



図8 実験の一場面

参加者は高校生。この日はたまたまハロウィンだった。



図9 ミラクル・フルーツ

(大村園芸提供)

通販で買える。生もあるが、フリーズドライのものもあり、それもある。

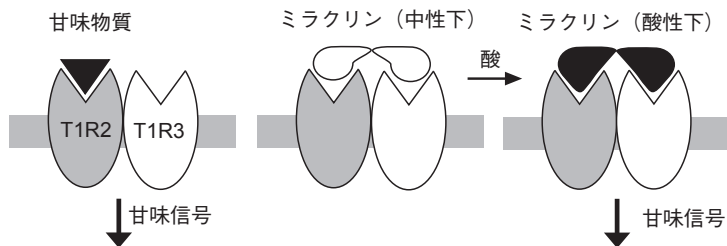


図10 ミラクリンの原理

甘味受容体はT1R2とT1R3の二量体で、ミラクリン（これも二量体）と結合する。しかし口内の通常の中性pHでは受容体を活性化しない。そこに酸がくると、ミラクリンの構造が変わり、甘味受容体を活性化して味細胞が興奮し、脳（島領域）が「甘い」と判断する (Koizumi, A. et al. 2011 *PNAS* 108:16819-24 にもとづく)。

ミラクル・フルーツと味覚修飾物質

今日最後のテストは、これ。ミラクル・フルーツという木の実の作用についてだ。まずポッカレモンを少しなめてみよう。これも果汁一〇〇%だ。酸っぱい。しっかりと酸っぱいことを確認できたら、この感覚をしばらく覚えておいてね。

次に、ここに取り出したのは、ミラクル・フルーツ、奇跡の果実という(図9)。通信販売で買った。結構高いんだぞ。一人一個ずつとって、半分か四分の一に切って、皮をむいて、なめてごらん。口の中で転がして、まんべんなく塗りつける感じで。呑みこまないこと。呑んでも別に毒ではないけれど、もつたないから。洗ってまた使える。四分の一に切ったのは、残りをうちに持って帰って、家族や友達に試してもらうためだよ。

さて、もう十分塗ったと思ったたら、もう一度さっきのポッカレモンをなめてみよう。どんな味がするかな。酸っぱくなくなっただでしょ？ もしまだ酸っぱく感じるようなら、口の中にまだ塗り残し部分があるってことだ。いうなれば「耳なし芳一」^{ほういち}状態だな。もう一度さっきの実をなめてから、トライしてごら

▼16 — 平家の亡霊に誘拐されないうよう、和尚が全身に経文を書いたが、耳だけ書き忘れ、そのため耳をもぎとられてしまった琵琶法師。

ん。今度こそ酸っぱくないでしょ。レモンジュースもゴクゴク飲める。生のお酢だって飲める。さっきのオレンジジュースやパインジュースを試してごらんもう、ただの砂糖水みたいな味かしらないと思う。この効果は一五分くらいで消えてしまうから、しばらくするとまた酸っぱさが戻ってくるよ。

これはミラクル・フルーツに含まれるミラクリンというタンパク質のしわざだ。ミラクリンを抽出して構造を決定したのは、横浜国立大学の栗原良枝教授(1932-2003)だ。^{▽16}ミラクリンのように味を変えてしまう物質を味覚修飾物質という。他にも、たとえばギムネマ茶のギムネマ酸(甘味を感じられなくなる)とか、コーヒーに含まれるクロロゲン酸(ただの水が甘くなる)とか、いくつも知られている。さっき、食塩水のテストをしたとき、塩味を感じ始めたならそれ以上は試さないで、といったのは、食塩にも味覚修飾効果があるからだ。^{▽18}

ミラクリンがなぜ酸味を甘味に変えてしまうかは、栗原先生が亡くなられたあと、お弟子の日本の女性研究者たちの努力によって、最近明らかになった(図10)。ミラクリンは、甘味受容細胞の表面にある甘味センサー分子(TIR2-TIR3二量体)と結合する。でも、ただ結合するだけで、活性化はしないから、それだけでは甘くない。しかし、ここで酸がくると、ミラクリンの構造が変わる。甘味センサーに結合したまま形が変わって、甘味センサーを活性化するよ

▽17 — 味物質を変化させるわけではないので、味覚を変えようとしたほうが悪い。

▽18 — 甘味感度を高める。だからスイカに塩をふると、より甘く感じる。また、旨味感覚も高める。刺身は醤油をつけたほうがおいしい。「素材の味」とか通ぶって、何もつけずに食べるのはあまり賢くない。

うになる。甘味センサーが活動すれば、脳は糖がきたと解釈せざるをえない。つまり、酸を甘く感じるということになる。

ミラクリンは、砂糖をとらずに甘味がえられるから、ダイエット食品として有望だ。だから、近い将来、食品サプリメントとしてドラッグ・ストアで売られるようになるかもしれない。美容のためばかりでなく、肥満や糖尿病などで砂糖を制限する必要がある人にも役立つだろう。ただし、大きなタンパク質なので、完全人工合成にはコストがかかる。ミラクル・フルーツは、温室があれば日本でも育つから、人工合成するよりうちで栽培するほうがいいね。¹⁹

▼解説 1

光と脳



そもそも光には、波長という属性はあるが、「色」という属性はない。ただ動物の脳が光の波長を「色」という感覚に割りつけているだけだ。本文で「ヒトが黄色と感じる光」「ヒトが赤と呼ぶ光」と、もってまわった言い方をしたのは、その点を強調しなかったからだ。

脳の仕業だから、ヒトが「色」と呼ぶ感覚には割り当てず、もっと別の感覚に割り当てたってよいわけ、そうしている動物もいるかもしれない。たとえば、ヒトが赤と呼ぶ波長七〇〇ナノメートル付近の光を突出した感覚に、ヒトが紫と呼ぶ波長四三〇ナノメートル付近の光を落ちくぼんだ感覚に割り当てて、風景を凸凹として認識している動物もいるかもしれない。

本文で太陽の光は三色ではない、といった。実際、太陽光のスペクトル（波長分布図）は、四〇〇〜八〇〇ナノメートルのヒトの可視領域では連続的である（全く平坦というわけではなく、長波長側がやや少ない）。しかし、人工照明も同じとはかぎらない。

白熱電球のスペクトルは連続で、まあ太陽光に近いが、蛍光灯のスペクトルは青、緑、橙にピークをもつ。ほぼ三山である（管の内側に塗る蛍光物質の選び方で、昼光色とか昼白色とかの管になる）。最近エコ（高エネルギー効率）の観点から普及しつつある白色LED照明は、青の鋭いピークと黄のなだらかなピークから成る二山である（四六五ナノメートルの青色LEDと、それを五六〇ナノメートル周辺の光に変換する蛍光物質の光との合成であるため）。

蛍光灯やLEDが白い光に見えるのは、本文で説明したようにヒトの網膜の三種類のセンサーが全部活動する結果、脳が白だと解釈するからである。本当に全

波長を含む太陽光の白とは違う。

このことは、生活上結構重要な違いになる。というのは、極端な話、青・緑・赤の鋭い単色光から成る光源の下では、白い飯は白く見えるだろうが、黄色い卵（黄色光を反射する物体）は、光源にもともと黄色光が含まれていない以上反射光もなく、したがって黒く見えることになる。「蛍光灯の下では料理がまずそうに見える」というのは、これが主因である。

最近、美術館の照明に、紫外線がなくて絵を傷めなという理由から、LED照明の導入が進んでいるという。しかし、画家が太陽光の下で描いた絵、たとえばミレーやターナーの風景画は、LED照明下の鑑賞者には画家が意図した色とは違った色に見えることになる（そのため美術館用のLED照明の開発も行われている）。

▼解説2 化学調味料



「旨味」といったが、より正確には、アミノ酸・核酸味というべきかもしれない。グルタミン酸は、コンブやトマトに豊富に含まれ（イタリア料理でトマトを多用するのは、日本料理の昆布と同じ役割、ダシとしてである）、旨味センサー細胞を活性化する代表的な物質だが、それ以外の物質もこのセンサーを活性化することができる。

たとえば、鰹節の旨味はイノシン酸、干し椎茸の旨味はグアニル酸というヌクレオチド（ヌクレオチドとは、遺伝子DNAやRNAを構成する分子）だが、これらも旨味センサーを活性化する。

呈味^{ていみ}アミノ酸や呈味ヌクレオチドが、センサー細胞の何と結合するかも、わかっている（T1R1-T1R3二

量体)。両者は同じ分子の別の場所に結合する。このことが、「合わせだし」の原理につながっている。つまり、昆布だしのグルタミン酸で活性化した「コラーゲン」は、鰹節だしのイノシン酸によってさらに活性化される。これが合わせだしの原理である。²¹

アミノ酸やヌクレオチドが「旨い」のはなぜか。それは、動物がこれらの物質を必要とするからである。逆のいい方をすれば、動物は必要とするものを「旨い」と感じることによって摂取を促し、生き残ったのである。もしこれを「旨い」と感じなければ、栄養失調に陥って子孫を残せなかったはずだ。

同じことは、甘味（糖類、つまりエネルギー源の味）、鹹味（塩類、つまりイオン源の味）にもあてはまるし、逆に動物が避けるべき信号としての酸味（腐敗物の味）、苦味（アルカロイド、毒物の味）にもあてはまる。

コンブが、なぜコンブ自身が必要とする以上にグル

タミン酸を含むのかは、わからない。単なる偶然かもしれない。しかし、鰹節がイノシン酸を豊富に含むには理由がある。

カツオは泳ぎを止めると死んでしまう魚で、常に高速で泳いでいる。²²当然、その筋肉はエネルギー源であるATP（アデノシン三リン酸）を大量に蓄えている。カツオを獲ってしばらくおけば、ATPはADP（アデノシン二リン酸）、そしてAMP（アデニル酸）へと分解されていく。この時アデニンデアミナーゼという酵素がともに働くと、ATPはIPTPに、ADPはIDPに、AMPはIMPになる。このたまるIMPこそ、イノシン酸である。だから、回遊魚の干物は、皆いいだしを出す。煮干し（イワシの干物）、サバ節。逆に、あまり動かない魚、泳がない魚はだしには不向きだ。ヒラメ節、タイ節はきつとあまりうまくない。もしアデニンデアミナーゼが働かないと、AMPがたまることになるが、それが軟体動物や節足動物の肉

の旨味になる。イカ、ホタテ、エビ、カニの旨味はこれである。²³

グルタミン酸の話に戻ろう。この「味の素」が、脳内で神経細胞が使う情報伝達物質でもあることを提唱したのも、日本人研究者である。慶應義塾大学医学部の林麟教授だ。林先生はこの成果を一九六〇年、『頭のよくなる本』（カッパ・ブックス）に書いて、年間ベストセラー第二位にした。それもそのはず、林先生は直木賞作家（一九三七年度）なのである。その筆力は絶大で、この本を熱心に読んだ世のお母さんたちは、わが子に毎日小さじ一杯ずつ味の素を食べさせた。筆者も食べさせられた一人である。

今考えると、大変危険な行爲だった。脳には、厳格な関門があつて、脳に入れてよいものと入れてはいけないものを区別しているが（だからふつうは味の素を飲んでも効かないはずだが）、高熱などでこの関門が十分に働かなくなると、グルタミン酸も通つてしまい、

無差別的な興奮（つまり、^{けいれん}痙攣）を引き起こすことになる。

なお、この年のベストセラー第一位は、謝国権の『性生活の知恵』で、世のお母さんたちはこちらも熱心に読んだ。