

特集：うま味発見100周年記念公開シンポジウム - 5

うま味の基本特性とおいしさへの寄与*

山口 静子**

(味覚と食嗜好研究所)

うま味の発見はもともと5次元の世界に生きていながら、4次元の世界にいると信じてきた人々に実相を知らしめたものといえよう。日々の生命維持のために必要な無数の物質の選択摂取を操る鍵と仕組みが、実はこの5番目の次元に隠されていたのである。もし人類がこれまでに見たこともない色を発見したとしたら、どう説明するであろうか。うま味を理解しようとするれば、最初にそれを説明しようとした発見者の原著に戻りその軌跡を辿るしかない。ここでは偉大な発見者池田菊苗の原著の説くところから従い、その味の示すところの性質や働きを、実際の食物に照らしつつ探索する。

キーワード：うま味、相乗作用、おいしさ、肉、野菜

はじめに

うま味調味料は世界中に普及し、現在も需要は増え続けている。これほど普遍的な欲求を引き起こすうま味とは一体どのような味であるのか。なぜ天然食品に遍く存在し、日常的に味わわれてきた物質の味が池田菊苗の発見を待たねばならなかったのか。ここでは官能評価によって捉えるうま味の諸性質と、実際の食物でのうま味の効果について紹介しながらこれらの謎に迫ってみたい。

官能評価とは人の感覚を用いてモノの特性や人の感覚、感情を測定する方法である。食品工業に導入されたのは戦後であるが、はるか以前に池田はこの方法を用い、閾値などを自ら被験者となって測定している¹⁻³⁾。うま味の発見は池田の卓越した味覚なしにはあり得なかったはずであるが、偉大な発見の恩恵は味覚を研ぎ澄ませることで一層深く享受できるものと思われる。

1. うま味の定義とその概念の展開

うま味物質を味わって先ず驚かされるのは、食物

に用いたときの印象とあまりに異なることである。そのために海外では風味増強物質（フレーバーエンハンサー）と称されたこともある⁴⁾。うま味を正確に理解するには定義や概念を明確にしておく必要があるが、そのために先ず発見者の原著を振り返ってみたい。原著論文¹⁾では、“・・・併ながら自分は此の外に少くとも一種の區別し得べき味があると信じて居りました。それは魚類肉類等に於て吾人が「うまい」と感ずる一種の味でありまして鰹節、昆布などの煮出汁に於て其の味が最も明瞭に感せらるゝのであります。”とある。つまり、池田は従来人が気づかなかった何かに気づき、一種の味の存在を信ずるに至ったのである。それは（それ自身は快であろうとなかろうと）魚類や肉類の味の中で「うまい」（美味しい）と感ずる味である。

続いて、“是は主観的の事柄ではありますが幾多の人に就いて問ひ試みるに即時に若くは少時沈吟の後に同感なりと答ふるが常であります。・・・今或人の發議に従って説明の便利の爲めに此の味を「うま味」と名づけて置きます。”とある。少時沈吟とは、

* Received and Accepted July 6, 2008

Basic properties of umami and its contribution to the pleasantness of food

** Shizuko Yamaguchi, Taste & Food Preference Laboratory, Tokyo 110-0008; syama3@nifty.com,

Fax +81-3-3821-4434

即答できるほどは明白でないことを意味する。譬えていえば、黄を見たことがない人が緑を見て黄に気づくことは至難と思われる。勿論この論文は事後に書かれたものであるが、論理構成としては、理性によってのみ認識され得るアイデアとしての一種の味に「うま」味という名称をア・プリオリに与えたのである。

次に池田はこの「うま」味を喚起する物質はいかなるものか、昆布を材料として追求し、グルタミン酸の結晶を得たとき、“其の結晶を噛むに砂の如く少く酸味と昆布「だし」に特有の味を呈して居りました。此の「うま」味は酸味の消滅した後に殊に分明に感知することを得ました”とある。純粋な結晶が唾液中で中和され時間軸で現れる味を見、さらにその「うま」味は中和した塩が生ずる一価のグルタミン酸イオンにあること、グルタミン酸の1ナトリウム塩 (MSG) が最もこの「うま」味を際立たせる物質であることを発見し、画期的な調味料を誕生させたのである。

しかし、4基本味説の枠組みの中にいる人々に、「うま」味の概念を伝えることは想像以上に難しい。1912年米国での第8回国際応用化学会におけるグルタミン酸塩についての講演で、池田はこの味を世界の人々にいかに訴えたのか。冒頭で A new primary taste quality として次のように紹介している³⁾。この味は4基本味や金属味、アルカリ味とは全く別で、それらをいかに組み合わせても得られない。注意深く物を味わう人はアスパラガス、トマト、チーズ、肉の複雑な味の中に、強い味でボカされて特に注意を向けないと識別するのは難しいが上記の味とは異なる独特の味があることを認めるであろう。グルタミン酸塩はその独特の味にはっきりした認識を与えてくれる。MSGの水溶液を味わえば、誰でも上記のいかなる味とも違うことが分かると同時に、その味が日々の食事の複雑な組合せの中に、十分明瞭ではないが常に識別される独特の味と同じものであることを認めるであろう。そして、私はこの味に“glutamic taste”という名称をつけようと思う、とある。これは概念がないものは認識できず、概念を具体化し、名称を与えることで、知覚の対象である概念が確定できることを示している。このように池田は注意深くものを味わう人に向かって語りかけたのである。

ここで、グルタミン酸塩の味を“glutamic taste”と命名しているが、これは上記の「うま」味の英訳に相当するものであろうか。厳密にいうと、ここでこの命名は具現化した味に対する命名で、先の論文での「うま」味は理念としての味に「便利のために名付けて置いた」ものである。グルタミン酸塩の味は確かに「うま」味の必要条件を満たしても、あくまで昆布より得た物質の味である。もし肉類魚類では違った味質でもこの条件を満たすものがあれば、不特定複数の「うま」味があることになり「うま」味を特定したことにはならない。例えば、肉や魚において支配的なのは「うま」味以上に脂肪の効果かもしれない。また、コハク酸やテアニンなども名乗りをあげてくる。そうすると「うま」味の範囲はどこまでか、という問題も生じる。広範な食品においてもこの条件を満たす一種の味が認められ、遍く食のおいしさを支配することが証されたとき、初めて「うま」味は1つの概念に収束し、その具体的な定義が確立できるはずである。そのときに、便利のための「うま」味は再度命名し直し確定されなければ論旨は完結しない。

池田が原著で「うま」味をカッコ付きにした深意は筆者如きに分かり得るはずもないが、そのとき日本語ではこのカッコ(鍵)を外されるはずではなかったのかと想像するのは考え過ぎであろうか。鯉節の「うま」味の追求を小玉新太郎⁵⁾に委ねた池田は既にイノシン酸の味についても把握していたはずではあるが、ここでは“glutamic taste”はグルタミン酸塩の味に対して命名されたものである。

現在、うま味はグルタミン酸ナトリウム、5'-イノシン酸ナトリウムなどを代表とする物質によって引き起こされる味覚とされている(JIS Z 8144: 2004)が、池田がカッコを外したのではない。

2. うま味の基本的性質

2.1. 食物の味とうま味

以下では食せる状態に調理された食品を食物、食物に用いられる素材を食品ということにする。

食品の味は含有する低分子の呈味成分によって引き起こされる。食品には蜂蜜やレモンのように鮮明な味を呈するものもあるが、曖昧な弱い味を持つものが多い。そのため自由に組み合わせる調理して好む味に調味でき、食塩などの摂取量も食事ごとに偏

らず調節できる。食物を強く印象づける甘、塩、酸味の大半は調味料によるが、天然食品には必ずどの味とも名状しがたい無数の物質の微かな味が総合された曖昧な味があり、それが一種の食品らしさを与えている。それは「こく」やボディ(幹)を構成し、そのいかんがおいしさを支配する。例えば、食塩水とすまし汁の違いもそこにある。

おいしさの諸側面については本誌で述べたが^{6,7)}、ここでは食物を摂取するときに引き起こされる快い感覚とする。微弱な味の中にはアミノ酸やペプチド、ミネラルなど、未知成分も含め無数の生体にとって重要な微量成分の味が含まれている。それらをできるだけ鋭敏に識別するには、それぞれの味の強さはたかだか識別可能な程度に抑える必要があり、そのことで突出して感じられる物質が混入しても直ちに識別できる。うま味はソロを演ずる味ではなく常に微弱な味のコーラス隊を伴ってくる。

うま味物質は天然食品に遍く存在するが、グルタミン酸は遊離では植物性食品中に多く存在し、イノシン酸は動物性食品に存在する。これらや他のアミノ酸やペプチドは発酵や熟成によっても顕著に増大する。グアニル酸は茸に多く含まれ、茸が肉的な食感を示すのも興味深い。

蛋白質を構成するアミノ酸 20 種類のなかで、うま味を引き起こすのはグルタミン酸とアスパラギン酸のみで、後者の呈味力は微弱である。うま味存在下でこくを与えるコク味成分などもある⁸⁻¹⁰⁾。

ではなぜ、うま味は複雑な食品の味を支配する味といえるのか。オミッショントテストという方法で、呈味成分を試料の分析値どおり配合した溶液と、成分を1つずつ除いた溶液を比較すると、魚介類や肉類の味は、塩化ナトリウム、グルタミン酸、イノシン酸が決定的な影響を与えることが示されている¹¹⁻¹³⁾。それはこれらの味が高い構成比を占めることを示すが、根本の理由は、塩味もうま味も少数の特定の成分のみに与えられた味であるためと思われる。

他の成分は少数を除いても類似の味が多数存在するので味全体に大きく影響しない。食物選択の要となる味は無数の中の「選ばれた物質」にのみ付与されていることに注目すべきである。それらは生命の起源にまで遡る物質であり、その中に特異的な相乗作用も仕組まれている。それらはどこに潜んでいても、うま味という合言葉で互いに惹きつけ合い、万有引力の如き力で食の世界を操っているのである。

2.2. 呈味力と相乗作用

5'-イノシン酸ナトリウム (IMP) と 5'-グアニル酸ナトリウム (GMP) は、呈味力は異なるが質的には同等なので¹⁴⁾、以下では MSG と IMP を取り上げる。以下に引用するデータは 4 章までは味の素(株)の研究員、5 以下は東京農大の学生をパネルとしてそれぞれの場所で行ったものである。

表 1 は基本味の代表物質の検知閾 (何らかの味が分かる最小濃度) を示す¹⁵⁾。MSG の閾値はそれ自身でも低い、注目すべきことは IMP が共存するとき顕著に引き下げられることである。これは國中明¹⁶⁾によって発見された相乗作用による。

味の強さは濃度の対数とともに直線的に増大し Fechner の法則に従うが、うま味は濃度勾配が小さく他の基本味のように強い味にはならない¹⁵⁾。共存するアミノ酸などの味を遮蔽しないためにもうま味は強すぎない必要がある。その代わりうま味には著しい相乗作用があり、MSG と IMP の配合比では重量濃度で 1:1 のときに最もうま味が強くなる¹⁷⁾。

野菜などの植物性食品と肉、魚などの動物性食品を組み合わせれば、相乗作用でうま味が強まるが、それは動植物性食品を組み合わせるとおいしさを増し栄養的にもバランスよく摂取させる仕組みといえる。また、人の唾液には 1.5 ppm ほどのグルタミン酸が含まれているが、イノシン酸のうま味発現には唾液レベルのグルタミン酸が寄与していると推定さ

表 1 5 基本味物質の代表物質の検知閾 (%wt/v)。

溶媒	ショ糖	塩化ナトリウム	酒石酸	硫酸キニーネ	MSG
水	0.086	0.0037	0.00094	0.000049	0.012
0.094%(5 mM)MSG 溶液	0.086	0.0037	0.0019	0.000049	—
0.29%(5 mM) IMP 溶液	0.086	0.0037	0.03	0.0002	0.00019

れるので、唾液分泌が好ましい味を引き起こし、ひいては咀嚼を促すことにも寄与しているといえる¹⁸⁾。

2.3. 拡がりと時間的な性質

舌中央部は味覚感度が低くそのために食物は歯や喉に近い舌の周囲や奥部へ無意識のうちに運ばれる。特にうま味の感受性には顕著な部位差があり、葉状乳頭奥の舌の付け根の部分に高感度部位が局在している^{19, 20)}。それは味の時間的な性質にも影響を与えらると思われる。食物を飲み込んだとき、うま味の感受性部位が刺激されると同時に、口中に充満した香りが、鼻腔に逆流して嗅覚が刺激されることによってインパクトのある風味を引き起こすことが考えられる。

図1は食塩、酒石酸、MSGおよびIMPの各水溶液について、10 mlを20秒間口に含んでから吐き出し、さらに100秒間の味の強さを5秒間隔で、連続3回測定したときの時間と強度の関係（T-I曲

線）を示す²¹⁾。酒石酸も食塩も、口に含むと味は直ちに最大の強さとなり、急速に減少し消失するのに対し、うま味物質は吐き出した（飲み込んだ時も）直後に味が復活し長く持続するユニークなパターンを示す。酸味は口中をスッキリさせるのに対し、うま味は持続させて余韻を残し、後味によって次の摂取を誘う。さらに注目すべきは、3回の連続試飲でうま味のみピークが次第に低くなることである。持続性は維持したまま順応することで、より強い味を感じるために舌を動かし咀嚼を促がす仕組みになっている。このパターンこそ池田をグルタミン酸の塩に導いたものである。

図2は閾値以下の0.01%IMP溶液を茹でたじゃがいもの前と後に味わったときの連続T-I曲線を示す²¹⁾。じゃがいものグルタミン酸が後に味わうIMPのうま味を強めている。同様なことは、肉と野菜、清酒と肴など、様々な組み合わせの中でも起こることで食事全体のおいしさが増すことになる。

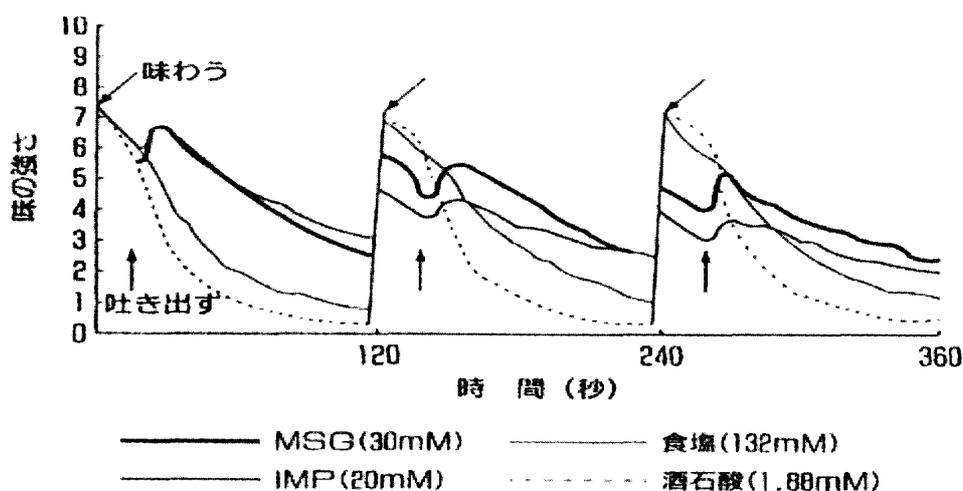


図1 うま味の時間強度（T-I）曲線。

溶液10 mlを20秒口に含み吐き出した後まで120秒間の5秒ごとの味の強さを3回連続して評価した。

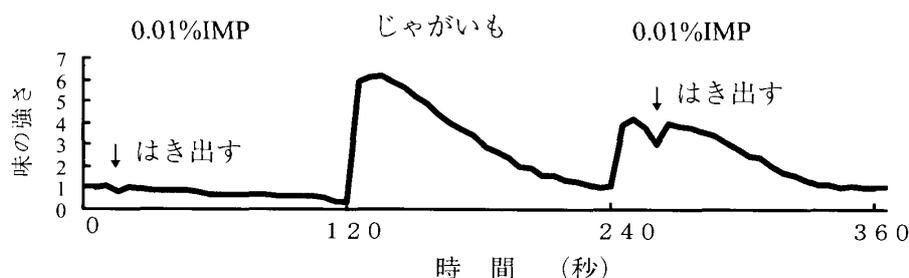


図2 じゃがいもの残味が低濃度のIMPに及ぼす影響。

IMP溶液を味わい、茹でたじゃがいも3gを試食し、再度IMP溶液を味わった時のうま味の強さの時間強度曲線。じゃがいものグルタミン酸がIMPのうま味を引き出す。

2.4. 味の感情価（快・不快）

甘味以外の味はそれ自身では快ではない。口腔を通して感知される香り（後鼻腔性嗅覚）と一体になって知覚されるとき、濃度と組み合わせによって快にも不快にもなる¹⁹⁾。味は生命維持に直結する重要な情報を担っているために種類が少ないが、種類の多い香りと共存させることで多様な食物の選択が可能になると思われる。うま味も醤油やビーフの香りを共存させれば快となるが、バニラを加えればさらに不快となる。もし、うま味それ自身が頗る美味であったら、他を生かし生かされて調和するというのではないはずである。

3. 食物へのうま味物質の添加効果

3.1. うま味物質が適合する食物

うま味物質の添加効果については1950年前後に米国で大規模な嗜好実験が行われたが^{4, 22, 23)}、それらの結果には洋の東西や時代を超えた普遍性がある。MSG添加は肉料理、魚料理、スープ、チャウダー、野菜に適するが、果物、果物ジュース、甘い菓子類、ある種の乳製品などには不向きとされている。概していえば、食塩が共存し、だし、ブロス、スープストックが用いられるような、定常的な食事として摂取される惣菜や汁物に適し、甘い間食やデザートには不適といえる。惣菜に甘味を付与するときも必ず食塩が伴う。ある味に他の味を加えれば、元の味は若干マスクされるのが普通であるが、塩味とうま味のみは打ち消し合わず、MSGはむしろ塩

味を強める効果さえある²⁴⁾。

甘い間食は正規の食事以外の即効性のエネルギー補給源であるが、他の栄養素や食塩、食物繊維などは定常的な食事によって安定的に供給される必要があり、意識的に区別されなければならない。甘いデザートは唯一それ自身が美味である誇り高き女王の如き糖を最後に登場させて大団円に導くためかもしれないが、これは別腹に属することで趣味の問題でもある。いずれにせよ、うま味は甘味を弱めないが、甘味はうま味を弱める^{1, 24)}。うま味を味わいたい食物には甘味の付与は控えるのが自然の理といえよう。

3.2. うま味物質の添加によって増強される特性

うま味物質の食物への添加は食物の印象をどのように変えるのか。筆者らはMSG、食塩、砂糖を各種料理に添加したとき、印象の変化が概ね共通の言葉で表せることを示した¹⁵⁾。一例を牛脛肉と野菜で調製したビーフコンソメで示す(n=25)。図3は無添加に対してMSGを0.05%添加した場合（食塩は0.8%）と、食塩0.2%（過少）に対して0.8%（略適量）添加した場合の比較結果を示す。物質によって若干の違いはあるが、いずれも、濃厚感、複雑さ、こく、広がり、深み、持続性、熟した感じ、充実感、まろやかさ、調和、が増し、おいしいと感じられている。

なぜこのように感じられるのかを、過剰に添加した結果から推察してみる。MSGを0.05%（適量）

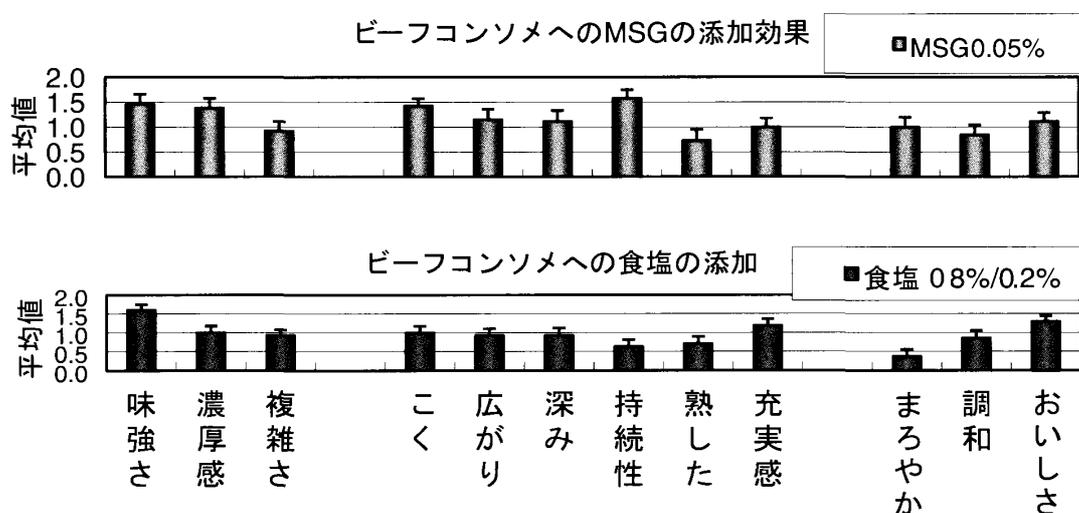


図3 ビーフコンソメに対するMSGまたは食塩の添加効果。

上段はMSG無添加に対する添加、下段は食塩0.2%（過少）に対する0.8%（適量）添加。

山口

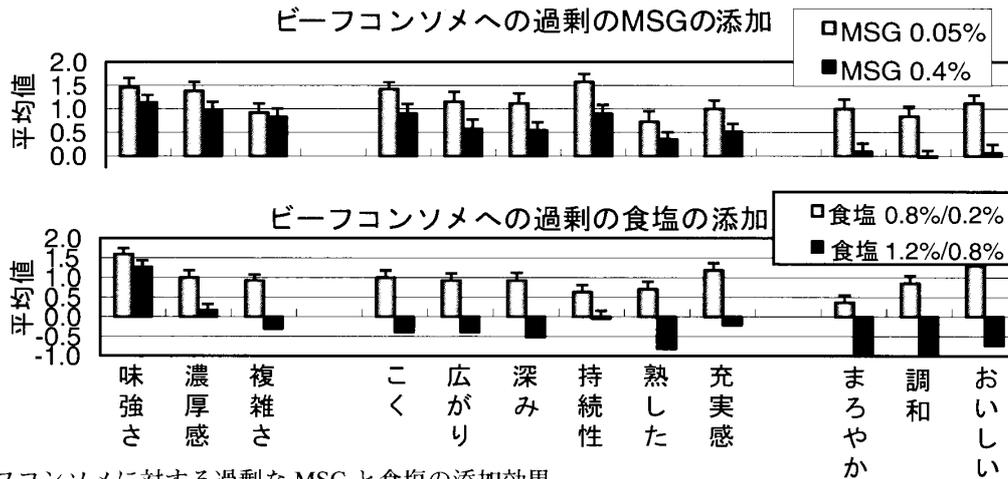


図4 ビーフコンソメに対する過剰なMSGと食塩の添加効果。
それぞれ適量添加した場合と過剰に添加した場合を示す。

添加したもの、0.4%（過剰）添加したもの、また、食塩については0.2%（過少）添加したものおよび1.2%（過剰）添加したものをそれぞれ0.8%（適正）添加したものと比較した（図4）。いずれも適量を過ぎれば、その味が突出し、無数に存在する微弱な味をマスクするために、味が単調となりまろやかさや調和を失いおいしさが損なわれる。

ここではうま味の強さはあえて質問していないが、MSGの添加によって何らかの味が強まったことは上図に示されている。持続性が食塩より大なことからうま味の特徴が見て取れる。従って、上記のような印象の変化は、MSGが持つ特殊な風味増強効果と見るよりも、うま味と他の成分との感覚複合効果と見るのが自然である。また、特定の味が他を覆い隠すことなく、無数の成分が互いに他を生かし合い、恰も和音を奏でるが如き調和した状態がおいしさを高めたといえよう。

しかし、うま味が基本味と認知されるまでには、MSGはフレーバーエンハンサーとされ⁴⁾、特に欧米人には容易に味覚とは認められなかったことも銘記すべきである。MSGとIMPに対する検知閾は日米で差がないので¹⁸⁾、味覚感度の人種差ではない。微量なMSGが上記のような効果を引き起こしたのは、素材のうま味物質との相乗作用である。相乗作用を知らなければ味とは思えないのは当然である。

図4を見ると、食塩では適量の1.5倍でおいしさは激減するが、MSGは8倍でも不快になるほどではない。塩味の強さは食塩の摂取量と直結するので、濃度は限定されなければならないが、うま味物質は



図5 天然食品におけるうま味の強さと味のバランスモデル。

自然の摂理で食品が組み合わせたときに相乗作用でおいしく食べられるように創られているなら、うま味のみ増強したところにバランス点があるはず。

天然食品には通常の添加量を遙かに超えた広い濃度で存在しており、許容範囲が狭ければ食品を組み合わせることもできない。

3.3. うま味物質添加の必然性と有用性

池田のうま味調味料発明の動機は、この味への嗜好を合理的に満足させることで、栄養不良を改善し国民の体位向上を図ることであった。では今の時代に味の理想的なモデルが天然食品で得られれば、調味料としてのうま味物質は不要になるのか。

答えのヒントの1つは、うま味の相乗作用にある。もし自然の摂理によって、食品は組み合わせることで互いに相乗作用を引き起こしておいしく食べ、自ずから栄養バランスがとれるように創られているとするならば、食品の味はうま味のみを特異的に増強した方がよりおいしく感じるように自然も人も創られているはずである（図5）。目的論的な言い方は許されないというなら、もし人がそう在りたいならば食品はそう在るべきだと言い換えることもできる。

では天然食品のうま味成分だけを増せばよいのか。様々な調理条件で見たときに、うま味だけ強くなっても味全体が深みのないものになる。天然食品のうま味は相乗作用を引き起こせる余地を残す必要がある。それ自身のうま味は閾値以下の食品のうま味も相乗作用によって引き出すことができる。天然食品はバラツキも大きく調理条件も無限にあるので、場合に応じて最適レベルに高めるには、他の味を伴わない純粋なうま味物質が使える必要がある。

4. 野菜におけるうま味の役割と知覚・認知

うま味物質は殆どの天然食品に存在しているが、どのような役割をしているのか。また人はいかにそれを知覚し認知するのか。以下植物性食品と動物性食品について見ていく。野菜では人参を一例として考察する²⁵⁾。

4.1. 微量のイノシン酸が引き出す潜在的なうま味

千葉県と同じ土壌で栽培した代表的品種、A, B,

Cを用いた。試料間の違いはさほど顕著でなく、Brixの平均値は7.0、6.8、7.2であった。しかし、市販固形スープで煮たときと、鰹出し汁で煮たときではAとBの評価が逆転した。分析値のグルタミン含量はA:0.0139%、B:0.0236%、C:0.0157%であった。鰹出し汁中のイノシン酸との相乗作用と考え以下の実験を行った。

AとBについて、塩味のみで煮た場合(人参2kg + 水2kg + 食塩10g)とIMP 0.01% (同上 + IMP 0.4g)を添加して煮た場合で評価した。最終評価での選択率を図6に示す。IMP添加の有無によってAとBの評価はやはり逆転した。

次にIMPの添加効果はどの程度まで識別できるかを見るため、人参CでIMP 0.0033%添加と無添加を比較したが有意差はなかった。そこで醤油、味醂、料理用酒各大さじ2を両方に加えて風味を増して比較した。結果を図7に示す。上段は±3段階評価の平均値(n=47)を示す。IMPを添加したものはうま味が強くおいしいと評価されている。

これほど微量なIMP(カップ1杯に0.007g程度、

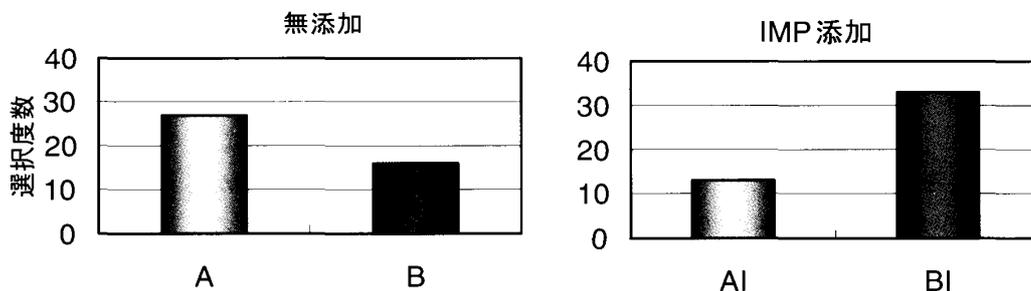


図6 人参の煮物の評価に及ぼす0.01%IMPの影響。
人参AとBを塩味のみで煮た場合とIMPを加えて煮た場合のAとBの食べたい方の選択度数。

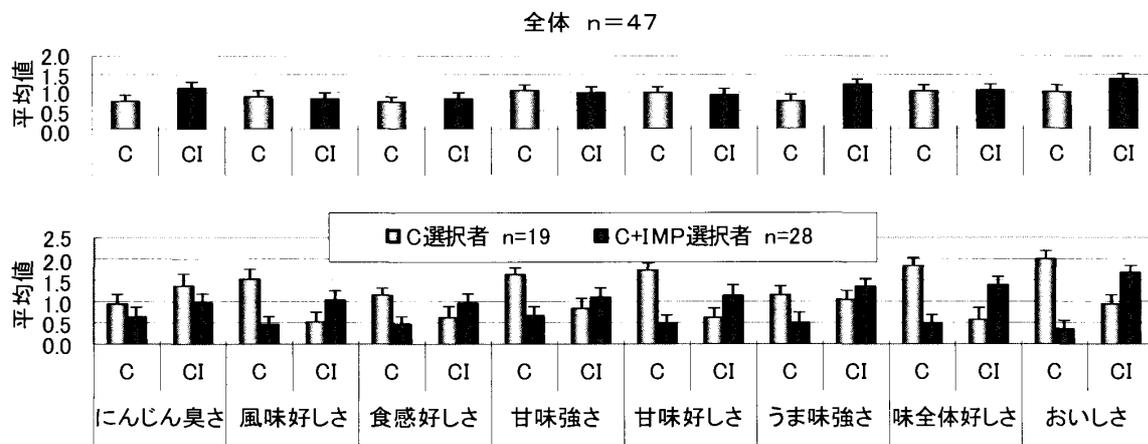


図7 人参への0.0033%IMP添加効果。
上段は無添加CとIMP添加CIに対する評価の平均値。下段はどちらが食べたいかで群別したときの評価の平均値。

GMPならば0.003 g) が人参の評価を支配することは驚くべきである。ここでは触れる余白がないが、大根でも同様の結果が得られている。野菜はミネラル、ビタミン、各種機能性成分、食物繊維などを含み、肉や魚と同時においしく食することでこれらの成分も摂取しやすくなるはずである。もしこれに気づかず野菜が評価されれば、肉や魚や出し汁によって引き出されるポテンシャルを持った野菜は生き残ることができない。

無添加と添加を選んだ人の評価はどこが異なるのか。図7の下段はどちらを選んだかでパネルを群別した平均値を示す。添加群(n=28)はうま味の強さに差があるが、無添加群(n=19)では差がなく、甘味の強さと味全体の好ましさは添加群と無添加群では逆転し、無添加群は甘味の強い方を好ましいとしている。人参のBrixは頭部が末端より1~1.5高く、バラツキは弁別閾を上回っていたので、個体差や部位差で判断されたと考えられる。また、添加群は人参臭さの強い方の風味を好み、無添加群はその反対であったが、人参を好む人は前者、あまり好まない人は後者の傾向がある²⁶⁾。人参は人参臭さを減らし甘味を強めることで幼児を中心に消費を拡大してきたが、生得的には不快な味や香りが学習によって強い嗜好を獲得することも考慮すべきである。

4.2. 食物におけるうま味の強さとは

上記の実験ではうま味の強さが甘味の強さと同列に問われているが、食物中でのうま味は甘味のように明瞭ではない。それはうま味発見の原点に帰れば、少時沈吟”を要する質問である。MSG水溶液のような印象を与える味であるならその味は快ではない。しかし、その印象は香りでも大きく変化する。うま味を添加すればこく、まろやかさ、拡がりなどが得られるが、それはうま味だけが示すのではない。脂肪は味を持たないが似たような効果を示す。従ってこのような効果を見出しても、うま味の決め手にはならない。CrockerとHenderson²⁷⁾は4基本味をある濃度で配合すればMSGの味が得られると報告している(実際は4基本味の混合溶液とうま味溶液の多次元尺度構成でうま味は独立な次元を構成することが示されている¹⁹⁾)。これらを考えると、それぞれの食物のなかで融和しているうま味を分別してその強さを答えることは至難といえる。

回答者は何に着目すべきであろうか。うま味である必要条件是、甘酸鹹苦や金属味、アルカリ味などのいずれとも異なる「味」である。食物にうま味物質を添加すれば、味が強くなることは既に示した。ここではIMPを微量添加したものと無添加を比較しているの、その違いをもたらしている味を見分けることはより容易である。評価者はその違いによってうま味の概念を獲得しながら評価しなければならない。甘味の強さの評価とは脳の情報処理の複雑さが根本的に違うのである。

では、うま味物質を過剰に添加したときにMSG水溶液と同じ印象の味を強く感じたとするばうま味は強いのか。まさしく定義どおりうま味は強いのである。そしてうま味はうま味物質それ自身の味としては感じられないときにおいしく感じる味なのである。

4.3. うま味の概念と識別・認知過程

以下の実験ではパネルの人参におけるうま味の識別認知プロセスを考察した。

上記の処方から料理酒を除いてやや風味を単純化し、IMPを0.0033%添加したものと無添加を比較した。パネルに2つを同時に提供し、最初は自由に比較して好ましい方とその理由を記入させた。続いて、「これらは、「だし」の味が微妙に違うもので、人参は個体差や部位差があるが同じロットのものを同じ条件で煮たものある」というヒントを与え、一方の試料の1切れ(約6g)をよく味わって飲み込み、続いて他方を味わい、好ましい方と理由を記入させることを連続4回繰り返した。試食順序は回数ずつ割り当て全員が一斉に味わった(n=84)。

無添加と添加に対する選択度数を図8の上段に示す。初回では大差はないがヒントで着眼点が絞られると、IMP添加の選択率は高まった(選択者51で有意)。

同図の中と下段には最初の評価でどちらを選んだかでパネルを群別し、各回での選択度数を示す。添加選択群はそれ以降も添加試料の選択率は高く、2回目には添加試料の選択度数が若干減少したが、3回目以降は添加試料の選択者が着実に増え5回目には大部分が添加試料を選んだ。一方無添加選択群では2回目では若干添加選択者が増えたがそれ以降増えなかった。

うま味の基本特性とおいしさへの寄与

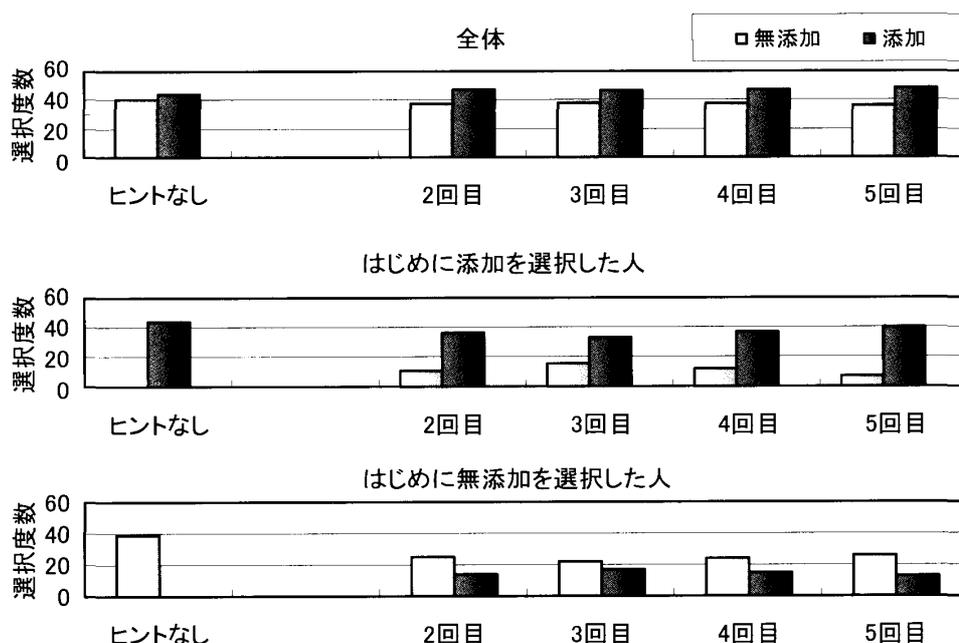


図8 人参へのIMP添加効果の識別の時系列的变化。

初回はヒントなし、2回目にだしが異なることを教示したときの添加と無添加の選択度数。

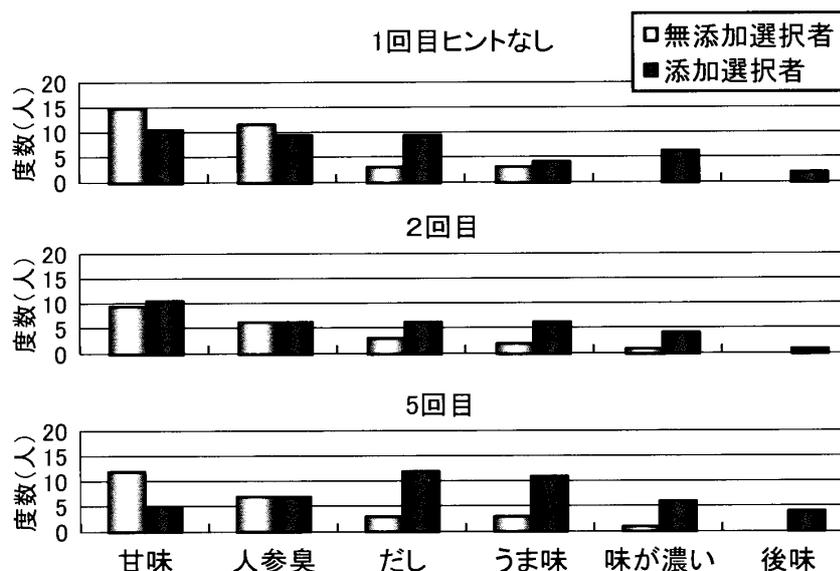


図9 IMP添加と無添加の比較で出現したキーワードの度数。

選択の理由では多くの言葉が出されたが、図9に各回で無添加と添加を選択した人別に各キーワードの出現度数を示す。初回では「甘味」と「人参臭さ」が多く、これらに注意が向けられたことを示す。しかし添加選択群ではだしのイメージも若干挙げられている。ヒントを与えても「だし」も「うま味」も一気には増えないが、5回目にはIMP添加を選んだ人にのみに増え、「うま味」という言葉も「だし」に伴って増え、「甘味」は少なくなり、うま味

の概念が獲得され選択基準として定着したことがわかる。無添加を選んだ人は最後まで甘味に固執し、うま味の概念が捉えきれなかったものと思われる。初めからだしに注意が向けられた集団はうま味の概念が捉えやすく、日頃のだしへの関心度が影響していることが窺える。

以上から、うま味の概念獲得には少なくとも2つが重要であることがわかる。1つは「気づきの感度」で、無数の感覚情報の何に注意を向けるか(選

拮抗的注意)である。それは生理的な味覚感度とは別である。特に対立因子となるような、甘味や人参臭さなどへの強い感情価(好き嫌い)はそれ以外の特性への気づきを妨げる。ヒントを与えることは注意の焦点を絞るために有効であり、会話も同様である。視覚のイメージ体験では内容に対する感情価がポジティブな方がイメージの鮮明度は高くなるという²⁸⁾。うま味に対してよいイメージを持っている必要がある。

もう一つはうま味の概念形成を助ける象徴の長期記憶である。池田の原著ではグルタミン酸の結晶が“昆布「だし」に特有の味を呈して居りました。”とあり、此の「うま」味は、と続いている。つまり、昆布「だし」特有の味がしたことが「うま」味と認知された決定要因になっている。これは昆布だしならばおいしいことが公知公認自明の理となっていたため、昆布を知らないか無関心な人が味わったとしても見過ごされるであろう。「だし」の具体的なイメージが存在し、日常的に定着していなければ、4基本味とは異なる味というだけでその概念を獲得するのは困難なはずである。

5. 牛肉におけるうま味の役割と識別・認知

畜肉は貴重な蛋白源であるが、特に牛肉は高級感のある美味な食品の代表である。欧米の赤身嗜好に対して、わが国では独特の霜降り和牛が高く評価されている。しかし近年脂肪交雑量が増え、限度を超

えれば牛肉本来のうま味成分が減ることは避けられない。脂肪には味は殆どなく、なめらかな口触りと柔らかさ、特に加熱香気に大きく寄与している。脂肪にはこく、まろやかさ、風味の広がりなど、うま味と紛らわしい印象を与えるために、本来のうま味と脂肪による「うまみ」を区別することが難しい。そこで牛肉のおいしさ、うま味と脂っこさの関係についての評価事例を紹介する。

5.1. 牛肉の評価とうま味の強さ

飼育期間の異なる滋賀県産の黒毛和種2種のサーロインを焼肉で評価した。Aは37ヶ月、Bは30ヶ月飼育したもので、格付けはいずれも4等級(1から5等級まであり5が最高)、粗脂肪含量は41.3、42.0%で、分析値では大差がなかったが、格付けではややAの方が低いと推定された。

図10の上段は全体の脂肪が平均値で、Aの方が風味、うま味、味全体が若干高く評価され、脂っこさはBが強く好まれなかった。下段は最終的にどちらを好んだかでパネルを群別してそれぞれの平均値を示したものである。特性の強弱に関しては一致しているが、評価に関しては両郡で反対の価値観を持ち、特にうま味に関しては、A群ではA、B群ではBの方が強いとされ、脂肪を好む人はBを、脂肪を好まない人はAのうま味を強いとしていることが分かる。また、B群はやわらかい方、牛肉風味の弱い方を高く評価しているが、A群はやわらかいだけでなく、噛み心地を重視し、風味の強い方を高

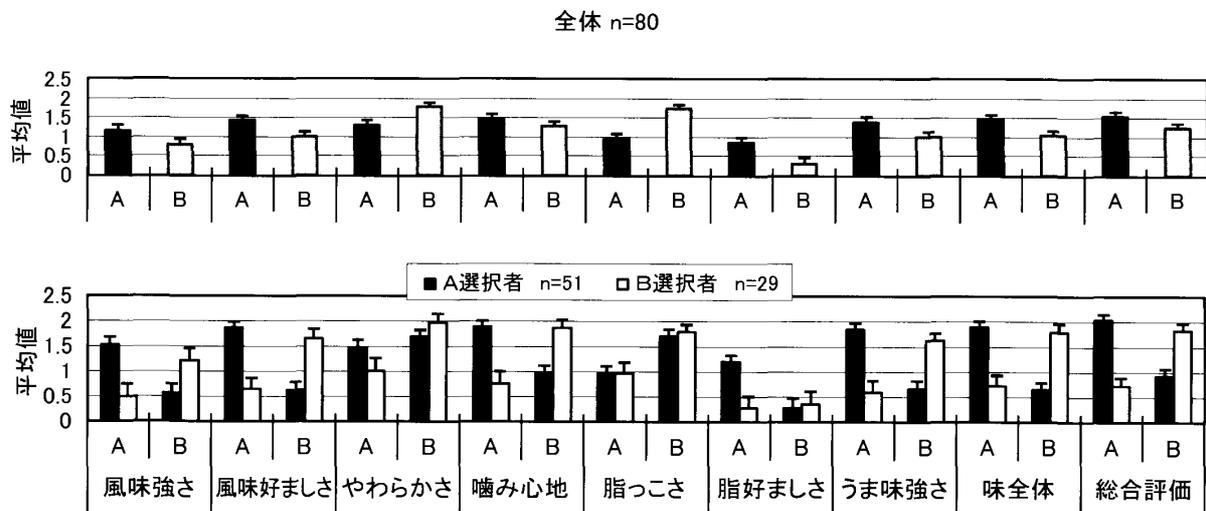


図10 2種の牛肉に対する評価の評価者による違い。
脂っこさへの嗜好がうま味の強さの評価を逆転させている。

うま味の基本特性とおいしさへの寄与

く評価している。風味でも B 群は脂っこい方を強いとしている。これはうま味のイメージ形成において、B 群は脂肪に対する嗜好が強いために、噛みしめて出てくるうま味よりも直感的に感じられる「脂のうまみ」もうま味と解釈したと考えられる。しかし、うま味は脂肪のうまみとは峻別し、「味」で判断しなければならないのである。次の実験は本来のうま味を識別させるために有効な方法を示唆している。

5.2. 脂肪とうま味

試料は山形県産黒毛和種のサーロイン同一部位 C、D で、格付は 3 等級、4 等級、粗脂肪含量は 21.8%、39.0% をすき焼き風煮物とした。各 35 g ずつを供し、試食の前半と後半で 2 回評価した。また、C と D に 0.02% の MSG、または IMP を添加して煮た CM と DM、CI と DI を比較した。評価は 2

クラスで行った。最終評価のより食べたい方の選択率のみを図 11 に示す。

評価時間が異なったためか、クラス間で結果が若干異なったが、全体として試食の前半では D の方が高く評価された。しかし後半では脂っこさがくどく感じられたため差が縮小し、クラス II では D から C へ逆転した。ところが MSG 又は IMP を添加すると、嗜好差が拡大し、D はより好まれ、後半ではさらに差が強調された。これは蛋白質由来のうま味が相乗作用で増強されたためで、D の方がより蛋白質系うま味成分が多いことを示している。そして通常は脂肪が多いものは後半では評価が下がるはずのところ、MSG 添加によりますます D の評価が高まった。

MSG 無添加と添加の場合について、どちらを選んだかでパネルを群別して評価の内訳を示す (図 12)。上記の例と同様にうま味の強さに対する解釈

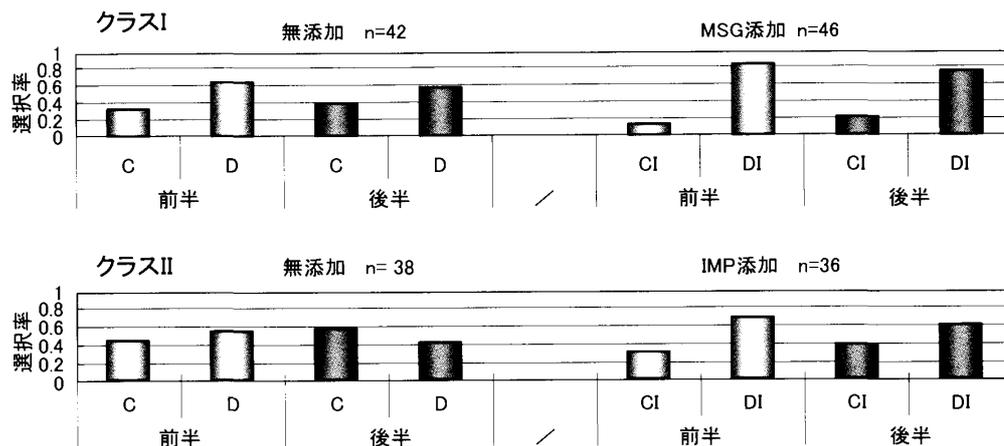


図 11 牛肉評価における MSG または IMP 添加の影響。

牛肉 A と B に 0.02% の MSG または IMP を添加して煮た場合と無添加で煮た場合の食べたい方の選択率を試食の前半と後半で評価。

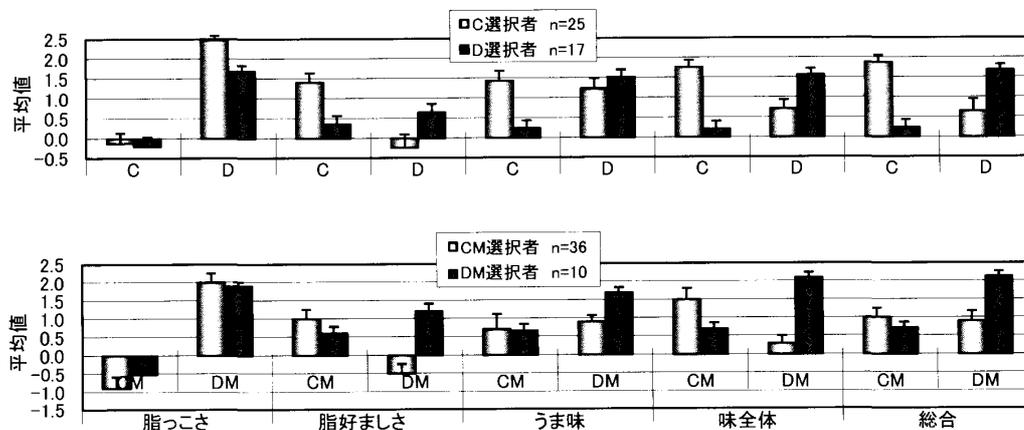


図 12 MSG 添加の有無によるうま味の評価への影響。

図 11 において評価者を群別したときの平均値。

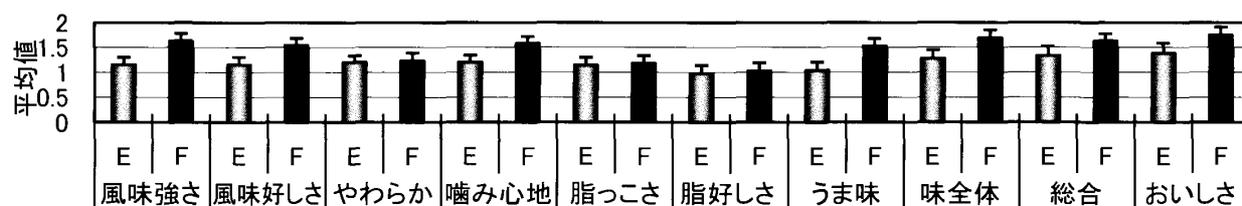


図 13 価格の異なる高級銘柄牛肉の評価。
100 g 単価 5000 円と 10000 円の高級牛肉の煮肉の比較。

が群で異なり、実際は D の方が本来のうま味が強いにもかかわらず、C 選択群では僅かではあるが C の方がうま味が強いと評価し、MSG を添加したときには逆転している。ただし味全体の好ましさで逆転していないのはやはり脂っこすぎたためであろう。IMP 添加の場合は省略するが同様の結果であった。この場合は偶々脂肪が多い方がうま味も強かったが、その逆の場合もある。

牛肉は他の食品や調味料と同時に食されるものであるから、MSG や IMP を添加して比較した場合に高く評価される牛肉は、実際の料理においてより強いうま味を発揮できるポテンシャルを持っている。牛肉の品質評価では、微量の MSG または IMP を添加し、相乗作用を引き起こしてうま味を顕わにして比較することが有効な鑑別手段となろう。そうすれば、牛肉の脂肪交雑量がこれ以上過剰に向かうこともないはずである。

5.3. 栄養バランスとうま味

味覚は食物選択の案内人であると最初に指摘したのは池田である^{1,3)}。エネルギー摂取総量一定の中で、炭水化物のシグナルである糖は公然として魅惑する甘味で、脂肪は香りの衣を纏いなめらかにして執拗に、蛋白質のシグナルに迫ってくる。ここでは人参があまり好きでなく、人参臭くなく、甘い人参を好む人、やわらかく、脂っこい牛肉を好む人は、これらのシグナルに多くの選択的注意を奪われ、うま味のシグナルを捉えにくいことも示された。甘味や脂っこさは直感的に分かるが、うま味は注意深く味わうことによって捉えられる。3 大うま味物質と相乗作用の全てが日本人によって発見されたのは民族の長期記憶と無縁ではない。近年わが国の甘味嗜好、脂肪嗜好が限界まで高まっているのは、注意深くものを味わうことと無関係ではない。うま味の発見者は注意深くものを味わう人のためにより調味料

を発明されたのである。

5.4. 究極のおいしさとうま味

最後に、「高貧度」の筆者には 2 度と行えない貴重な実験結果を紹介する。平成 20 年 1 月都内一流百貨店で販売されていた最高級の牛肉の評価を行った。父牛が同じ神戸牛 E と F のサーロイン同一部位 (格付け A4, A5; 粗脂肪 51.7%, 45.7%, 100 g 当たり 5,000 円、10,000 円) を、羅臼昆布出し汁を用い、うどん汁風に煮て 1 人約 10 g ずつの肉を 104 名で評価した。どちらも高く評価されたが、F の方がより風味が強く好ましく、うま味が高く評価され、やわらかさは差がないのに噛み心地がよいとされた。脂っこさはどちらも強いが、強さにも好ましさにも差がつかなかった (図 13)。なお、汁では特に F の「だしがでてい」感じの強いのが注目された。必ずしも価格で価値が決まるわけではないが、牛肉の究極はやはりうま味であることを示唆している。

おわりに

以上をまとめて、うま味とはいかなる味かを一言でいうなら、それ自身は強くもなく快でもなく、突出して他を圧倒することもないが、他に打ち負かされることもない。絶妙な作用で、食品それ自身では感知されない味を引き出し、快でないものを含めていろいろな食品を互いに他を生かし合い調和させることによって、食物の選択摂取をよりよく生きる方向に導く要といえる。この味の発見が池田の慧眼を待たねばならなかったのは、無数の味や香りと融和し、それ自身は無になることによっておいしさを引き起こす味だからである。もし、新しいご馳走の発見が人類の幸福にとって天体の発見以上のものであるというなら²⁹⁾、うま味並びに相乗作用の発見は、おいしさの根本原理の発見であり、人類史上最大の

発見といえる。

謝 辞

ここで示したデータは、前半は味の素(株)、後半は東京農業大学における研究で得られたもので、牛肉に関しては、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業 No.1673、No.1674、野菜に関しては農林水産省の補助事業として行った研究の一部である。ご指導ご協力をいただいた諸先輩、同僚、関係者、学生、またパネルとしてご協力頂いた大勢の社員、学生諸氏に感謝致します。また、原稿作成に際しては、元味の素(株)基礎研究所部長、東京理科大学教授百瀬春生博士に貴重な助言を頂いたことを感謝致します。

文 献

- 1) 池田菊苗：新調味料に就て。東京化学会誌 30, 820-836 (1909)
- 2) Ikeda K: On the taste of the salt of glutamic acid (Abstract). 8th International Congress of Applied Chemistry, Washington and New York, pp. 147 (1912)
- 3) 同上講演原稿：味の素(株)蔵
- 4) Glutamate Manufacturers Technical Committee: Monosodium Glutamate. Unique Flavor Enhancer. *Food Eng.* 26, 76-77 (1954)
- 5) 小玉新太郎：イノシン酸の分離法に就て。東京化学会誌 34, 751-757 (1913)
- 6) 山口静子：おいしさと生きること。日本味と匂誌 10, 175-182 (2003)
- 7) 山口静子, 玉木有子：おいしさの原点と展開の諸相。日本味と匂誌 11, 223-236 (2004)
- 8) Ueda Y, Sakaguchi M, Hirayama K, Miyajima R and Kimizuka A: Characteristic flavor constituents in water extract of garlic. *Agric. Biol. Chem.* 54, 163-169 (1990)
- 9) Ueda Y, Tsubuku T and Miyajima R: Composition of sulfur-containing compounds in onion and their flavor characteristics. *Biosci. Biotech. Biochem.* 58, 108-110 (1994)
- 10) Ueda Y, Yonemitsu M, Tsubuku T, Sakaguchi M and Miyajima R: Flavor characteristics of glutathione in raw and cooked foodstuffs. *Biosci. Biotech.* *Biochem.* 61, 1977-1980 (1997)
- 11) Konosu S: The taste of fish and shellfish. *In Food Taste Chemistry*, (Boudreau JC ed.), American Chemical Society, pp.185-203 (1979)
- 12) 福家真也：水産食品の味。おいしさの科学 (山野善正編), 朝倉書店, 東京, pp. 99-105 (2003)
- 13) 西村俊英：畜産食品の味。おいしさの科学 (山野善正編), 朝倉書店, pp. 105-112 (2003)
- 14) 山口静子, 吉川知子, 池田真吾, 二宮恒彦：グルタミン酸ナトリウムと 5'-グアニル酸ナトリウムの呈味の相乗効果, 日農化誌 42, 378-381 (1968)
- 15) Yamaguchi S: The umami taste. *In Food Taste Chemistry*, (Boudreau JC ed.), American Chemical Society, pp. 33-51 (1979)
- 16) 國中 明：核酸関連化合物の呈味作用に関する研究。日農化誌 34, 489-492 (1960).
- 17) Yamaguchi S: The synergistic taste effect of monosodium glutamate and disodium 5'-inosinate. *J. Food Sci.* 32, 473-478 (1967)
- 18) Yamaguchi S: Basic properties of umami and effects on humans. *Physiol. Behav.* 49, 833-841 (1991)
- 19) Yamaguchi S: Fundamental properties of umami in human taste sensation. *In Umami a Basic Taste.* (Kawamura Y and Kare MR eds.), Marcel Dekker, New York and Basel, pp. 41-73 (1985)
- 20) Yamaguchi S and Ninomiya K: The use and utility of glutamates as flavor agents in food. *J. Nutr.* 30, 921s-926s (2000)
- 21) Yamaguchi S and Kobori I: Humans and Appreciation of the umami taste. *In Olfaction and Taste XI* (Kurihara K, Suzuki N and Ogawa H eds.), Springer-Verlag, Tokyo, Berlin, New York and London, pp. 353-356 (1994)
- 22) Sjöström LB and Crocker EC: The role of monosodium glutamate in seasoning of certain vegetables, *Food Technol.* 2, 317-321 (1948)
- 23) Cirardot NF and Peryam DR: MSG's power to perk up foods, *Food Eng.* 26, 71-72, 182, 185 (1954)
- 24) Yamaguchi S: Basic properties of umami and its effects on food flavor. *Food Rev. Int.* 14, 139-176 (1998).

山口

- 25) 山口静子：野菜のおいしさに関する検討結果-嗜好型官能評価の概要. 野菜のおいしさ検討委員会報告書 (野菜と文化フォーラム編), 平成 19 年度知識集約型産業創造対策事業, pp. 17-41 (2008)
- 26) 山口静子, 鈴木康司, 近藤 宏, 大澤敬之: 野菜のおいしさと評価者の認知・嗜好構造. 日本味と匂誌 14, 427-430 (2007)
- 27) Crocker EC and Henderson LF: The glutamic taste. *Am. Perfumer Essential Oil Res.* 27, 156-158 (1932)
- 28) 菱谷晋介: 主観的な意識体験としての視覚イメージに関する最近の研究. 心理学ワールド 41, 9-12 (2008)
- 29) サバラン B: 関根秀雄, 戸部松実訳: 美味礼賛 (岩波文庫) (1967)

<著者紹介>

山口 静子 (やまぐち しずこ) 氏略歴

昭和 35 年 日本女子大学卒業
昭和 35 年 味の素株式会社入社 食品総合研究所勤務
昭和 45 年 東京大学農学博士
平成 9 年 東京農業大学教授
平成 20 年 味覚と食嗜好研究所代表

