

酸味を感じる仕組み

石井 翔

寿司を食べる。舌を使ってネタの旨味やシャリのほどよい酸味を感じる。そしておいしいと思う。味を感じる感覚、すなわち「味覚」は食品中の成分が糖やアミノ酸のように生体にとって必要なか、あるいは腐敗物、毒物のように有害かを弁別するために必要な感覚といわれる。しかし現代社会においては食事をおいしく楽しみ、クオリティ・オブ・ライフを向上させるために必要な感覚という側面も強く現れていると筆者は考える。近年、味覚に関する研究が目覚ましい進展を遂げている。本稿ではその一端を紹介したい。

喫食によって口腔内に取り込まれた食品中の呈味成分は、舌の茸状乳頭、葉状乳頭、有郭乳頭、軟口蓋に存在する味蕾と呼ばれる組織で受容される。味蕾は50-100個の味細胞で構成され、タマネギ状の形態をしている。味細胞は形態学的特長よりI, II, III, IV型細胞に分類される。味蕾は上皮細胞に埋め込まれるように配置しているが、味細胞の先端部分は外界に露出しており呈味成分と接触することができる。この先端部分に味覚受容体が存在し、口腔内の呈味成分を感知し、味細胞内にシグナルを伝達する。シグナルは味細胞から味神経に伝達され、味神経を通じて脳に到達し、味が認知される。

味は甘味、旨味、苦味、塩味、酸味の5基本味に分類され、これらはそれぞれ異なる味細胞で受容される。甘味受容体はT1R2/T1R3、旨味受容体はT1R1/T1R3、苦味受容体はヒトでは25種類あるT2Rと呼ばれるGタンパク質共役型受容体であり、II型細胞に発現している¹⁾。塩味はアミロライドと呼ばれる阻害剤によって部分的に抑制されることから、アミロライド感受性の受容機構と非感受性の受容機構の両方が存在することが示唆されていた。近年、アミロライド感受性の塩味受容を担う受容体として、イオンチャネル型受容体であるENaCが機能していることが明らかにされた。

酸味に関してもその受容機構が明らかにされつつある。III型細胞は酸に反応することから酸味受容細胞と考えられている。III型細胞にはイオンチャネル型受容体PKD2L1が発現している。PKD2L1発現細胞を特異的にジフテリア毒素により死滅させたマウスでは、酸味刺激に対する味神経応答が失われたことから、PKD2L1発現細胞が酸味受容を担っていることが示された。PKD2L1は、葉状乳頭、有郭乳頭でPKD1L3という分子と共発現している。両者は相互作用して味細胞の先端

部に局在する。両分子のヘテロマーPKD1L3/PKD2L1が酸応答性を持つことが、培養細胞を使った実験により確かめられている²⁾。PKD2L1-KOマウスでは、酸味刺激に対する味神経応答が部分的に低減し、またIII型細胞の酸刺激に対する応答も弱まった³⁾。これらのことからPKD2L1が酸味受容体であることが示唆されている。

しかしながら、酸味受容機構の全体像の解明は今後の研究を待たねばならない。酸味受容体の機能を担う分子はPKD2L1以外に存在することも示唆されている。このことは、PKD2L1-KOマウスでの表現型が限定的であったことなどから支持されている。酸味は基本的にpH低下依存的に惹起される感覚である。しかし、酸溶液のpHを段階的に下げた際に、酸味を感じ始めるpH(閾値)は酸の種類によって異なる⁴⁾。同じpHで比較した場合は酸の種類により酸味強度が異なる。たとえば、同じpHで比較すると、食酢の酸味成分である酢酸は、レモンの酸味成分であるクエン酸や無機酸である塩酸よりも酸味強度が高い。また、酸の種類によって酸味の味質が異なることも知られている。酸分子の疎水性や解離定数など、化学的性質が酸味の味覚シグナリングに影響することが示唆されつつあるが、酸の種類により酸味の強度や味質の差が生じる機構は明らかではない。酸は嗅覚系や体性感覚系でも受容されるため、食事の際に我々が(広義に)酸味として捉える感覚は、これらを混同した複合的な感覚であると類推される。酸の種類により嗅覚系や体性感覚系への作用が異なることが明らかになっており⁵⁾、酸味の強度、味質の差異の要因となっている可能性もある。

冒頭申した通り、味覚は食事をおいしく楽しむための感覚でもあると筆者は考える。食品の味は実に繊細なバランスの上に成立している。酸味の強さはもちろん、酸の種類による味質の差異も食品の香味品質設計上非常に重要な要素である。酸味の受容機構に関する研究のさらなる進展にとともに、よりおいしい食品が食卓に届くことを強く願う。

- 1) Yarmolinsky, D. A. *et al.*: *Cell*, **139**, 234 (2009).
- 2) Ishimaru, Y. *et al.*: *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **103**, 12569 (2006).
- 3) Horio, N. *et al.*: *PLoS ONE*, **6**, e20007 (2011).
- 4) 多田ら: *栄養と食糧*, **25**, 83 (1972).
- 5) Arai, T. *et al.*: *Neuroscience*, **165**, 1476 (2010).