

〔原著〕 松本歯学 9 : 7 ~ 17, 1983

key words: 顎反射 - 舌反射 - カエル

カエル顎反射および舌反射の筋電図学的研究

熊井敏文, 野村浩道

松本歯科大学 口腔生理学教室 (主任 野村浩道 教授)

An Electromyographic Study of Jaw and Tongue Reflexes in Frogs

TOSHIFUMI KUMAI and HIROMICHI NOMURA

Department of Oral Physiology, Matsumoto Dental College

(Chief : Prof. H. Nomura)

Summary

Electromyographic activities of jaw and tongue muscles produced reflexly by mechanical and chemical stimulation of various loci of orofacial region were studied in the frog, *Rana nigromaculata*. Temporal muscle activity occurred when mechanical stimuli were applied to the palatal ridge, lower lip, root of tongue and pharynx. Electromyograms of the masseter muscle were similar to that of the temporal muscle, but the masseter muscle activity was occurred ipsilaterally and was not occurred by the stimulation of the pharynx region. No activity of the mandible depressor muscle was obtained whatever portions of the mouth were stimulated, but a strong pinch of tongue tip generated a transient activity. A remarkable activity of the submaxillary muscle was observed when the pharynx region was stimulated mechanically. This muscle activity occurred synchronously with the respiration, and was suppressed by the mechanical stimulation of the oral mucosa except the tongue surface. The hyoglossal and intrinsic tongue muscles were activated by the mechanical and chemical stimulation of the tongue. The latter muscle was also activated by the mechanical stimulation of the pharynx region.

These results are similar to those obtained in the higher vertebrates, suggesting that the neural mechanism of oral reflexes in the frog is fundamentally the same as those in the higher vertebrates.

緒 言

口顎領域からの感覚情報が脳幹を反射中枢とし

(1983年1月27日受理)

て様々な反射(閉口, 開口, 下顎張, 嚥下, 唾液分泌反射など)を引き起こすことは哺乳類でよく知られている。これら諸反射の脳幹における神経接続様式は, 下等脊椎動物においても, 基本的にはだいたい同様と思われる。

カエルにおいては、古く Seo²⁵⁾²⁶⁾が舌や口蓋粘膜の機械および化学刺激に対し、口蓋上皮細胞の線毛運動が反射的に促進することを報告している。又、Nakahara²⁰⁾は舌を NaCl, 塩酸キニーネ, 酒石酸で刺激すると舌下神経に遠心性放電が増加することを観察し、舌咽神経と舌下神経の間に反射弓が存在することを示した。舌下神経に反射性放電が誘発されることは舌咽神経を電気刺激する実験からも確かめられている⁹⁾¹⁵⁾¹⁷⁾。さらに、Nomura & Kumai²²⁾は舌への水刺激で三叉神経の下顎下筋枝と頤下筋枝に反射性放電が発現することを認めた。これらの筋は鼻孔閉鎖と関連していると思われ、以来カエル舌の水応答と、鼻孔閉鎖反射との関連が注目されている。

カエルにおけるこれら諸反射は高等脊椎動物との比較生理学上興味を持たれるところではあるが、現在までのところ、口顎領域の感覚情報が顎運動に及ぼす影響は下等脊椎動物ではあまり研究が成されていない。本研究ではカエルの口腔領域諸部位に機械および化学刺激を与え、頭部諸筋に誘発された筋電位を記録し、口腔に関連した反射を、より広い立場から検討した。

材料と方法

実験は全てトノサマガエル (*Rana nigromaculata*) を用いて、室温 (20~25°C) で行った。

標本はまず脊髄尾側部を針で破壊して後肢を不動化し、ついで上腕神経を切断し前肢を不動化した後、水で湿らせたろ紙をひいたアクリル製の標本台に自然姿勢でのせ、前肢と後肢を固定した。上顎と下顎は鉤により牽引し、口腔内を刺激できる適当な位置で固定した。

触刺激は面相筆にて口腔領域諸部位に約 4 秒間、2 分間隔で行った。この際接触と同時に微弱な電流 (10^{-10} A) が流れるようにし、刺激時を常にモニターするようにした。触刺激の強さは測定しなかったが、ある一定以上の強さでは、筋電位の大きさは、刺激の強弱にほとんど依存しなかった。触刺激に際しては同時に顎関節等から入力が無い様、できるだけ注意をはらった。又、実験によってはピンセットを用い、強い機械刺激を加えた。

化学刺激には 1 mM CaCl₂, 1 mM 塩酸キニーネ (QHCl), pH2.5 の HCl, 2 M NaCl を用いた。

これら刺激液の濃度は Kumai¹⁶⁾の結果を参考にした。刺激は上述の順序で舌上にそれぞれ約 6 秒間、2 分間隔で、スポイトで与えた。刺激後、各刺激液は蒸留水で洗い流した。一連の化学刺激の直前には、コントロールとして蒸留水刺激の影響を調べた。

電極は先端以外をポリスチレンで絶縁した双極鉄電極を用い、筋電位は筋内部より導出し、標本は湿ったろ紙を通して接地した。調べた筋肉は、側頭筋、咬筋、下顎下制筋、下顎下筋、内舌筋、舌骨舌筋の 6 種である。筋電位の大きさは数 100 μ V ~ 数 mV のオーダーだったが、電極や、筋肉への刺入状態により変動がみられるので絶対値は測定しなかった。筋電位は全てインテグレータ (時定数 0.1 秒) にて加算し、その波形は、オシロスコープ (日本光電 VC-9) 上にて観察、記録した。

カエル頭部構造の概略

1) 口腔の構造

カエルの口腔構造は高等動物と似てはいるが全く同一ではない (Fig. 1)。まずカエルには一応石灰質と思われるちいさな無数の歯の列 (小顎歯, maxillary tooth) がみられるが、これは上顎の口蓋辺縁部にのみ存在し、形態的にも高等動物のものとは極めて異なる。又、ハッキリした口腔前庭というものもみられない。

口蓋上皮は線毛細胞におおわれ、ところどころに化学受容を行うと思われる細胞集団より成る感覚丘 (Sinneshügel) が存在する²⁾。口蓋には眼球

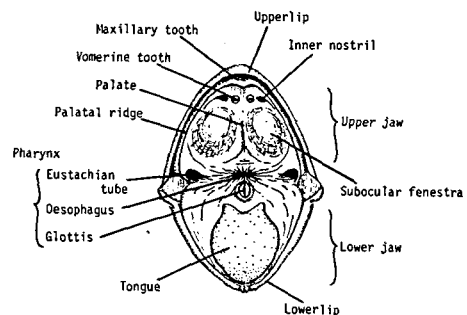


Fig. : Schematic illustration of oral structure (frontal view) of the frog, *Rana nigromaculata*.

の腹側への膨出部 (subocular fenestra) がみられるが、高等脊椎動物の様な皺襞構造はみられない。口蓋吻側部中央寄りには一对の卵型をした小さな隆起があり、その上には小歯群(鋤骨歯, vomerine tooth)が列んでいるが機能は不明である。鋤骨歯のすぐ外側には内鼻孔 (inner nostril) が開口している。口蓋辺縁部は、可動性で柔らかな口蓋堤 (palatal ridge) に囲まれ、小顎歯を介して上唇 (upperlip) へと続く、口蓋後端の左右両側にはユースタキエ氏管 (Eustachian tube) が開口している。

下顎には歯はみられない。口腔底には粘膜でおおわれた筋質の舌 (tongue) がある。大きな特徴はカエルの場合舌の吻側部が下顎内縁の先端に付着していることである (吻側部が舌根となる)。従って、舌による小動物の捕捉の際は舌を反転させながら舌尖を前方に突き出す。舌は更に味覚や触覚により食物の選択に寄与していると思われるが、これには舌表面に点在する茸状乳頭 (fungiform papilla) が関与している²⁴⁾。

口腔は、咽頭 (oesophagus) へと連続するが、下顎側に、いく分盛り上った軟骨性の喉頭開口部

(glottis)が存在する。咽頭、喉頭、ユースタキエ氏管開口部のある口腔深奥部は、一般に咽喉 (pharynx) と呼ばれる。

2) 頭部の筋肉と神経分布

カエルは、高等動物にみられるような複雑な顎運動はみられず、基本的には開口と閉口のみである。このうち、開口は下顎下制筋 (M. depressor mandibulae) が、閉口は側頭筋 (M. temporalis)、翼突筋 (M. pterygoideus)、咬筋 (M. masseter) が関与している (Fig. 2B)。神経支配は、下顎下制筋が顔面神経 (VII) 舌顎枝 (R. hyomandibularis)、側頭筋、翼突筋、咬筋が三叉神経 (V) 下顎枝 (R. mandibularis) である。

下顎腹側表皮のすぐ内側には下顎下筋 (M. submaxillaris) があり、その吻側部は頤下筋 (M. submentalis) へと続いているが、いずれも三叉神経下顎枝支配である (Fig. 2A)。

舌運動は舌下神経 (XII) に支配されるが、主な舌筋は、舌骨舌筋 (M. hyoglossus)、頤舌筋 (M. genioglossus)、内舌筋 (M. linguae internae) である (Fig. 2A)。このうち舌骨舌筋は舌の引き込めに、頤舌筋は舌の突き出しに関与している。

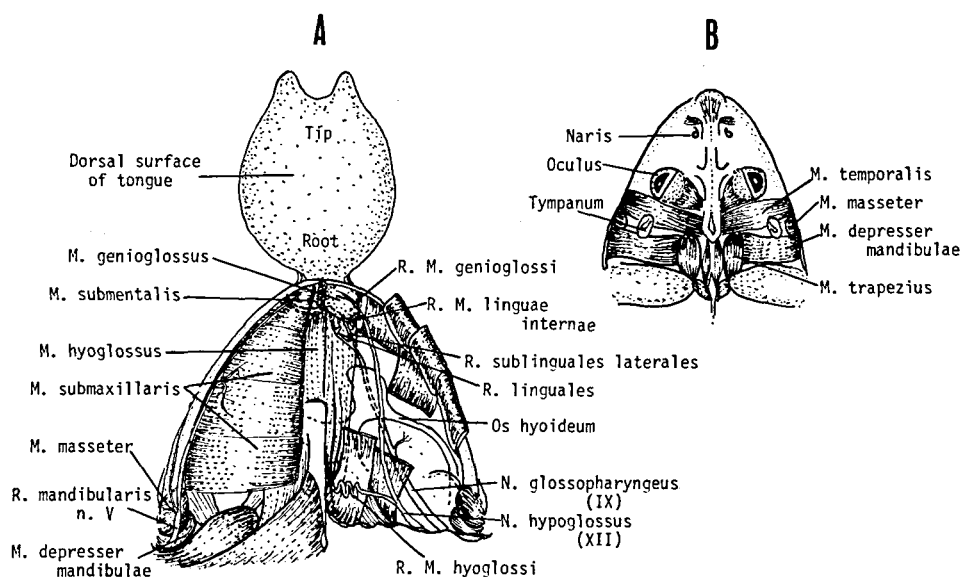


Fig. 2 : Schematic representation of muscles and nerves in the part of the frog head. A : Ventral view of the lower jaw with the reversed tongue. B : Dorsal view of the upper jaw. M., Musculus; N., Nervus; R., Rums.

Gaupp⁹⁾によれば口腔内の感覚情報の伝達には三叉、顔面、舌咽の三神経が関与しているという。我々の観察によると、このうち口蓋粘膜の大部分は顔面神経口蓋枝 (R. palatinus) 支配であるが、口蓋堤を含めた口蓋辺縁部と上唇、及び上顎背側表皮は内鼻孔付近を境して2つに分かれ、吻側部が三叉神経眼枝 (R. ophthalmicus) 支配、尾側部が三叉神経上顎枝 (R. maxillaris) 支配となっている。咽頭、喉頭周辺部は、Gaupp によれば舌咽神経 (IX) より上前咽頭枝 (R. pharyngeus anterior superior) が分枝しているというが、我々の観察では、迷走神経 (X) 支配の可能性もある。

舌表面の感覚器は、舌咽神経支配であるが、舌尖部 2/3 と舌根部 1/3 は、それぞれ、内側枝 (R. linguales) と外側枝 (R. sublinguales laterales) に支配されている¹⁰⁾。又最近の我々の観察では、最舌根部は、顔面神経舌顎枝 (R. hyoman-

dibularis) によっても支配されている。

結 果

以下に各筋ごとに触および化学刺激に対する筋電図の応答様式を示す。

側頭筋： 側頭筋は化学刺激に対しては、舌、口蓋共に応答を示さなかったが、触刺激に対しては広く応答を示した。Fig. 3は上顎諸部位への触刺激に対する側頭筋の筋電図である。最も大きな応答がみられるのは同側の口蓋堤 (b) である。反対側 (b') も応答を示すが、同側優位である。咽頭周辺部もかなり応答するが、同側 (d) と反対側 (d') 間で大きな応答の差はみられない。上顎背側表皮 (a, a') と口蓋部分 (c, c') もある程度の応答を示す。Fig. 4 は下顎諸部位への触刺激に対する側頭筋の筋電図である。同側の下唇 (b) での応答性が高い。反対側 (b') も有効である。同

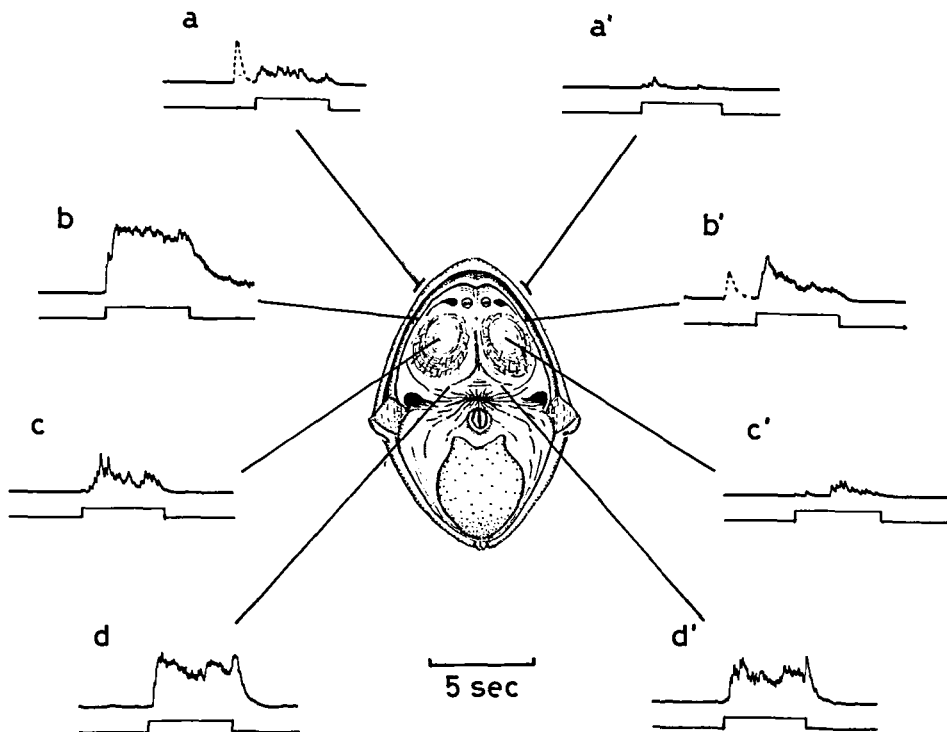


Fig. 3 : Integrated electromyograms of the temporal muscle to mechanical stimulation of various loci (see text) of the upper jaw. Upward deflection of the lower trace in each record indicates period of the stimulation. In this figure, left is the ipsilateral side and "1"-mark at the right side above alphabets indicates the contralateral stimulation.

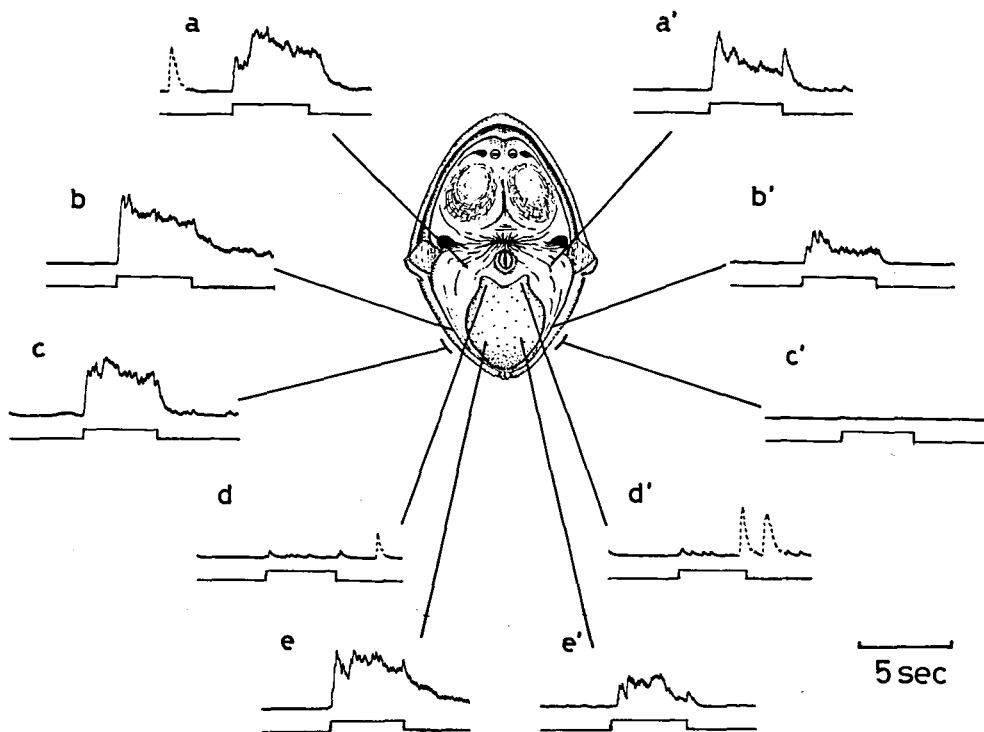


Fig. 4 : Integrated electromyograms of the temporal muscle to mechanical stimulation of various loci (see text) of the lower jaw. Upward deflection of the lower trace in each record indicates period of the stimulation. In this figure, left is the ipsilateral side and " ' " -mark at the right side above alphabets indicates the contralateral stimulation.

側の下顎表皮(c)も応答を示したが、これは刺激ごとに筋電位の大きさにかなりの変化がみられた。喉頭周辺部(a, a')は両側性に大きな応答を示した。興味を引くのは舌表面の応答で、舌尖(d, d')には応答しないが、舌根(e, e')にはかなり大きな応答を示した。以上側頭筋の応答部位は、大まかに言えば同側優位の上下顎辺縁部と咽喉周辺部といえる。

咬筋： 咬筋も化学刺激には応答を示さなかった。Fig. 5 は触刺激に対する咬筋の筋電図である。この場合、口蓋堤と下唇が大きな応答を示したが、側頭筋とのちがいは咬筋の場合は片側性(a-f)であることである。又下唇の応答は最物側部(f)が最も敏感であった。物側部で感受性が高い傾向は口蓋堤でもみられたが、これは刺激の強さが一定しないという問題もあるので更に検討を要す。辺縁部を除く口蓋、咽喉(g, h, h'), 舌表面(j)はいずれも顕著な応答は示さなかつ

た。

下顎下制筋： カエルにおける開口動作は主に下顎下制筋が関与しているが、本実験ではいずれの口腔領域を触刺激しても筋電位は発現しなかった。又、舌上へのいかなる化学刺激も無効であった。しかしピンセットで舌をつまむ(特に舌尖)というような強い痛覚刺激に対しては同側性に応答を示し(Fig. 6a), 更に舌を強制的に口腔外に引き出すというような刺激に対しては一過性によく応答した(Fig. 6b)。

下顎下筋： Fig. 7 は下顎下筋の触刺激に対する筋電図である。この筋は呼吸と同期した周期性放電を常に示した(図中点線部分)。又、この呼吸性放電は、ほとんどの口腔領域への触刺激によって一時的な抑制がみられたが、舌表面への触刺激だけは抑制効果を示さなかった(f, f')。筋電図の応答領域は主に咽喉部(c, c', d, d')であるが、口蓋堤(b)と下唇(e)でも同側性に若干

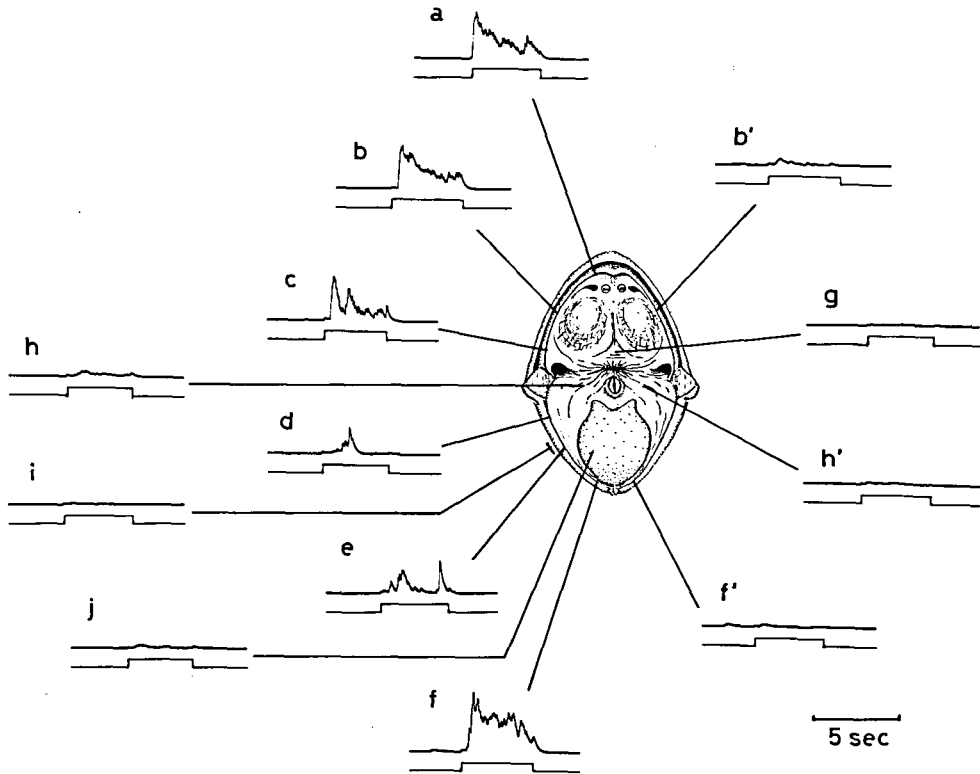


Fig. 5 : Integrated electromyograms of the masseter muscle to mechanical stimulation of various loci (see text) of the oral region. Upward deflection of the lower trace in each record indicates period of the stimulation. In this figure, left is the ipsilateral side and "1" mark at the right side above alphabets indicates the contralateral stimulation.

の応答がみられた。口蓋 (a), 舌表面 (f) はほとんど無効である。又、舌上への化学刺激に対しては、蒸留水も含めて、応答が出る場合と出ない場合があり (同一標本においても)、判然としなかった。

内舌筋： 内舌筋の大きな特徴は舌への化学刺激に反応することである。この場合、蒸留水と 1 mM CaCl_2 は効果が無く、1 mM QHCl, pH2.5 の HCl, 2 M NaCl で反射性筋電位がみられる (Fig. 8B)。このうち QHCl と HCl も相動性の応答を示すが、NaCl の応答は持続的である。触刺激 (Fig. 8A) に対しては同側の舌表面 (c) が応答を示したが、咽喉部 (a, a', b, b') も両側性にかなり大きく応答した。口蓋、口蓋堤、下唇は応答しない。

舌骨舌筋： Fig. 9 は舌骨舌筋の筋電図である。化学刺激 (B) に対する応答は、内舌筋とよ

く似ていて 1 mM QHCl, pH2.5 の HCl, 2 M NaCl によく応答した。触刺激 (A) に対しては同側の舌表面 (a) のみが良く応答した。

考 察

高等脊椎動物においては、食物などの嚥下の際や舌尖や口蓋へ軽い機械刺激を加えた時に、反射的に口が閉じることが知られている (Jaw closing reflex)^{8)27)~29)}。これは、そしゃくや嚥下に際し口中より食物がもれない様に機能していると考えられる。また、Goldberg⁶⁾は咬筋に一定の緊張を持たせた場合、上顎歯を叩打すると咬筋の収縮力が反射的に増加することを見出ししている (Periodontal masseteric reflex)。更に Funakoshi & Amano⁹⁾も歯牙を圧迫すると持続的に閉口筋の緊張が亢進することを報告している。

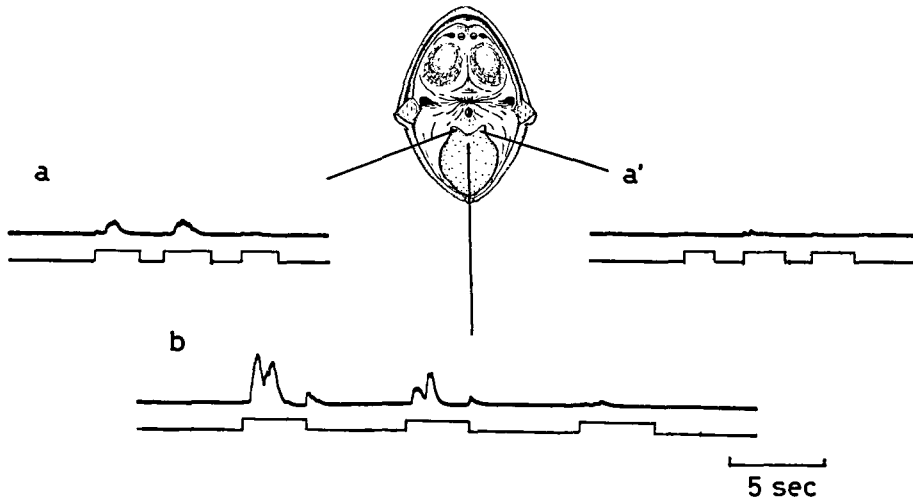


Fig. 6 : Integrated electromyograms of the mandible depressor muscle to pinches of the ipsilateral side (a) and contralateral side (a') of the tip of the tongue and to its drawing out (b) with forceps. Upward deflection of the lower trace in each record indicates period of the stimulation.

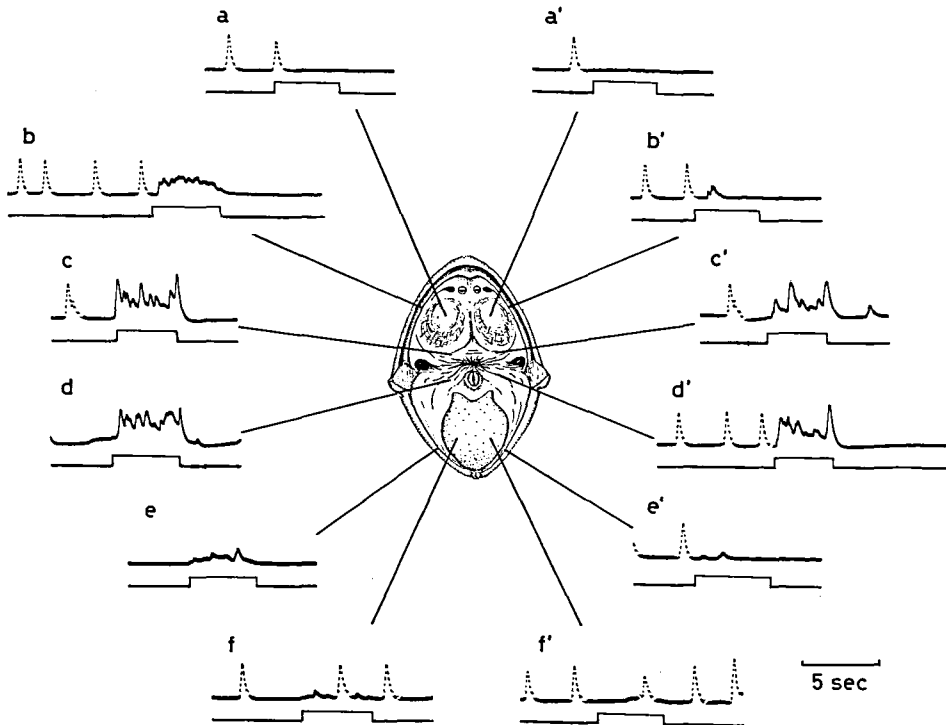


Fig. 7 : Integrated electromyograms of the submaxillary muscle to mechanical stimulation of various loci (see text) of the oral region. Muscle activities occurred synchronously with respiration are shown to be dashed records. Upward deflection of the lower trace in each record indicates period of the stimulation. In this figure, left is the ipsilateral side and "1"-mark at the right side above alphabets indicates the contralateral stimulation.

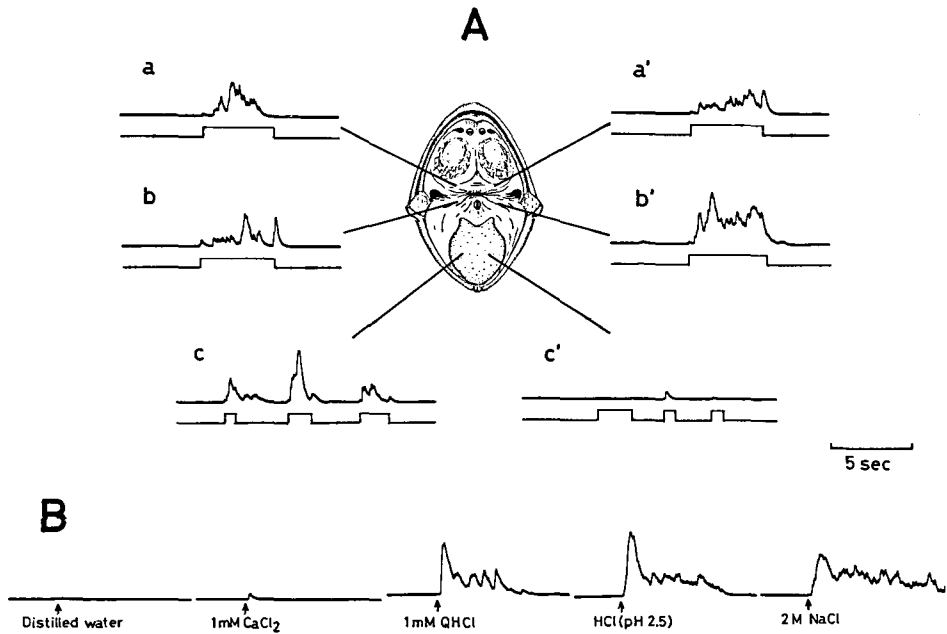


Fig. 8 : Integrated electromyograms of the intrinsic tongue muscle to mechanical (A) stimulation of various loci (see text) of the oral region and to chemical (B) stimulation of the tongue. In A, left is the ipsilateral side and "1"-mark at the right side above alphabets indicates the contralateral stimulation, and upward deflection of the lower trace in the records indicates period of the stimulation. Arrows in B indicate onset of flow of the chemicals.

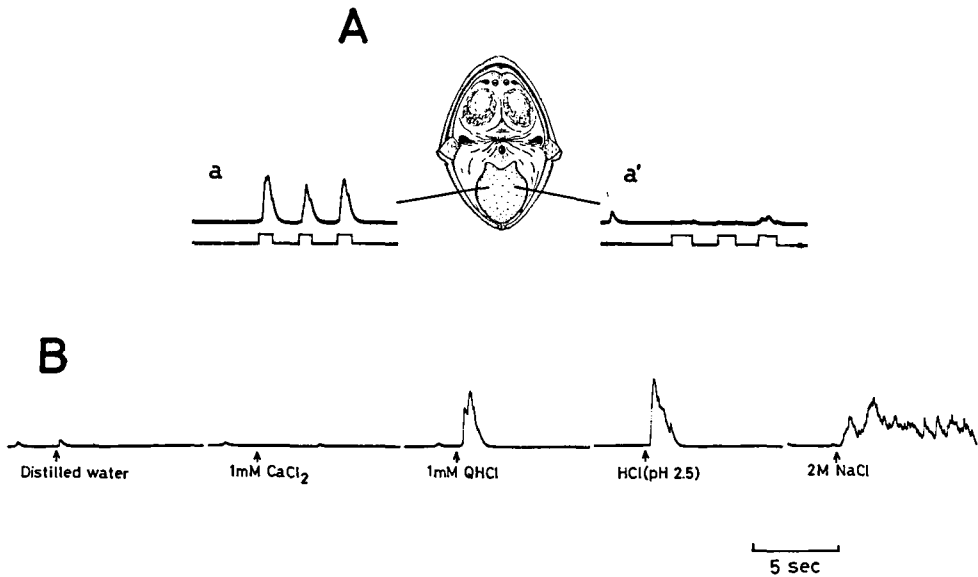


Fig. 9 : Integrated electromyograms of the hyoglossal muscle to mechanical (A) stimulation of the ipsilateral (a) and contralateral (a') surface of the tongue and to chemical (B) stimulation of the tongue. In A, upward deflection of the lower trace in the records indicates period of the stimulation. Arrows in B indicate onset of flow of the chemicals.

カエルにおける主たる閉口筋は側頭筋である。本実験では触刺激により側頭筋に筋電位を誘発させた口腔部位は、大まかにいえば口腔辺縁部と咽喉部で、高等動物における閉口反射の有効部位と類似している。咽喉部の感受性は明らかに嚥下時の閉口に関与していると考えられるが、口蓋堤を主とした口腔辺縁部の感受性の生理的意義には、カエルの場合、二つの可能性が考えられる。一つは捕食した昆虫等が口腔内において、その辺縁部に触れた際に口を閉じて外に出ないようにすることである。もう一つの可能性は、カエルは水中においては、余分な水分を摂取しないように常に口を閉じているが、これは水による圧力等の機械刺激を口蓋堤や下唇周辺部が感受して行っているのかもしれない。口腔辺縁部や咽喉部ほどではないが側頭筋は口蓋部分への触刺激に対しても応答を示し、顔面神経—三叉神経の反射弓があることを示している。高等動物の場合、口蓋部分の神経支配是三叉神経上顎枝であるが、やはりこの部分への機械刺激が閉口反射を引き起こすことが知られており²⁹⁾、両者は類似している。

咬筋の筋電図を発現させる部位は側頭筋と似ていたが、咽喉部では発現しない。また口腔辺縁部に対する応答は完全に片側性である。口腔辺縁部は尾側部より吻側部への刺激の方が大きな反射を示す傾向がみられたが、これは、吻側部への刺激がより強い閉口動作を引き起こすことを意味し、口中の食物が外に出るのを防ぐという点からは合目的的のように思える。しかしこの点は、刺激方法の問題もあり更に追試検討が必要である。結局咬筋は、側頭筋と共同して、カエルにおける閉口動作をより片側的にし、様々な場合に依りて、下顎運動をより多様化していると考えられる。

ところで、カエルの舌は水によく応答し³⁰⁾、この応答はカルシウムイオンの共存により大きく増強されることが知られている³¹⁾¹⁷⁾¹⁴⁾¹⁸⁾²³⁾。Zottermanはこの舌の水応答が、カエルの水中における、持続的な閉口を引き起こすと推測した。しかし今回の実験では、側頭筋、咬筋、共に舌への化学刺激（蒸留水、カルシウム溶液も含めて）に対しては応答を示さず、Zottermanのこのような可能性は薄いと思われる。しかしこれには、顎突筋等の筋電図も調べてみる必要がある。

高等動物における最も一般的な顎反射の一つに

閉口反射（Jaw opening reflex）がある。これは口腔底粘膜、舌、歯肉、口蓋など、三叉神経第二、第三枝の支配領域の感覚器が強く刺激された時、反射的に閉口筋が収縮するものであり、四肢における屈曲反射に相当すると考えられている。また、これは刺激の性格から、侵害受容性反射とされてきたが¹⁾⁷⁾¹⁹⁾²⁸⁾、最近では、顎二腹筋へいく神経の反射性放電の研究から、閉口反射にも口腔領域の痛覚により誘発される、いわゆる侵害性のものと、歯根膜などの触圧感覚により誘発され、そしゃく運動のモジュレーションに関与していると思われる、非侵害性のものの二種類があると考えられるようになってきた¹²⁾¹³⁾²¹⁾。本実験では、口腔領域へのいかなる触刺激も閉口筋である下顎下制筋に筋電位を発現させず、舌への侵害刺激のみが有効であったことから、カエルの場合、閉口反射は侵害性のものだけと思われる。カエルでは複雑なそしゃく運動はみられないので、高等動物における非侵害性の閉口反射に相当するものがみられないのであろう、しかし本実験は、一定の強制的閉口状態のもとで行われたということは留意しておく必要がある。

閉口反射に関しては、もう一つ口蓋部分へ圧力を加えると持続性に閉口が起こることが知られている。この場合、閉口筋である顎二腹筋の収縮は伴わず、咬筋の収縮抑制が原因といわれている。カエルの場合、自然状態で顕著な閉口筋の活動がみられなかったので、本実験ではこの反射を確かめることはできなかった。結局高等動物においては、口蓋刺激が閉口反射と、閉口反射の両方に関係しているわけだが、どちらが優先的に働くかは刺激の質や上位中枢からの抑制などに左右されるのであろう。

下顎下筋は呼吸と同期してリズム的な神経放電を発生させることから、呼吸筋の一つと考えられる。又、舌や口蓋への触刺激には全く応答しないのに対し咽喉部への触刺激に強く反応することから、嚥下にも関与していると思われる。さらに筋電図は、舌以外の口腔領域への触刺激が呼吸を一時的に抑制することを示しているが、これは高等動物における嚥下呼吸と同様の現象と思われる。この神経機序は、受容器からの求心性インパルスが、呼吸中枢に直接作用するのではなく嚥下中枢を介して抑制作用をするとされているが、カ

エルの場合、咽喉部以外の口腔領域も抑制に関与しているの、高等動物と同様の神経機序となっているのかは疑問である。又、本実験では舌刺激のみが抑制に対し無効であったが、これが、カエルにとって生理学的にどのような意味があるのかはよく分からない。

ところで、Nomura と Kumai²²⁾は三叉神経の下顎下筋枝と頤下筋枝が、舌への水刺激に対して反射性放電を発生させることを報告している。また、これらの神経枝を電気刺激すると鼻孔閉鎖を起こすことから、いわゆるカエル舌の水応答は、水中における鼻孔閉鎖と関連していることが示唆されている。今回の実験では、蒸留水やカルシウム液等の舌表面への化学刺激に対して、下顎下筋に反射電位が現れる場合と、全く生じない場合があり、筋電図からは、この反射を確かめることはできなかった。これは、この反射が複雑な多シナプスで構成され、個体の生理的条件に大きく左右されやすいためと思われる。

カエルの舌下神経は、舌を、キニーネ、酸、NaClなどで刺激すると反射性放電をだすことが知られている¹⁶⁾²⁰⁾。本実験では内舌筋と舌骨舌筋を調べたが、いずれも1 mM QHCl, pH2.5のHCl, 2 M NaClに対し大きな反射性筋電位がみられた。これらは刺激の性質上、有害物質から逃避する為の反射と思われる。又舌への触刺激に対しては筋電図は同側性に現れているが、神経レベルの実験では両側性の反射であることが分かっている¹⁷⁾²⁰⁾。これは、触刺激における刺激面積が小さい為、中枢における、反対側の運動ニューロンへの収束量が小さいためと思われる。興味を引くのは内舌筋の筋電位で、これは舌への触刺激のみでなく、咽喉部への触刺激にも応答する。高等動物では、嚥下の際、舌根部が盛り上がり、食塊を後方に押しやる作用をするのだが、カエルの場合も嚥下時に似た様なことが起こっているのかもしれない。

種々の筋において、咽喉部への刺激に対する応答は嚥下と関連していると思われるが、一般的にこの部分への刺激に対する筋電図の応答には同側、反対側の差がみられない。嚥下を円滑に遂行させるためには、片側性の刺激に対しても筋は両側性に働くということが重要なかもしれない。

今回の実験では、多くの筋からの電位を同時誘

導するという事はしなかったが、例えば嚥下動作のような場合は、たくさんの咽頭喉頭筋が協調的に連鎖収縮を引き起こすので、このような複雑な運動を解明するためには、さらに、多くの筋の筋電図を同時に記録するという実験が必要と思われる。また今回は、反射の潜時を測定しなかったが、反射の解明にはこれも重要な要素で、今後この点も追求してみたい。

参考文献

- 1) Anderson, K. V. and Mahan, P. E. (1971) Interaction of tooth pulp and periodontal ligament receptors in a jaw-depression reflex. *Exp. Neurol.* 32: 295-302
- 2) Bethe, A. (1895) Die Nervenendigungen im Gaumen und in der Zunge des Frosches. *Arch. Mikr.* 44: 185-206
- 3) Casella, C. and Rapuzzi, G. (1957) Azione dell'acqua, del CaCl₂ e del NaCl sui ricettori linguiali della rana. *Arch. Sci. Bci.* 41: 191-203
- 4) Funakoshi, M. and Amano, N. (1974) Periodontal jaw muscle reflexes in the albino rat. *J. Dent. Res.* 53: 598-605
- 5) Gaupp, E. (1896) A. Eckers u. R. Wiedersheims Anatomie des Frosches. *Lehre vom Nervensystem.* Braunschweig, Germany
- 6) Goldberg, L. J. (1971) Masseter muscle excitation induced by stimulation of periodontal and gingival receptors in man. *Brain Res.* 32: 369-381
- 7) Hannam, A. G. and Matthews, B. (1969) Reflex jaw opening in response to stimulation of periodontal mechanoreceptors in the cat. *Arch. Oral Biol.* 14: 415-419
- 8) Harrison, F. and Corbin K. B. (1942) The central pathway for the jaw jerk. *Am. J. Physiol.* 135: 439-445
- 9) Inoue, I. (1978) Reflex discharges in the hypoglossal nerve elicited by stimulating parts of frog's tongue. *J. Kyushu Dent. Sci.* 32: 119-131
- 10) Ishiko, N., Hanamori, T., and Murayama, N. (1979) Frog tongue receptive areas: Neural organization and gustatory function. *Experientia* 35: 773-224
- 11) Junge, D. and Brodwick, M. S. (1970) Stimulation of frog gustatory units by calcium. *Comp. Biochem. Physiol. (A)* 35: 623-630
- 12) Kidokoro, Y., Kubota, K., Shuto, S. and Sumino, R. (1968) Reflex organization of cat masticatory muscles. *J. Neurophysiol.* 31: 695-708

- 13) Kidokoro, Y., Kubota, K. K., Shuto, S. and Sumino, R. (1968) Possible interactions responsible for reflex inhibition of motoneurons of jaw-closing muscles from the inferior dental nerve. *J. Neurophysiol.* 31 : 709-716
- 14) Kitada, Y. (1978) Inhibitory effects of cations on the Ca^{2+} response of water fibers in the frog tongue. *Jpn. J. Physiol.* 28 : 413-422
- 15) Kozai, H. (1974) Reflex discharge of hypoglossal nerve of frogs. *J. Kyushu Dent. Sci.* 29 : 210-221
- 16) Kumai, T. (1981) Reflex response of the hypoglossal nerve induced by gustatory stimulation of the frog tongue. *Brain Res.* 208 : 432-435
- 17) Kumai, T. (1981) Reflex response of the hypoglossal nerve induced by chemical stimulation of the tongue and electrical stimulation of the glossopharyngeal nerve in the frog. *Jpn. J. Physiol.* 31 : 125-637
- 18) Kusano, K. (1960) Analysis of the single unit activity of gustatory receptors in the frog tongue. *Jpn. J. Physiol.* 10 : 620-633
- 19) Mahan, P. E. and Anderson, K. V. (1970) Jaw depression elicited by tooth pulp stimulation. *Exp. Neurol.* 29 : 439-448
- 20) Nakahara, S., Liou, P., Izumi, E., Ohmagari, T. and Momose, Y. (1969) The efferent impulses of the hypoglossal nerve by a variety of stimulations in the tongue of frog. *J. Kyushu Dent. Sci.* 22 : 345-352
- 21) Nakamura, Y. and Wu, C. Y. (1970) Presynaptic inhibition of jaw-opening reflex by high threshold afferents from the masseteric muscle of the cat. *Brain Res.* 23 : 193-211
- 22) Nomura, H. and Kumai, T. (1981) Reflex discharge evoked by water stimulation on the frog tongue. *Brain Res.* 221 : 198-201
- 23) Nomura, H. and Sakada, S. (1965) On the "water response" of frog's tongue. *Jap. J. Physiol.* 15 : 433-443
- 24) Pumphrey, R. J. (1935) Nerve impulses from receptors in the mouth of the frog. *J. Cell. Comp. Physiol.* 6 : 457-467
- 25) Seo, A. (1931) Studies on the nervous regulation of the ciliary movement. *Jap. J. Med. Sci. Biophysics* 2 : 47-75
- 26) Seo, A. (1932) Vergleichende physiologische Studien über die Chemoreceptoren des Frosches. *Jap. J. Med. Sci. Biophysics* 2 : 249-255
- 27) Sherrington, C. S. (1917) Reflexes elicitable in the cat from pinna vibrissae and jaws. *J. Physiol.* 51 : 404-431
- 28) Thexton, A. J. (1968) Jaw opening and jaw closing reflexes in the cat. *J. Physiol.* 197 : 43-35p
- 29) Thexton, A. J. (1973) Oral reflexes elicited by mechanical stimulation of palatal mucosa in the cat. *Arch. Oral Biol.* 18 : 971-980
- 30) Zotterman, Y. (1949) The response of the frogs taste fibres to the application of pure water. *Acta Physiol. Scand.* 18 : 181-189.