Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)

バイオメカニズム学会誌, VOL. 7, No.3 (1983)

解　説

味覚のあいまいさ

斎藤幸子*

1. はじめに

味覚の問題を扱っているとそのあいまいさに直面することがしばしばある。日常生活においても、ある人にとって非常に甘く感じる菓子が、他の人にはそれほどでもなかったり、また同じビールでも風呂上がりに飲むと格別においしいということはよく経験することである。味覚に関する研究では、常にそのようなあいまいさを最少にして味覚についての統一的説明なり法則性を見い出そうとしているのが現状であるが、今回は実際にどの様なあいまい要因があるのかに視点を置いて述べ、今後の味覚研究の方向を探る。

2. 基本味について

1916年にHenning[1]が4つの基本味から成る味の四面体を提案した時には、すでに、基本となる味質は甘味、苦味、酸味、塩から味の4種であるという4基本味説は一般に受け入れられていたと考えられる。その後も4基本味説は味覚を研究する生理学者や心理学者の1つの拠り所となっているが、明確な立証ができないため今日でもしばしば議論の種となる。

最近 McBurney (1974)[2]は「Are there primary tastes for man?」と題する論文のなかで4基本味説を肯定する論拠として次の11項目を挙げている。

1) 内観報告：今日では内観報告はあまり重要視されないが、約1世紀の間、4つの基本味しかないという内観報告の一般的な一致を無視できない。アルカリ味とか金属味という様な味は味蕾以外の他の感覚に基づくとされてきた。

2) 味質と化学的特性との相関：多少の問題点はあるが、酸味がpHと、塩から味はアルカリハロゲン化物と深い関連を有する一方、甘味や苦味に関するShallenbergerの仮説[3]や他の仮説は、連続体としてよりも分離した別々のものと考えられる4つの味受容メカニズムがあるらしいことを指摘している。

3) 味と栄養特性あるいは有害特性の間の関連性：このことは4基本味説を支持する強力な論拠と思われる。塩から味は生命維持に重要な物質と、甘味は一般に熱源と関連がある。苦味物質は一般に有害であり、酸味は腐敗と深い関係を持つ。

4) 混合味の事実：この分野はまだ充分解明されていないが、次のことは明らかである。異質の味を混ぜたとき生じる味は常に混合された味と同じ味質であって、新しい味は生じない。この意味で味覚は分析的であり、このことは基本味がないという考えに反すると思われる。

5) 味覚変容物質や局所麻酔の作用：甘味を抑制するギムネマ酸や酸味物質を甘味に変えるミラクリンは一つの味質に選択的に作用する。また局所麻酔剤は、4味質に異る時間経過で作用する。

6) 閾上感覚強度のマグニチュード関数の指数が味質の間で異る。

7) 4味質の感受性が舌上で異る。

8) 4味質間での温度依存性の相違：我々の研究では、最も影響を受けやすい温度域とその依存度が4味質間で異る。

9) 味質間の交互順応：交互順応実験の結果は、基本味の存在に最も有力な証拠を示すと思う。一つの味質を含む溶液に順応すると、同じ味質を持つ他の溶液の感覚強度が弱められる。庶糖に順応すると他の甘味物質の強度が弱められ、苦味についてもその傾向がみられる。一般に交互順応の効果は順応している味質に限られているが、多少の例外もある。最大の例外は、酸味の交互順応が苦味物質溶液の苦味を弱めることである。

10) 水の味：ある味に順応した後で感じる水の

*製品科学研究所
〒305　茨城県筑波郡谷田部町東1−1−4

NII-Electronic Library Service

Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)

味は、順応した味とは別の4味のどれかである。

11) 味質と時間経過：味覚の時間的特性（反応時間、順応時間）が4基本味間で異る。

McBurney はこれら11項目は、4基本味覚を肯定すると同時に、味情報をコード化する4つの別々の生理学的システムがあることを暗示すると述べている。

しかしこの4基味説は、現在においても絶対的なものではなく、いくつかの反論がある。

Schiffman, Erickson (1971)[4]は、カセイソーダに代表されるアルカリ味が4基本味から成る四面体の外に位置づけられることから、4基本味とは別の基本味の可能性があると述べている。また山口（1977）[5]は、グルタミン酸ソーダ（MSG）に代表される旨味の基本的性質を官能検査の立場から調べ、それ自身の味を有する基本的な味であると報告している。しかし欧米では、「MSGの効果はflavorを改良または強調すること」と考える研究者[6]もいる。

その他の辛味、渋味などは、純粋な味覚ではなく口腔内の温覚、触覚などとの複合感覚であると考えられている。

この様に4基本味説を支持する論拠は数多くあるもののそれを決定的なものとするまでには至っていない。その意味で味覚はまず、その基本味という点であいまいさを残しているといえる。多くの電気生理学的研究も心理学的研究も4基本味説を是認したかたちで行われているが、基本味についてはこの様なあいまいさが残されているということを前提としてデータを扱うことが必要であろう。

3. 基本味と呈味物質

基本味と呈味物質の化学的特徴の間にはある程度の相関がみられるものの、その対応関係は単純明確ではない。例えば、塩から味はアルカリ金属塩によって生じるが純粋な塩から味だけを生じさせるのは食塩のみで、他の塩は苦味や酸味も含む。[11] 酸味は酸の PH に依存して生じるが、同じ PH でも陰イオン基によって酸味の強さが異る。[11] 苦味を呈する物質はカフェイン、キニーネなどのアルカロイド類、柑橘類やビール等の苦味成分であるテルペン類、天然系L－アミノ酸の一部、および蛋白質を分解した時生じる苦味ペプチドなど多種類に渡り、化学構造上の共通点はみつかっていないが、苦味を呈するアミノ酸のほとんど、ペプチドの多くは疎水性であることが知られている。[15] 甘味を呈する物質の種類も非常に多く庶糖、フルクトースなどの糖類、ズルチン、サッカリンなどの人工甘味料、非天然系D－アミノ酸のほとんど、さらに南米の植物ステビアの葉から抽出されるステビオシド、西アフリカ産の植物の果実から抽出される蛋白質モネリン、タウマチン等がある。shallenberger（1967）[7]は、甘味物質には互に3 A° 離れたプロトン供与基（AH）とプロトン受容基（B）があり、それらが受容部位のAHとBの部位と水素結合した結果甘味が生じると仮定した。さらに kier（1972）[8]は AH－B 系の他に甘味物質が強い甘味を呈するためには、第3番目の結合部位(X)が必要であると述べ、AH－B－Xによる結合関係を仮定した。一方 AH－B系、AH－B－X 系共、甘味受容体が一種類であるという仮定に立っているが、蛋白質と思われる甘味受容体にはいくつかの異る種類があることを想定させる心理的実験結果も報告されている。[9]

このような基本味と化学特性との対応の不透明さは、基本味に対する化学受容メカニズムの解明を一層困難にしている。基本味が化学構造上の特徴で明確に規定されないため、味覚実験では、純粋基本味を呈する物質としては経験的に甘味は庶糖、苦味は硫酸キニーネ、酸味は酒石酸、塩から味は食塩、が用いられている。しかしこれらが純粋に基本味を代表しているということについて特に食塩の場合には問題がある。図1は4基本味の閾値測定におけるばらつきを示す。標準偏差は5人の被験者の4回～5回の繰り返しデータについて算出されているが、塩から味の閾値のばらつきは甘味の4.5倍、苦味の3.4倍、酸味の2.4倍と非常に大きい。塩から味の閾値を個々にみると、5人のうち3人の被験者は繰り返しの後半で、閾値が大巾に下る。これは前半では薄い濃度から順に、無味→甘くかつ少し塩からい→塩からいと報告し

NII-Electronic Library Service

Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)

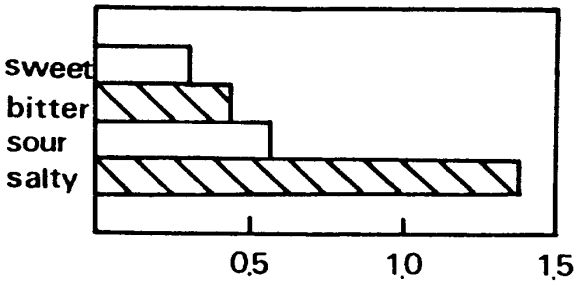


図1　4基本味の閾値のばらつき
横軸の目盛は庶糖、硫酸キニーネ、酒石酸、食塩の濃度の関数として表わされた甘味、苦味、酸味、塩から味の心理的な味強度尺度を示す。

ていたのが、後半では甘いがなくなり無味の次にすぐ塩からいとなるためである。ある被験者の内観報告では閾値の判断基準が塩からいから、他の基本味にはないあと味の爽快さに変わったと言っており、それが閾値の低下になったと思われる。ここでは繰り返しにより一種の条件づけができたことになり、閾値の意味としては前半で得られた濃度の方が適当と思われる。他の1人の被験者は前半のまま後半も高い閾値を示し、あと1人の被験者は前半では低い閾値を、後半では塩味と甘味を感じるようになり、逆に閾値が上昇している。これらの結果は塩から味の閾値測定の呈味物質として食塩が最適でないことを示している。しかし食塩以外の塩は比較的濃い濃度においても苦味あるいは酸味を伴うと言われているため、低濃度の場合だけでなく高濃度においても塩から味の代表としては不適切である。それ故現段階では塩から味の閾値測定に食塩を用いることはやむをえない。そこで一つの対策として、塩から味の閾値を次のようないくつかの段階に分けてみることも考えられる。

① 検知閾値（何の味かわからないが味がする。）
② 別味認知閾値（甘い味等の塩から味以外の味がする）
③ 複合味としての認知閾値（塩から味と他の味がする。
④ 塩から味のみの認知閾値（塩から味のみがする。）

閾値は味の心理的尺度を構成する場合の原点として重要な濃度であるが、認知閾値として上記の③をとるか④をとるかでかなり差が生じるので食塩を用いる限りにおいてはどちらかに決めておいた方がよい。後味の爽快さという場合は②のレベルの濃度にあたる。

4. 味覚における個人差

味覚や嗅覚は、視覚や聴覚に較べて、順応や日常的な体調の変化による影響を受けやすいため、個人内及び個人間のばらつきが大きくなると考えられる。図2は横軸に示された7段階の庶糖、サッカリン、タウマチン溶液の甘味強度を、縦軸に示された7段階の庶糖の甘味強度によって表わす実験で、比較的個人内ばらつきが小さい被験者Aと比較的個人内のばらつきが大きい被験者Bとの結果である。1から7までの濃度段階は1.6の比で等比的に増していく。庶糖溶液相互のマッチングで被験者Aより誤りの多い被験者Bは、人工甘味料のサッカリンや熱帯植物から抽出された蛋白質タウマチンのマッチングにおいても被験者Aより半断がばらついている。このように個人内のばらつきの大きさがある程度被験者に固有のものである傾向は、この実験に参加した他の7人の被験者においてもみられた。このばらつきが極端に大きい被験者は味覚の感受性実験の被験者として適格とはいえない。この実験でも10名の内1名が庶糖溶液間でのマッチングが悪く除外された。この様な極度に不安定な判断が起きる理由としては、受容器レベル、神経伝達過程、あるいは中枢の味覚領での機能的異常も考えられるが、その場合は個人内のばらつきとしてよりも他の被験者との相違として表われることが多いと思われるので、この場合はむしろ性格に起因するような実験場面への不適応等が考えられる。受容器レベル、神経系での異常による被験者の適・不適をある程度知る方法としては、フェニルチオカルバミド（PTC）の苦味を感じない人を調べる味盲テスト、基本味溶液および電気味覚計による鼓索神経領域、舌咽神経領域、大錐体神経領域での感受性テストなどがあるので実験前にチェックすることが望ましい。

NII-Electronic Library Service

Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)

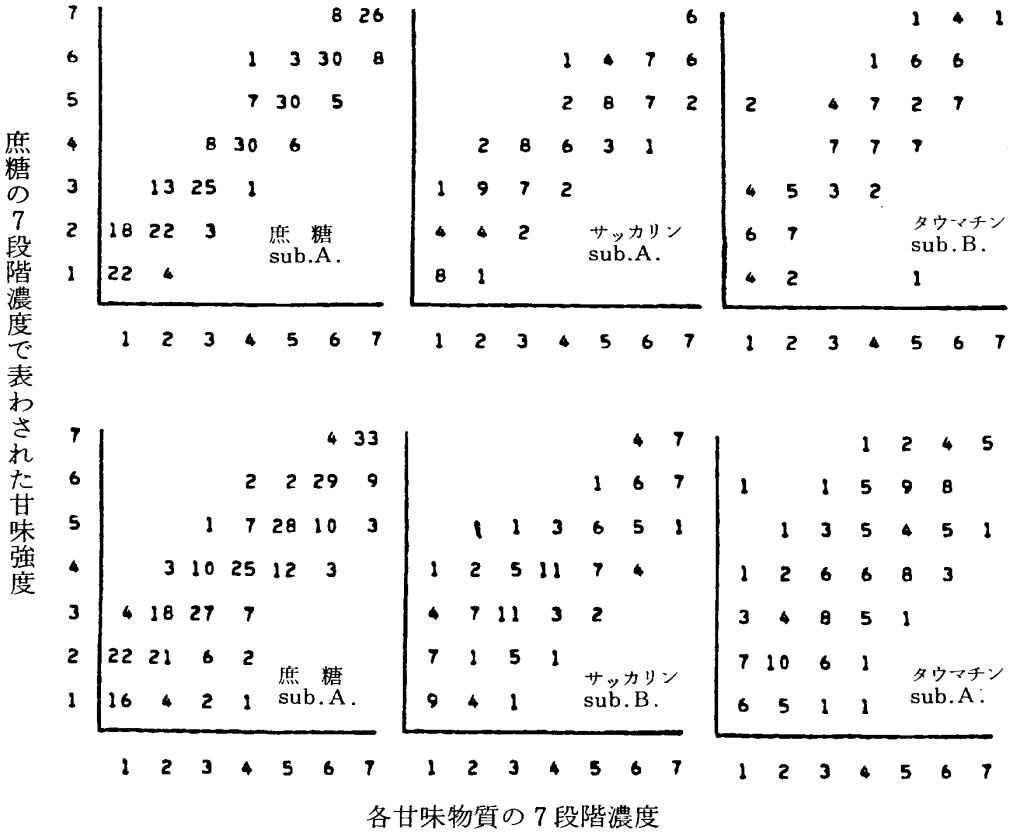


図2　甘味強度の測定に於ける個人内、個人間ばらつき

一般的な個人内ばらつきの原因については5節で味覚をあいまいにする要因として挙げる。

被験者間の判断の相違は主に判断基準の違いにより生じる。図3は5人の被験者が種々の味溶液の相互類似性を判断した時の各被験者の判断の同質性を検討した結果である。方法は印東[16]によって提案された被験者間相関行列をもとに因子分析を行うもので、この例では2つの異なる比較条件での判断基準が異なるかについても検討するため、被験者A～Eおよび異なる条件でのA′～E′の判断について相関行列を求め因子分析を行った。図より被験者Eは第1因子負荷量が他の被験者と較べて小さく、判断の共通性が少いことがわかる。また条件が異るE,E′は第2因子軸上で反対方向に別れ、両者間に判断の共通性が乏しいことを示し、この点についても被験者Eは他のA～Dの被験者と異質であるといえる。このような場合平均的傾向を知ろうとすれば、判断基準が同質でない被験者は別にして分析した方が明解な結果が得られる。

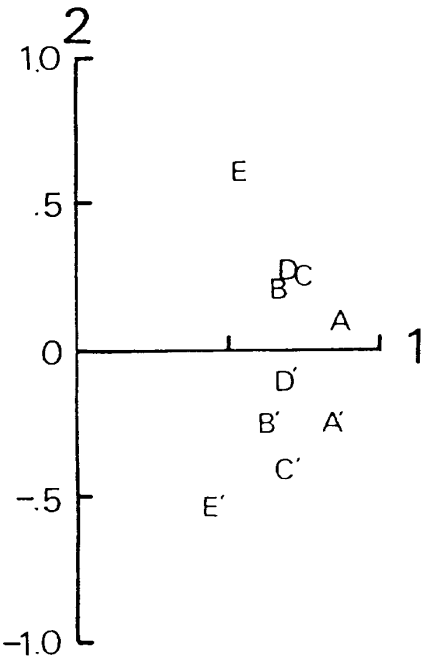


図3　判断基準の同質性
A～Eの英文字は5人の異る被験者を示す。AとA′(BとB′,CとC′,DとD′,EとE′)は被験者A(B,C,D,E)の異った2種の実験条件を示す。

NII-Electronic Library Service

Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)

さらに、異る基準をもつ被験者の判断構造を知るためには個人差を考慮した種々の多次元尺度構成法のモデルが役に立つ。

5. 味覚をあいまいにする諸要因

McBurney ら (1973)[10]は味溶液の温度が NaCl Dulcin, HCl, QSO_4 の味覚閾にどのように影響するかについて調べた。17℃から42℃の5°C間隔の測定では、4味共42℃の時一番閾値が高く、17℃も比較的高い。最も閾値の低いのは NaCl で℃, Dulcin で22℃, HCl で32℃, QSO_4 で27℃である。4味共比較的閾値が低く、安定しているのは22℃と27℃であるが Dulcin はこの間でも2倍弱の閾値濃度の差がある。一番濃度の影響を受けやすいのは Dulcin で最低閾値と最高閾値の濃度差が約11倍である。硫酸キニーネが次に影響を受けやすく約6倍、一番少ないのが NaCl, HCl が3倍の濃度差である。このように味質によって影響の度合が異なるため、基本味を混合したときの温度の影響はさらに複雑となり、最も安定している 22℃～27℃ の間でも多様な複合味を呈することが推察される。このため複合味の実験では温度の条件統制の精度について充分配慮しなければならない。

個人内のばらつきを大きくする要因として身体内部状態の変化がある。副腎皮質の障害のため血液中のナトリウム濃度の調節ができなくなった患者は、血中のナトリウム濃度が低下するため、食塩を非常にほしがるようになり、食塩の閾値も低下する。[11]これを副腎皮質を除去したラットについて調べると、欲求が増すのは食塩、重曹などのナトリウム塩に対してのみであること、[11]また閾値以上の食塩に対する単一鼓索神経応答は正常ラットより減少するが、他の基本味では正常ラットと変わらないこと[12]が報告されている。

また甘いものを欲求する糖尿病患者では、血糖が上昇し糖の閾値が正常者に較べて高くなる。[11]塩からいものを欲求する本態性高血圧症患者は血中ナトリウム濃度は正常であるが、唾液中のナトリウム濃度の上昇により塩から味の閾値が上昇することが知られている。このように身体内部状態の変化に基づいて生じる生理的要求の変化が閾値や嗜好の変化につながってくると考えられる。体内の栄養素の平衡状態を保とうとするホメオスタシス(生体恒常性)は、正常者にも多かれ少なかれ起きていることが考えられ、それが同一個人内での感受性の変動として現われると推察される。

個人の味の嗜好を規定する要因として“味のすりこみ”がある。これは幼少時に経験した味によって成人の嗜好が左右されるというもので Capretta と Rawls[13] (1974)のラットによるにんにくの嗜好に対する実験では、生後初期に与えたものほど嗜好が強くなると報告している。一方大井[14]は動物に最も嫌われている苦味について、塩酸キニーネを生後初期に与えたラットは、生後他のラットが嫌わない薄い塩酸キニーネ溶液も嫌うことから、感受性が高くなるのだろうと報告している。

味覚の感受性や嗜好をあいまいにする要因として味溶液の濃度、身体内部状態の変化、味のすりこみを挙げたが、その他にも順応しやすいこと、順応回復時間が味によって異なること、年令による感受性の違い、性格による判断特性の相違、高価なものがおいしいとか健康によいものがおいしいといった食品に対する価値感、時代による嗜好の変化、民族差等が考えられる。この中にはある程度実験的に統制できる問題もあるが、身体内部状態等統制の困難な問題もある。

6. おわりに

現在味覚の研究は、生理学、解剖学、動物学、生化学、臨床、心理学、生体工学等の分野から多角的に行なわれているが、そのほとんどが未知の領域である。ここでは主に心理学的側面でのあいまい性について、基本味、呈味物質、判断のばらつきおよびその要因について述べた。味覚は基本味が何であるかという基本的な感覚特性についても議論が残されており、一方で被験者の身体内部状態や味のすりこみという味覚の感受性や嗜好の個人差をひき起こす独特の要因もある。この様な多くの変動要因を含む味覚の研究を進めるには、実験で再現性のある結果が得られる工夫をすると

NII-Electronic Library Service

Society of Biomechanisms Japan (SOBIM)

共に、得られた結果について電気生理学等他分野での成果と有機的なつながりを考えていくことが必要に思われる。

文　献

1) Henning, H. : Die Qualitatenreihe des Geschmacks, Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane, 74, 203～219 (1916)

2) McBurney, D. M. : Are there primary tastes for man? Chemical Senses & Flavor, 1, 17～28 (1974)

3) Shallenberger, R. S., & Erikson, R. P. : Chemical structure of compounds and their sweet and bitter taste, Beidler, L. M. (ed.) : Handbook of Sensory Physiology, 4, 221～277, Springer-Verlag (1971)

4) Schiffman, S. S., & Erickson, R. P. : A theoretical review : A psychological model for gustatory quality, Physiology & Behavior, 7, 613～633 (1971)

5) 山口静子：味覚の測定，第5の味うま味について，第7回官能検査シンポジウム（日科技連），15～20 (1977)

6) Sjöström, L. B., & Crocker, E. C. : The role of MSG in the seasoning of certain vegetables, Food Technology, 2, 317～321 (1948)

7) Shallenberger, R. S., & Acree, T. E. : Molecular theory of sweet taste, Nature, 216, 480～482 (1967)

8) Kier, L. B. : A molecular theory of sweet taste, Journal of Pharmaceutical Sciences, 61, 1394～1396 (1972)

9) Faurion, A., Saito, S., & Mac Leod, P. : Sweet taste involves several distinct receptor mechanisms, Chemical Senses, 5, 107～121 (1980)

10) McBurney, D. H., Collings, V. B., & Glanz, L. M. : Temperature dependence of human taste responses, Physiology and Behavior, 11, 89–94 (1973)

11) 佐藤昌康：第62回環研セミナー「味覚と環境」環研報告，6，285～292 (1978)

12) Contreras, R. J., & Frank, M. : Gustatory nerve discharges in sodium deficient rats, Olfaction and Taste Ⅵ (ed., Le Magnen, J. & Mac Leod, P.), 278 (1977)

13) Capretta, P. J., & Rawls L. H. : Establishment of a flavor preference in rats, Journal of Comparative physiological Psychology, 86, 670～673 (1974)

14) 大井修三：ラットの味覚行動に及ぼす初期経験の効果，第11回味と匂のシンポジウム発表論文集，48～51 (1977)

15) 芝　哲夫：苦味と辛味の化学，化学総説，14，味とにおいの化学，東大出版会，129～156 (1976)

16) 印東太郎：新版官能検査ハンドブック，日科技連官能検査委員会編，日科技連，519～521 (1973)

NII-Electronic Library Service