口蓋の機能解剖学

角田　佳折[1)]　田畑　純[2)]

1）徳島大学・大学院医歯薬学研究部・口腔顎顔面形態学分野
2）東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・硬組織構造生物学分野

口腔は喉の奥で鼻腔と合流し、その後、喉頭と食道に分岐して、空気は肺へ、食べ物は食道へと向かいます（**図 1**）。この合流から分岐までの部分を咽頭といいます。つまり、咽頭とは食べ物と空気が交差する場所ですが、空気の流れは呼気・吸気と 2 方向がありますし、固体、液体、気体が活発に行き交う場所でもあるため、ちょっとした混乱が誤嚥につながります。これを防ぐのが、咽頭の上部と下部にある気道を一時閉鎖する仕組みであり、「鼻咽腔閉鎖」と「喉頭口閉鎖」のふたつによって、咽頭という交差点の交通整理がなされています（**図 1**）。昨年の「喉頭・咽頭の機能解剖学」では咽頭下部の動き、特に喉頭蓋による「喉頭口閉鎖」を解説しましたから[1)]、今回は口蓋の構造と「鼻咽腔閉鎖」の仕組みを解説しようと思います。

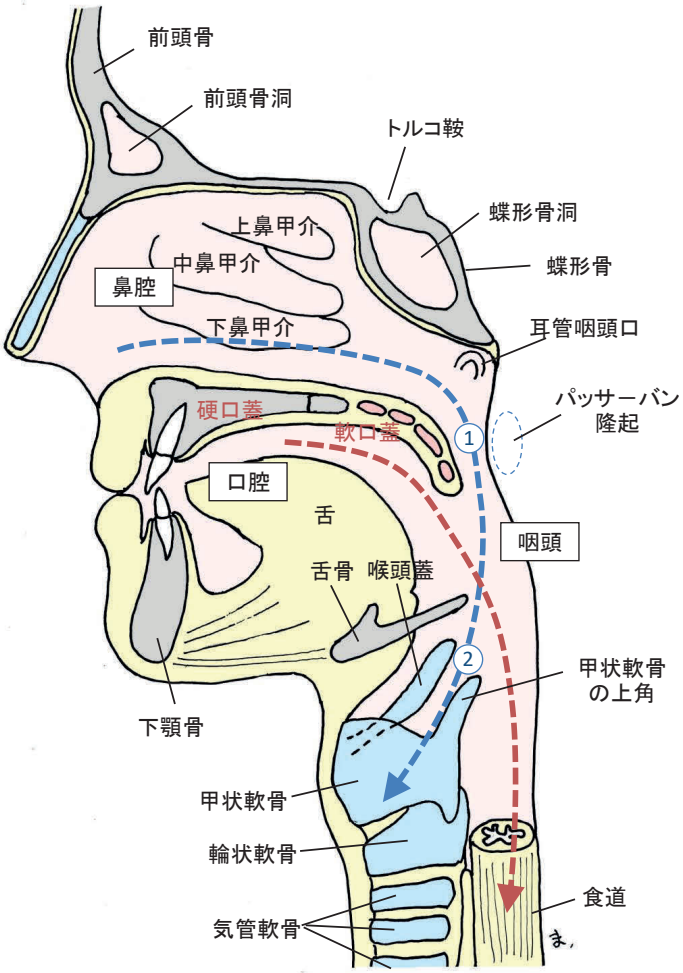

図 1　鼻腔・口腔・咽頭の模式図
青い破線は空気の流れ、赤い破線は食物の流れを示す。
①は鼻咽腔閉鎖、②は喉頭口閉鎖の部位を示す。

1．鼻咽腔閉鎖

鼻腔と口腔を隔てる板状の構造を口蓋といい、前方を硬口蓋、後方を軟口蓋といいます（**図 1**）。硬口蓋は骨を芯に持つ丈夫で平坦な板のような構造で動きませんが、軟口蓋は筋が主体ですから可動性があり、咽頭壁にあたるように挙上すると、鼻咽腔閉鎖が起こります。軟口蓋の挙上は、発声時にも起こるのですが、嚥下時には、咽頭後壁の壁面も隆起して（パッサーバン隆起）、鼻咽腔を密閉鎖するのです（**図 1**）。

鼻咽腔閉鎖の際には、口蓋垂にある腺組織が粘性の高い唾液を分泌して、閉鎖時の気密性を高めています。また咽頭側壁では、壁面の内側への動きとともに、耳管咽頭筋を入れる耳管咽頭ヒダが、側壁との気密性を高めています。

咽頭後壁のパッサーバン隆起は、上咽頭収縮筋と口蓋咽頭筋横走筋束の収縮によって形成され[1), 2)]、口蓋帆と広い範囲で密着面を形成します。発声時とは異なり、嚥下時は鼻腔と口腔を遮断して、口腔内を陰圧にする必要があるのですが、このような面密着によって、密閉効果を高めているのです。

なお、咽頭鼻部（上咽頭）は、空気の通り道であるため、多列線毛上皮（呼吸上皮の典型）と思われがちですが、実際には重層扁平上皮の構造を持った丈夫な粘膜（口腔粘膜の分類では被覆粘膜に相当[3)]）で、そのまま、口腔や食道と重層扁平上皮で連続しています。このため、咽頭後壁は、挙上した軟口蓋と接触して、鼻咽腔閉鎖をするのに向いた組織構造になっています。

発声と摂食時には、舌がよく動きますが、軟口蓋も同じかそれ以上に機能しています。ただし、意識的に動くことの多い舌とは異なり、軟口蓋は反射的に動くことが普通なので、目立つ存在ではありません。しかし、誤嚥が致命的な事故になることからもわかるとおり、極めて重要な役割を担っているのが咽頭鼻部であり、軟口蓋なのです。

2．硬口蓋

硬口蓋の骨は、前 2/3 が上顎骨の口蓋突起、後 1/3 が口蓋骨の水平板からなります（**図 1**）。口蓋突起と水平板の間は、横口蓋縫合であわさっています。また、左右の骨板は正中で縫合しており、これを正中口蓋縫合といいます。口蓋骨のさらに後方（鼻腔側）は、蝶形骨と接します（**図 2**）。

硬口蓋の口腔側では、骨の表面に形作られた溝に

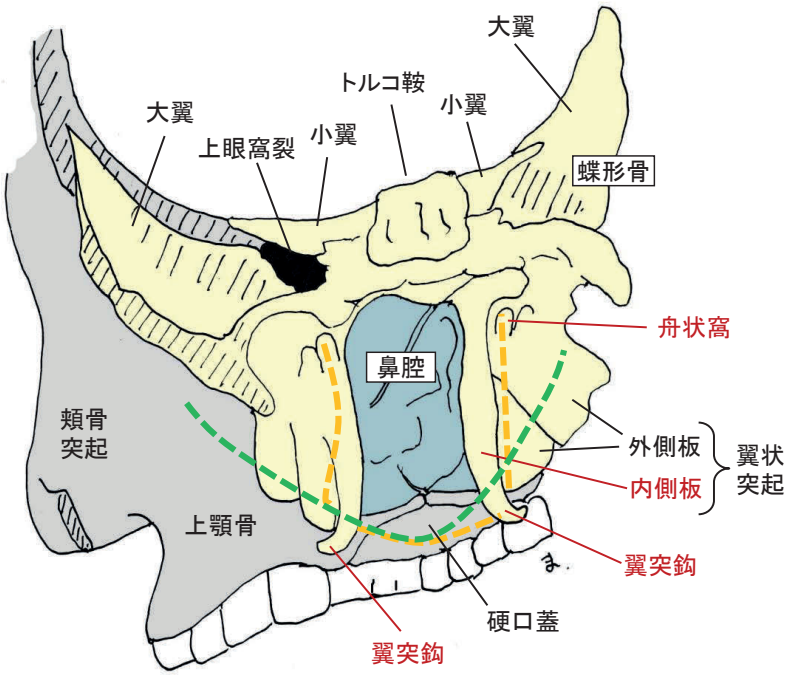

図 2　蝶形骨を黄色で示す
前頭骨、側頭骨、後頭骨を外して、斜め左後方からの俯瞰図。オレンジの破線は口蓋帆張筋、緑の破線は口蓋挙筋の走行を示す。両者の底部に軟口蓋があり、両者が収縮すると口蓋帆（軟口蓋）が挙上される。

沿って、大口蓋動・静脈と大口蓋神経が走行しています。大口蓋動脈は顎動脈の枝である下行口蓋動脈がさらに二分岐し、大口蓋管を下行して大口蓋孔から口蓋に出たものです（**7. で詳述**）。また、大口蓋神経は三叉神経第二枝（上顎神経）からの分枝で、翼口蓋神経節を経て、大口蓋管を下行して大口蓋孔から口蓋に出たものです（**8. で詳述**）。なお、口腔面表層には、横口蓋ヒダ（口蓋皺壁）が存在し、摂食時や発声時に働きます。

硬口蓋の粘膜は、咀嚼粘膜なので、擦過に強く、可動性の少ない丈夫な粘膜です。直下は骨と強く密着しており、舌が食物を口蓋に押し付ける機械的刺激に耐えうる構造になっています。ただし、後端に向かうにつれ、被覆粘膜になってきて、粘膜下組織もあらわれて、そこに口蓋腺（小唾液腺のひとつ。粘液性の唾液を分泌する）が発達します（**9. で詳述**）。また、口蓋正中部に顕著な膨隆があらわれることがあり、これを口蓋隆起といいます。その出現率は30％とされますが、視診で観察しうる明瞭なものは約5％です[4]。口蓋圧のかかることが出現の原因とされています。

3．蝶形骨

蝶形骨は、頭蓋骨の中央に位置する骨で、上は脳底の一部となっており、大翼の前面は眼底の一部となり、下面は咀嚼や軟口蓋の挙上に関わる構造です（**図2**）。このため、前方は上顎骨や頬骨、上方は前頭骨や頭頂骨、後方は側頭骨と後頭骨に囲まれています。複雑なかたちをした骨ですが、実は口蓋帆張筋、外側翼突筋、内側翼突筋の起始部になっていて、この骨の理解は重要です。

蝶形骨の構造でよく知られているのは、大翼と小翼、そしてトルコ鞍ですが、いずれも脳底に面する部位で、蝶形骨上面の構造です（**図2**）。対して、蝶形骨下面には翼状突起と呼ぶ薄くて細い板状の突起が左右に2つずつ伸びています。この板状の突起を内側板と外側板といい、あわせて翼状突起といいます（注：咀嚼筋の外側翼突筋は外側板の外側、内側翼突筋は外側板の内側から起こる筋です）。また、左右の内側板の間の空間が鼻腔から続く空気の通路になります。すなわち、この空間が咽頭上部（咽頭鼻部）であり、内側板の先端どうしをつなぐラインが鼻咽腔の底板、つまり軟口蓋上面です。内側板の先端には小さな屈曲があり、これを翼突鈎といいます（**図2**）。

翼状突起の基部には舟状窩という浅い凹みがあり、ここから口蓋帆張筋が起こります。内側板に沿って下りたあと、翼突鈎で向きを内側に変え、腱膜化して軟口蓋に入ります。停止腱は口蓋腱膜になり軟口蓋の最前列を形成します。この腱膜は、硬口蓋の後縁に密着するように沿って正中まで走り、対側の同名腱膜と合します。なお、口蓋帆張筋には耳管軟骨から起こる筋束もあります。

一方、軟口蓋挙上筋である口蓋帆挙筋の起始は、蝶形骨ではありません。蝶形骨の後方にある側頭骨の錐体下面（乳様突起前面）から起こり、斜め前方に伸びて軟口蓋に向かいます。なお、口蓋帆挙筋の一部の筋束も、耳管軟骨から起こります。

4．軟口蓋

軟口蓋は、口蓋の後1/3を占め、遊離端で終わる筋性の構造です。正中部分の後端は突出していて、これを口蓋垂といいます。軟口蓋の上方は鼻腔、下方は口腔であり、咽頭鼻部にあたります。硬口蓋のすぐ後ろに続く構造ですが、口蓋腱膜に始まり、そこから起始する筋群が、軟口蓋の主部となります（**図3**）。すなわち、口蓋帆張筋の停止腱である口蓋腱膜、口蓋咽頭筋、口蓋帆挙筋、口蓋垂筋、口蓋舌筋の5つが軟口蓋を作っています。軟口蓋の後方は、フラップのような働きをするので、口蓋帆といいます。この口蓋帆の挙上に働くのが口蓋帆挙筋、下制に働くのが口蓋咽頭筋と口蓋舌筋です。これら3つに口蓋帆張筋と口蓋垂筋を加えて、口蓋筋といいます。支配神経は、口蓋帆張筋が三叉神経の第三枝（下顎神経）、他4つは咽頭神経叢です（**8. で詳述**）。

(1) 口蓋帆帳筋と口蓋腱膜

軟口蓋の始まりの部分には、口蓋腱膜があります（**図3**）。これは、蝶形骨の翼状突起の基部の舟状窩と耳管軟骨外側板から起こる口蓋帆張筋が、翼突鈎で直角内向きに曲がり、腱膜化して軟口蓋の内側に入ったものです（**図4**）。口蓋帆帳筋と口蓋腱膜は、軟口蓋の緊張を高める役割をします。

(2) 口蓋垂筋

口蓋垂筋は、軟口蓋の一番上を縦走する左右1対の筋です。口蓋腱膜から起こり、軟口蓋の鼻腔側を走行し、口蓋垂に入ると周囲を口蓋腺に囲まれて、口蓋垂の先端に終わります（**図3**）。口蓋垂筋は、口蓋垂の挙上に働きます。

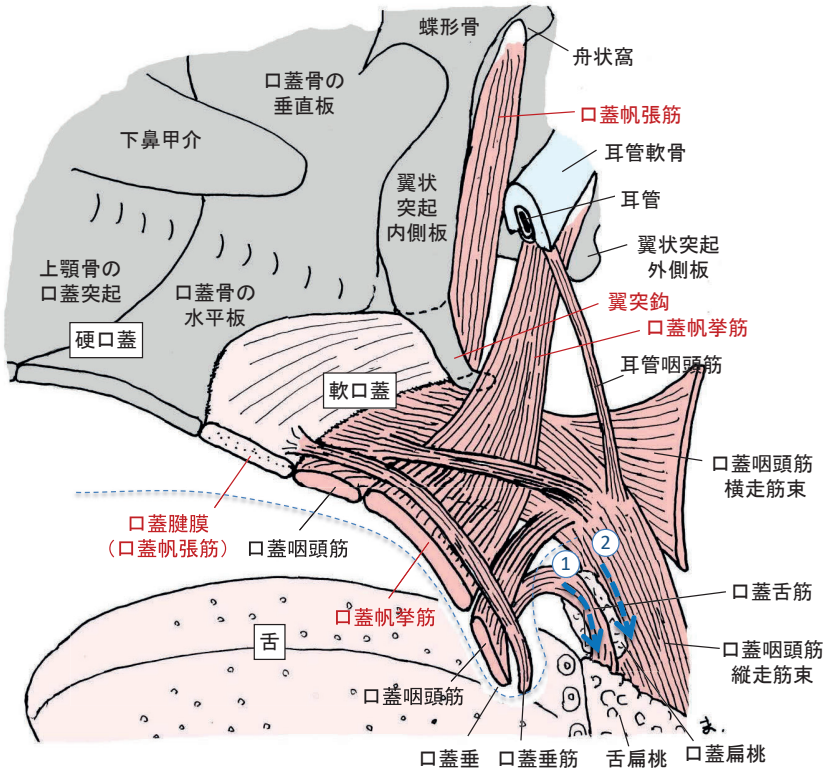

図３　軟口蓋を構成する主な筋

正中断から右半分を立体的に描く。舟状窩から起こった口蓋帆張筋は、翼突鉤で内向き直角に曲がり、口蓋腱膜になって軟口蓋に入る。この口蓋腱膜から口蓋垂までが軟口蓋。破線①は口蓋舌弓、②は口蓋咽頭弓を示す。破線は口蓋の輪郭を示す。

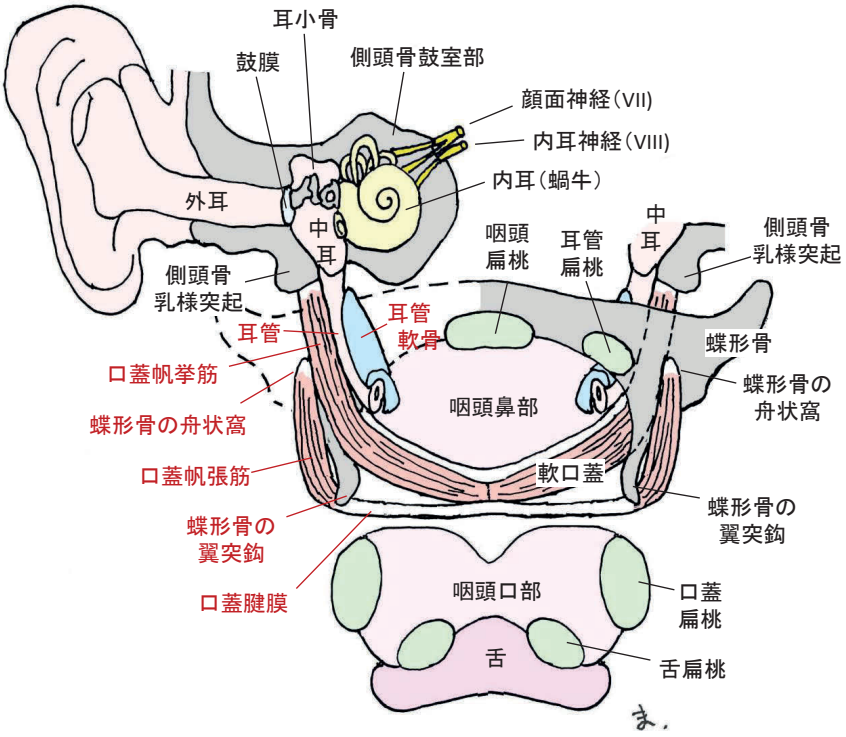

図４　耳管の走行に沿った前額断の模式図

向かって左側に蝶形骨の後ろの構造を耳を含めて描く。右側は蝶形骨の前の構造をワルダイエルの咽頭輪を含めて描く。

(3) 口蓋帆挙筋

軟口蓋の挙上に働く筋は、口蓋帆挙筋です。口蓋帆挙筋は、側頭骨の錐体下面と耳管軟骨から起こり、翼状突起内側板の内側寄りの上咽頭（咽頭鼻部）壁面を斜走して、軟口蓋（口蓋帆部）に入り、対側の同名筋束と軟口蓋の正中で合します（**図 3、図 4**）。また口蓋帆挙筋は、軟口蓋に入る直前に、両側に挙筋隆起をつくります。

嚥下の一連の操作は、摂食時に、舌が硬口蓋に押し付けられることにより、始まります。口峡の初部にある口蓋帆張筋と口蓋舌筋には筋の緊張具合のセンサーである筋紡錘があるので[5]、口蓋腱膜が舌圧の刺激により緊張すると、筋紡錘がそれを感知して、一連の動作が始まります。まず口蓋帆張筋が収縮して軟口蓋を緊張させ、同時に口蓋帆挙筋が収縮して、軟口蓋挙上が起こり、鼻咽腔閉鎖を起こすのです。

(4) 口蓋咽頭筋

口蓋腱膜から起こり、一部筋束は正中で同名筋束と合し、停止は咽頭壁の広範囲に及びます。また、筋束は鼻腔側と口腔側に分かれ、口蓋帆挙筋を間にはさんで後方の咽頭へ向かいます（**図 3、口蓋咽頭筋の縦走筋束**）。口蓋咽頭筋の起始部でのこの構造は、軟口蓋下制を確実なものにしています。また、口蓋咽頭筋は下降していく縦走筋束と後方へ向かう横走筋束に分かれます。縦走筋束は、咽頭後壁の粘膜下に終わる筋束と、咽頭喉頭蓋ヒダに入り喉頭蓋谷の粘膜下に終わる筋束と、甲状軟骨の後縁に終わる筋束に分かれます。縦走筋束は、口蓋舌筋と並走しているので、収縮すると口峡を狭めます。一方、横走筋束は広く薄く広がって、咽頭縫線に達する筋束です。このように、口蓋咽頭筋は、咽頭の広範囲（4 箇所）に停止して、咽頭壁の内面を形成しているのです。

口蓋咽頭筋のうち、甲状軟骨の後縁に付く筋束は、甲状軟骨上角をはさみます。この甲状軟骨上角が欠損する例が、0.64% で見られ[6]、誤嚥の原因の一つになる事が法医学から報告されています。なお、口蓋咽頭筋は、軟口蓋下制のほかに咽頭挙上の作用もありますが、甲状軟骨の欠損により、左右のバランスを崩して、嚥下の一連の動きに、影響を及ぼすと推測できます。

(5) 口蓋舌筋

口蓋舌筋は、軟口蓋の口腔側にあります。軟口蓋の側方から出て、舌の側縁に至る薄い筋束です（**図 3**）。口蓋舌筋は、ちょうど舌から軟口蓋にかけて、咽頭側壁に沿って、丸く囲む形となっています。口蓋舌筋は、細い筋ですが、軟口蓋と舌をつなげて、口蓋咽頭筋とともに収縮することで、軟口蓋の下制と口峡を狭める働きを持ちます。

5．耳管と耳管軟骨

口蓋帆挙筋は側頭骨錐体下面から起こる筋で耳管と平行して走り、咽頭壁面を走りながら軟口蓋に入ります（**図 4**）。耳管とは中耳から咽頭へと抜ける管で、中耳の内圧を調整するための空気穴（通気口）です。ただし、いつもは閉塞しており、必要なときだけ開きます。耳管には、耳管軟骨が並走しているのですが、この軟骨が弾性軟骨でできており、通常は耳管を強く圧閉しているのです（**図 5A**）。

耳管を開くには、いわゆる「耳抜き」という動作をします。耳抜きにはいくつか方法がありますが、鼻を手でつまみ、口も閉じて、舌根を持ち上げたり、つばを飲みこんだりします。これは、口蓋帆挙筋を収縮させる動作であり、口蓋帆挙筋が収縮すると筋の直径が膨らむので、耳管軟骨を下から押し上げることになり、それで耳管軟骨が変形して、耳管が開大するのです（**図 5B**）。また、同時に耳管内側に付く耳管咽頭筋、耳管外側に付く口蓋帆張筋の筋束が収縮するので、耳管軟骨を内外に開くような動きとなり、これもあって、耳管が開大します。

なお、軟口蓋の左右にある鼻腔側壁には、口蓋帆挙筋が走行していますが、この走行部分はやや隆起しますので、挙筋隆起といいます。この後方には、耳管軟骨が作る耳管隆起もあります。

耳管軟骨から起こる耳管咽頭筋は、微弱な筋束ですが（**図 3**）、耳管咽頭ヒダを形成しつつ、下降して咽頭壁に停止します。口蓋裂の患者さんで、口蓋咽頭筋の一部を欠損する場合、この耳管咽頭筋が、口蓋咽頭筋の代用に働くという報告が耳鼻科からあります[8]。

6．口腔内面のヒダ

口腔内面や咽頭側壁には、特徴的なヒダが見られます。開口した状態で正面から見た時は、外側から順に「翼突下顎縫線」「口蓋舌弓」「口蓋咽頭弓」が見えます（**図 6A**）。

「口蓋舌弓」は口蓋舌筋の走行に沿った隆起によるヒダです。同じく、「口蓋咽頭弓」は口蓋咽頭筋

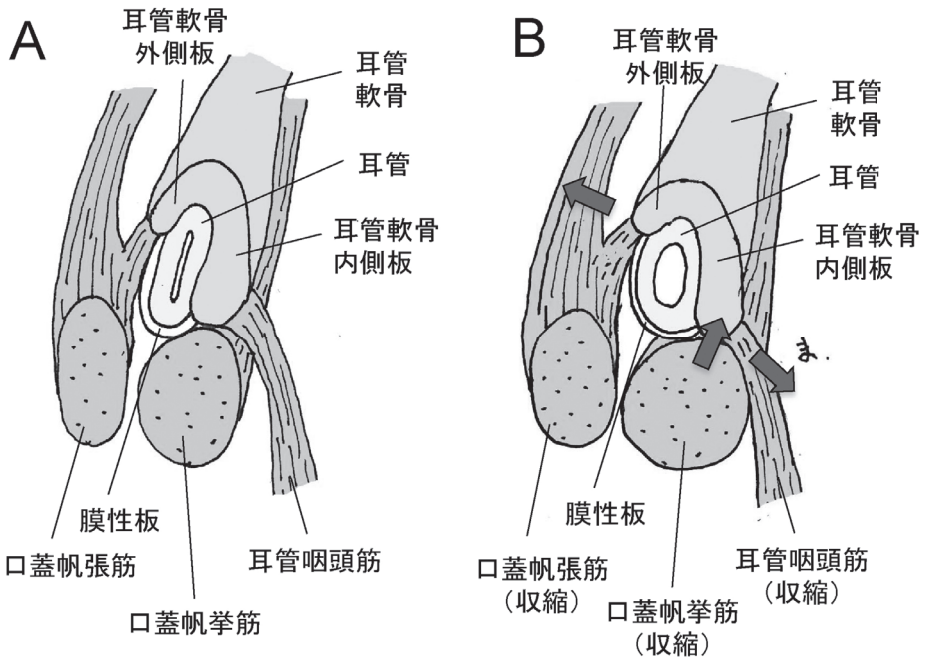

図 5　耳管開大のしくみ
右側を模式的に描く。絵の右側が内側になる。(A) 通常状態。 (B) 開大状態。
矢印は筋収縮による動きを示す。文献 9 p567 と文献 7 p248 を元に作図。

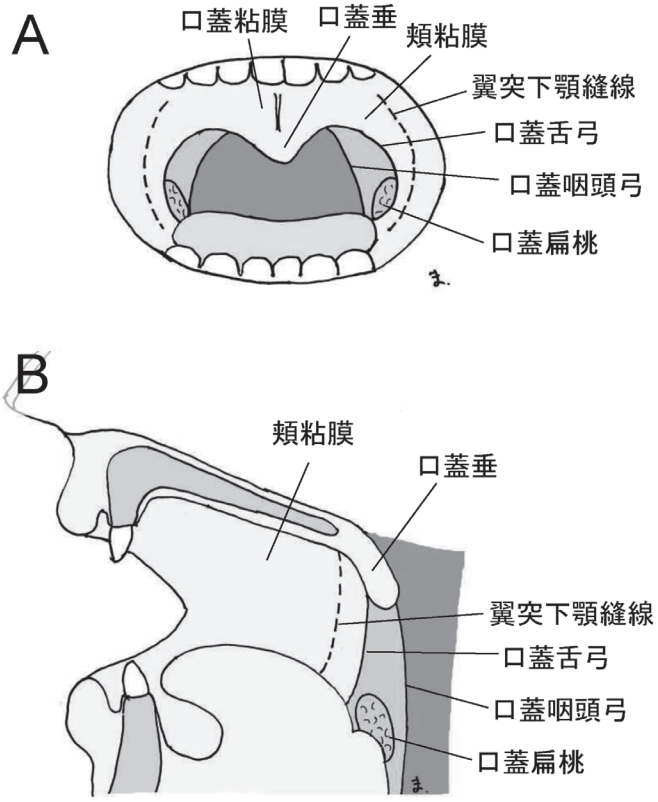

図 6　口腔内の 3 つのヒダ
(A) 正面観、(B) 矢状断を含む側方観

の走行に沿ったやや薄い隆起によるヒダです。「翼突下顎縫線」は、翼突鈎と下顎をつなぐ構造で、頬筋と上咽頭収縮筋の境界を成す腱膜様の縫線です。翼突下顎ヒダともいいますが、実際にはヒダ状のものは少なく、頬筋の起始部となり、上咽頭収縮筋の停止部となる役割をしていると考えられます（**図6B**）。

口蓋舌弓と口蓋咽頭弓のヒダは、それぞれを構成する筋が収縮しやすいように膨らんでいる（空間を確保している）構造とも考えられます。実際、両者の間には、口蓋扁桃もあり、粘膜下組織が発達していることがわかります。

口腔や咽頭の内面は、さまざまな筋に裏打ちされた動く壁です。咽頭壁は、上・中・下咽頭収縮筋の裏打ちがあり、口蓋咽頭筋、耳管咽頭筋などが走っていて、側頭骨の茎状突起から起こる茎突咽頭筋が上・中咽頭収縮筋の間から咽頭内面に入り、口蓋咽頭筋に筋束を交えて停止しています。口蓋咽頭筋は茎突咽頭筋とともに、咽頭を挙上します。

7．口蓋の脈管

口蓋を栄養する血管は大きく2つあります。下行口蓋動脈（主として大口蓋動脈）と上行口蓋動脈で、硬口蓋と軟口蓋の口腔面に分布します（**図7A**）。

下行口蓋動脈は、顎動脈の枝のひとつで、翼口蓋窩で蝶口蓋動脈と分岐した後、口蓋骨垂直板と上顎骨の間隙の大口蓋管を下行します。この管の中で、2-3本に分岐しますが、もっとも太い主枝にあたるものが、大口蓋孔から硬口蓋の口腔粘膜下に出ます。これを大口蓋動脈といい、前・中・後・臼後枝などに分岐して、硬口蓋表面を分布します。このうち、前枝はもっとも太くて分枝も多く、粘膜下を前方に走行して切歯管に至り、蝶口蓋動脈の枝と交通します。小口蓋動脈は、大口蓋管の中で分岐し、小口蓋管を通り、小口蓋孔から口腔面に出て、軟口蓋および口蓋扁桃に分布します。

上行口蓋動脈は、顔面動脈の基部で分かれる枝であり、咽頭の外側壁に沿って垂直に上り、口蓋扁桃および口蓋筋を栄養します（**図7A**）。上行口蓋動脈は、顔面動脈の枝とされますが、外頸動脈、舌動脈、後頭動脈からの分枝も観察されています。

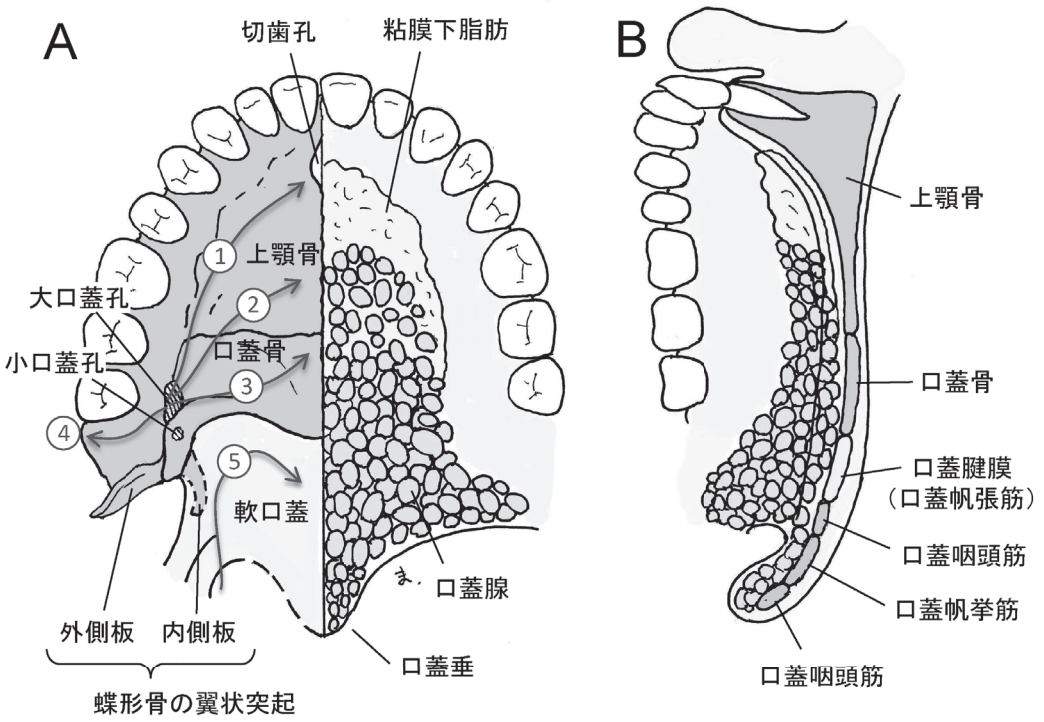

図7　口蓋の脈管と腺

（A）口腔面観。左に骨と脈管、右に粘膜下の腺の分布を描く。①～④は大口蓋動脈の前枝、中枝、後枝、臼後枝。⑤は軟口蓋を栄養する上行口蓋動脈。

（B）正中断を含む側方観。文献4 p1209を改変して作図。

8．口蓋の支配神経

口蓋筋の支配神経は、口蓋帆張筋のみ三叉神経の第三枝（下顎神経）支配で、残り4つ（口蓋咽頭筋、口蓋舌筋、口蓋垂筋、口蓋帆挙筋）は咽頭神経叢支配です。また、咽頭壁に停止する茎突咽頭筋は、舌咽神経支配です。

咽頭神経叢は、筋に筋枝を、粘膜に知覚枝と分泌枝を与えます。また、咽頭神経叢は、迷走神経と舌咽神経からなり、上神経節からの交感神経が加わります。咽頭神経叢を構成する迷走神経は、延髄にある迷走神経背側核から出る副交感神経が線維の主成分になっています。

舌根は舌咽神経支配ですが、喉頭蓋より下方は迷走神経支配で、喉頭の筋や食道などの消化管を支配しています。迷走神経が消化管を支配しているということは、副交感神経が優位の器官ですから、ゆったりした気分で食事をとるときにもっとも消化が進むということです。心配事で食事も喉を通らないという現象は、副交感神経よりも交感神経が優位になった状態を示しています。また興奮して夜も眠れないなどは交感神経が優位にある時の状態を表しています。交感神経・副交感神経の作用は効果器官により異なります。

咽頭鼻部の前上方は、鼻腔と同じく三叉神経の第一枝（眼神経）と第二枝（上顎神経）の知覚神経が分布します。一方、鼻腔のすぐ後方に位置する口蓋帆張筋は三叉神経の第三枝（下顎神経）の運動神経が支配します。なお、軟口蓋の筋は、骨格筋ですから、随意筋ですが、実際には軟口蓋を任意に動かすことができません。これは、発声時や嚥下時の一連の動作に組み込まれているためであり、それを発する嚥下中枢は、脳の延髄にあるからです。

9．口蓋腺

口蓋の粘膜は咀嚼粘膜とされますが、中央付近や後方は被覆粘膜になっていて、粘膜下層があります。粘膜下層は脂肪層などが発達しやすい疎性結合組織であり、ここに口蓋腺が発達します（**図7**）。口蓋腺の分泌開口部で肉眼視できるものを口蓋小窩といい、約50%の人に見られます[4]。口蓋腺は粘液性の唾液を分泌していて、舌腺の唾液とともに、食塊に練り込まれ、食塊表面を潤滑にして嚥下をしやすくしています。口蓋腺には、大口蓋動脈や上行口蓋動脈の多数の分枝が重なります。これは、腺細胞を栄養するだけでなく、唾液をつくる成分を与えるためです。

10．口蓋の発生

カエルの顔を見たことがあるでしょうか。大きな目と大きな口を持ち、上顎の先にはちゃんと鼻の穴が2つあいていますから、実に人間的であり、愛嬌があります。ただし、鼻腔と口腔があるかというと、そうではありません。口をあけさせて上顎を見ると、口蓋がほとんど無くて、鼻腔の下にわずかに隆起があるのみ。ほとんど、鼻腔と口腔は一体なのです。

ヒトでは発生7週がこのカエル段階で、一次口蓋という原初的な口蓋が前方に存在しています[3]。この後、上顎骨の口蓋突起が左右から伸びてきて（発生8週）、正中で癒合して二次口蓋を形成し（発生9週）、口蓋を完成させるのです（発生12週）[3]。

11．ヒトと動物の違い

ヒトの口腔から咽頭、食道にかけてのかたちは、動物とはだいぶ異なります。多くの動物が直線的であるのに対して、ヒトの場合は直角に逆L字型になっているからです。軟口蓋と喉頭蓋の位置関係もかなり異なり、多くの動物では軟口蓋と喉頭蓋が接触するほど近接しています。

このため、動物では、軟口蓋に喉頭蓋を保持する働きがあり、咽頭峡をとりまく口蓋咽頭筋の横走筋束が発達しています。反対にヒトでは口蓋咽頭筋は、縦走筋束が発達して軟口蓋の下制を担っています。

また、ヒトの軟口蓋では口蓋帆挙筋が発達していますし、動物には見られない口蓋垂筋も発達しています。ヒトでは鼻咽腔閉鎖をするために、こうした筋が発達したと考えられます。ただし、ヒトでも子どもの時は、舌骨と甲状軟骨の距離がかなり近く、舌骨そのものの配置も下顎下縁よりも上方にありますので、軟口蓋と喉頭蓋が接触するほど近接しています。

＜参考文献＞

1）角田佳折，田畑　純：喉頭・咽頭の機能解剖学．BDN，5(1) : 37 ～ 46, 2019.
2）Sumida K, Yamashita K, Kitamura S: Gross anatomical study of the human palatopharyngeus muscle throughout its entire course from origin to insertion. Clinical anatomy, 25(3) : 314 ～ 323, 2012.
3）田畑　純：口腔の発生と組織 改訂 4 版．南山堂，2019.
4）上條雍彦：口腔解剖学 5 内臓学．アナトーム社，1968.
5）北村清一郎 編著：解剖から学ぶ口腔ケア・口腔リハビリの手技と，その実力．デンタルダイヤモンド社，2019.
6）村井達哉，栗原克由，渡辺博司，小倉しおり：甲状軟骨上角の欠如　その臨床的・法医学的意義について．日法医誌，37(4) : 402 ～ 409, 1983.
7）鈴木純一，中井義明，平野　実：標準耳鼻咽喉科学．医学書院，1983.
8）高瀬文武：咽頭の手術解剖学的研究．耳鼻，12(Suppl 1) : 52 ～ 75, 1966.
9）伊藤　隆，高野廣子：解剖学講義 改訂 3 版．南山堂，2012.