

講演会記録

味の評価と考え方

山口 静子*

ただ今は島田先生より過分のご紹介を頂き有難うございました。また、本日は私の拙ない研究を紹介させて頂く機会をお与え下さいまして有難うございます。私は味の素(株)に入社以来今日まで、大半を官能検査をベースとする味の仕事に従事して参りました。と申しましても、学問的な蓄積はきわめて僅かにすぎないのですが、本日は長年味の評価に従事して感じていることの一端を、官能検査の視点から話させて頂きたいと思います。

官能検査の必要性

近年、味の測定や評価にはセンサーや食味計なども実用化されていますが、いかに科学、技術が進歩しても、味やおいしさの評価で最も大切なのは人間の感覚です。そこに官能検査の必要性が生じて参ります。なぜかと申しますと、測定の対象がモノではなく人間の主観であり、しかも固定したものではなく、働きの中に展開されるものであるからです。例えば、ご飯を口にほうばってじっとしていても味はでてまいりません。食べるという動作に従って現われ、舌の動きや唾液の分泌など、極めて複雑な条件によって味わう瞬間ごとに変化するのが私達が捉えようとする味です。まして、調理においては食品は波動であるとおっしゃられた高名な先生もおられます。そのような波動は心を持つ人間の感覚でしか捉え得ないものであると思います。

それでは官能検査ならば捉えられるのか、といえば決してそうとは限りません。官能検査は実施しさえすれば何らかのデータは得られますが、その妥当性を保証する決め手が乏しいだけに、サイエンスとして納得性のある結論を導こうとすると、いろいろな問題点に突き当たります。官能検査は一見安易な方法と思われるかも知れませんが、実際は大変に難しい方法だと思います。官能検査は歴史的にも新しく、これから発展させなければならない分野であると思います。

先月(1992年8月)私はヘルシンキの郊外で開催された、官能検査の泰斗、故カリフォルニア大学 Davis 校教

授、R. M. Pangborn のメモリアルシンポジウムに参加する機会に恵まれました。P教授が生前発表された論文の数は180編以上にも及び、また多くの後継者を育てられ、この分野での業績は計り知れないものがあります。世界各国からの参加者は220名を超え、4日間にわたって講演約40題とポスター約100題の発表があり、熱心な討議が行われました。その雰囲気はP教授を偲ぶに適わしく、活発な中にも、ユーモアとセンスがあふれ、参加者を大いに勇気づけるものでした。また、ヘルシンキ大学の食品科学部では、コンピュータによるリアルタイム入力装置を導入した、非常に立派な官能検査設備を見学し感心いたしました。日本の大学においても、官能検査教育の一層の充実をはかる必要があると思います。

実験条件の大切さ

さて、官能検査とはご承知のように、モノや人間の特性を、人間の感覚に頼って測定する方法です。測定といっても、条件の緩い測定で、大勢の人間(パネル)に一定の条件下で、試料を味わってもらい、得られたデータを統計的に解析することによって、対象に数字を割り当てることが、官能検査における測定です。最大の特徴は計測器が人間であるということです。人間は個人差が大きく、同一人であっても時と場合によって感じ方は変化します。これは人間の特徴であって欠点ではありません。外界からのおびたしい刺激や内部環境の変化に柔軟に対応し、迅速に判断を下すには、必要の程度に応じて感度を変化させ、判断にある程度の曖昧さを持たせることは合理的なことで、人間の優れた能力です。

そこで、考えなければならないことは、官能検査の結果はパネルや実験のやり方によっていかようにも変化するものであるということです。変化する人間の感覚を、変化する人間を用いて測定する中で不変なものをつかえる、そこに官能検査の難しさと面白さがあるといえます。大切なことはいかに質の良いデータを採るかということになります。それはいかにして目的に合わせたパネルと方法を選び、いかに注意深く実験を行うかにかかっていま

* 味の素(株)食品総合研究所

す。

味覚測定の精度と再現性

しかし、実験のやり方によっては、想像以上に信頼性の高い結果を与えることも事実です。そのことを次の事例でお話したいと思います。これは日米の味覚感度の人種差を調べるために行った実験ですが、カリフォルニア大学の学生と、私どもの研究所の同世代の所員をパネルとして、食塩、ショ糖、グルタミン酸ナトリウム (MSG)、イノシン酸ナトリウム (IMP) の閾値を測定しました²⁾。閾値と一口に申ししても、測定条件によって結果は非常に違ってまいります。いろいろ考えた末、ここでは3点識別試験法によって、味溶液と純水の識別を行うことにしました。味溶液の濃度は6段階設定しました。誰でも分かる濃度から始めて、次々に2倍ずつ希釈し、最後は殆どの人が分からないようにしました。試料は味溶液の入ったカップ1ケと純水の入ったカップ2ケ、合計3ケを1組とし、各々の被験者に6組の試料を与え、各組からそれぞれ味のするものを1ケずつ選んでもらいました。味溶液の濃度が高い組から順次、下降系列的に与えました。被験者には3ケのうち、味があるのは1ケであること、6組の味物質は同じであるが、次第に濃度が低くなることを知らせました。また、最初の一組が終わったところで答を確認することにしました。

各試料に対する正解率には、偶然による正解が1/3の確率で含まれるので、その分を補正して真の正解率を推定し、正規確率紙にプロットします。近似的に直線関係が得られますから、プロビット法などで解析し、真の正解率が50%になるような濃度を求めて閾値とします。

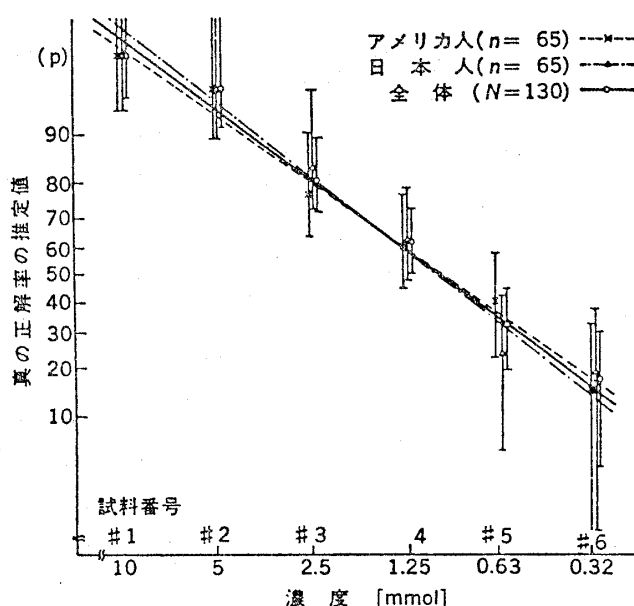


図1. 日米両国民の食塩溶液に対する識別テストの正解率の分布²⁾(偶然による正解の確率1/3を補正してある)

図1は食塩の場合ですが、日本人とアメリカ人の真の正解率の推定値の分布は非常に良く一致していることが分かります。同様に、甘味、うま味いずれの味に対しても感度の人種差は見られませんでした。しかし、私がもっと驚いたのは官能検査の再現性です。実験条件を揃えれば、たとえ違う国で行った実験であってもこれほど一致した値を示すということに意を強くした次第です。

また、この方法では被験者の感度の限界を測ることができると思います。同じ3点識別試験法でも、例えば味物質が入っているのは1ケか2ケかのヒントが与えられず、しかも組によって1ケだったり2ケだったり変化するような場合は正解率はかなり低くなるはずですが。この実験では試料を誰でも分かる濃度から始めたことにも意味があります。例えば、最初の組のMSGの濃度を10mMとし、次々に2.5mMまで検査していった場合、2.5mMのMSGに対する正解率は87%でしたが、いきなりこの試料を検査した場合の正解率は69%に過ぎませんでした。閾値近傍では味の質がかなり曖昧ですから、被験者は最初に着眼点を誤ると最後まで勘違いのまま進んでしまうからです。そういう場合には正解率が下るだけでなくデータは安定しませんし、日米の閾値に差がついたとしても、味覚感度に差があったのか、問題の理解力に差があったのかわからなくなってしまうのです。

また、比較の公平さについての配慮も重要です。例えば、試料を3ケずつ横に並べて置きますと、被験者は例えば右端を正解としたときは、次の試料の組では同じ位置に正解がある確率は小さいと考え、真ん中か左端から正解を選ぶとしますし、試料をセットする実験者の方も、前の組とは違った位置に置くことがランダムだと考える傾向があります。そうすると偶然による正解率は1/3より大きくなってしまいます。こういった偏りを防ぐには、試料を一行に並べずランダムに置くなどの配慮が必要です。また、用いる試薬やカップなどは全て同一メーカー、同一ロット、純水製造装置も同一メーカー(Mili-Q)のものを使い、最高度の純度を保つとともに、温度差も生じないように細心の配慮をしました。このような配慮は数え上げたらきりがありませんが、通常論文ではあまり触れられていないだけに、非常に重要なポイントだと思います。

人間の味覚の鋭敏さ

このような方法で測定したとき、人間の味覚はどの程度鋭敏であるかを見てみたいと思います。表1は先のような3点識別試験法によって30名のパネルが有意に識別できる最低濃度を測定した結果³⁾です(以下、パネルは20~30代の一般の研究所員)。生体防御のためのシグ

ナルといわれる苦味の閾値は一般に低い場合が多いのですが、硫酸キニーネは0.000049% (約0.5ppm) まで識別できます。このことは官能検査に用いる試薬の純度に

表 1. 5 基本味の代表物質の閾値 (% , w/v)³⁾ (n=30)

ショ糖	食塩	酒石酸	硫酸キニーネ	MSG
0.086	0.0037	0.00094	0.000049	0.012

もいかに注意が必要であるかも示唆しています。これらの値は文献に見られる閾値に比べて低めであると思いますが、閾値は測り方によって大いに変動することは、先ほど申し上げた通りです。例えば、食塩水を単独で味わったときには0.1%でも味は殆ど感じられないはずですが、この方法ではその30倍も薄い0.0037%まで識別できるのです。この閾値はNa⁺で決定されと考えられますが、Na⁺にして15ppmに相当します。同様にいろいろな塩類の閾値を測ってみますと、Ca²⁺やMg²⁺は2~3ppmまで識別できることが分かります (表2)。

私達が何気なく飲んでいる水道水には閾値の何倍かのCa²⁺やMg²⁺その他が含まれていますから当然味があるはず。伊勢神宮で神事に使われるような特別に作ら

表 3. 各種の塩の組成⁴⁾

	マグネシウム (%)	カルシウム (%)	塩化ナトリウム (%)
伊勢神宮粗塩	0.78	0.85	85.52
伊勢神宮焼塩	0.55	0.73	91.29
石川県観光塩田塩(能登)	0.52	0.23	90.62
メキシコ粒砕塩	0.0198	0.0585	96.38
伯方流下式塩	0.1449	0.0676	97.07
新日本化学イオン交換塩	0.0286	0.0433	98.77

* 日本食品分析センターの分析

表 2. 各種塩類の閾値測定 3点比較法による正解数 (n=30)

物質	分子量	10 mM	5	2.5	1.25	0.63	0.31	0.16	0.08	0.40
NaCl	58.44	.0584% 30***	.0292 30***	.0146 26***	.0073 16*	.0037 15*	.0019 12			
NaBr	120.90	.1209% 30***	.0515 27***	.0258 23***	.0129 24***	.0065 15*	.0033 8			
Na ₂ SO ₄	142.04		.0710% 30***	.0355 29***	.0178 25***	.0089 22***	.0044 16*	.0022 11		
NaHCO ₃	84.01	.0840% 27***	.0420 27***	.0210 25***	.0105 22***	.0053 16*	.0026 13			
KCl	74.56	.0746% 30***	.0373 27***	.0187 25***	.0094 21***	.0047 16*	.0024 12			
MgSO ₄ ·7H ₂ O	246.48			.0616% .27***	.0308 25***	.0155 24***	.0077 24***	.0039 17**	.0019 17**	.0010 9
CaSO ₄ ·2H ₂ O	172.17				.0215% 30***	.0108 25***	.0054 26***	.0027 20***	.0014 15*	.0007 11

注) ***, **, *, はそれぞれ有意水準0.1%, 1%, 5%で統計的に有意に識別できたことを表す

れたお塩はとてもおいしいそうですが、表3⁴⁾に引用させていただいた分析値からみてもNaCl以外の成分が寄与していることは明らかです。官能検査はそういった差を識別できなければなりません。

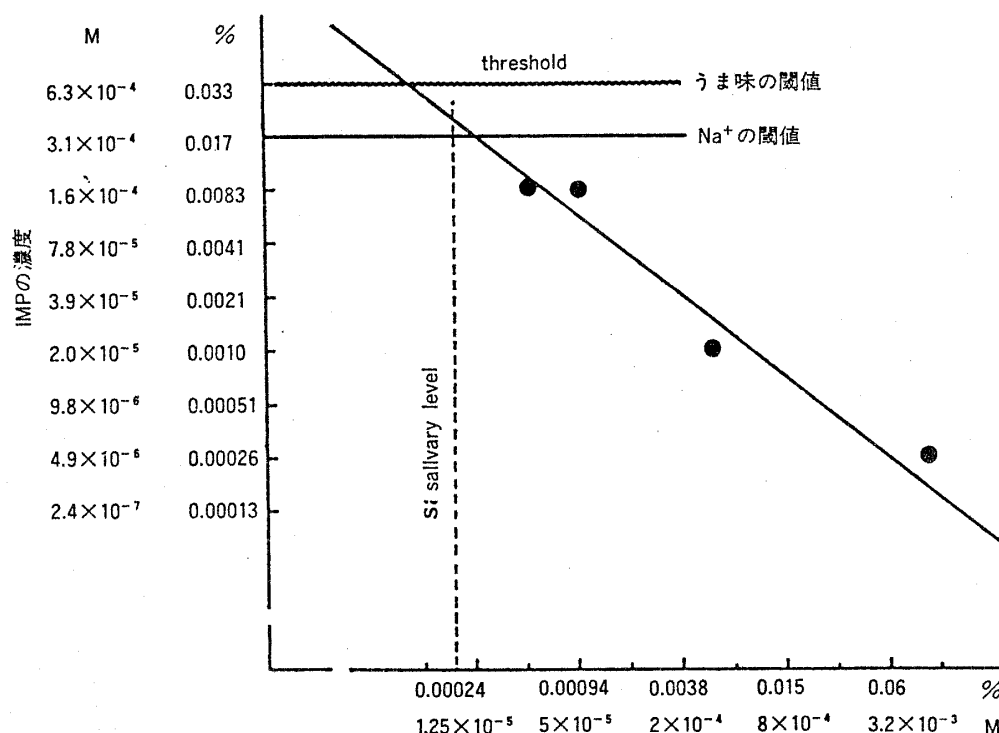
うま味の相乗効果

味にはいろいろな相互作用がありますが、中でもよく知られているのはうま味の相乗効果です。これはMSGのようなアミノ酸系のうま味物質とIMPやグアニル酸ナトリウムのような核酸系うま味物質を混合したとき、うま味が著しく強められる現象です。先ほどお示したMSGの閾値は0.012%でしたが、これを純水ではなくIMP溶液を溶媒として測定しますとIMPの濃度とともに閾値は著しく低下します。例えば、IMP 0.25%溶液中でのMSGの閾値は0.00019% (約2ppm) となります。逆にIMPの閾値をMSG溶液中で測定しても、IMPの閾値は同様に引き下げられます⁵⁾。

図2は共存するMSGの濃度とIMPの閾値の関係を示したものです。一方、ヒトの唾液には遊離のグルタミン酸が、MSG換算で約0.00015% (1.5ppm) 存在します。それに対して、図2から、単純水溶液におけるIMPのうま味の閾値はMSGがどのくらいの濃度存在すれば引き起こされるかを逆算しますと0.000068% (0.68ppm) となります。これは唾液中のグルタミン酸の濃度の半分以下です。そうするとIMPのうま味の閾値は唾液のグルタミン酸によって引き起こされるのではないかという可能性が示唆されます^{2,5)}。

そこで、さらに閾値よりも高い濃度(閾上)のIMPのうま味発現における唾液レベルのグルタミン酸の影響について考察してみました⁶⁾。そのためには、先ず閾上で

味の評価と考え方

図 2. 共存する MSG の濃度による IMP の閾値の変化²⁾

の IMP と MSG の味の強さの関係を明らかにし、さらに IMP に唾液レベルのグルタミン酸を添加したときの効果を測定する必要があります。

うま味の主観的な強さを測る

一般に味の強さの測定法には、直接法と間接法があります。前者は味わったときに感じられる主観的な味の強さをそのまま捉えようとするものです。それを計る客観的な物差しはありません。私達が何かを味わったとき、漠然とではあるがとにかく強いとか弱いとか感じるものを、何らかの数字でとらえようとするのですからかなり難しい方法です。後者は例えばサッカリン 0.01% の甘味の強さはショ糖の 3.5% に相当するということに、ある物質を標準物質として、試料に対する標準物質の等価濃度を求めるものです。味の主観的な強さそのものは直接知ることはできませんが、味の強さを客観的な数字で、しかも高い精度で間接的に表すことができます。

もし IMP と MSG を直接比較することができれば後者の方法が使えるのですが、著しい相乗効果が引き起こされてしまうためにそれはできません。そこで前者の方法で測定を行いました。

そのときに問題になるのは試料の呈示方法です。一人の被験者が一つの試料だけを評価すればこれは完全な独立評価ではありますが、これは評価基準がよほど確立されていない限り困難です。例えば、被験者が一つの石こ

ろを持たされ、「この重さをどれくらいに感じるか、最高度に重いを 10 点として評点をつけて下さい」といわれたとしても、一体何を基準に判断してよいかかわからないと思います。従って、絶対評価といえども実際には複数の試料を評価することによってある程度相対的な判断をせざるをえないことになります。そのときの試料の与え方には、味の弱い方から強いものへと上昇系列的に与えるか、反対に下降系列的に与えるか、あるいはランダムに与えるかなどがありますが、それらによって結果は変わる可能性があります。また、試料の濃度範囲や濃度間隔をどのように設定するかも問題です。また、試料と試料の間で相乗効果、相殺効果、順応などが起こらないようにしなければなりません。

図 3 は IMP の順応について実験した結果です⁶⁾。同じ濃度の IMP 溶液 10 ml ずつを間に口を濯がず 10 回繰り返して味わったときのうま味の強さの減り具合を、最初のうま味の強さを 10 として評価してもらいました。図のように、2 回目以降うま味の強さは急速に減ってしまいます。これは他の味物質でも見られることですが、その度合いが IMP は大きいのです。このような順応の影響をさけるために、一口目のうま味の強さだけに着目することにし、試料と試料の間では 30 秒口を濯ぎ、さらに 30 秒休憩することにしました。

また、試料を上昇系列的に与えた場合には、図 4 のように最初の濃度の影響や、呈示された試料の個数による

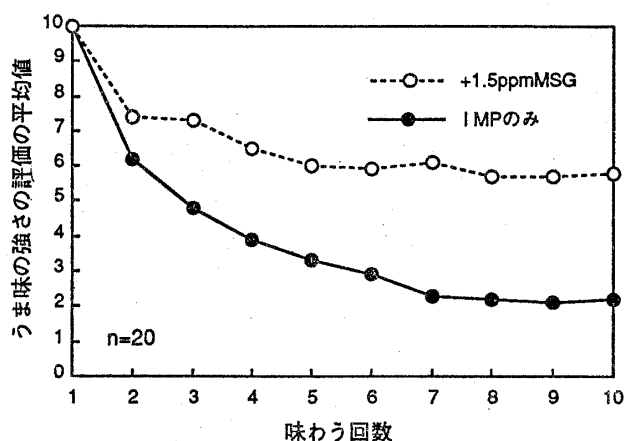


図 3. IMP 溶液 (20 mM) をくりかえし味わったときのうま味の順応 (唾液レベルの MSG 添加により順応は抑制される)⁶⁾

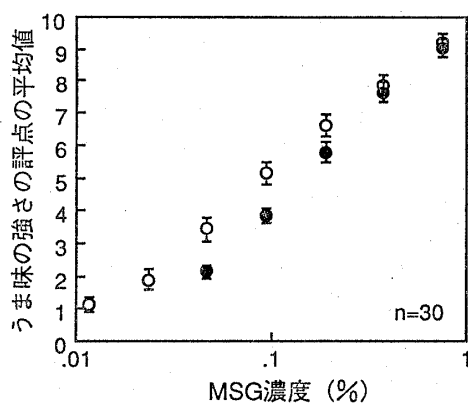


図 4. MSG のうま味の強さの評定 (1)
試料を上昇系列的に呈示した場合⁶⁾
(○と●は初期濃度の異なる系列)

心理的な影響を受けることが分かりました。すなわち、図 4 は MSG 溶液を●のような濃度で与えた場合と、○のような濃度で与えた場合の 10 点満点法によるうま味の強さの評定の平均値をプロットしたのですが、このように同じ濃度でも評点がずれてしまいます。濃度が高いところでは評点は一致するように見えますが、それは、被験者が予め与えられた試料の個数を知っていたので、最後の試料が 10 点になることを目指して評点を配分したためかもしれません。

このようなくいちがいは試料の呈示順序をランダムにすること、および被験者に予め試料が何個あるかが知られないようにすることで避けることができました。そのときは、濃度範囲や濃度間隔のとり方の影響を受けず、安定した値を得ることができました。図 5 と 6 には MSG、図 7 には IMP の場合が示してあります。どちらも濃度の対数に対してうま味の強さはほぼ直線的に増大します。IMP の場合は明らかに MSG より勾配が小さいことがわかります。

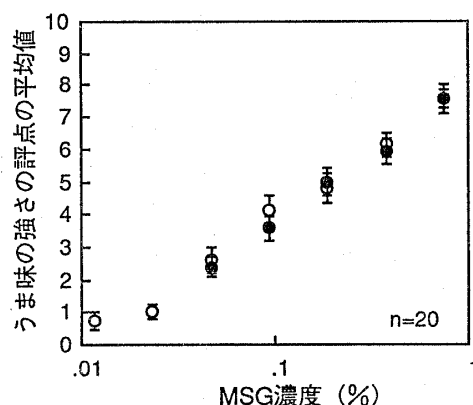


図 5. MSG のうま味の強さの評定 (2)
試料をランダムな順に呈示した場合⁶⁾
(○と●は初期濃度の異なる系列)

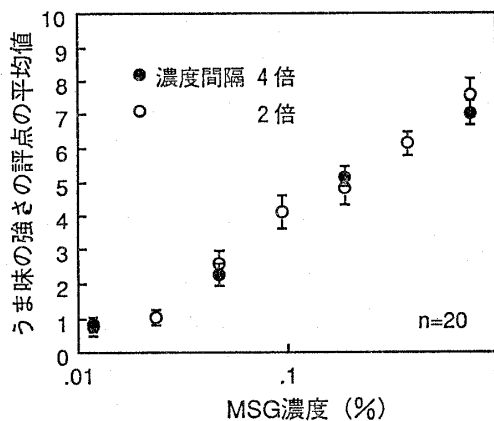


図 6. MSG のうま味の強さの評定 (3)
試料をランダムな順に呈示した場合⁶⁾
(○と●は濃度間隔が異なる系列)

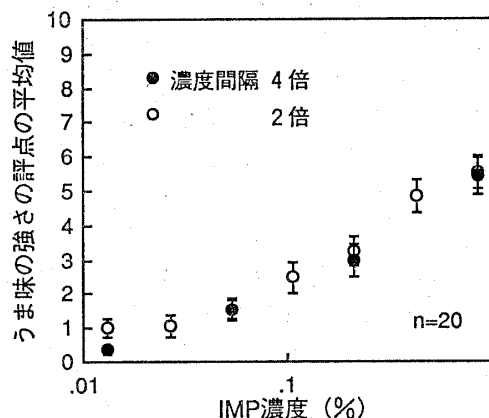
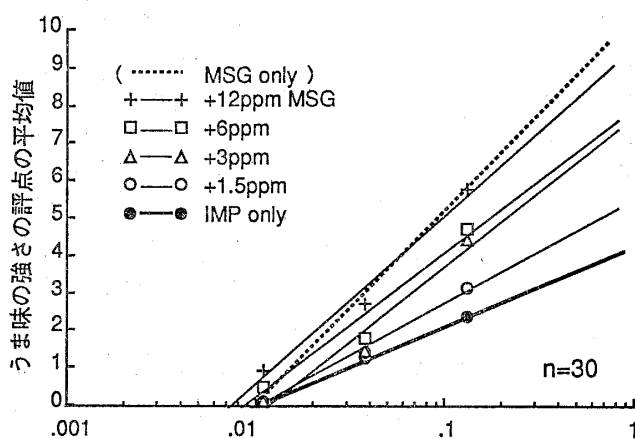


図 7. IMP のうま味の強さの評定
試料をランダムな順に呈示した場合⁶⁾
(○と●は濃度間隔が異なる系列)

結晶一粒の MSG が引起すうま味

図 8 は IMP に唾液レベル以上の MSG を添加したときのうま味の強さを同様にして測定した結果ですが、唾

味の評価と考え方

図 8. IMP に対する唾液レベル以上の MSG の添加効果⁹⁾

液レベルの MSG の添加は、IMP の対数濃度—うま味強度直線の勾配を引き上げ、12ppm 以上の添加で MSG と同じ大きさの勾配になりました。

また、IMP の順応は図 3 に示した通りでしたが、2 日目から 1.5ppm の MSG を添加した場合には、同じ図に示しましたように IMP の順応が抑制されることも分かりました。

なお、1.5ppm の MSG がどれくらい微量であるかといいますが、100ml の水に対して、針の先 1mm ほどの大きさの MSG の結晶たった一粒を添加したときの濃度です。唾液中のグルタミン酸が閾上の IMP のうま味の全てを引き起こしているかどうかはこれだけの実験では結論できませんが、少なくとも唾液レベルのグルタミン酸が IMP のうま味発現に寄与していることは確かです。いずれにしても、フェロモンならいざしらず、調味料としての MSG を考えると、これほど微量の MSG が味に影響を与えるということは驚きです。

このことはいかに MSG と IMP の相乗効果が著しいものであるかをも意味しています。東洋思想では世の中の事物は陰と陽で成り立っているということですが、MSG と IMP の単独のうま味を考えると MSG が陽で IMP は陰にたとえられると思います。しかし、両者を混合したときの配合率とうま味の強さの関係は配合比率が 50:50 のときが最大になります。これはうま味においては陰陽共同するとき、両者の働きは対等であることを意味しており、示唆に富んでいると思います。

自然の精妙さ

一般に遊離のグルタミン酸は植物性の食品に多く含まれ、イノシン酸は動物性食品に多く含まれていますが、シチュウや鍋物などいろいろな料理には、肉や魚など動物性食品と野菜など植物性食品が同時に用いられていま

す。これは、はからずもうま味の相乗効果を引き起こすことによって料理をおいしくしているわけですが、相乗効果は動物性食品と植物性食品を同時に摂取させることによって栄養バランスを保たせることに対しても合目的に働いているということが出来ます。

味は食品のおいしさにおいて最も重要な働きをしています。ところが、実際の食品に添加したときは、どの味も好ましいと感じる食品が存在するにも拘らず、5つの基本味の水溶液を作って味わったときに快の感情を引き起こすのは甘味だけです⁷⁾。この違いをもたらす大きな要因は香りです。味の好ましさを単純水溶液のかわりに香りのついた溶液で測定してみますと、味はなんら変わらないにも拘らず、好ましさの印象は全く違い、香りとの組合せによっては、どの味も好ましく感じられます⁸⁾。

味だけで好ましさが決定できないということは、大変興味のあることです。味は発生学的には栄養要求のシグナルといわれております。甘味はエネルギー源としての糖、塩味はミネラル、酸味は有機酸ないし腐敗または未熟さ、苦味は有害物、そしてうま味はタンパク質の信号であるということです。例えば、食品成分表⁹⁾に収録されている食品可食部の全窒素 1 グラムあたりのアミノ酸組成をみると、天然食品の殆どすべてにおいて、グルタミン酸、次にアスパラギン酸が群をぬいて多いことがわかります。これはタンパク質を構成しているもので遊離のものではありませんが、いずれにしても食品のタンパク質を構成しているアミノ酸中で最大の量をしめるアミノ酸にうま味というマーカーがつけられているということは興味があることです。さらに、遊離の状態ではグルタミン酸は植物性食品に多く含まれていると申しましたが、その代りにタンパク質の代表食品である肉や魚にはイノシン酸が多く含まれています。しかもそれは単純なシグナルではなく、動物性食品だけを食べずに野菜など植物性食品と一緒に食べるとき飛躍的に強くなるように仕組みられているのです。

人間は未知の食物に出会った場合、まず見たり触ったりして見て、さらに食べられそうなよい香りがすれば、はじめて口に含みます。もしここにおいて、味の快、不快が味だけで決定されてしまうなら、食物の選択はあまりにも単純化されてしまいます。ところが無数に種類の多い香りと共同して味の快、不快が決定されるとすれば、食物の選択の幅と自由度は飛躍的に増すことになります。香りの種類に比べて、基本味はたかだか 5 種類と数が限定されていることは、それだけ味が生存に関わる重要な情報をになっているためと思われます。もし基本味の種類が 10 も 20 もあったら、瞬間的に情報をキャッチすることは困難だからです。建物でいえば味は柱、香りは内

装とでもいえるでしょうか。

食物に味を加えて好ましいと感じるときには、単にその味が加わっただけでなく、一つの共通な感覚を引き起こします。それは、味と香りが一体となった風味が和音のように調和して口中にいっぱいに展開する、コクとかまろやかさを含めた感覚で、アンプリチュード¹⁰⁾などとも呼ばれています。これは味が相応しい食品に相応しい強さだけ加えられたときにしか起こりません。MSGを食品に添加したときの効果もまさにこの典型であることが示されています³⁾。この感覚のメカニズムは全くわかっていませんが、官能以外の方法で捉えることは当分は無理だと思えます。

人間は生下時よりすでに味覚を備えています。嬰兒はMSGを加えた野菜スープには、無添加に対して明らかに快の表情をすることが報告されています¹¹⁾。母乳中には閾値の約2倍のグルタミン酸が含まれています¹²⁾。母乳中のうま味も母乳の摂取に寄与しているはずで

うま味発見の意義

本日は図らずもうま味の話が多くなってしまいました。それはうま味がそれだけ注目すべき味であることによります。うま味は1908年池田菊苗によって発見されましたが、うま味の性質が解明されればされるほど、それがいかに容易ならぬ発見であったかということが分かります。まず、うま味の発見は恐らくは発見者でさえ想像もされなかったほど食品の味の主要な部分をしめる味の発見であったということ、しかもうま味物質はそれ自身では強くなく、またそれ自身では美味でもないこと、それらが食物をおいしくする理由の中に、うま味の相乗作用、味と香りの共同作用、アンプリチュードの増大作用などの原理が潜んでいたということです。うま味の発見はこのような味とおいしさの関係に潜む原理の発見を促し、さらに生物にとっての味覚の意義の解明へと導きました。1990年には第2回うま味国際シンポジウム¹³⁾がシンシリー島で開催され、今やうま味はumamiとして国際的に基本味として定着しているのも、この味の重要性からいって当然の成りゆきであると思われます。

おわりに

本日は官能検査の立場から、味を捉えることの難しさと同時に、捉え方によっては、人間の味覚はいかに鋭敏であり確かであるか、また、味に見られる諸現象が生命の維持、向上にいかに関わっているのかについての事例をご紹介します。

飽食の時代といわれて久しい今日、私達の食生活は物

質的には確かに豊かではありますが、必ずしもそれだけ食の尊厳性といったものがたっとばれているとはいえない面があると思います。こういう時代こそ、企業は地に足のついた実質的に価値のある商品開発に専念するとともに、消費者もそれらを正しく評価し、選択する必要があると思います。そのためには、食品の開発、研究に携わる人たちも、消費する人たちも、いっそう人間の感覚に対する理解を深め、自らの感覚を研ぎすますことが大切であると思います。

皆様のご研究のご発展をお祈り致しまして、これで私の話を終わらせて頂きます。ご静聴有難うございました。

引用文献

- 1) 東佐與子：世界人は如何に食べつつあるか各国比較調理術，創元社，p. 3 (1954)。
- 2) Yamaguchi, S.: *Physiol. Behav.*, 49, 833 (1991)。
- 3) Yamaguchi, S.: In *Food Taste Chemistry*, Bo-udreau, J. C. (ed.). American Chemical Society, Washington D. C., p. 33-51 (1979)。
- 4) 谷 克彦：ぶんせき，113, 1975 (2)
- 5) 山口静子，小堀郁子：第25回味と匂のシンポジウム論文集，日本味と匂学会，p. 269 (1991)。
- 6) 小堀郁子，山口静子：日本味と匂学会主催，第26回味と匂のシンポジウムにて発表，東京，1992，12，3。
- 7) Yamaguchi, S. & Takahashi, C.: *Agric. Biol. Chem.*, 48, 1077 (1984)。
- 8) Yamaguchi, S.: In *Umami: A Basic Taste*, Kawamura, Y. & Kare, M. (eds.). Marcel Dekker, pp. 41-73 (1987)。
- 9) 香川 綾 (監修)：四訂食品成分表，女子栄養大学出版部
- 10) Caul, J. F.: *Advances in Food Research*, 7, 1 (1957)。
- 11) Steiner, J. E.: In *Umami: A Basic Taste*, Kawamura, Y. & Kare, M. (eds.) Marcel Dekker, pp. 97-123 (1987)。
- 12) Rassin, D. K. et al.: *Early Human Development*, Elsevier/North-Holland Biochemical Press, 2/1, 1 (1978)。
- 13) Kawamura, Y. & Kare, M. (eds.): *Umami: Proceedings of the 2nd International Symposium on Umami*, *Physiol. Behav.*, 49, 831-1030 (1991)。