

## 味識別に対する嗅覚の影響：行動学的・電気生理学的研究

The Influence of the Sense of Smell on the Taste Discrimination

上林 肇

キーワード：味覚、嗅覚、リック法、二瓶法、大脳皮質味覚領



(うえばやし・はじめ)  
ICDフェロー

### I. 緒 言

食物摂取の過程には味覚・嗅覚、口腔内感覚及び視覚等の五感の総合的な感覚並びに健康が複雑に関係していることは良く知られており、摂食にはさまざまな感覚が関与していることは疑う余地のないことである。しかしながらそのような各種感覚の相互関係についての研究はほとんど無い。

従って、それぞれ独立の感覚として研究されてきている。複雑な摂食過程における味覚・嗅覚の相互関係について調べることは味覚・嗅覚の情報伝達機構ならびに機能を知るうえで重要な課題であると考え。「鼻がつまると食べ物の味がしない」などということは日常経験することである。例えば、鼻をつまんで口の中に砂糖やチョコレートを入れると甘い味を感じることはできないが、鼻つまみをやめると急激に口の中に甘い味を感じるができる。しかしながら、このような現象の生理学的メカニズムは不明である。

本研究では味覚におよぼす嗅覚の影響について行動学的ならびに電気生理学的に、鼻が正常に機能している時と、ふさがって正常に機能していない時の味応答を調べて、味識別に及ぼす嗅覚の影響を明らかにすることを目的とした。

### II. 実 験

#### 1. マウス嗅覚器・嗅細胞の組織学的検索

マウス嗅覚器の組織学的検索にSlc:ICRマウスを用いた。コントロールとして正常マウスの鼻腔内に0.2mlの生理食塩水を注入したものの注入後2日目ものものと、10%硫酸亜鉛溶液0.2mlを鼻腔内に注入したものの注入後2日目ものものと、10%硫酸亜鉛溶液0.2mlを鼻腔内に注入して15日以上経過したものを用いた。各々の鼻部のセロイジン包埋によるエオシン・ヘマトキシリン染色による10umの顕微鏡標本を作成し、光学顕微鏡で観察し写真撮影を行った。硫酸亜鉛液が舌にかからないように注入のさいには吸引器によって咽頭から吸引した。

#### 2. マウス行動学的実験法

##### a) 二瓶法

10匹の雄マウス(Slc:ICR)(体重25～309)を用いて、

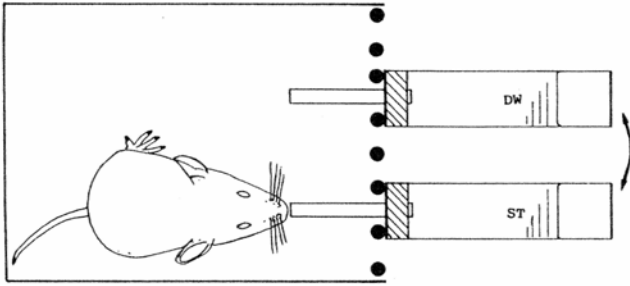


図1 二瓶法の実験配置の略図

ST：テスト溶液

DW：蒸留水

fig. 1 Schematic drawing of experimental set up for two-bottle method

ST：test solution

DW：distilled water

5グループに分けた。それぞれをステンレスゲージに入れて12時間明、12時間暗の環境で飼育した。行動観察には図1の模式図に示すような二瓶法を用いた。まず、二本の瓶のどちらからも平均に蒸留水を飲むように十分訓練する。場合によっては、両方のびんに砂糖水をいれたり、片方のびんだけ砂糖水を入れて訓練する。左右両方のびんから均等に蒸留水を飲むように十分に訓練した後、二瓶の一方には常に蒸留水をいれ、他方の瓶には味溶液をいれて与え、瓶を24時間毎に左右差し替えて24時間毎の、その飲む量を各種味溶液の各濃度で5日間測定した。まず、生理食塩水を両側鼻腔内に注入したマウスでその2日後から上記のテストを5日間行い、次に、同マウスを用いて10%硫酸亜鉛液を両側鼻腔内に注入して2日後の嗅粘膜を破壊されたマウスで、その後5日間、先に述べた方法と同様の方法で二瓶法による飲水量を測定する。テスト溶液として、蔗糖 (0.5M,1.0M)、食塩 (0.1M,0.5M)、塩酸 (0.01M)、キニーネ (0.02M) を各々蒸留水で希釈して用いた。摂取量の割合は次式でしめすような計算式で表した。式： $\frac{\text{(テスト溶液の摂取量)}}{\text{[(テスト溶液の摂取量) + (蒸留水の摂取量)]}} \times 100$ 。瓶内の溶液は24時間毎に新しい溶液に取り替えた。

b) リッキング法

10匹の雄マウス (Slc:ICR) (体重25 ~ 309) を用いて、リック測定機器による溶液摂取を蒸留水を用いて一日30分間5日間訓練した。図2に実際になめた数を計る

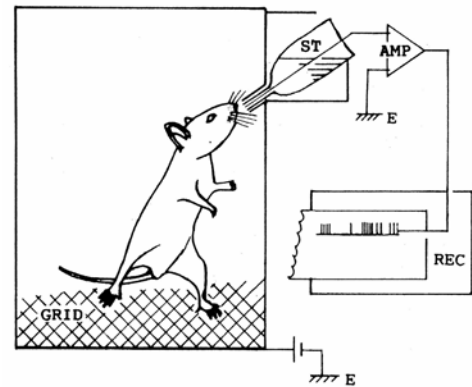


図2 リッキング法の実験配置の略図

ST：テスト溶液

fig. 2 Schematic drawing of experimental set up for licking method.

ST：test solution

方法であるリック法の模式図を示す。図に示すようにこの装置は銅の網をマウスゲージの床にはって、もういっぽうを味溶液のいれてあるびんにつないで、その間に電池を入れてマウスの舌がびんの口に触れて溶液をなめると約1nAの電流が流れるようにしてある。電流が流れるとアンプを通してパルス整形して記録器に書かせる。一日に10秒間水を与えて20秒間休みまた10秒間水を与えるという繰り返して30分間やり、あとは水は与えず固形の餌だけ与えて翌日にまた同様のテストをする。このシステムにマウスはよく慣れて、このやりかたを憶える。まず、十分に訓練されたマウスの両側鼻腔内に生理食塩水を注入した2日後から実験を開始し5日間毎日1回行う。その後、同マウスの両側の鼻腔内に10%硫酸亜鉛液を注入し、その2日後から上記と同様のリックテストを5日間毎日1回行う。リックテストを行った後はスケジュールに従って蒸留水のみを与えて総リックテスト時間が30分になるまで蒸留水を飲ませ、その後は水は与えずマウス用固形飼料のみ与えて翌日テストをする。リックテストには味溶液として蒸留水で希釈した0.5M蔗糖、0.1M食塩、0.01M塩酸、0.02M塩酸キニーネを用いた。

3. 電気生理学的実験法

a) マウス末梢鼓索神経からの味応答記録法

実験は雄マウス (Slc:ICR) を用いた。動物はナトリウムペントバービタル (50mg/kg) 腹腔内注入により麻酔をかけて用いた。図3に示すように、気管カ

ニューレを挿入し、舌下神経は顎レベルで両側切断し、頭部を固定後、鼓索神経を露出し、中枢端で切断し、銀一塩化銀電極に乗せ、不関電極はそばの組織上においた。鼓索神経の電気的活動はACアンプを通して増幅し、0.5秒時定数のハイトラ型積分器を通し、オシロスコープ、サウンドモニターを用いてモニターし、ペンレコーダによって記録した。本実験では鼻の機能との関係調べる目的のため図4に示すようなカニューレを気管切開をした際に気道に挿入した。気管カニューレを挿入しないで直接鼻呼吸下で鼻をふさぐとマウスはすぐに死んでしまう。実験はまず、気管カニューレと鼻腔側の気道をつないだ鼻呼吸下状態での味応答を各々各4基本味にゆいて記録し、その後、気

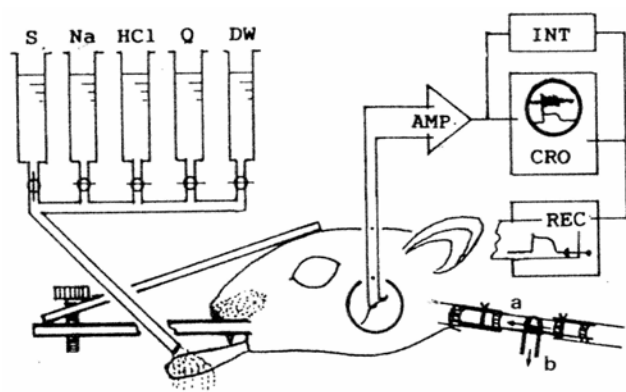


図3 鼓索神経からの記録に関する実験配置の図解

カニューレは気管に挿し込む。鼻呼吸時のように、鼻の機能が正常であるときには、カニューレはaに切り替えられる。気管呼吸時には、鼻も咽頭もふさがれ、カニューレはbに切り替えられる。

S: 蔗糖 Na: 塩化ナトリウム HCl: 塩酸 Q: キニーネ DW: 蒸留水 AMP: 増幅器 E: AgCl電極 INT: 積分器、インテグレータ CRO: オシロスコープ REC: 記録器

fig. 3 Schematic diagram of experimental set up for recording from chorda tympani nerve.

The cannula was inserted into the trachea. When the nose was under normal condition, such as nose breathing, the cannula was switched to a. While when the tracheal breathing, either nose and pharynx were plugged, the cannula was switched to b.

S: sucrose, Na: NaCl, HCL: HCL, Q: quinine, DW: distilled water, AMP: amplifire, E: AgCl electrodes, INT: integrator, CRO: oscilloscope, REC: recorder

管カニューレの鼻腔側の気道との連絡をはずしたカニューレ下呼吸とし、さらに両即の鼻腔と咽頭をワセリンを用いて塞いだ状態での味応答を記録した。味刺激は、室温でGravity-flow systemによって舌の前2/3の背面に常時5 ml/secで蒸留水を流し20秒とめ、その間同じ流速で味溶液を流し、その後また同じ流速の蒸留水に切り変えるという要領で刺激を繰り返して行う。味溶液刺激と次の味溶液刺激の間は前の味溶液の影響が十分に消えるまで約1分蒸留水を流して舌の洗浄を行った。味刺激液として蔗糖、食塩、塩酸、塩酸キニーネを各々蒸留水で希釈して用いた。

b) マウス大脳皮質味覚領からの味応答記録法

実験動物、麻酔並びに味刺激の方法は、末梢鼓索神

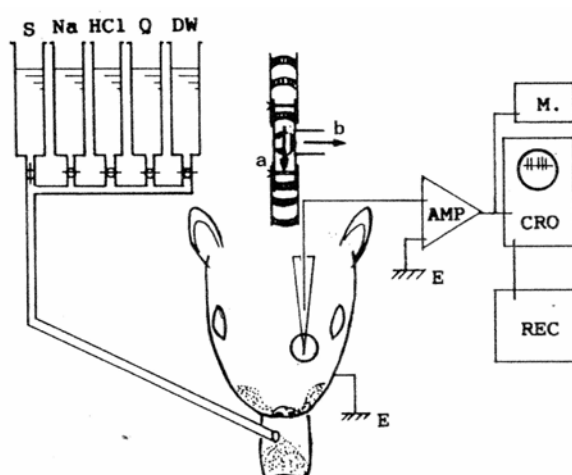


図4 大脳皮質味覚領からの記録に関する実験配置の図解  
カニューレは気管に挿しこむ。通常の、鼻孔が開いている状態では、カニューレはaに切り替えられる。鼻も咽頭も塞がれている気管呼吸時にはカニューレはbに切り替えられる。

S: 蔗糖 Na: 塩化ナトリウム HCl: 塩酸 Q: キニーネ AMP: 増幅器 E: 電極 M: モニター CRO: オシロスコープ REC: 記録器

fig. 4 Schematic diagram of experimental set up for recoding from coreical gustatory area. The cannula was inserted into the trachea. When the nose open, such as under normal condition, the canunka switched to a. While when under tracheal breathing, such as both nose and pharynx were plugged, the cannula was switched to b.

S: sucrose, Na: NaCl, HCL: HCL, Q: quinine, DW: distilled water, AMP: amplifire, E: AgCl electrodes, INT: integrator, CRO: oscilloscope, REC: recorder

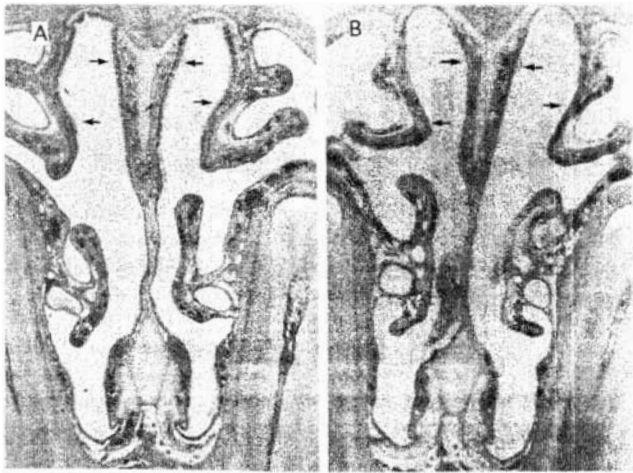


図5 マウスの嗅上皮の鼻孔に注入された食塩水 (A) と ZnSO<sub>4</sub> (B) の結果

嗅上皮と嗅細胞は、食塩水の注入時には正常のようである。対照的に、Bでみられるように、ZnSO<sub>4</sub>注入時には、嗅上皮が薄くなり、嗅細胞が広範囲にわたって失われているのがわかる。

fig. 5 Effects of saline solution (A) and ZnSO<sub>4</sub> (B) injected into nares of the olfactory epithelium of mice.

The olfactory epithelium and olfactory receptor cells work normally, when saline solution was applied. While, the olfactory epithelium became thinner and extensive loss of olfactory receptor cells is evident when ZnSO<sub>4</sub> was applied.

経からの味応答記録法で述べた方法と同様である。図4に実験の模式図を示す。大脳上の向かって右側前方の皮膚を切開し、骨を注意深くデンタルドリルで削り、5mm程の孔を開け、その下の脳の硬膜を血管を傷つけないように注意して取り除き、脳の振動と乾燥を防ぐために寒天またはゼラチンを孔内に注入して軽く固めておく。気管切開に関しては鼓索神経のところ述べたように鼻呼吸、カニューレ下呼吸ができるように切り換えられるようにする。カニューレ下呼吸両側の鼻孔と咽頭をワセリン付きの脱脂綿で完全に塞ぐ。大脳皮質味覚領神経細胞の味応答記録法は図に示すようなガラス微小電極に2M NaClを充填して、微小電極用増幅器を通して増幅し、オシロスコープ、サウンドモニターでモニターしながら記録器で記録した。

### Ⅲ. 実験結果

#### 1. マウス嗅覚器の形態と硫酸亜鉛溶液による影響

図5 - Aは正常なマウスの両側鼻腔内にエーテル麻

酔下で生理食塩水を注入して吸引した2日後の嗅覚器のセロイジン包埋によるエオシンヘマトキシリン染色標本の顕微鏡写真を示す。この写真では正常な鼻腔の形態と嗅細胞が見られる。図5 - Bは両側鼻腔内に両鼻孔から、舌につかないように注意して、エーテル麻酔下で0.2mlの10%硫酸亜鉛液を注入して吸引した2日後の組織標本写真を示す。この写真から、鼻腔内に硫酸亜鉛液を注入することによって完全に嗅粘膜層の嗅細胞は脱落しており、また呼吸上皮も脱落していることが認められる。これは約2週間後には正常な形態にもどり、嗅細胞および呼吸上皮が再生することが確認されている。このことから、硫酸亜鉛溶液注入によって約2週間程嗅覚器の形態的障害をおこせることがわかった。

#### 2. マウス行動観察による結果

##### a) 二瓶法による結果

両側鼻腔内へ硫酸亜鉛溶液注入によって嗅細胞を破壊すると、味の識別が本当にできなくなるのかどうか二瓶法によって調べた結果を図6に示す。斜線の正常マウスでは蔗糖、食塩水は良く飲み、塩酸、キニーネ液は嫌って余り飲まないのにたいして、嗅細胞を破壊

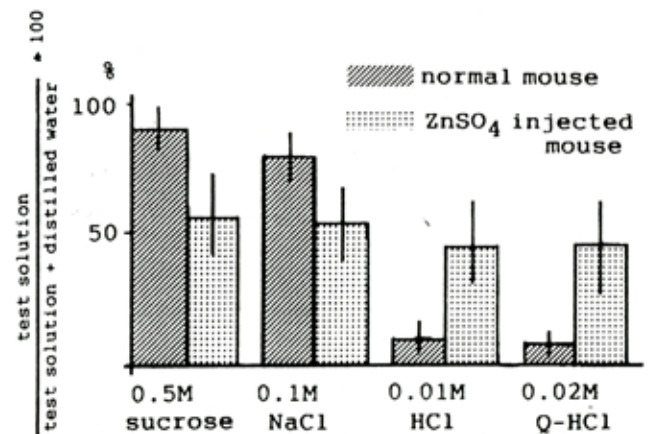


図6 二瓶法によって正常なマウスとZnSO<sub>4</sub>を注入されたマウスを調べた結果

24時間内のテスト溶液の飲水量の全溶液の飲水量に占める割合をパーセンテージで示している。

fig. 6 Two-bottle choice preference test results of normal mouse and ZnSO<sub>4</sub> injected mouse.

The amount of intake of test solution during 24 hours period was expressed as a percentage of the entire amount of intake.

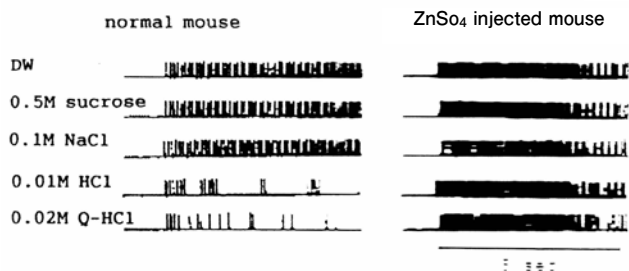


図7 正常なマウス（左）とZnSO<sub>4</sub>注入時のマウス（右）の5つのテスト溶液に対する応答のリック法への記録例

これらの記録は同じマウスからの応答を含んでいる。

fig. 7 Sample records of licking patterns in response to 5 test stimuli (sucrose, NaCl, HCL, quinine and distilled water) for normal mouse (left) and ZnSO<sub>4</sub> injected mouse (right). these records were obtained from the same mouse.

されたマウスではどれも約50%と蒸留水と同程度飲むということになり、四味を蒸留水と区別していないという結果になった。縦軸は飲んだテスト溶液の量を飲んだ蒸留水と飲んだテスト溶液の量の和で割った値を%で表示してある。硫酸亜鉛溶液を注入されたマウスは約2週間すると蔗糖液、食塩液を蒸留水より多く飲み、塩酸液、キニーネ液は蒸留水よりも飲まないという正常マウスの飲水行動と同様になる。これはさきほど述べた鼻腔の形態観察の結果ともほぼ一致している。従って嗅細胞が再生してくると味の識別ができるようになると思われる。

#### b) リック法による結果

図7にリック法による結果を示す。正常マウス（両側鼻腔内に生理食塩水を注入されたマウス）では蒸留水、蔗糖液、食塩水はよく飲み、塩酸、キニーネ液はあまり飲まないのに対して、硫酸亜鉛溶液を両側鼻腔内に注入されて嗅細胞を破壊されたマウスでは4味刺激溶液のどれも区別無く蒸留水と同様に良く飲むようになる。このような状態は約2週間ほど続いた後しだいに正常な形にもどる。

### 3. 電気生理学的実験結果

#### a) マウス鼓索神経からの味応答

行動実験では硫酸亜鉛溶液を両側鼻腔内に注入されて嗅細胞を破壊されると、味の識別ができなくなることが判明したが、これは味覚の神経経路のどこで生じ

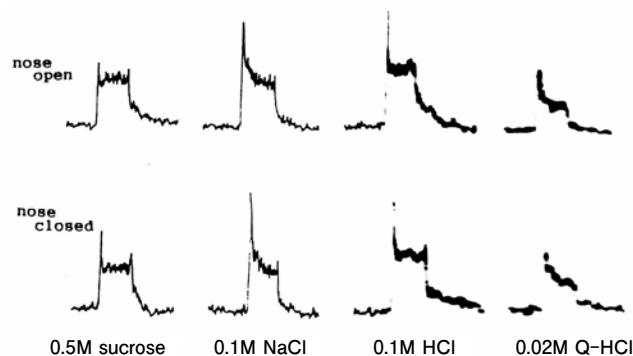


図8 集積された鼓索神経からの味応答の記録例

上：鼻孔開 下：鼻孔閉

これらの記録は同じ神経からの応答を含んでいる。

fig. 8 Sample records of integrated chorda tympani nerve responses.

upper trace : nose open. lower trace : nose closed. these records were obtained from the same nerve.

るのかを調べるため、末梢味神経系の鼓索神経からの味応答の記録を行ってみた。図8に同一マウスからの実験結果の一例を示す。上段には鼻呼吸下での味応答を示す。下段には鼻を塞いだ状態の味応答を示す。鼻呼吸下でも鼻を塞がれた状況下でも記録された味応答に違いは認められない。つまり、末梢味神経では鼻の機能が正常であれ異常であれ、味刺激に対して味細胞が発生し伝達している味覚情報は中枢向けに同様に送られていることがわかる。なお、硫酸亜鉛溶液を鼻腔に注入されたマウスの鼓索神経からの味応答も記録したが、結果は正常なマウスのものと同様な各種味刺激に対する応答が記録された。

#### b) マウス大脳皮質味覚領からの味応答

末梢で発生した味の情報が最終的にたどりつくと考えられている、大脳皮質味覚領での味応答の記録の例を図9に示す。同一マウスからの記録で、鼻呼吸下では蒸留水、蔗糖刺激に対してはインパルス頻度にほとんど変化が認められず、自発放電しか見られないが、食塩、塩酸、キニーネに対してはそれぞれ特徴あるインパルス数の増加による味応答が見られる。ところが、鼻を塞いでしまうと、同図右側のような味応答パターンとなってしまう、自発放電のみで各種味刺激に対する特徴ある味応答は認められず、蒸留水への応答と同じ様な味応答パターンを示すようになる。また鼻

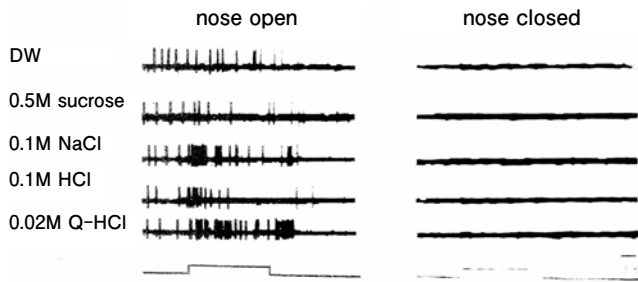


図9 大脳皮質味覚領からの味応答の記録例

左：鼻孔開 右：鼻孔閉

これらの記録は同じ神経単位からの応答を含んでいる。

fig. 9 Sample records of cortical gustatory cell responses.

left : nose open right : nose closed.

these records were obtained from the same neuron.

呼吸に切り替えて鼻孔の栓と咽頭の栓を取り除くと、また図の左側のような応答にもどることは確認されている。なお、鼻腔の中に硫酸亜鉛を注入して2日以降のマウスの大脳皮質味覚領からは自発放電は記録されるが、味刺激に応答する細胞を見つけることができなかった。一方、鼻腔内に蒸留水または生理食塩水を注入されたマウスでは注入後2日以降、味刺激に応答する細胞を見つけることができた。この様な結果は先に実験した行動の結果とも良く一致しており、鼻の機能に障害があると味の識別ができなくなると考えられる。

#### IV. 考 察

##### 1. マウスの行動観察

鼻の機能を破壊されるとラットやマウスでは餌の探索行動に変化が起きてその探索時間を延長することが報告されている。最近では、飲水行動においても鼻の機能の関与が推定されている。本実験結果では、マウスの鼻の機能が硫酸亜鉛溶液で破壊されると二瓶法並びにリック法による実験観察では蒸留水と他の4味（蔗糖、食塩、塩酸、キニーネ）の識別ができなくなることが判明し、さらにこの硫酸亜鉛溶液注入による嗅細胞破壊から約2週間後に嗅細胞が再生してくるとその時期に合わせて味の識別能も回復することが判明した。このことは、味の識別に鼻の機能が重要な役割をはたしていることを示唆していることになる。

##### 2. マウスの電気生理学的実験

末梢の味細胞とシナプスしている鼓索神経の味応答を電気生理学的に記録してみると、鼻呼吸下で鼻の機能が正常であるときも、気管カニューレ挿入により鼻孔と咽頭を塞がれた状態（鼻が匂いを受容できない異常の状態）でも、硫酸亜鉛溶液で嗅細胞が破壊されたマウスでも、それらの味応答には変化が認められなかった。このことは味細胞が味刺激にたいして発生している味情報は鼻の機能が正常であるなしにかかわらず、上位の中枢に向けて送られていることになる。ところが、大脳皮質味覚領での味応答を記録してみると、鼻を鼻孔と咽頭で塞いだ状態では正常の時に見られるような味応答は記録されず、すべて蒸留水を飲んだときと同様な応答パターンになることが判明した。このことは鼻の機能が正常でない場合には味の情報が中枢内で変換されて各味刺激に対して送られている特徴あるインパルス（情報）パターンが消失してしまうような神経連絡のサーキットの存在が推定される。なお、行動の実験と同様に硫酸亜鉛溶液を鼻腔内に注入して嗅覚障害を起こしたマウスでの鼓索神経の味応答や大脳皮質味覚領での味応答の記録を調べたこともした。このような実験では、マウスが異なることや、正常マウスでも大脳皮質味覚領で味刺激に応答する細胞を電気生理学的に見つけることははなはだ難しいが、結果で述べたように鼻孔と咽頭を塞いだ動物の実験結果と同様な結果が得られている。本実験では主に同一動物で鼻と咽頭をワセリンを用いてを塞ぐという方法を用いたが、これも鼻や咽頭を塞ぐという操作の段階で電極に乗せた神経束が動いたり、微小電極の先端が移動したりして一連の記録が取れなくなるということが頻繁におき、データの信頼性に疑いが生じることが多いため、いつも気管カニューレ挿入下で鼻を塞いだ実験の後に、再び鼻孔の栓と咽頭の栓を取り除いた時に元のような特徴ある味麻答が記録されることを確認する必要があった。

図10に示すように舌背面の味雷内味細胞で発生した味情報は鼓索神経、舌咽神経すなわち脳神経のⅦとⅨ番の神経によって伝えられ、延髄の孤束核（NTS）に入り、次に、腕傍核に伝えられ、そこから主として辺縁系（limbic system）の扁桃核（amygdala）、中隔核、視床下部（hypothalamus）へと進み、もう

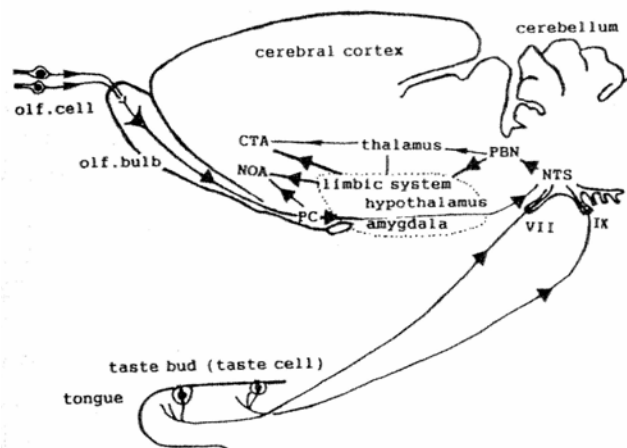


図10 味覚および嗅覚神経の相互作用の図解

Olf.cell: 嗅細胞 Olf.bulb: 嗅球 NOA: 大脳新皮質嗅覚領 CTA: 大脳皮質味覚野 PBN: (peribrachium nucleus) NTS: 延髄の孤束核 PC: 梨状葉 VII: 舌咽神経(脳神経のⅦ番神経) IX: 舌咽神経(脳神経のⅨ番神経)

fig. 10 Schematic illustration for gustatory and olfactory neural interaction in the rat brain.

olf.cell: olfactory cell, olf.bulb: olfactory bulb, NOA: neocortical olfactory area, CTA: cortical taste area, PBN: peribrachium nucleus, NTS: nucleus tractus solitarius, PC: prepyriform cortex, VII: facial nerve, IX: glossopharyngeal nerve.

一方は視床 (thalamus) を経て大脳皮質味覚領へといくことが知られている。前者は味の強さや質の分析を行い、後者は快・不快の情動活動や食欲などに関係していると考えられている。嗅覚系は嗅細胞から嗅球 (olfactory bulb) を経て梨状葉 (PC) から直接大脳皮質嗅覚領へ行く系と辺縁系の扁桃核、中隔核、視床下部へと進み大脳皮質嗅覚領へといく系とが知られている。なお延髄の孤束核と腕傍核において味刺激に応答する細胞が匂い刺激にも応答することが知られている。延髄の孤束核や腕傍核においても味覚と嗅覚の情報のなんらかの相互作用のあることは想像される。嗅覚系の中樞伝導路はまだあまり明らかにされていないが、味覚と嗅覚の情報は主に辺縁系で統合されていると想像されている。大脳辺縁系では視覚系、聴覚系の情報も統合されていることが報告されている。従って、本実験の結果から鼻の機能が正常でない場合には中枢の主に辺縁系内において味の情報がモデファイさ

れて、味の識別が困難になる可能性が示唆された。

## V. 結 論

味覚に及ぼす嗅覚の影響を鼻の機能の正常な場合と異常 (鼻を塞ぐもしくは嗅細胞を破壊) の場合で、動物 (マウス) をもちいて行動学的、電気生理学的に研究した。その結果、

1. 動物による行動観察実験 (二瓶法、リックテスト) から嗅覚が正常に機能しない動物では味の識別ができなくなることが判明した。
2. 味神経から味応答を記録する電気生理学的動物実験から、嗅覚が正常に機能しない動物でも末梢味細胞は正常のものと同様な味の情報を中枢に向けて送っていることが判明した。
3. 大脳皮質味覚領の細胞から味応答を細胞外誘導で記録する電気生理学的実験から、嗅覚が正常に機能しない動物では正常のものとは比べて異なる味応答が記録され、味の識別のできないことが判明した。

以上の結果から、味識別に嗅覚が大きな関与をしていることが判明し、味識別には中枢の主に辺縁系内で嗅覚系が深く関与していることが推定された。

## 参 考 文 献

- 1) Stevens, J.C., Bartoshuk, L.M., Cain, W.S.: Chemical senses and aging, taste versus smell. *Chemical Senses*, 9: 167-179, 1984.
- 2) Albert, J. R., Galef, B. Jr.: Acute anosmia in the rat: A behavioral test of a peripherally induced olfactory deficit. *Physiology and Behavior*, 6: 619-621, 1971.
- 3) 上出文博: マウス鼻粘膜嗅部の拡がりや微細構造、ならびに ZnSO<sub>4</sub> 溶液点鼻によるその変声と再生について, 金沢大学十全医学会雑誌, 89: 1-23, 1980.
- 4) 木村和之, 上出文博, 宮崎為夫, 梅田 良三: マウスの臭刺激性行動に関する研究防鼻剤ナラマイシンを使用し、耳鼻臨床, 80: 459-475, 1987.
- 5) 木村恭之, 古川刃, 上出文博, 作本真, 三輪高吉, 梅田良三: 嗅粘膜障害に対するステロイド点鼻療法の有効性に関する実験的研究, 日耳鼻雑, 92: 1869-1875, 1989.
- 6) Potter, H., Nauta, W.J.H.: A note on the problem of olfactory sensory associations of the orbitofrontal cortex in the monkey. *Neuroscience*, 4: 361-367, 1979.
- 7) Takagi, S.F.: Dual systems for sensory olfactory processing in higher primates. *Trends Neurosci.*, 2: 313-315, 1979.
- 8) Saper, C.B., Swanson, L.W., Cowan, W.M.:

- Anautoradiographic study of the efferent connections of the lateral hypothalamic area of the rat. *J. Comp. Neurol.*, 183 : 639-706, 1979.
- 9) Yarita, H., Iino, M., Tanabe, T., Kogure, S., Takagu, S. F.: A trans-thalamic olfactory pathway to the orbitofrontal cortex in the monkey. *J. Neurophysiol.*, 43 : 69-85, 1980.
- 10) Camara, R. G., Harding, J. W.: Thymidine incorporation in the olfactory neurectomy. *Brain Res.*, 30 : 863-68, 1984.
- 11) Bergvall, A. H., Matuszczyk, J. V., Dahlof, L. G., Hansen, S.: Peripheral anosmia attenuates female-enhanced aggression in male rats. *Physiology & Behavior*, 150 : 33-40, 1991.
- 12) Stevens, J. C., Bartoshuk, L. M., Cain, W. S.: *Chemical Senses*, 9 : 167-179, 1984.
- 13) Benevento, L. A., Fallon, J., Davis, B. J. and the cortex of the superior temporal sulcus and the orbital frontal cortex of the macaque monkey. *Exp. Neurology*, 57 : 649-872, 1979.

●抄録● 味識別に対する嗅覚の影響：行動学的・電気生理学的研究

／上林 肇

緒言

食物摂取の過程には味覚、嗅覚、口腔内触・圧・温度感覚および視覚等の五感の総合的な感覚並びに健康が複雑に関係していることは良く知られている。本研究では、鼻の機能が正常な場合（鼻呼吸下：鼻孔開）と異常な場合（口呼吸下：鼻孔閉）における味覚応答をマウス（Slc : ICR ; 雄10週令）の飲水行動観察と電気生理学的実験で調べ、味識別に及ぼす嗅覚の影響を明らかにすることを目的とした。

マウス動物実験の結果

1. マウスの行動観察による二瓶法とリック法による4基本味液の飲水量の測定結果：正常マウスは蔗糖液（0.5M）、食塩水（0.1M）は良く飲み、塩酸液（0.01M）、キニーネ液（0.02M）は嫌うのに対して、嗅覚異常のマウスでは各4味ともよく飲み蒸留水と区別していないという結果が得られた。
2. マウス鼓索神経からの味応答記録：鼻呼吸下でもカニューレ下呼吸でも同様な味応答が記録された。
3. マウス大脳皮質味覚領からの味応答記録：鼻呼吸下（鼻孔開）では味応答が記録されたが、鼻孔と咽頭を塞いだカニューレ下呼吸にすると、鼻呼吸下で見られたような味応答は記録されず、各4味と蒸留水との区別はなされていないという記録結果が得られた。

結論

味覚系と嗅覚系の情報伝達路の連合が中枢内の中隔核及び扁桃核等のある辺縁系に存在することが想像されてはいたが不明であった。本研究によって、鼻を塞がれた状態（鼻の機能が正常でない）では、動物（マウス）の飲水行動においても味の識別が困難になることが判明した。嗅覚が正常に機能していない状態では、舌の味覚受容細胞にシナプスしている吟鯨味神経の鼓索神経は嗅覚が正常な時と同様な味情報を中枢向けに送っているが、大脳皮質味覚領の細胞では味の識別が不可能になることが証明された。したがって、味識別には中枢の主に辺縁系内で嗅覚系が深く関与していることが推定され味識別に果たす嗅覚の役割の重要性が示唆された。

キーワード：味覚、嗅覚、リック法、二瓶法、大脳皮質味覚領



## The Influence of the Sense of Smell on the Taste Discrimination

Hajimu UEBAYASHI, D.D.S., PhD., F.I.C.D.

### Introduction :

It is well-known that the process of food taking is intricately linked to comprehensive senses such as taste, smell, eyesight, oral touch, pressure and warm and the health. This study aims at demonstrating the influence of smell on the taste discrimination by investigating gustatory responses through the electrophysiological experiment and the drinking behavior observation of mice (Slc : ICR ; male, ten weeks old) which have normal nasal functions (nasal breathing : nares opened) and abnormal (oral breathing : nares closed.)

The results of experiments on mice :

1. The measured result of the four fundamental-taste water intake of mice with the two-bottle method and the licking method :

Normal mice drank carbohydrate solution (0.5M) and saline solution (0.1M) and dislike HCl solution (0.01M) and quinine solution (0.02M) ; while, abnormal mice drank all the four solutions and did not distinguish them from distilled water.

2. Gustatory responses records from chorda tympani of mice :

The same responses were recorded with the both nasal and cannula breathing.

3. Gustatory responses records from cortical taste area :

Gustatory responses were recorded with the nasal breathing (nares opened) ones, but not with the cannula breathing ones with closed nares and pharynx. It is observed that they did not distinguish every four solutions from distilled water.

Conclusion :

It was expected but unclear that there was a complex of the communication route of taste and smell in the limbic cortex where center core and amygdala existed. This study reveals that animals (mice) have difficulty identifying tastes with closed noses (abnormal nasal functions.) It is also demonstrated that though chorda tympani of Peripheral gustatory nerve send the same information as with normal nasal functions to center, the cells in the cortical taste area cannot identify tastes with abnormal nasal functions. Therefore, it is presumed that the sense of smell is deeply connected with the taste discrimination mainly in the limbic system and the importance of the role played by the sense of smell to the taste discrimination is suggested.

**Key words :** Sense smell, Taste gustatory, Cortical taste area, Tow-bottlemethod, Licking-method