

消化管における 味覚センサーの存在と役割

東北医科薬科大学医学部 組織解剖学 教授 石田 雄介



私たちは食べものの味を主に舌で感じています。ところが、味覚を感じるセンサーは、舌だけでなく胃や腸といった消化管にもあることが分かっています。「うまい」「まずい」などの味は感じることはできなくても、胃腸の状況を感じ、消化吸収に影響を及ぼしているようなのです。そんな消化管の味覚センサーの役割について、東北医科薬科大学医学部組織解剖学の教授であり、耳鼻咽喉科専門医でもある石田雄介先生に伺いました。

食物の味物質を感知する味覚センサーは 味覚ごとに様々な種類がある

●はじめに、味覚のメカニズムについて教えてください。

テレビのグルメ番組が人気を博したり、日常でも誕生日パーティーや旅行など様々なイベントが「食」を中心に催されたり、私たちの生活では「食」＝「味覚」が非常に大きな位置を占めます。一般的に動物にとって味覚は食物の選別行動を起こさせるための感覚であり、生命維持に必須の生体応答システムです。しかし、人間にとって味覚は食文化を構成する要素として重要な価値を持つものといえます。

味覚は、口の中に入った食物などに含まれる化学物質を感知する機能で、化学感覚と呼ばれます。人間の五感は、視覚、聴覚、味覚、嗅覚、触覚がありますが、このうち化学感覚といえるのは味覚と嗅覚だけです。

味覚には、「甘味」「苦味」「酸味」「塩味」「うま味」の5種類の基本味があり、これらの基本味にはそれぞれ役割があります。甘味はエネルギー源となる糖のシグナル、うま味は、肉や魚などのたんぱく質やアミノ酸などのシグナルなので良い味と感じ、一方、苦味は毒物、酸味は腐敗物のシグナル

なので悪い味と感じます。また、塩味はナトリウムイオンなどのミネラルのシグナルで、濃くなれば良い味と感じます。ただし、悪い味であるはずの苦味や酸味も、子どもの頃は苦くて飲めなかったコーヒーが大人になっておいしく感じるなど、成長や慣れによって感じ方が変化することはよくあります。

また、唐辛子などの「辛味」や、お茶や赤ワインに含まれるタンニンの「渋味」、わさびやマスタードの「ツーンとした感覚の辛み」、シナモンの「爽やかさ」、ミントの「冷感」などは副味覚と呼ばれます。副味覚としてはこのほかに、サイダーなどの「炭酸の味」、釘などを口に含んだときの「金属の味」、揚げ物など独特のクリーミーな食感による「脂肪の味」などもあります。

●味覚は、舌のどこで感じているのでしょうか。

味覚や副味覚は主に舌で感じますが、これは味覚を感じるセンサー（味覚受容体）が舌にたくさんあるからです。この味覚センサーは舌全体に広がっているわけではなく、局在しています。舌には、有郭乳頭^{ゆうかく}、葉状乳頭^{じじょう}、茸状乳頭というエリアがあり【図1】、ここで味覚は感じられます。一方、舌の中央は乳頭がほとんどないため、あまり味を感じられません。

これらの乳頭の内部には、味覚を感じる「味

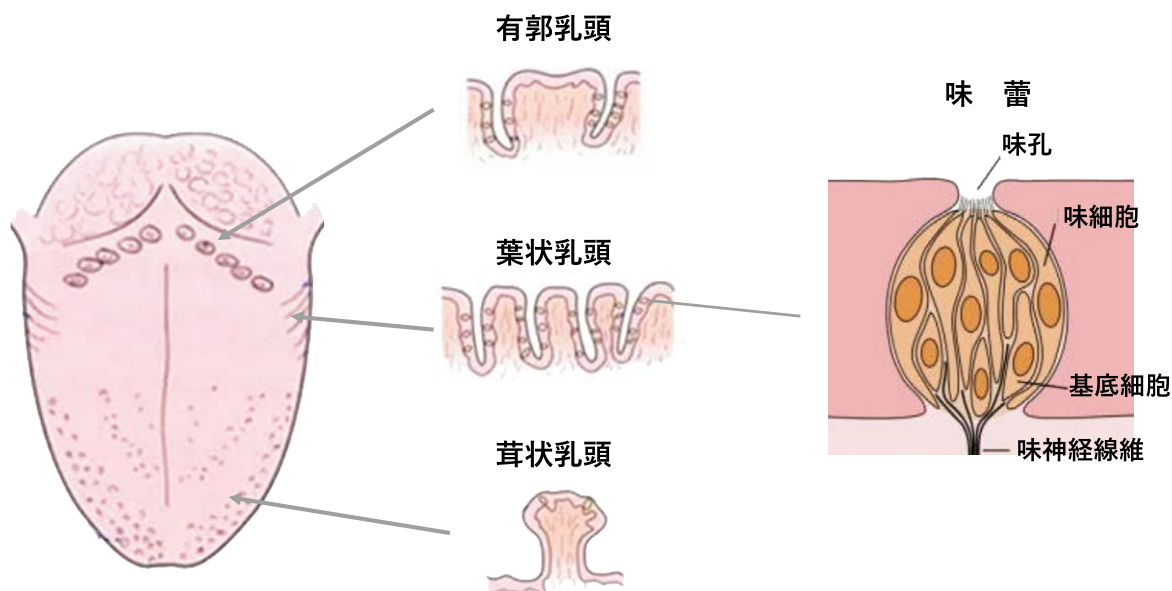


図1 舌の味覚乳頭と味蕾

「味蕾」が集中して存在します。味蕾は、細長い細胞がいくつも重なったタマネギのような形をした小器官で、この味蕾の中の味細胞に味覚センサーがあります。味蕾の先端にある味孔という入り口から唾液に溶けた食物の味物質が入り、味細胞に触れると味覚として認識されます。

味覚センサーは、味覚ごとに様々な種類に分かれています【表1】。例えば甘味センサーはT1Rと呼ばれるたんぱく質で構成されています。T1RにはT1R1、T1R2、T1R3の3種類があり、T1R2とT1R3がペア (T1R2/T1R3) になると甘味センサーとして機能します。うま味センサーも同様にT1Rで構成され、こちらはT1R1とT1R3がペア (T1R1/T1R3) となって機能します。

苦味センサーはT2Rというたんぱく質で、ヒトで25種類のサブファミリーがあるため、まとめてT2Rsと呼ばれます。酸味センサーとしてはOTOP1が同

定されており、またラットではASICが見つかっています。塩味センサーとしてはENaCが同定されており、その他にTRPV1tも候補の1つです。

胃や腸などの消化管にも味覚センサーは存在する

●味覚は舌以外でも感知しているのでしょうか。

味蕾は舌だけでなく、口の中全体、特に口蓋 (口の天井部分) や喉頭蓋 (喉の奥、嚥下するとき気道を塞ぐフタになる部分)、さらに咽頭や喉頭、食道や気管にもあります【図2】。なお、味

表1 5基本味と味覚センサー (候補含む)

甘 味	T1R2/T1R3
苦 味	T2Rs
酸 味	OTOP1、ASIC (候補)
塩 味	ENaC、TRPV1t (候補)
うま味	T1R1/T1R3

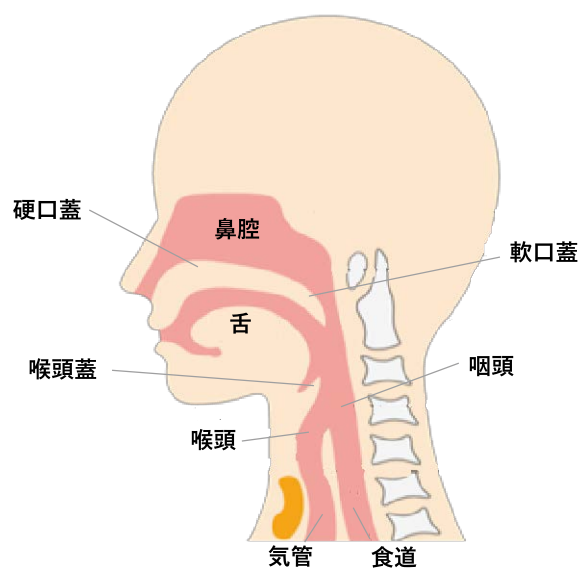


図2 口腔及び喉の構造

肝臓

T1R1、T1R2、
T1R3

小腸（空腸、回腸）

T1R2、T1R3

大腸（盲腸）

T1R3、
T2R7（T2Rsの一種）

胃

T2Rs

小腸（十二指腸）

T2Rs

大腸（結腸）

T1R3、T2Rs、ENaC

図3 消化器系の主な味覚センサー

蕾は舌に約6千個、口腔全体では約9千個あり、味蕾の味細胞は10日前後で新しい細胞に入れ替わっています。

また、味覚センサーは味蕾以外にも、胃や腸といった消化管、膵臓、肝臓、精巣、肺、脳、腎臓、心臓などからも次々と見つかっています。味覚センサーの研究は2000年前後に活発に行われ、多くの味覚センサーが発見されました。体の他の組織で見つかった分子が後に味覚センサーと判明したケースもあれば、逆に味蕾で見つかった、他の部位にもあることが判明したケースもあります。

●消化管の味覚センサーには、どのようなものがありますか。

口腔以外の胃や小腸、大腸、膵臓、肝臓などの消化管にも、T1RsやT2Rsなどの味覚センサーが存在することがわかっています【図3】。

苦味センサーのT2Rsは、主に胃や十二指腸、大腸といった消化管のEC細胞（腸クロム親和性細胞）に発現しています。このEC細胞には、イリタント（刺激物）を検出するTRPA1という侵害刺激受容体も発現しています。苦味は毒物のシグナルですから、一種のイリタントであると考えれば、T2RsとTRPA1のどちらもEC細胞に発現しているのは理にかなっているといえます。

また、苦い食物を摂取した場合、大腸のT2Rsが活性化し、プロスタグランジンを通じて大腸粘膜

からの陰イオン分泌を促進するという報告もあります¹⁾。その結果、大腸内に水分が入り込み、下痢を引き起こして刺激物の排出が促されることが考えられます。

一方、甘味センサーのT1R2とT1R3は、主に小腸の腸L型内分泌細胞に発現しています。腸L型内分泌細胞は、T1R2/T1R3を介してグルコースを感知し、食物摂取行動を抑制するGLP-1という

ホルモンを分泌することで、食欲や膵臓からのインスリン分泌、胃腸の運動を制御しているようなのです²⁾。

ENaCは、塩味センサーであることが判明する前から、大腸の上皮細胞に発現してナトリウムイオンの吸収に関わり、腸管内の水分調整にはたらいていることが分かっていました。

酸味センサーの候補とされるASICは、消化管の粘膜固有層に分布する迷走神経と脊髄神経に由来する神経終末に発現しています。消化管では、胃酸の分泌や粘液の分泌などが食物量に応じて適切に調整され、食物の消化を促進しつつ消化管自身が酸によって障害されないよう調節されています。ASICは、このような絶妙な酸のバランスを制御するために重要な役割を果たしていると予想されます。

香辛料などの刺激物質が、セロトニンを介して脳腸相関に関与している可能性がある

●脳腸相関でも、味覚センサーは何らかの役割を果たしているのでしょうか。

脳腸相関とは、お腹の調子が悪いと抑うつ気分になったり、逆にあまりに緊張することで下痢を起こすなど、脳と腸が双方向に影響を及ぼし合うことです。現在のところ、脳腸相関と消化管の味覚センサーは直接的な関係が認められていませんが、

味覚センサーのT1RsやT2Rsは脳でも発現していることが分かっており、味覚センサーが脳腸相関に関与している可能性はあります。

また、脳腸相関には、小腸で放出されるセロトニンという神経伝達物質が関わっています。体内のセロトニンの約90%は腸管のEC細胞でつくられ、腸の蠕動運動など消化管の機能に影響を及ぼしています。このセロトニンは幸せホルモンとも呼ばれ、精神状態を安定させる作用があります。

Webサイトなどでは「カレーを食べると幸せな気分になる」といった情報が散見されますが、実際にカレーのスパイス（クルクミン）がセロトニン受容体を活性化させて分泌を促すことが報告されています³⁾。ただし、腸内でつくられたセロトニンは血液脳関門を通ることができず、脳に届くことはありません。しかし、セロトニンが消化管粘膜固有層の迷走神経や脊髄神経に発現するセロトニン受容体を刺激することで、脳に影響を与えている可能性はあると思います。

セロトニンは、味覚の神経系でも多量に放出されているため、味覚における神経伝達物質の候補になったことがあります。そこで、セロトニンを産生できないノックアウトマウスを使った試験が行われましたが、味覚の低下とはあまり関連が見られなかったようです。セロトニンと味覚の関連については、味覚を調節する作用など様々な説が論じられているので、今後の研究が期待されます。

消化管の味覚センサーを良好に保つためにも食生活を整えることが大切

●消化管の味覚センサーのはたらきには、腸内細菌も何らかの影響を与えているのでしょうか。

明確なエビデンスはありませんが、腸内細菌叢のバランスが良好で腸内環境が整っていることは、消化管の味覚センサーに良い影響をもたらすことは十分に考えられます。その意味でも、ヨーグルトや乳酸菌飲料などの発酵食品の摂取は大いに勧められます。発酵食品に含まれる乳酸菌やビフィズス菌は、腸内細菌叢のバランスを整えると同時に免疫系にも良い影響を与えるからです。これらの発酵食品は、たまに食べるだけでは効果が少なく、

日頃の食習慣に組み入れて初めてそのメリットが実感できると思います。

また、腸内細菌のエサになる食物繊維の摂取も大切です。食物繊維を含む食品は加工度の低い、形の残ったものが理想的だと私は考えています。例えば、切り干し大根やわかめ、椎茸、胡麻、昆布、海苔などの乾物を利用するのもお勧めです。常温で日持ちし、調理の際も簡単に利用できます。乾物に味噌と熱湯を加えれば、立派な味噌汁になります。ご飯は精製された白米より玄米。ごぼうなどの根菜や豆類も食物繊維は豊富です。

このような加工度の低い食品は、未知の栄養素も含まれると考えられます。味覚障害は、栄養素の欠乏が原因で起きることがあり、そのような場合は食事の改善で治癒が可能です。同様に、消化管の味覚センサーの状態を良好に保つには、多様な栄養素の摂取が不可欠だと思います。

●最後に読者にメッセージをお願いします。

「食」という文字は「人」を「良く」と書きます。栄養素の補給とともに豊かな味覚を楽しみ、人を心身ともに良くする、健康にするのが食の基本です。そのためには、繰り返しになりますが、加工度の低い食品を食べることが一番です。加工度の低い、できるだけ添加物の少ない食材を自分で手間をかけずに調理して食べる。そして、たまのハレの日に外食して手の凝った料理を楽しむ。そんな食生活こそ、舌にとっても消化管の味覚センサーにとっても「おいしい」食生活と言えるのではないのでしょうか。

《文献》

- 1) Kaji, et al. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol 2009; 296 (5) : G971-81.
- 2) Jang, et al. Proc Natl Acad Sci USA 2007; 104: 15069-74.
- 3) Kulkarni, et al. Psychopharmacology 2008; 201: 435-42.