

## 特集：うま味発見100周年記念公開シンポジウム - 3

## 世界のUMAMIになるまで\*

栗原 堅三\*\*

(青森大学学長)

池田菊苗博士がコンブのうま味成分がグルタミン酸の塩であることを発見したのが<sup>1,2)</sup>1908年(明治41年)であるから、2008年はうま味発見100年目になる(表1)。ここでは、うま味の発見から世界のUMAMIになるまでの経過を紹介する。

グルタミン酸の塩がうま味を有することの発見に続いて、1913年には小玉新太郎がカツオブシのうま味成分がイノシン酸の塩であることを発見した。1957年には国中明が、グアニル酸の塩がうま味を呈すること、さらにグルタミン酸の塩とイノシン酸の塩またはグアニル酸の塩の間に相乗作用があることを発見した。

## 1. うま味研究の広がり

うま味物質の実体が明らかになると、いろいろな食材中のうま味含量が測定されるようになった。その結果、グルタミン酸はコンブだけではなく、多くの植物性および動物性食材に広く含まれていること、イノシン酸はサカナや肉のような動物性食材に、グアニル酸はシイタケのようなキノコ類に含まれていることも明らかにされた。これらの研究の結果、うま味物質は特定の食材にだけ含まれているのではなく、普遍的に存在することが明らかになった。

うま味物質が調味料として広く発売されると、欧米でもうま味物質の添加が食物の味を著しく改善することが認められてきた。アメリカでは、多くの研究者がうま味物質に関する官能検査を行い、うま味

表1 うま味研究の歴史。

|              |                           |
|--------------|---------------------------|
| 1908年(明治41年) | 池田菊苗 グルタミン酸のうま味を発見        |
| 1913年(大正2年)  | 小玉新太郎 イノシン酸のうま味発見         |
| 1957年(昭和32年) | 国中明 グアニル酸のうま味発見           |
| 1982年(昭和57年) | うま味研究会発足                  |
| 1985年(昭和60年) | 第1回うま味国際シンポジウム(ハワイ)       |
| 1990年(平成2年)  | 第2回うま味国際シンポジウム(シシリー)      |
| 1993年(平成5年)  | 第11回嗅覚・味覚国際シンポジウム(札幌)     |
| 1997年(平成9年)  | 第12回嗅覚・味覚国際シンポジウム(サンディエゴ) |
| 1998年(平成10年) | グルタミン酸国際シンポジウム(ベルガモ)      |
| 2004年(平成16年) | 第14回嗅覚・味覚国際シンポジウム(京都)     |

\* Received May 21, 2008; Accepted July 5, 2008

Until UMAMI is internativrally accepted

\*\* Kenzo Kurihara, Aomori Univ., Aomori 030-0943; kurihara@aomori-u.ac.jp, Fax+81-017-728-3020

物質は Flavor Potentiator と位置づけられた<sup>3)</sup>。すなわち、うま味物質は特定の味を呈する物質ではなく、他の基本味を増強あるいは修飾することにより作用を発現すると見なされた。一方、味の素の山口静子は、グルタミン酸は他の基本味の強度に影響を与えないこと、すなわち Flavor Potentiator の作用がないことを発表した。

うま味物質に関する電気生理学的な研究は、1967以降に日本やアメリカの研究者によって行われた。ラットの単一の鼓索神経線維からの応答測定では、グルタミン酸ナトリウム (MSG) は Na イオンに反応する線維に反応をひき起こすと結論された。以後、生理学者の間では、うま味物質の応答は一種の塩反応であるとの考えが広まっていった。

## 2. うま味に関する第1回国際会議

コンブ、カツオブシ、シイタケは、日本では日常的に使われていたので、うま味は日本人の間ではなじみ深い味である。しかしながら、欧米にはコンブのように純粋なうま味を呈する食材がないので、うま味という味の存在を認めなかった。

1982年に、各分野の専門家が集まって、「うま味研究会」を発足させた。当時のメンバーは、河村洋二郎 (大阪大、生理学、会長)、木村修一 (東北大、栄養学)、鴻巣章二 (東大、食品化学)、栗原堅三 (北大、分子生理学) であった。うま味に関する研究成果の情報交換を行うなかで、うま味に関する国際シンポジウムを開くことになった。

第1回のシンポジウムはハワイで行われた<sup>4)</sup>。テキサス大学の J. C. Boudreau は、ラット、イヌ、ネコの膝神経節 (顔面神経膝にあり味覚情報を伝える神経節) の線維には、MSG に特異的に反応する線維はないことを発表した。二ノ宮と船越は、マウスの単一舌咽神経線維と鼓索神経線維の反応を測定した。鼓索神経線維の場合は、MSG に反応する線維は NaCl にもよく反応したが、舌咽神経線維の場合は、MSG によく反応するが NaCl にはほとんど反応しない線維が見られた。MSG は NaCl とは明らかに異なる反応をひき起こすことが示された。

栗原と吉井は、ラットを用いて、MSG やグアニル酸ナトリウムは、食塩、塩酸、キニーネ、ショ糖などの反応に影響を与えないことを示した。また、グアニル酸ナトリウムは MSG だけではなく、ほと

んどのアミノ酸の反応を増強することを示した。このデータはラットで得られたものであるが、ヒトでの結果と一致しない。後に述べるように、2002年になって T1R1+T1R3 がマウスのうま味受容体であるとの論文が発表されたが、マウス受容体は上記のラットの結果と同じように、ヌクレオチドはほとんどアミノ酸反応を増強した。その後、ヒトの受容体を用いた実験では、ヌクレオチドは MSG 反応のみを選択的に増強することが明らかにされた。

山口は 21 の物質の官能検査の結果を多次元尺度法で表示して、うま味は他の基本味とは独立であることを発表した。鴻巣らは、カニ味の必須成分は、3種のアミノ酸 (グリシン、アラニン、アルギニン)、うま味物質 (MSG とイノシン酸塩)、塩 (食塩と第二リン酸カリウム) であること、他の多くの食物の味もアミノ酸、うま味物質、塩の組合せで再現出来ることを発表した。これらの組合せの中からうま味物質を除くと、その食物の味は再現できない、すなわちうま味物質はいろいろな食物の味に必須であることを示した

以上ハワイでのシンポジウムのトピックを紹介したが、うま味が 4 基本味とは独立の新しい味であることに異論を唱える意見も多く出された。

## 3. うま味に関する第2回国際会議

第2回目のうま味シンポジウムは、シシリーで行われた<sup>6)</sup>。このときから、オックスフォード大学の E. T. Rolls が登場する。彼のグループは、各種の味物質をサルの舌に与え、大脳味覚野 (第一次味覚野と第二次味覚野) に存在する単一神経線維から反応を記録した。この結果、MSG は、食塩、塩酸、キニーネ、ショ糖とは明らかに独立した反応を示すことを明らかにした。二ノ宮らは、生後 7-10 日のマウスの舌咽神経は、NaCl よりはるかに低濃度で MSG が反応をひき起こすことを示した。

ラットにおいても相乗作用は見られるが、ヒトのそれに比べてはるかに小さい。栗原らは、イヌの鼓索神経からの反応を測定し、MSG とグアニル酸ナトリウムの間に、ヒトと同じような大きな相乗作用が見られることを発表した。また、相乗作用により大きく増大した反応は、アミロライド (塩反応の抑制剤) によりまったく影響を受けないことを示した。すなわち、うま味反応は、塩反応ではないことが明

確に示された。

このシンポジウムでは、うま味は他の4基本味と明らかに異なる味であることを示すデータが多く発表された。すなわち、うま味は第5番目の基本味であることを示すデータが揃ってきた。当時筆者は、基本味である条件を以下のように考えていた。もともと味を基本味に分類することには絶対的な基準があるわけではないが、基本味という概念は現実的にはきわめて有用である。以下条件を列記する。

(1) 明らかに他の基本味とは違う味である。(2) 他の基本味と味が違って、その味が特殊な味で普遍的でないものは、基本味とは呼ばない。基本味であるためには、普遍的な味であることが必要である。たとえば、各種の塩はNaClとは異なる味を示すが、それぞれの塩の味はNaClの味ほど普遍的ではないので基本味とは呼ばない。(3) 他の基本味を組み合わせても、その味を作り出せない味である。(4) 他の基本味と独立の味であることが、神経生理学的に証明され得る味である。最終的には受容体が同定されることが期待される味である。

#### 4. うま味受容体の発見

1993年に、第11回嗅覚・味覚国際シンポジウムが札幌で開催された<sup>6)</sup>。札幌でのシンポジウムは筆者が組織委員長であったので、特権でうま味セッションを設けた。おなじみのメンバーの発表内容は省略するが、N. ChaudhariとS. Roperのグループが、脳に存在するグルタミン酸受容体(mGluR4)がうま味受容体であるとの報告を行った。うま味受容体に関する最初の報告である。mGluR4が受容体であることを示唆する最大の根拠は、この受容体が舌の上では味細胞のみに発現していることである。ただしいくつかの問題が指摘されている。もともと脳のmGluR4は抑制性の受容体であり、事実mGluR4をCHO細胞に発現させて、MSGを与えると抑制性応答(cAMPレベルが減少する)が起こった。この受容体のアンタゴニストは、MSGの応答を抑制するのではなく、かえって増強した。mGluR4のノックアウトマウスでは、MSGを与えたときの応答を増強した。このように、mGluR4が真のうま味受容体であるかどうかの議論が現在まで続いている。

このシンポジウムから9年後の2002年に、C. S. Zuker<sup>7)</sup>のグループがT1R1+T1R3がマウスのうま味

受容体であることが発表した。マウスの場合、先に述べたラットと同様にほとんどのアミノ酸応答はヌクレオチドにより増強された。ついで、E. Adlerのグループ<sup>8)</sup>はヒトのT1R1+T1R3は各種アミノ酸のうちMSGだけがヌクレオチドにより増強されることを発表した。この結果は、この受容体がうま味受容体である可能性を強く示唆した。

1997年に、第12回の嗅覚・味覚国際シンポジウムがサンディエゴで開催された。この会議ではモネル化学感覚研究所長のG. Beauchampと私がオーガナイザーとなり、うま味セッションを開いた。上で述べたN. ChaudhariとS. Roperの発表<sup>9)</sup>が評判となり、うま味受容体が発見されたと各国の新聞で報道された。うま味受容体が発見されたとすると、うま味は先に述べた4つの条件を満たすことになる。われわれも、うま味は第5番目の基本味であることが認められる時期が来た実感した。翌年の1998年1月のニューヨークタイムズ紙に、umamiは第5番目の基本味であることが大きくとり上げられた。umamiは国際語となり、umamiが世界的に認知されたことになった。うま味に関する国際シンポジウムは、その後も行われたが、本特集の他の総説と重なるので省略する。

#### 5. グルタミン酸の体内動態

グルタミン酸は、われわれの体内ではどのような挙動をするのだろうか。まず、母乳のなかには高濃度のグルタミン酸が含まれていることを紹介する。図1の左側は、コンブのだし汁中のアミノ酸を示している。このだし汁は、京都の料亭で昔から行われている方法(コンブを1時間60℃のお湯に浸ける)でとったものである。グルタミン酸とアスパラギン酸が主成分であることが分かる。右側の図は、母乳中のアミノ酸を示している。コンブのだし汁と同じ程度のグルタミン酸が含まれている。ヒトは生まれながらにしてうま味になじんでいるのである。

多くのタンパク質のなかでもっとも多く含まれているアミノ酸は、グルタミン酸である。食物中には遊離グルタミン酸も含まれているが、食物を食べたとき摂取するグルタミン酸は大部分タンパク質由来である。われわれは、一日約20gのグルタミン酸を摂取している。このグルタミン酸は、小腸で吸収されるが、大部分は小腸粘膜で消費されてしまう。

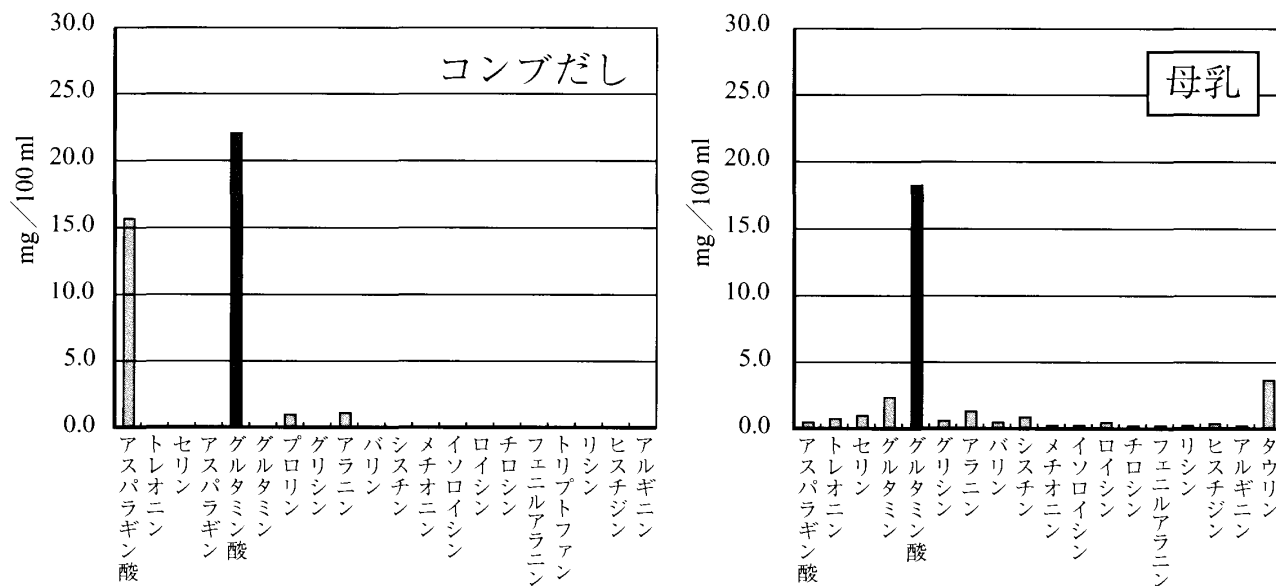


図1 コンブだし汁と母乳のアミノ酸組成。

小腸から門脈に流出するグルタミン酸は吸収されたグルタミン酸のわずか4%である。残りのグルタミン酸の大部分は、小腸粘膜で代謝されエネルギー源として使われる。また一部はグルタチオンの産生に使われる。

もともとグルタミン酸は非必須アミノ酸であるから、体内で合成される。脳ではグルタミン酸は大切な神経伝達物質であるが、これは食物由来のグルタミン酸ではなく脳内で合成されたものである。

## 6. うま味に関する国際的な反響

日本食は、世界各国で今や空前のブームになっている。日本食は栄養バランスが良いことと、日本食の味の主役である「うま味」がとくに欧米人には新しい味として受け入れられてきたことが原因と思われる。これを反映してか、このところ欧米のマスコミにしばしば「うま味」が取り上げられている。

2007年12月8日のThe Wall Street Journal紙には、UMAMIに関する詳細な記事が掲載された。うま味物質がコンブやシイタケだけではなく、彼らになじみの深いチーズ、トマトケチャップ、アンチョビ、トリフなどに豊富に含まれていることが紹介されている。2008年1月、NHK国際放送のWhat's UP Japanという番組では、筆者が3回にわたりうま味の紹介を行った。この放送は各国の言葉に翻訳され20以上の国で放送された。

2008年3月5日のNew York Time紙には、Yes, MSG, the Secret Behind the Savorというタイトルの記事が掲載された。ここでは、まず1968年に世間を騒がせた中華料理店シンドロームが紹介されている。中華料理を食べると、そこに含まれているMSGのために顔がほてったり頭痛がするという症状を訴える人がいたという話である。このため、MSGは悪者とされ、ベビーフードから除去されるといったことが起こった。もっとも、その後、「自分はその種の症状を起こしやすい体質だ」と思いこんでいる被験者を対象に二重盲検法が適用され、被験者の症状とグルタミン酸ナトリウム摂取との間には何ら相関がなりことが結論づけられた。科学者の間ではこの問題は決着がついたことになっているが、一般的にはまだ尾を引いており、アメリカでも日本でも、MSGが健康によくないという発言をする人が今だにいる。Yes MSG という記事では、MSGはアメリカ人が日常的に食べている食材に普遍的に含まれていることを紹介し、中華料理店シンドロームは誤った情報であると述べている。とかくMSGを敵視してきたアメリカのマスコミに、こういう記事が掲載されるのは画期的である。

## 文 献

- 1) 池田菊苗: 新調味料に就いて, 東京化学会誌 30, 820-836 (1909)

- 2) Ikeda K: On the taste of the salt of glutamic acid. *Eight International Congress of Applied Chemistry* 147 (1912)
- 3) Maga JA: Flavor Potentiators. *In Food Additive Toxicology*, Marcel Dekker, New York, pp. 379 (1994)
- 4) Umami: a basic taste, (Kawamura Y and Kare MR eds.), Marcel Dekker, New York and Basel, 1987
- 5) Physiology & Behavior, Special Issue: Umami, Proceeding of the Second international symposium on Umami, (Kawamura Y, Kurihara K, Nicolaidis S, Oomura Y and Wayner MJ eds.), (1991)
- 6) Olfaction and Taste XI, (Kurihara K, Suzuki N and Ogawa H eds.), Springer-Verlag (1994)
- 7) Nelson G, Chandrashekar J, Hoon MA, Feng L, Zhao G, Ryba NJ and Zuker CS: An amino-acid taste receptor, *Nature* 416, 199-202 (2002)
- 8) Li X, Staszewski L, Xu H, Durick K, Zollen M and Adler E: Human receptors for sweet and umami taste, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 99, 4692-4696 (2002)
- 9) Chaudhari N, Landin AM and Roper SD: A metabotropic glutamate receptor variant functions as a taste receptor, *Nature Neurosci* 3, 113-119 (2000)

### <著者紹介>

#### 栗原 堅三 (くりはら けんぞう) 氏略歴

- 1936年 神奈川県生まれ  
1963年 東京工業大学理工学研究科修了 (理学博士)  
1972年 北海道大学薬学部助教授  
1979年 同教授  
1993年 同大学大学院薬学研究科科長  
1999年 青森大学大学院環境科学研究科科長  
2002年 青森大学学長  
1994年～1996年から日本味と匂学会会長  
日本味と匂学会賞、日本薬学会賞、秋山財団賞など受賞

