隣接し、長軸は約100 μ mで、幅は約45 μ mであった（図1-5, Tb）。その長軸は上皮表面に垂直に位置し、味蕾先端には味孔が見られ、孔の直径は約10 μ mであった。味毛は観察されなかった。味蕾基底部は結合組織に繋がっていた。また、光学顕微鏡の観察において認められた唾液腺導管の開口部と味孔の直径は、走査型電子顕微鏡により観察された大小の開口部の直径にそれぞれほぼ一致するものであった。さらに、大小の開口部の位置関係から、大型の開口部は唾液腺の導管開口部に相当し、小型のそれは味孔と同定された。

拡大観察では、味蕾を構成する細胞は3種類観察された。第一型細胞は、味蕾最外層に位置し、他型の細胞を取り囲むように存在していた。この細胞の核と細胞体は他型の細胞に比べ、細胞質が乏しく比較的暗い核を持ち、味蕾の底部に位置していることから、支持細胞と判断された（図2,

図2. 口蓋部における味蕾の光学顕微鏡拡大写真。味孔(矢頭), 重層扁平上皮 (Se), 結合組織 (Ct), 明調細胞 (Lc), 暗調細胞 (Dc), 支持細胞 (Sc)。

Fig. 2. Higher-magnification view of the palate taste bud. Taste pore (arrowhead), stratified squamous epithelium (Se), connective tissue (Ct), light cells (Lc), dark cells (Dc), sustentacular cells (Sc). Scale bar: 20 μm .

図3. ハシブトガラス下顎部の顕微鏡写真。1: 下顎表面。前顎下腺 (Ag), 拡大写真 (白矢印), 後舌腺 (Pg), 輪状披裂腺 (Cg), 声門 (G), 舌 (T), 舌根の円錐乳頭 (白矢頭)。2: 前顎下腺のSEM像。味孔 (矢頭)。3: 口腔底部の横断面。4: 写真3の味蕾の拡大写真。5: 舌根表面のSEM像。後舌腺の開口部 (Pg), 味孔 (白矢頭)。6: 舌根表面の拡大SEM像。7: 舌根部の横断面。後舌腺 (Pg), 味蕾 (Tb)。

Fig. 3. Macrograph of the lower mandible of the Large-billed Crow. Panel 1 shows the surface of the base of the oral cavity. Anterior mandibular glands (Ag), magnification of Ag (white arrows), posterior lingual glands (Pg), cricoarytenoid glands (Cg), glottis (G), tongue (T), conical papilla of lingual root (white arrowheads). Panel 2 shows a scanning electron micrograph of the anterior mandibular glands. Taste pores (arrowheads). Panel 3 shows a transverse section of the base of the oral cavity. Panel 4 shows a higher-magnification of the taste bud in Panel 3. Panel 5 shows the surface of the lingual root. Openings of posterior lingual glands (Pg), taste pore (white arrowheads). Panel 6 shows a higher-magnification view of the surface of the lingual root. Panel 7 shows a transverse section of the lingual root. Posterior lingual glands (Pg), taste bud (Tb). Scale bars: 0.5 mm (Panel 1); 200 μm (Panel 3); 100 μm (Panels 2 & 5); 50 μm (Panels 4, 6 & 7).

Sc). 第二型細胞は、味孔に近い部位に位置し、周辺の上皮細胞に比べて著しく大型で紡錘状を呈し、円形または楕円形の核を持ち明調に染まっていた(図2, Lc). 第三型細胞は、第二型細胞に隣接し、細胞質が少なく紡錘形を呈し、楕円形または扁平な暗い核を有し、暗調に染まった細胞であった(図2, Dc).

口蓋腺の後部に続き、耳管咽頭口の周縁の粘膜表面には蝶状翼状腺が広く分布していた(図1-1, Sg). 走査型電子顕微鏡による観察では、大小2種類の開口部の形態の特徴は口蓋腺で観察した結果とほぼ同じであった。しかし、味孔は耳管咽頭口(図1-1, 黒星印)の前縁に偏在していた。味孔の数を調べた結果、蝶状翼状腺の周辺に平均46(SE=6, N=4)個あることが分かった。

2) 下顎部

下嘴の先端から咽頭後縁の円錐乳頭の末端(図

3-1, 黒矢頭)までの長さは約10.5 cmであった。舌に覆われている下顎部の観察のため舌を切除して観察を行った。その結果、下顎部の表面は厚い粘膜に覆われていることが分かった(図3-1, Ag). 最前端の前下顎腺開口部は下嘴の先端から約3.5 cmの位置にあり、走査型電子顕微鏡による観察では、大型で紡錘状の開口部として粘膜表面に確認された(図3-2, Ag). 開口部の長軸は約250–280 μm , 幅約60 μm であった。一個の前下顎腺の開口部に対し多数(5–20個)の味孔が観察され(図3-2, 矢頭), それらの直径は5–10 μm であった。また、口腔底表面においては平均119(SE=14.9, N=4)個の味孔が観察され, それらの多くは左右対称に分布していることが分かった(図4-1, 4-4). 光学顕微鏡による口腔底表面の観察では表面は重層扁平上皮に覆われ, 唾液腺に隣接する周囲の上皮表面に開口する2つの味蕾が観察された(図3-3). 味蕾の上部には周囲の上皮細胞に

図4. ハシブトガラスの口腔表面の味孔分布図。一つの黒い点は1個の味孔を表示する。1, 4: 口腔底部。2, 5: 舌根部。3, 6: 咽頭部。

Fig. 4. Distribution map of taste pores in the lower mandibular surface of the Large-billed Crow. One dot in the figure corresponds to one taste pore. Floor of the oral cavity panel (1, 4), Lingual root region panel (2, 5), laryngeal sulcus pharynx panel (3, 6).

よって囲まれた狭い味孔が開いていた(図3-4, 矢頭)。この部位の味蕾は長軸が約60–80 μm で、幅が約40 μm であり、底部は固有層に接し、周囲は固有層二次乳頭によって囲まれ、いわゆる樽形の構造として観察された(図3-4, Tb)。

後舌腺は舌根部の円錐乳頭末端(図3-1, 白矢頭)から声門前縁(図3-1, G)にかけて約1 cmの範囲に存在していた(図3-1, Pg)。走査型電子顕微鏡による観察では、平坦な舌根表面には多数の開口部が見られた。それらは大きさによって、2種類に分けられ(図3-5)、大型開口部は渦状で、直径は約50–100 μm あり、一方、小型開口部は円形で、直径は約5–10 μm であった。一個の大型開口部の近傍には平均3–5個の小型の開口部が分布していた(図3-6)。なお、舌後部に向かって、開口部の数が減少していた(図4-2, 4-5)。味孔の数は、後舌腺の周辺で平均285 (SE=21.3, $N=4$)個観察された。舌根表面は重層扁平上皮に覆われており、粘膜層には複数の味蕾群が観察された(図3-7, Tb)。味蕾は西洋ナシ形を呈して唾液腺に隣接し、長さ100 μm 、最大幅は約80 μm であった。味蕾は固有層から上皮表面付近まで達する細長い紡錘形および円形の細胞により構成されていた。唾液腺内部と導管内壁および味孔を形成する部位では、細胞質はPAS反応陽性を示したが(図3-7, 矢印)、味蕾細胞はPAS反応陰性であった。

咽頭部の表面には多数の円錐乳頭が観察され(図3-1, 黒矢頭)、それらは吻側に向かって大型化していた。一方、声門周辺および咽頭の表面には輪状披裂腺と味蕾に由来する大小2種類の開口部が分布していた。走査型電子顕微鏡による観察では、開口部の形態特徴は後舌腺での所見と同様であった。また、走査電顕観察の結果、この領域の味孔は声門周辺のみ分布し(図4-3, 4-6)、味孔の総数は約35 (SE=3.2, $N=4$)個であった。

なお、舌部の表面観察では、開口部と味蕾は観察されなかった。

考 察

味蕾は味を感知する感覚器で、多くの脊椎動物において観察されている(Bernd 2001)。しかし、味蕾の発達には動物種によって異なることが報告されている(黒沢ら 1983)。また、哺乳類では舌、咽頭、および喉頭蓋に味蕾が分布していることも知られている(笠原・原田 2003)。一方、ヘビやカナヘビでは上顎及び下顎(Uchida 1980)、魚類では口腔や咽頭のみならず体表にも存在している

ことが報告されている(Ohkubo et al. 2005)。

ハシブトガラスの口腔表面を走査型電子顕微鏡により観察したところ、口腔内粘膜表面に大小2種類の開口部が認められた。大きい方は唾液腺導管の開口部、また、小さい方は味蕾の開口部である味孔と同定され、それらの直径は、光学顕微鏡による組織観察でみられた結果とほぼそれぞれ一致するものであった。さらに、鳥類の味孔の直径については、ニワトリが2–7 μm (Gentle 1971)、マガモが10 μm (Berkhoudt 1977)、シギが15 μm (Elner et al. 2005)であることが報告されている。また、それらの味孔はいずれも唾液腺の開口部近傍で観察されている。ハシブトガラスの場合、小さな開口の直径は5–10 μm であり、上述の他種の鳥の研究結果の範囲とほぼ一致し、ハシブトガラスの味孔も他種と大差ないことが分かった。また、Gentle (1971)はニワトリにおいて、より大きな味蕾は2つの味孔を持つと述べているが、ハシブトガラスではすべての味蕾が一個の味孔を持つことが確認された。したがって、味孔数は味蕾数に相当するものと考え以下のように数の点から考察する。

本研究では、ハシブトガラスの4個体を通じて平均537個の味孔を確認されたが、鳥の種によって味蕾数に違いが見られる。斉藤(1966a)はニワトリ初生雛5羽の全口腔粘膜の連続切片より、味蕾の数を調べた。その結果、1羽あたりの味蕾総数は少ないもので218個、多いもので449個であり、かなり大きな個体変異があることが示されている。また、マガモ成鳥では口腔全体で約375個の味蕾が観察され、上顎と下顎にそれぞれ87%と13%の割合で分布し、前舌は味蕾を欠くことが報告されている(Berkhoudt 1977)。また、Ganchrow & Ganchrow (1985)は1日齢のニワトリ雛の口腔内には、約316個の味蕾が存在し、それらの分布の相対頻度は上顎部に69%、下顎部に29%、前舌後部に2%あることを示している。さらに、バリケン *Cairina moschata domestica* の口腔内表面には150個の味蕾が観察され、それらの分布状態は口蓋部に70%、口腔底部に28%、及び舌表面に2%であった(Stormelli et al. 2000)。本研究で得た結果では、ハシブトガラスの口腔表面には平均537個の味孔が観察され、その頻度は上顎部、下顎部、舌根部においてそれぞれの18.5%、22%と59.5%であり、バリケンやニワトリ雛とは逆に口腔の後方ほど味蕾の分布頻度が高いのが特徴であった。Ganchrow & Ganchrow (1985)によれば、ニワト

りの味蕾は口蓋に分布する割合が高く、餌を採る際に餌が上顎表面に接する時間が長いことが示唆されている。また、ニワトリ、アヒルでは、餌を順次に口腔前方から食道へ移動させるとともに、餌の口腔内での移動経路は味蕾の分布する場所であることが指摘されている (Berkhoudt 1985)。一方、ハシブトガラスの摂食行動には、餌をつつくのみならず、一時口腔内に餌をふくみ、留めおくなど、ニワトリやハトとは異なる摂食行動も観察される。したがって、カラス類のニワトリやハトとは異なる味蕾分布は食性や採食行動の違いによってもたれられるものと考えられる。

Ganchrow & Ganchrow (1985) は舌腺と味蕾の関連について分析し、前下顎腺、後舌腺及び輪状披裂腺は、唾液を分泌し味物質を溶かし、口腔内広域の味蕾を刺激する働きをすると述べている。また、鳥類の味蕾においては、味孔を形成する部位の味細胞の周辺は PAS 反応陽性を示し、味細胞の核は PAS 反応陰性であることが示されている (黒沢ら 1985)。さらに、PAS 反応陽性について、唾液の分泌や経路からみた場合、PAS 陽性物質は、味蕾細胞から分泌されたものではなく、唾液が味管内に流入したものと解釈されている (斉藤 1966a)。本研究で後舌腺の周辺に分布している西洋ナシ状の味蕾は組織構造と PAS 反応の面において、黒沢らの報告と類似していた。また、走査型電子顕微鏡による観察では味孔のほとんどが唾液腺開口部の周辺に分布していることが認められた。したがって、本研究において見られた PAS 反応陽性の部位については、唾液が味管内に流入したものと考えられる。味刺激の受容に関わる唾液の役割に関する筆者らの考えは、Ganchrow & Ganchrow (1985) と同じである。

また、ハシボソガラスの前下顎腺の研究結果 (Berkhoudt 1985) では、一つの前下顎腺の開口部の側に多数の味孔が分布していることが示されている。本研究でもハシブトガラスの前下顎腺の開口部は他の唾液腺の開口部と味孔の関係からみて、1つの開口部の周辺に最も多い 5–20 個の味孔が観察された。その結果はハシボソガラス (Berkhoudt 1985) と類似していた。このような特徴は、カラス類では、この部位において餌の味覚的性質の早期確認を担っているものと考えられる。

一般に、哺乳類、爬虫類 (内田 1980) および魚類 (Ohkubo et al. 2005) の味蕾は基本的に類似した組織構造が呈されている。すなわち、これらの味蕾は重層扁平上皮の中にあって、固有層から上

皮表面まで達する大型の細胞からなる紡錘形または円盤状の細胞集団である。また、これらの細胞の染色性、核の位置により、明調細胞と暗調細胞および支持細胞に分けられている (Murray et al. 1969)。従来、鳥類の味蕾は、組織構造も哺乳類に類似していることが示唆されている (鈴木・武田 1984; 黒沢ら 1985)。本研究のハシブトガラスの味蕾においても、明調、暗調および支持細胞が観察され、基本的にはこれまでの他の動物において報告された味蕾と類似した構造であった。一方、ハトの味蕾については、電子顕微鏡レベルの観察から味蕾細胞は、感覚細胞、支持細胞、基底細胞および周辺細胞に分類されている (Dmitrieva 1981) が、本研究では、細胞の機能的役割については明らかにできなかった。

本実験では走査型電子顕微鏡と組織学的観察の併用による味孔の観察からハシブトガラスの味蕾の分布を推定することが可能となった。この方法は、これまでのパラフィン連続組織切片法に比べて、容易にしかも正確にカラスの味蕾の分布図を作成できる利点がある。

摘 要

本実験では走査型電子顕微鏡 (SEM) と光学顕微鏡により、ハシブトガラス *Corvus macrorhynchos* の味孔と味蕾の分布および形態学的特徴について研究を行った。口腔表面に 2 種類の開口部が認められた。大型の開口部は渦状または紡錘状で、孔の直径は $50\ \mu\text{m}$ 以上であった。一方、小型の開口部は円形で、その孔の直径は $10\ \mu\text{m}$ 以下であった。光学顕微鏡観察で認められた唾液腺導管の開口部と味孔の直径は、ほぼ SEM により観察された大小 2 種類の開口の大きさにそれぞれとほぼ一致するものであった。さらに、大小の開口部の位置関係から、大型の開口部は唾液腺の導管開口部に相当し、小型のそれは味孔と判断された。また、口腔表面では平均 537 (SE = 38.4, $N = 4$) 個の味孔が観察され、上顎部に 18.5%、下顎部に 81.5% の割合で存在し、舌表面では味孔も味蕾も観察されなかった。また、味蕾は明調、暗調および支持細胞の 3 種類の味細胞によって構成されていることが分かった。

引用文献

- 青山真人・祝 小波・塚原直樹・渡辺 潤・杉田昭榮 (2007) 関東地方におけるハシブトガラス *Corvus macrorhynchos* の生殖腺の季節変動。日鳥学誌 56: 157–162。
Bath W (1906) Die Geschmacksorgane der Vögel und Kro-

- kodile. Archiv für Biontologie. 1: 5–47.
- Berkhoudt H (1977) Taste Buds in the Bill of the Mallard (*Anas platyrhynchos* L.). Neth J Zool 27: 310–331.
- Berkhoudt H (1985) Special sense organs: structure and function of avian taste receptors. In: King AS & Mclelland J (eds) *Form and Function in Birds* 3: 463–496. Academic Press, New York
- Bernd L (2001) Receptors and transduction in taste. Nature 413: 219–225.
- Dmitrieva NA (1981) Fine structural peculiarities of the taste buds of the pigeon (*Columba livia*). Dokl Akad Nauk SSSR 23: 874–878.
- Duncan CJ (1960) Preference tests and the sense of taste in the feral pigeon (*Columba livia* var *gmelin*). Anim Behav 8: 54–60.
- Elner RW, Beninger PG, Jackson DL & Potter TM (2005) Evidence of a new feeding mode in Western Sandpiper (*Calidris mauri*) and Dunlin (*Calidris alpina*) based on bill and tongue morphology and ultrastructure. Mar Biol 146: 1223–1234.
- Ganchrow D & Ganchrow JR (1985) Number and distribution of taste buds in the oral cavity of hatching chicks. Physiol Behav 34: 889–894.
- Ganchrow JR, Ganchrow D & Oppenheimer M (1986) Chorda tympani innervation of anterior mandibular taste buds in the chicken (*Gallus gallus domesticus*). Anat Rec 216: 434–439.
- Gentle MJ (1971) The lingual taste buds of *Gallus domesticus* L. Br Poultry Sci 12: 245–248.
- Igwebuike UM & Eze UU (2010) Anatomy of the oropharynx and tongue of the African Pied Crow (*Corvus albus*). Vet Archiv 80: 523–531.
- 笠原泰夫・原田秀逸 (2003) 哺乳類の発育に伴う味蕾の成熟と分布の変化. 鹿歯紀要 23: 11–14.
- Kinnamon JC (1991) Organization and innervation of taste buds. In: Finger TE & Silver WL (eds) *Neurology of Taste and Smell*: 277–298. Krieger, Florida.
- 北川珠樹 (1980) 野鳥の生活をさぐる 11. 野鳥 45: 416–421.
- 工藤健一・堀江祐介・瑞慶山耕平・西村正太郎・田畑正志 (2007) ニワトリ味孔と味蕾の形態学的研究. 味と匂誌 14: 279–282.
- Kudo K, Nishimura S & Tabata S (2008) Distribution of taste buds in layer-type chickens: scanning electron microscopic observations. Anim Sci J 79: 680–685.
- Kudo K, Shiraishi J, Nishimura S, Bungo T & Tabata S (2010a) The number of taste buds is related to bitter taste sensitivity in layer and broiler chickens. Anim Sci J 81: 240–244.
- Kudo K, Wakamatsu K, Nishimura S & Tabata S (2010b) Gustducin is expressed in the taste buds of the chicken. Anim Sci J 81: 666–672.
- 黒沢 亨・楠原征治・石田一夫 (1985) 各種鳥類における味蕾の組織学的研究. 新大農究報 37: 57–60.
- 黒沢 亨・新村末雄・楠原征治・石田一夫 (1983) ニワトリ味蕾の形態学的研究. 日畜会報 54: 502–510.
- Murray RG, Murray A & Fujimoto S (1969) Fine structure of gustatory cells in rabbit taste buds. J Ultrastr Res 27: 444–461.
- Ohkubo Y, Masubuchi M, Fujioka K, Tomita Y, Matsushita T, Ohsuga K & Marui T (2005) Distribution and morphological features of taste Buds in the Zebrafish, (*Danio rerio*). J Oral Biosci 47: 77–82.
- 齊藤勇夫 (1966a) 家禽の口腔器官の比較解剖学的研究 第5報 ニワトリにおける味蕾の構造と分布について. 宮崎大学農学部研究報告 13: 95–102.
- 齊藤勇夫 (1966b) 家禽の口腔器官の比較解剖学的研究 第4報 唾液腺の解剖学的観察. 宮崎大学農学部研究報告 12: 110–120.
- 瀬田祐司・小田昌史・豊野 孝・片岡真司・豊島邦昭 (2010) 味蕾における細胞分化と神経回路形成について. 味と匂誌 17: 13–19.
- Smith DV & Margolskee RF (2001) Making sense of taste. Sci Am 284: 32–39.
- Stornelli MR, Lossi L & Giannessi E (2000) Localization, morphology and ultrastructure of taste buds in the domestic duck (*Cairina moschata domestica* L.) oral cavity. Ital J Anat Embryol 105: 179–188.
- 鈴木裕子・武田正子 (1984) 鳥類味蕾の微細構造. 歯基礎誌 26: 669–678.
- 玉田克巳・深松 登 (1992) 捕獲小屋で捕獲されたハシボソガラスとハシブトガラスの捕獲数と年齢構成の季節変化. 日鳥学誌 40: 79–82.
- 内田 隆 (1980) 数種の爬虫類の味蕾に関する微細構造学的, 組織化学的研究. 日組織記録 43: 459–478.
- Uchida T (1980) Ultrastructural and histochemical studies on the taste buds in some reptiles. Arch Histol Jpn 43: 459–478.
- Warner RL, McFarland LZ & Wilson WO (1967) Microanatomy of the upper digestive tract of the Japanese quail. Am J Vet Res 28: 1537–1548.