

## カエル顔面神経顎舌枝の味覚応答

野村浩道, 鈴木宏和

松本歯科大学 口腔生理学教室 (主任 野村浩道 教授)

### Gustatory Responses of the Facial Nerve Innervating Tongue and Oral Mucosa of Frog's Lower Jaw

HIROMICHI NOMURA and HIROKAZU SUZUKI

*Department of Oral Physiology, Matsumoto Dental College*

*(Chief : Prof. H. Nomura)*

#### Summary

The innervation of the facial nerve in the lower jaw of the frog was studied by recording afferent neural discharges from the submandibular branch of the facial nerve, and the effect of the nerve branch was then studied by comparing reflex discharges before and after dissection of the glossopharyngeal nerve.

Receptive fields of the submandibular branch of the facial nerve were located in the mucosal part of the mandible and in the basal part of the tongue.

By comparing the numbers of impulses between neural discharges in the glossopharyngeal and facial nerves, the magnitude of response in the submandibular branch of the facial nerve was found to be from 1/3 to 1/6 of that in the glossopharyngeal nerve.

The effect of the submandibular branch of the facial nerve on nostril-closing reflex did not appear to be large.

#### 緒 言

カエル舌の味覚受容器は一般に舌咽神経だけで支配されていると考えられている<sup>1,2)</sup>。しかし、Robbins<sup>3)</sup>は神経切断の実験から舌の一部の味覚受容器が顔面神経支配である可能性を示唆している。また、野村と熊井<sup>4)</sup>も顔面神経顎舌枝が舌根の一部を支配していることを解剖学的に観察している。そこで、顔面神経顎舌枝の支配領域や求心性

応答の大きさなどを電気生理学的に調べ、鼻孔閉鎖反射および舌折畳み反射への顔面神経顎舌枝の貢献の有無を検討した。

#### 材 料 と 方 法

求心性応答の実験には、舌咽神経および顔面神経顎舌枝 (図1) を出来るだけ長く剖出し、舌と共に摘出したトノサマガエルの下顎を使用した。一方、反射性応答の実験にはMS-222(200 mg/Kg)を腹腔内注射して麻酔したのち坐骨および上腕神経を切断して四肢を不動化し、三叉神経下顎

枝および舌下神経を剖出した無麻酔のウシガエルを使用した。前者ではワセリンギャップ法によって舌咽、顔面両神経幹の求心性放電を導出し、後者では三叉神経下顎枝および舌下神経を裂いた細

い神経束から反射性放電を導出した。刺激は0.5 mM  $\text{CaCl}_2$  溶液, 1M NaCl 溶液, 0.1 M NaCl を加えた pH 2.5 の塩酸溶液および 0.1 M NaCl を加えた 0.5-1 mM 塩酸キニーネ溶液を、電磁弁によって10秒間、それぞれ0.6 ml/秒および2 ml/秒の流速で下顎吻側部の舌および口腔粘膜上に流して行なった。前者の実験でトノサマガエルを使用したのは、舌全体に刺激溶液をかけるには舌が小さいほうが都合が良いからであり、後者の実験でウシガエルを使用したのは、反射性放電を導出

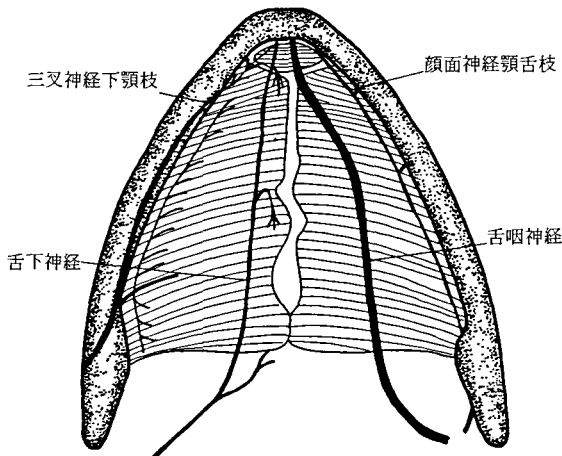


図1：カエル顔面神経顎舌枝の走向：下顎には、下顎骨と皮膚との間を走行する三叉神経下顎枝、下顎下筋の下顎骨側の腱の間を走行する顔面神経顎舌枝、舌筋の中を走行する舌下神経および舌筋と口腔底の間を走行する舌咽神経がある。顔面神経顎舌枝は、下顎吻側寄りに2本のかなり太い側枝を口腔粘膜に送った後吻側に向う。この2本の側枝中にも味覚神経線維が含まれていると考えられる。

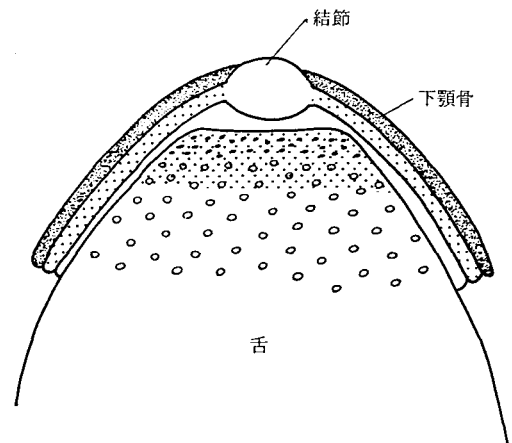


図2：顔面神経顎舌枝の支配領域：下顎内縁および舌の基部の点々で示された部位。

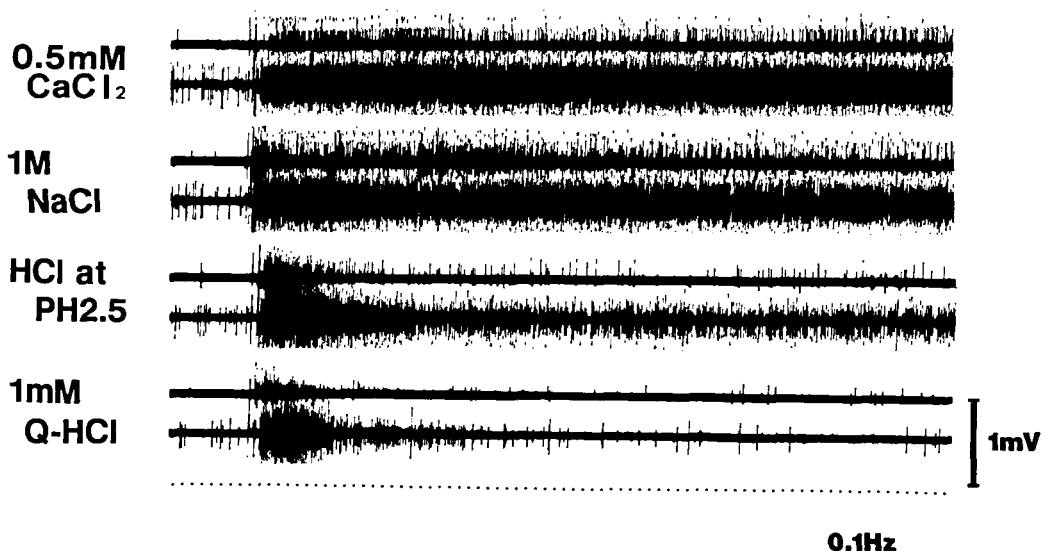


図3：各種味質溶液に対する顔面神経顎舌枝および舌咽神経の求心性神経放電

するためには出来るだけ長く神経を剖出する必要があったためである。

顔面神経顎舌枝の支配領域を調べる実験では、10 mM  $\text{CaCl}_2$  溶液を一滴ずつ先端の直径約0.2 mm のガラス管から落とし、求心性放電頻度の増加から受容器の存在を調べた。

求心性および反射性応答の大きさは、神経放電を一旦磁気テープに保存した後、ヒストグラム解析装置(DAB-1100, 日本光電)を用いて、ノイズレベルに出来るだけ近いレベルでスライスしてインパルス頻度の時系列ヒストグラムを描き、ついで、パーソナルコンピュータ(MZ-80B, シャープKK)に導き、表計算ソフト“Histogram”(マルコKK)

を用いて表を打出し、その表を用いてインパルス数を調べた。時系列ヒストグラムの解析時間は200 ミリ秒、アドレス数は128、垂直軸感度は $10^5$ とした。

## 結 果

### 1. 顔面神経顎舌枝の支配領域

カエルの味覚受容器には、鼻孔閉鎖反射を起こす水受容器と舌折畳み反射を起こす化学受容器の2種類がある<sup>5-7)</sup>。しかし、後者は一過性の相動性放電しか生じないため支配領域が調べにくく、本研究では前者の支配領域についてのみ調べた。また、機械的受容器についても今回は調べなかった。

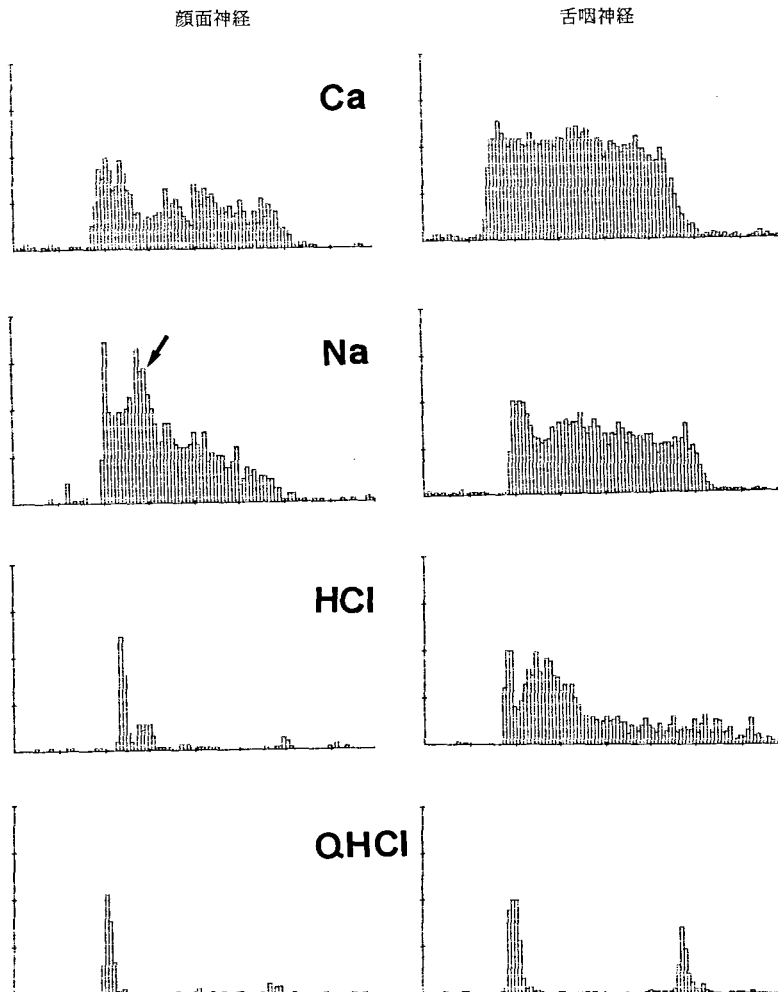


図4：求心性神経放電のインパルス頻度の時系列ヒストグラム：図3の求心性神経放電による。顔面神経（左）の縦軸は舌咽神経（右）の縦軸の2倍の尺度。1 bin は600 ms。

観察を行なった10例のうち、舌および下顎内縁の両者に受容野が見出されたものは5例で、舌にしか受容野が見出されなかったもの2例、下顎内縁にしか受容野が見出されなかったもの3例であった。口腔底には味覚受容器は分布していないようにみえた。以上の結果から、顔面神経顎舌枝の支配領域は、図2に示すごとく、舌根吻側部(カエルでは舌根が吻側に、舌尖が尾側にある)の茸状乳頭3列目程度までと、正中部の結節 (prelin-

gual tubercle)を除く下顎内縁粘膜部であると結論できるように思われる。

## 2. 舌咽、顔面両神経の求心性応答の大きさ

図3に、舌咽、顔面両神経の求心性応答の一例を示す。0.5 mM  $\text{CaCl}_2$  溶液および1 M NaCl 溶液では両神経に持続性放電が、1 mM 塩酸キニーネ溶液では両神経に相動性放電が発現している。pH 2.5の塩酸溶液では舌咽神経にかなり大きい持続性放電が発現しているが、顔面神経には相動性放

表1：時系列ヒストグラムをコンピュータ処理した表

DISK : No. 6  
PROGRAM : PULSE COUNT      MODE : SEQ  
A 8      DATE 10. 31. 19      TIME 15 : 49 : 51  
GROUPING : 8      CLOCK TIME : 200mSec

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0000	1	8	9	16	15	8	9	16	16	15
0010	7	1	8	8	9	15	12	59	203	279
0020	279	324	295	284	259	279	273	278	262	254
0030	293	271	263	258	271	266	277	259	281	281
0040	242	307	277	307	274	291	307	271	266	279
0050	266	226	244	271	263	253	235	255	249	260
0060	283	249	252	225	230	216	221	253	220	140
0070	163	123	86	69	47	40	39	29	8	9
0080	15	9	16	15	9	14	1	9	15	7
0090	0	1	8	8	10	22	9	15	8	8
0100	7	1	9	14	2	15	7	2	14	2
0110	15	8	8	7	3	25	29	10	38	122
0120	23	16	15	8	8	8	9	14		
TOTAL										15104

DISK : NO. 6  
PROGRAM : PULSE COUNT      MODE : SEQ  
A 6      DATE 10. 31. 19      TIME 15 : 46 : 55  
GROUPING : 8      CLOCK TIME : 200mSec

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0000	1	7	2	14	1	7	0	1	7	2
0010	14	1	7	0	0	1	8	8	7	0
0020	0	7	62	119	219	193	252	216	160	171
0030	244	209	160	152	97	101	80	81	87	81
0040	90	101	92	164	85	122	134	116	87	76
0050	64	174	154	119	164	138	149	123	91	110
0060	99	116	88	94	132	99	65	76	98	67
0070	136	85	118	104	98	56	55	47	37	16
0080	14	2	14	1	8	7	0	0	0	0
0090	0	0	0	0	0	0	1	8	7	0
0100	0	0	0	0	1	8	8	7	0	1
0110	7	0	0	0	0	0	1	8	7	3
0120	22	11	28	35	248	22	8	7		
TOTAL										7312

上：舌咽神経；下：顔面神経。5秒間の総インパルス数は四角で囲まれた25個の数を加算し、それぞれ8および4で除した数となる。

電しか発現していない。

図4に、図3のデータのインパルス頻度の時系列ヒストグラムを示す。1 M NaCl 溶液の応答で左下向きの矢印で示した山は、基線のフレによ

表2：舌咽神経と顔面神経顎舌枝の求心性放電のインパルス数とその比

A

標本番号	舌咽神経／顔面神経 (発／5秒)	舌咽／顔面
1	1734/463	3.75
2	1649/434	3.80
3	1300/504	2.58
4	2406/396	6.08
5	1634/276	5.92
6	1334/250	5.35
平均	1676/387	4.33

B

標本番号	舌咽神経／顔面神経 (発／1秒)	舌咽／顔面
1	233/126	1.85
2	322/136	2.44
3	150/31	4.84
4	245/84	2.92
平均	238/94	2.53

A：0.5 mM  $\text{CaCl}_2$  溶液に対する応答；B：1 mM 塩酸キニーネ溶液に対する応答。

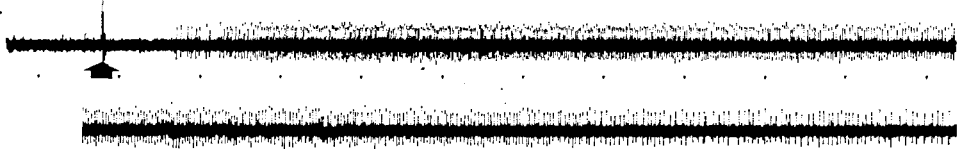
てノイズが入ったためのアーチファクトである。このヒストグラムから、1 M NaCl の応答が相動性放電と持続性放電とからなることが分る。以上の結果、顔面神経顎舌枝にも舌咽神経と同様に鼻孔閉鎖反射を起こす水受容器と共に、舌折畳み反射を起こす化学受容器からの神経線維が含まれていることが分った。

図5に、図4の0.5 mM  $\text{CaCl}_2$  溶液の応答におけるインパルス頻度の時系列ヒストグラムをコンピュータ処理した表を例として示す。この図の上は舌咽神経、下は顔面神経のものである。線で囲んだ5秒間の数の合計はそれぞれ6597および3472である。使用したソフトウェアでは垂直軸感度が $2^\circ$ のとき実数を示すようになっているが、前者は垂直軸感度が $2^7$ 、後者は $2^6$ であったので、それぞれ4および8で除してインパルス数を求めると1649および434となった。同様な処理を1 mM 塩酸キニーネ溶液の応答についても行なった。そこで、この標本における顔面神経と舌咽神経のインパルス頻度の比は、0.5 mM  $\text{CaCl}_2$  溶液の応答でおよそ1対4 (434/5秒：1649/5秒)、1 mM 塩酸キニーネ溶液の応答ではおよそ1対3 (84/秒：245/秒) であると結論される。

表2に、0.5 mM  $\text{CaCl}_2$  溶液の応答で舌咽神経と顔面神経のインパルス頻度を比べた6例のイン

舌咽神経

切断前



切断直後



切断後



0.2mV

図5：反射性放電発現に及ぼす舌咽神経切断の効果：味覚刺激は舌のみに与えられて下顎内縁には与えられていない。

プルス頻度とその比と、1 mM 塩酸キニーネの応答で舌咽神経と顔面神経のインプルス頻度を比べた4例のインプルス頻度とその比を示す。平均はそれぞれ4.33と2.53であった。

### 3. 反射性放電に及ぼす舌咽神経切断の影響

三叉神経下顎枝を剖出したウシガエルを標本台上に背位に置き、舌を引出して刺激溶液を掛けられるようにした後、三叉神経下顎枝から舌を0.5 mM  $\text{CaCl}_2$  溶液あるいは0.5 mM 塩酸キニーネ溶液で刺激したときの反射性放電を導出する。ついで、舌咽神経を両側性に切断し、同じく舌を0.5 mM  $\text{CaCl}_2$  溶液あるいは0.5 mM 塩酸キニーネ溶液で刺激し反射性放電を導出する。この方法によって、反射発現における顔面神経の貢献の度合いが明らかに出来ると考えられる。0.5 mM  $\text{CaCl}_2$  溶液については3例、0.5 mM 塩酸キニーネについては1例調べたが、求心性応答では顔面神経の応答がかなり大きかったにも拘らず、4例中3例は反射性応答は完全に消失してしまった。残りの1例のデータを図4に示すが、このカエルでも顔面神経だけによる反射性応答は極めて小さい。

### 考 察

本研究において、トノサマガエルの摘出した下顎標本を用いて舌咽神経と顔面神経顎舌枝の求心性放電を同時記録したところ、顔面神経顎舌枝は舌咽神経の1/6～1/3程度の感覚情報を中枢神経へ送っていることが分った。ところが、顔面神経顎舌枝の反射発現に対する貢献度を明らかにするため、ウシガエルを用いて反射放電に及ぼす舌咽神経切断の効果を調べたところ、反射放電はほとんど消失してしまった。この原因は、恐らく本研究では味刺激溶液を舌にしか掛けず、下顎内縁の味覚受容器からの求心性放電が入力されなかったた

め、感覚入力量が不足して反射放電がほとんど発生しなかったと考えられる。しかし、舌だけの刺激では反射が起きなかったことは、顔面神経顎舌枝の方が舌咽神経よりより効果的に反射を引き起こすというようなことは無いことを示す。

カエル鼻孔閉鎖反射は緊張性反射であり、また水受容器の興奮も緊張性で、反射発現にはかなりの潜時を有する。カエルが水に飛込む際、ヒトが野球やゴルフでバットやクラブを振るときのように歯を噛みしめるならば、カエルの鼻孔は水に入る前にすでに閉じられることになるが、そのようなことが無ければ、カエルは鼻孔を開いたまま水に飛込むことになる。もしそうであれば、鼻孔を開いたまま水に飛込んでも鼻腔には水が入らないようなくみになっているのであろう。飛込む以前に鼻孔を閉鎖するのか、それとも飛込むときにはまだ鼻孔は開いたまま、飛込んでから口腔の水受容器が刺激されてやや遅れて鼻孔が閉鎖するのかは今後の問題である。

### 文 献

- 1) Gaupp, E. (1904) Anatomie des Frosches. Braunschweig.
- 2) Sato, M. (1976) Physiology of the gustatory system. Frog Neurobiology, 576—587. Springer-Verlag, Berlin.
- 3) Robbins, N. (1967) The roles of the nerve in maintainance of frog taste buds. Exp. Neurol. 17: 364—380.
- 4) 野村浩道, 熊井敏文(1983)カエル口腔粘膜水刺激による閉口反射. 歯基礎誌 25: 196.
- 5) 中原 敏, 廖 伯毅, 泉 栄子, 大曲統司明, 百瀬芳郎(1969)舌下神経の遠心性インパルスに及ぼす舌の刺激効果. 九州歯会誌, 22: 345—352.
- 6) Kumai, T. (1980) Gustatory response in the medulla of the frog. Brain Res. 196: 508—512.
- 7) Nomura, H. & Kumai, T. (1981) Reflex discharge evoked by water stimulation on the frog tongue. Brain Res. 221: 198—201.