だしとうま味の食品化学

二宮くみ子

Food Science of Dashi and Umami Taste

Kumiko Ninomiya

Non-Profit Organization Umami Information Center; 8-7-1202 Niban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0084, Japan.

(Received April 22, 2016)

Umami is a basic tastes, along with sweet, salty, bitter and sour, which is imparted by glutamate, one of the free amino acids in foods. Since its discovery of umami by a Japanese scientist in 1908, umami is now perceived globally a basic taste. Recent collaboration among chefs and researchers on traditional soup stocks showed a difference in taste profiles of Japanese soup stock ‘dashi’ and Western style soup stock. The free amino acids profile’s in *dashi* and soup stock showed how Japanese have traditionally adopted a simple umami taste. The exchange of knowledge on cooking methods and diverse types of umami rich foods in different countries displays the blending of the culinary arts, food science and technology for healthy and tasty solutions. Since Japanese cuisine ‘WASHOKU’ was listed in the ‘Intangible Heritage of UNESCO’ in 2013, many people in the world now have great interest in Japanese cuisine. One of the unique characteristics of this cuisine is that ‘dashi’ is an indispensable material for cooking a variety of Japanese dishes. Many chefs from Europe, US and South America have come to Japan to learn Japanese cuisine in the last 10 years, and umami has become recognized as a common taste worldwide. Researchers and culinary professionals have begun to pay attention to the traditional seasonings and condiments rich in glutamate available throughout the world.

Key words—umami; dashi; amino acids; soup stock

はじめに

2013年12月、「和食：日本人の伝統的な食文化」がユネスコ（国際連合教育科学文化機関）無形文化遺産に登録された。登録とは、「無形文化遺産保護条約」の第2条にある定義に基づき無形文化遺産の代表的な一覧表に記載されたことを意味している。この一覧表に記載されるためには、登録の対象となった「和食」が「世代から世代へと伝承され」、「自然との相互作用及び集団に対応して絶えず再現」される必要がある。さらに、和食の特徴として下記の4点が挙げられている。

1. 多様で新鮮な食材とその持ち味
2. 栄養バランスに優れた健康的な食生活
3. 自然の美しさや季節の移ろいの表現
4. 正月などの年中行事との密接な関わり

「栄養バランスに優れた健康的な食生活」については以下の解説が付されている。「一汁三菜を基本とする日本の食事スタイルは理想的な栄養バランスと言われている。また、「うま味」を上手に使うことによって動物性脂肪の少ない食生活を実現しており、日本人の長寿、肥満防止に役立っている」。本稿では、和食の特徴として取り上げられている「うま味」が果たす役割や近年明らかになってきた栄養・生理学的知見も併せて紹介する。

うま味とは何か

われわれは日々様々な食品を食事として摂取している。野菜、肉、魚介類や発酵食品である味噌や醤油、チーズなどには、いずれも様々な遊離アミノ酸が含まれている。食品中に含まれている成分については食品成分表に詳細が示されている。食品成分表はわが国の食生活を支える基本資料であり、特定給食施設の栄養管理、栄養指導、疾病患者の食事設計など、われわれの日常生活を始め学校給食における栄養教育や研究分野、食事摂取基準の策定、食糧需給表の作成、国民健康・栄養調査の実施などの行政

NPO 法人うま味インフォメーションセンター（〒102-0084 東京都千代田区二番町 8-7-1202）

e-mail: kumiko04221846@gmail.com

本総説は、日本薬学会第135年会シンポジウム S63 で発表した内容を中心に記述したものである。

分野まで、非常に幅広い領域で活用される重要な情報源である。2010年の日本食品成分表改定により食品成分表には「アミノ酸成分表」が加わり337品目のアミノ酸の成分値が掲載されたことで食品中のアミノ酸組成を知ることが可能となった。アミノ酸は食品中のタンパク質を構成する成分であり、タンパク質の栄養価は主に構成アミノ酸の種類と量によって決まるので、アミノ酸の総摂取量（すなわちタンパク質の摂取量）に加えてアミノ酸組成のバランスが重要である。このアミノ酸組成表に示された各種アミノ酸の数値にはタンパク質を構成するアミノ酸（結合アミノ酸）と遊離アミノ酸を合算したものが示されている。栄養価が満たされていることに加えて、食品の味を考えたときに遊離アミノ酸は非常に大きな役割を果たしている。各種食品中の遊離アミノ酸組成については、個々の食品毎に論文を検索するか日本栄養食量学会が公開している遊離アミノ酸データベース¹⁾のほかに、遊離グルタミン酸を中心とした情報であればNPO法人うま味インフォメーションセンターがWebで公開している。²⁾ アミノ酸が結合したタンパク質のほとんどは無味であるが、食品中に存在する遊離アミノ酸にはそれぞれ特有の味がある。グルタミン酸やアスパラギン酸は酸性下では弱い酸味を持つが、中性付近ではうま味、プロリン、アラニン、グリシンなどは甘味、バリン、ロイシン、イソロイシンなど多くの必須アミノ酸は苦味を持つアミノ酸である（Table 1）。これらの遊離アミノ酸は食品の味を構成する成分としての役割を担っている。なかでもグルタミン酸は自然界に最も多く存在するアミノ酸の1つであり、1980年代以降のグルタミン酸に関する多くの研究によって、グルタミン酸はタンパク質の構成成分（結合アミノ酸）、食品の味の成分（遊離アミノ酸）であるだけでなくタンパク質消化のためのシグナルを脳に送ったり、腸管のエネルギー源あるいは腸管を保護するグルタチオンの前駆体など様々な機能があることが報告されている。³⁾ グルタミン酸は食品中ではグルタミン酸イオンの状態で存在しているが、このグルタミン酸イオンの味が食品中で重要な役割をしていることを発見し、その味を「うま味」と名付けたのは日本の科学者 池田菊苗博士である。^{4,5)} 池田は帝国大学を卒業後、東京師範学校の教授、帝国大学の助教授などを務めたのち、明治32年（1899

Table 1. Taste of Free L-amino Acids

Sweet	Bitter	Sour	Umami
Gly	Phe	Asp	Glu・Na
Pro	Trp	Glu	Asp・Na
Ala	Arg	Asn	
Thr	Ile		
Pro	Val		
Ser	Leu		
Gln	Met		
	His		

年)、国費留学生としてドイツに留学し、硝酸の生成や触媒の研究で有名だったウィルヘルム オストワルドに師事している。オストワルドの下で最先端の化学を学ぶことで日本の化学の振興に貢献することが目的であったが、池田が大きく影響を受けたのはオストワルドの思想や生き方でもあった。池田は留学中にドイツで初めて食べたトマト、アスパラガス、チーズ、肉など、いずれも当時日本では食べることができなかった食材の中に、四基本味（甘味、酸味、塩味、苦味）以外の味があり、しかも、その味がトマト、アスパラガス、チーズ、肉のいずれにも共通している味であることに気付いた。明治34年（1901年）に帰国した池田は昆布のだしの中に自分がドイツで感じた味が鮮明に感じられることに気付き、昆布の味の成分に関する研究を1907年に開始している。当初はなかなか成果が得られず、途中で実験を中断しているが、1908年に「東洋学芸雑誌」に掲載された、おいしく食べることが食べ物の消化を促進するという医学博士 三宅 秀の論文を読み、昆布のだしの成分を突き止め、その成分を廉価な調味料とすることで国民の栄養状態の改善を図ろうと研究を再開している。そして、同年グルタミン酸イオンが昆布のだしの味を構成する主要成分であること、そしてグルタミン酸塩であるグルタミン酸ナトリウムが最も明瞭な「うま味」を呈し、さら

二宮くみ子

NPO法人うま味インフォメーションセンター理事、博士（農学）。1985年より、うま味研究の推進やうま味の普及活動を積極的に行っている。研究者とシェフの連携を通じて世界各地でうま味のセミナー、シンポジウムを開催。また“うま味・だし”をテーマとした食育活動においても、幅広く活躍している。

に調味料として最適であることを見出ししている。池田が成し遂げたうま味の発見とうま味調味料の発明は、池田の本業である理論化学ではなく応用化学の仕事である。池田がこのように応用化学に手を伸ばしたのは、常日頃から「人類の発展に貢献する」という大志を持っていたからであり、それはドイツ留学時代に師事したオストワルドの影響によるところが大きく、池田自身も「化学的研究によって開拓できる範囲の広さや将来性を信じて研究を決心した」と述べている。⁶⁾

うま味と旨味

ここで‘うま味’と‘旨み’（あるいは旨味）の違いについて述べてみたい。日本語では‘美味しい’を表現する言葉として‘旨い’という言葉が使われる。広辞苑では‘旨み’とは美味しさの程度を表す言葉であるとされている。すなわち、‘旨み’があるかどうか、あるいは美味しいかどうかは個人によって評価が異なるものであり絶対的な評価ではない。例えば、日本人にとって馴染みのある納豆の味は外国人には馴染みがなく、とても美味しいとは表現し難い味であることが多い。このような場合、納豆は日本人には‘旨み’があるが、外国人には‘旨み’がないということになる。したがって、‘旨み’という言葉には個人の好みが反映されている。一方、‘うま味’はグルタミン酸塩の味である。うま味は様々な食品の味を構成する成分の1つであり、甘味、酸味、塩味、苦味と並ぶ基本味の1つである。うま味以外の4つの基本味の味は誰もが容易に想像することができる味であり、科学的にみればグルコースやスクロースの味は甘味、酢酸やクエン酸の味は酸味、カフェインやカテキンの味は苦味、塩化ナトリウムの味は塩味である。明確な味の概念があり、誰もが知っている4つの基本味に比べると、うま味は淡く曖昧な味であり食生活の中でうま味のみを味わったり意識することがあまりないこと、そして日本人にとっては‘旨み’すなわち美味しさと混同されることが多く、本稿のテーマであるうま味について正しく理解が浸透しているとは言い難い。うま味の英語表記である *umami* は、基本味の1つであるうま味を表す国際語として使われている。外国人は *umami* の特徴を自分の言葉で表現しており美味しさと混同されことなく正しい理解が得られている (Table 2)。⁷⁾ うま味を理解した外国人シェ

Table 2. Expression of Umami by Culinary Professionals

Savory
Delicate and subtle
Mellow sensation
Earthy, musty and mushroom-like taste
Taste is like a big meaty and mouthful
It makes your mouth water
Mouth watering
Pleasant after taste with satisfaction
Lingering sensation
Subtle and ambiguous
Full tongue coating sensation
Fullness of taste that filled my mouth
It provide deep flavor and harmony and balance

Ninomiya K., 2015.⁷⁾

フ達は「うま味は人から教えてもらわないとわからない繊細な味」あるいは「甘味、酸味、塩味よりも持続性があり余韻を残す味」「唾液の分泌を促し口腔内が潤った感覚を起こす味」など、うま味の特徴を具体的にわかり易く説明しており、このような表現が日本でのうま味の説明にも役立っている。10年ほど前には、欧米人に昆布だしを味わわせても「味がしない」とか「磯臭い、ヨード臭がする」などのコメントしか返ってこなかったが、和食が普及するとともにだしに対する理解も深まり正しく表現することができるようになってきている。ワインのソムリエたちが各種ワインの香りの表現方法を習得していくのと同じように、多くのシェフたちが舌の上に感じる微妙で繊細な感覚がうま味であることを学んでいる。単にある食品や料理が美味しいか美味しくないかを評価するだけではなく、体験を通してうま味はおいしさの一要素であることをきちんと理解することが重要である。⁸⁾ うま味体験の具体的な方法についてはうま味インフォメーションセンターのホームページでも紹介している。²⁾

だしとブイヨンの比較

だしは和食に欠かすことができない。味噌汁や吸い物、蕎麦やうどんの汁、煮物、お浸しなど様々な料理に使われている。われわれ日本人にとってブイヨンは西洋料理のだしのようなものと考えられるが、だしとブイヨン中の遊離アミノ酸を比較してみると、その組成は大きく異なる (Fig. 1)。^{7,9)} Figure 1の左側の2つのグラフは昆布だしと一番だしに含まれる遊離アミノ酸であるが、昆布だしには2つの

Fig. 1. Free Amino Acids and Inosinate in Japanese Soup Stocks, Chicken Soup Stock and Chinese Soup Stock
Ninomiya K., 2015,⁷⁾ Umami Information Center 2014.

アミノ酸，すなわちグルタミン酸とアスパラギン酸のみが含まれており，その他のアミノ酸はほとんど含まれていない。グルタミン酸，アスパラギン酸ともに中性付近（昆布だしの pH は 6.7–6.8）でうま味のあるアミノ酸である。一番だしは加熱した昆布だしに鰹節を加えて調理したものであるが，この一番だし中に含まれる主要な呈味成分は昆布だし由来のグルタミン酸とアスパラギン酸，そして鰹節由来のイノシン酸である。イノシン酸（5'-イノシン酸塩）は，核酸系うま味物質であり，グルタミン酸との相乗効果によってうま味を増強することが知られている。^{10,11)} グルタミン酸とイノシン酸による相乗効果によって一番だしは昆布だしよりも強いうま味を呈する。一番だし中に最も多く含まれているアミノ酸のヒスチジンは，カツオ，イワシ，サバなど一般的に「青魚」あるいは「背の青い魚」と言われている魚で海洋表層近くを群れて回遊している魚に多く含まれるのが特徴である。¹²⁾ ヒスチジンは非常に弱い酸味をだしに与えている。一方，西洋料理のブイヨンや中国料理の湯（たん）と呼ばれるものは，

うま味物質のみに着眼すれば，肉や野菜に含まれていたグルタミン酸，そして，肉から抽出されたイノシン酸による相乗効果によってうま味が増強されているが，それ以外の成分も多く含まれており，素材の野菜や肉などから様々なアミノ酸が抽出されており，うま味だけではなく，これらのアミノ酸の呈味によって複雑な味が構成されていると言える。このように和食，西洋料理，中国料理のだしを比較してみると，和食はうま味を中心に構成されている料理と言える。池田は和食の文化の中で育ち，その中心的な成分を昆布だしから発見したことがきっかけで，1909 年に全く新たな調味料であるグルタミン酸ナトリウムを発明している。そのきっかけは「佳良にして廉価なる調味料を造りだし，粗食を美味ならしむることが国民の栄養不良を矯救せしむる」という考えである。食事として摂取したものをきちんと栄養素として消化・吸収していくためには，おいしく食べることが重要であるという発想である。ほとんど同じ時期にスイスのジュリウス マギーは製粉技術を学び，製粉工場を取り仕切っていた。19 世紀

末のヨーロッパは工業化の進展が目覚ましく、そのことが社会構造に変化をもたらしており、女性の社会進出が始まっていた。マギーの工場でも近隣の主婦たちが働くようになった結果、女性が家事に時間をかけることができなくなり、栄養不足が大きな社会問題となりスイス公共福祉協会の議題に挙がるほどまでになっていた。マギーは工場検査官であり医師であったシューラー師とともに食品の研究を重ね、ひよこ豆のタンパク加水分解物（遊離アミノ酸の混合物）をベースとした粉末状のスープを 1885 年に開発、その後 1908 年にはキューブ状のブイヨンを開発した。¹³⁾ 全く異なる国で、それぞれの食文化を反映させ、しかも、池田もマギーも栄養改善を目的に簡便な調味料を作り出しているのは興味深い事実である。ヨーロッパではマギーによるブイヨンキューブの発明だけでなく、ドイツの化学者 ユストス フォン リービヒ男爵は牛肉エキスを煮詰めてペースト状にしたものを作っている。これも、牛肉エキに含まれているアミノ酸の混合物である。その後、牛肉エキスの製造は工業化されイギリスにリービヒ肉エキス会社 (The Liebig Extract of Meat Company) が設立されたのは 1865 年である。¹⁴⁾ 池田はうま味の発見とうま味調味料の発明について、「グルタミン酸塩の味について」と題して米国化学会で発表しているが、¹⁵⁾ この中でリービヒの肉エキスにもうま味があると述べている。また、ビール製造に使用された酵母のエキスを濃縮したペーストであるマーマイトが商品化されたのは 1902 年である。¹⁶⁾ 19 世紀の後半から 20 世紀初頭にかけて、ヨーロッパでは彼らの食生活にあったかたちで、そして彼らが慣れ親しんできた味、すなわちグルタミン酸のうま味を含むアミノ酸の混合物が様々な形態で商品化されていった。一方、日本では池田がグルタミン酸ナトリウム製造法の特許を得ているが、当時は小麦のタンパク質を加水分解し、その中からグルタミン酸のみを抽出しそのナトリウム塩を調味料としていた。それぞれが親しんだ食文化の違いによって単独のアミノ酸であるグルタミン酸を主成分とする調味料を作り出した日本人に対し、ヨーロッパでは様々な素材からアミノ酸混合物が商品化されていったことは、食文化の背景と工業や化学の発展の関連が見てとれる興味深い事実である。

うま味が主役の伝統調味料や食材

ヒトは長い歴史の中で、食物を安定的に確保し、さらにそれを保存する技術や火を使って調理をする技術を獲得してきた。得られた作物を乾燥することで保存が可能に、また、肉や魚を塩漬けにしたり発酵させたりすることも、美味しく食べる工夫のみではなく保存食としても優れている。このようにして作られてきた伝統調味料や発酵食品などは世界各地にみられる (Fig. 2)。東洋と西洋の境目と言われるトルコから東の国々では魚介類や大豆や穀物などを発酵させて作られた調味料が多い。これらはいずれも発酵の過程で素材の持つタンパク質がアミノ酸に分解され、その結果グルタミン酸が豊富に含まれる調味料ができあがっている。和食に欠かせない味噌や醤油を始め、東南アジアの国々で使われている各種魚醤もグルタミン酸を多く含む調味料である (Table 3)。¹⁷⁾ 一方、トルコから西の国々ではトマトを用いたペースト、肉や乳製品から作られた発酵食品である生ハムやチーズなどが伝統的に作られてきた。トマトはコロンブスの新大陸発見以降にヨーロッパに渡り普及していった食材であるが、それらが各国で親しまれているソースやペーストのベースとして使われている。トマトにはグルタミン酸が豊富に含まれており、昆布と同様にグルタミン酸とアスパラギン酸が全遊離アミノ酸の中の 90% 以上を占めている (Table 4)。¹⁸⁾ 乾燥、発酵、塩漬けなど本来は美味しく食べるためや食品の保存のために行われた手法であるが、科学的に見るといずれもグルタミン酸を保存、濃縮、あるいは増やす方法でもあったと言える。

うま味と満足感

母乳中の遊離アミノ酸組成を見るとグルタミン酸が非常に多く含まれている (Fig. 3)。¹⁹⁾ 母乳に含まれている遊離グルタミン酸の生理学的役割については現在、米国で研究が進められているが、1つの可能性としてはグルタミン酸によるうま味は満足感 (Satiety) に関与している可能性があることが米国モネル研究所による乳児を対象とした研究で示されている。²⁰⁾ さらにイギリスの Sussex 大学の研究チームによる成人を対象とした研究でもうま味は満足感に関与していることが報告されている。²¹⁾ 米国モネル化学感覚研究センターによる乳児を対象とした研究では、タンパク質加水分解物を基本とした粉ミルク

Many different traditional seasonings and foodstuffs can be found around the world. Most have been processed in some way to preserve them, either by fermentation, drying or salting. These processes boost umami substances such as glutamate, creating food rich in umami.

Here is a selection of umami foods that continue to be regional favorites.

Fig. 2. Traditional Foods around the World and Umami

© Umami Information Center.

Table 3. Free Glutamate Contents in Fermented Seasonings (mg/100 g)

Fish sauce	Nam-pla	Thailand	950
	Nuoc mam	Vietnam	1370
	Patis	Philippine	988
	Basakang	Indonesia	465
	Budu	Malaysia	620
	Ishiru	Japan	1383
	Soy sauce	China	926
Fermented beans	Soy sauce	Japan	782
	Soy sauce	Korea	1264
	Miso (Sendai)*	Japan	690
	Miso (Shiro)*	Japan	270

Yoshida Y., 1998;¹⁷⁾ * data from Umami Information Center.

Table 4. Free Amino Acids in Tomato (mg/100 g)

	Locular	Pericarp
Asp	39	30
Ser	49	94
Glu	143	77
Gly	2	1
Ala	5	5
Val	1	2
Met	2	2
Ile	2	3
Leu	4	3
Tyr	4	4
Phe	13	14
Lys	9	9
His	5	6
Arg	5	5
Total	283	255

Ninomiya K., 1998.¹⁸⁾

クを摂取している乳児と通常の粉ミルクを摂取している乳児の体重増加を比較したところ、通常の粉ミルクを摂取している乳児のほうが正常な体重増加を上回る体重増加率を示していることが報告されている。一方、タンパク加水分解物をベースとした粉ミルク摂取群では、正常な体重増加を示している。通常の粉ミルクとタンパク加水分解物を使った粉ミルクで大きく異なるのは遊離アミノ酸含量である。通常の粉ミルクの遊離グルタミン酸は $10 \mu\text{mol}/100$

mL であるのに対し、タンパク加水分解物をベースとした粉ミルクでは約 75 倍近くのグルタミン酸 (タンパク加水分解物ではグルタミン酸とグルタミンの合算値) が含まれている。通常の粉ミルクにグルタミン酸ナトリウムを添加した場合にはミルクの摂取量がタンパク加水分解物ベースのミルク摂取群

Fig. 3. Free Amino Acids in Human Breast Milk from Healthy Woman after 1 Month from the First Lactation ($n=40$)

Agostoni C. *et al.*, 2000.¹⁹⁾

と同程度の摂取量となる。このことからグルタミン酸は食欲をコントロールし満足感に関与している可能性があることが示されている。乳児期の過体重や肥満は、成人後の肥満やそれに伴う様々な疾患の原因となることから WHO では生後 6 ヶ月までの母乳摂取を推奨している。また、成人を対象とした研究では、被験者は試験前日深夜より絶食、試験当日は全員が同じ朝食を摂取し、昼食摂取 45 分前にうま味（グルタミン酸ナトリウムとイノシン酸ナトリウム）を添加したスープと添加していないスープを摂取した群について、その後のパスタの喫食量を調べた。うま味添加スープ摂取群ではパスタ喫食前の空腹感がうま味無添加スープ摂取群よりも強いにもかかわらず、パスタ摂取量は、うま味添加スープ摂取群のほうが少ない量で満足感を得ている（満足するまで喫食した時点の喫食量が少ない）。さらに、事前に摂取するスープは高タンパク質であるほうが、より効果があることを報告している。スープとパスタ摂取による総摂取カロリーはうま味添加スープ群のほうが低くなっているにもかかわらず満足感が得られていることがこの研究で注目すべき点である。先進国では過度な肥満が社会問題ともなっており、おいしく食べつつ過食にならないというメッセージは Times 紙の Web 版に掲載された ‘Eat Umami, Eat Less’ という記事がきっかけとなり、フランス語、イタリア語、オランダ語、ポルトガル

語、アラビア語、インドネシア語、中国語、韓国語、そして日本語も含め 70 件近くの関連記事が Web で発信された。おいしくかつ健康な食についての関心の高さが窺われる事象の 1 つと言える。近年、消化管に味覚受容体が存在することがわかってきており、胃にも代謝型グルタミン酸受容体 I 型が存在することが明らかになり、²²⁾ 食事から摂取するグルタミン酸の生理学的な役割の解明が進んでいる。胃のグルタミン酸受容体は食物中の遊離グルタミン酸を受容すると、その情報は迷走神経を介して胃から脳に伝えられ、脳から各組織にシグナルが送られることで胃液や膵液などの分泌が促進され食物の消化を助けている。²³⁻²⁵⁾ 胃から脳へのシグナル伝達の役割をしたグルタミン酸のほぼ 95% は小腸でエネルギー源として使われている。²⁶⁾ われわれの生命活動に不可欠であるタンパク質の摂取を体に伝えるグルタミン酸によるシグナルと満足感、満腹感や食欲に関するより詳細な研究の進展が期待されている。

うま味の価値再考

和食の基本形とされるのが一汁三菜、すなわちご飯に汁物、おかず三種（主菜 1 品、副菜 2 品）で構成される献立である。この献立の形態は時代とともに変化しつつあるが、だしを中心とした汁物の摂取の習慣は日本独特のものであり、今後も継承していきたいものである。日々の汁物摂取がボディーマス指数（BMI）の増加、メタボリックシンドロームとは負の相関関係にあることがイタリア、フランス、ポルトガルなどの研究チームによる疫学調査で報告されている。²⁷⁻²⁹⁾ フランスの調査結果を見ると BMI が 27 以上の人、時々スープを飲むか全く飲まない人たちであるのに対し、ほとんど毎日スープを摂取する人は BMI が 23 以下である。日本で行われた疫学調査では、24-75 歳の男性約 100 名を対象としたもので汁物（ほとんどの場合が味噌汁）を摂取する頻度が多いほど肥満係数（腹囲/ヒップ比）が小さいこと、³⁰⁾ また、男性 103 名、女性 401 名（20-76 歳）を対象とした調査では味噌汁摂取頻度及び食物繊維の摂取が肥満のリスクとは負の相関関係があることが示されている。^{31,32)} 汁物にはだしが不可欠であり、だしにはうま味が豊富に含まれている。池田博士によるうま味発見から 100 年以上が経過し、漸くおいしく食べることが食物の消化に関与

していること、そして満足感や健康にも関与していることが科学的に実証されてきている。日常の食生活におけるうま味の存在とその価値を再認識し後世に受け継いでいきたいものである。

利益相反 開示すべき利益相反はない。

REFERENCES

- 1) Japan Society of Nutrition and Food Science: http://www.jsnfs.or.jp/database_amino-acid.html, cited 5 May, 2016.
- 2) Non-Profit Organization Umami Information Center: <http://www.umamiinfo.jp>, cited 17 May, 2016.
- 3) Young V. R., Ajami A. M., *J. Nutr.*, **130**, 892S–900S (2000).
- 4) Ikeda K., Japan. Patent 14805 (1908).
- 5) Ikeda K., *Tokyo Chem. Soc.*, **30**, 820–836 (1908).
- 6) National Diet Library, The 17th Kaleidoscope of Books: <http://www.ndl.go.jp/kaleido/entry/17/index.html>, cited 2 August, 2016.
- 7) Ninomiya K., *Flavour*, **4**, 13 (2015).
- 8) Ninomiya K., Katsuta Y., “Umami: The Fifth Taste, Basic information and ways to learn more,” Japan Publications Trading, Co., Ltd., Tokyo, 2014, pp. 136–151.
- 9) Ninomiya K., Kitamura S., Saiga-Egusa A., Ozawa S., Hirose Y., Kagemori T., Moriki A., Tanaka T., Nishimura T., *Journal of Home Economics of Japan*, **61**, 765–773 (2010).
- 10) Kuninaka A., *J. Agric. Chem. Soc. Jpn.*, **34**, 751–757 (1960).
- 11) Yamaguchi S., *J. Food Sci.*, **32**, 473–478 (1967).
- 12) Fuke S., Konosu S., *Physiol. Behav.*, **49**, 863–868 (1991).
- 13) Heer J., “Nestlé 125 Years, 1866–1991,” Nestlé, Vevey, 1991, pp. 1–525.
- 14) Funaki R., *Hissu Aminosan Kenkyu*, **178**, 59–62 (2007).
- 15) Ikeda K., Proceedings of the 8th International Congress of Applied Chemistry, Vol. 38, 1912, p. 147.
- 16) Hartley P., “The Marmite Cookbook,” Absolute Press, Bath, 2003.
- 17) Yoshida Y., *Food Rev. Int.*, **14**, 213–246 (1998).
- 18) Ninomiya K., *Food Rev. Int.*, **14**, 177–211 (1998).
- 19) Agostoni C., Carratù B., Boniglia C., Riva E., Sanzini E., *J. Am. Coll. Nutr.*, **19**, 434–438 (2000).
- 20) Mennella J. A., Ventura A. K., Beauchamp G. K., *Pediatrics*, **127**, 110–118 (2011).
- 21) Masic U., Yeomans M. R., *Physiol. Behav.*, **116–117**, 23–29 (2013).
- 22) Kondoh T., Mallick H. N., Torii K., *Biosci. Microflora*, **28**, 109–118 (2009).
- 23) Uneyama H., Nijima A., San Gabriel A., Torii K., *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.*, **291**, G1163–G1170 (2006).
- 24) Zolotarev V., Khropychev R., Uneyama H., Torii K., *Ann. NY Acad. Sci.*, **1170**, 87–90 (2009).
- 25) Tsurugizawa T., Uematsu A., Nakamura E., Hasumura M., Hirota M., Kondoh T., Uneyama H., Torii K., *Gastroenterology*, **137**, 262–273 (2009).
- 26) Akiba Y., Watanabe C., Mizumori M., Kaunitz J. D., *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.*, **297**, G781–G791 (2009).
- 27) Reeds P. J., Burrin D. G., Stoll B., Jahoor F., *J. Nutr.*, **130**, 978S–982S (2000).
- 28) Giacosa A., Filibert R., *Med. Doctor*, **8**, 40–45 (1997).
- 29) Bertrais S., Galan P., Renault N., Zarebska M., Preziosi P., *J. Hum. Nutr. Diet*, **14**, 121–128 (2001).
- 30) Moreira P., Padrão P., *Eat. Behav.*, **7**, 220–228 (2006).
- 31) Kuroda M., Ohta M., Okufuji T., Takigami C., Eguchi M., Hayabuchi H., Ikeda M., *J. Am. Diet. Assoc.*, **111**, 137–142 (2011).
- 32) Kuroda M., Ohta M., Okufuji T., Takigami C., Eguchi M., Hayabuchi H., Ikeda M., *Appetite*, **54**, 538–543 (2010).