

## 野菜の調味料としての利用

公益社団法人 日本技術士会 登録  
 食品産業関連技術懇話会 会員  
 技術士（農業部門）農学博士 石田 賢吾



トマト、タマネギ、ニンニクなどの野菜類は、ヒトの健康調節機能すなわち食品の第三次機能で注目されているが、食品を美味しくする第二次機能においても大きな役割を果たしている。本稿では、これらの野菜類の第二次機能、即ち食品の感覚機能を改善する調味料的側面に着目しながら、最近の研究開発の状況を解説してみたい。

### 1. 食品の風味成分

食品原料である動植物体を構成している成分のうち温水または熱水で加熱抽出されるものが、エキス (extractives)<sup>1)</sup> であり、食品の風味に関与する主要成分が含まれる。このエキスの成分は非常に複雑で、通常40～50種以上の化合物から成り立っている。

食品のフレーバー（風味）の分野では、その生成機構によって三つの形式に分類されている<sup>2)</sup>。生体が正常な成長に伴う代謝過程を通

じて生合成するもので、農・水・畜産物の収穫、捕獲、と殺時に存在している成分を第一次フレーバー成分、次いで生物体の組織、細胞の損傷による生分解によって生成される第二次フレーバー成分、および加熱、発酵、乾燥などの食品の調理加工によって生成する調理フレーバーとしての第三次フレーバー成分に分類される。その分類に基づいて野菜の風味成分を表1に示した。

野菜の風味成分もこのエキス区分に含まれ、生育中に生成された一次フレーバー成分として、グルコース、スクロースなどの糖類、リンゴ酸、クエン酸などの有機酸、グルタミン酸、アスパラギン酸などのアミノ酸、カリウム、ナトリウムなどの無機塩類が含まれる。貯蔵中の生分解、自己消化などによって生成した第二次フレーバー成分としては、イノシン酸、グアニル酸、アデニル酸などの核酸関連物質、アミノ酸、ペプチドなどが主要成分である。

表1 野菜類の風味成分の概要

分類	生成機構	関与する成分	備考
第一次	生物体の正常な生合成、代謝によって生成	糖類、アミノ酸類、ペプチド類、核酸関連物質、有機酸類、無機塩類など	主として味に関与、香気、色にも関与
第二次	収穫後の生分解などによって生成	アリイン、ジメチルスルヒド、レンチオニン、核酸関連物質など	主に香気に関与、味にも関与
第三次	調理、加工によって生成 メイラード反応など	アルデヒド、ケトン、ピラジン、メイラードペプチドなど	香気、コク味、色に関与

また、親油性の成分である精油区分には、香気に関与するリモネンなどの炭化水素、ゲラニオール、リナロールなどのアルコール類、アセトアルデヒド、ヘキサナーなどのカルボニル化合物、ジメチルスルヒド、ジアリルスルフィド、アリルイソチオシアネートなどの各種の含硫化合物、ジンゲロールなどのフェノール類など各種の成分が含まれている。ニンニク、ワサビなどでは、組織の損傷によって自己消化的に働くアリナーゼなどの酵素によって特徴のある風味成分が生成する。

## 2. 世界のだし原料としての野菜

西洋料理のだしに相当するフォンやブイオンは肉、魚、野菜及び香辛料などを煮出したもので、ソースやスープの素として使用される。

例えば、仔牛のすね肉や骨を煮出してとった茶色のソース用のだしである“フォン・ド・ヴォー”では野菜、香辛料としてはニンジン、タマネギ、セロリ、リーキ、ニンニク、トマト、ブーケガルニ、白粒コショウなどが用いられる<sup>3)</sup>。また、基本的なブイオンは、牛すね肉（骨付き）、鶏ガラに野菜としてニンジン、タマネギ、クローブ、リーキ、セロリ、ニンニク、パセリ、タイム、ローリエ、白粒コショウなどを煮込んで作られる<sup>3)</sup>。日本で広く普及しているラーメンのスープである清湯や白湯は、豚骨、鶏ガラとショウガ、ニンニク、長ネギ、セロリ、ローリエなどを煮込んで作られる。

一方の日本料理においては、鰹節、昆布、椎茸などのだし原料や醤油、味噌が用いられる。これらは、脂肪分も少なく、穏やかな風味を有し、香りの強い野菜類は一般に使用しない。ワサビ、ショウガ、カラシ、サンショウ、ゴマなどは出来上がった料理や和え物などにアクセント付けを目的として用いられる。日本のだしでは、鰹節や昆布のようにだし原料は複雑な製造、熟成工程を経て作られるが、だしひきの工程は比較的短時間で、シンプルに行われるのが特徴的である。

## 3. 世界的な調味料トマトの呈味成分

トマトはナス科に属し植物的には果実に相当するが、野菜と果実の中間の味をもつ野菜の仲間とされている。トマトの原産地は諸説あったが、今日では「トマトの原種はペルーを中心とするアンデス高原に分布し、それが北方へ広がってメキシコで栽培トマトに転化した」とされている。栽培トマトが作られたのは、紀元後1,000年頃と推定されている<sup>4)</sup>。世界でのトマト生産量は約16,179万t（2012年）で、野菜の中で最も多い<sup>5)</sup>。日本へは江戸時代の寛文年間に長崎に伝わったとされている。日本でトマトが食用となり栽培され始めたのは、明治以降のことで、開拓使によって、欧米から新品種が導入されて“赤ナス”の名で試作された<sup>4)</sup>。その後、品種改良、調味料やジュースなどへの用途が広がり、日本での最近の生産量は72万t程度である。

トマトはイタリア料理の基本となるトマトソースの主原料で、パスタやピザなどのソースに使用される。メキシコ料理のサルサやタコスなどにも用いられる。調理素材としてのトマトケチャップはトマトピューレに調味料、スパイス、タマネギなどを加えて低温で煮詰めたもので、オムレツ、ソーセージ、エビチリ、酢豚などにも用いられる。

トマトの味に関与するのはエキス成分であり、表2に示すように緑熟期に収穫して追熟したものと樹上で完熟させたものでは、エキス成分の含量に大きな差がある<sup>6)</sup>。

完熟したトマトはグルコース、グルタミン酸、クエン酸の量が著しく多く、味も強い。

高田氏（日本デルモンテ（株））<sup>7)</sup>は、トマトに含まれる呈味成分としては、遊離アミノ酸が重要で、糖類、有機酸、ミネラルが味に関与し、トマトの熟度が進むと、甘味とうま味が増すこと、これはグルコース、フラクトースが増え、クエン酸が減り、グルタミン酸が劇的に増加するためであり、グルタミン酸は完熟前後で

表2 トマトのエキス成分 (mg/100g)

成分	A	B	B-A
グルコース	2,800	5,166	2,366
グルタミン酸	117	250	133
アスパラギン酸	43	69	26
バリン	28	62	34
ロイシン	28	62	34
グリシン	28	62	34
グルタミン	11	21	10
アラニン	8	16	8
セリン	6	13	7
アスパラギン	6	13	7
スレオニン	3	6	3
クエン酸	336	606	270
ナトリウム	36	61	25
カリウム	60	76	16
マグネシウム	5	8	3
カルシウム	9	14	5
リン	7	15	8
計	3,531	6,520	2,989

A：緑熟期に収穫、室温で追熟したもの

B：樹上で完熟させたトマト

約10倍に増え、国産の生食用では約40～300 mg/100g、加工用で100～300mg/100gの濃度になると報告されている。

グルタミン酸は、果実の部位に偏在しており、特にゼリー部に多いこと、ピッコロ品種のミニ

トマトでは、ゼリー部に1,650mg/100g、果肉部で351mg/100g程度含まれると報告されている。

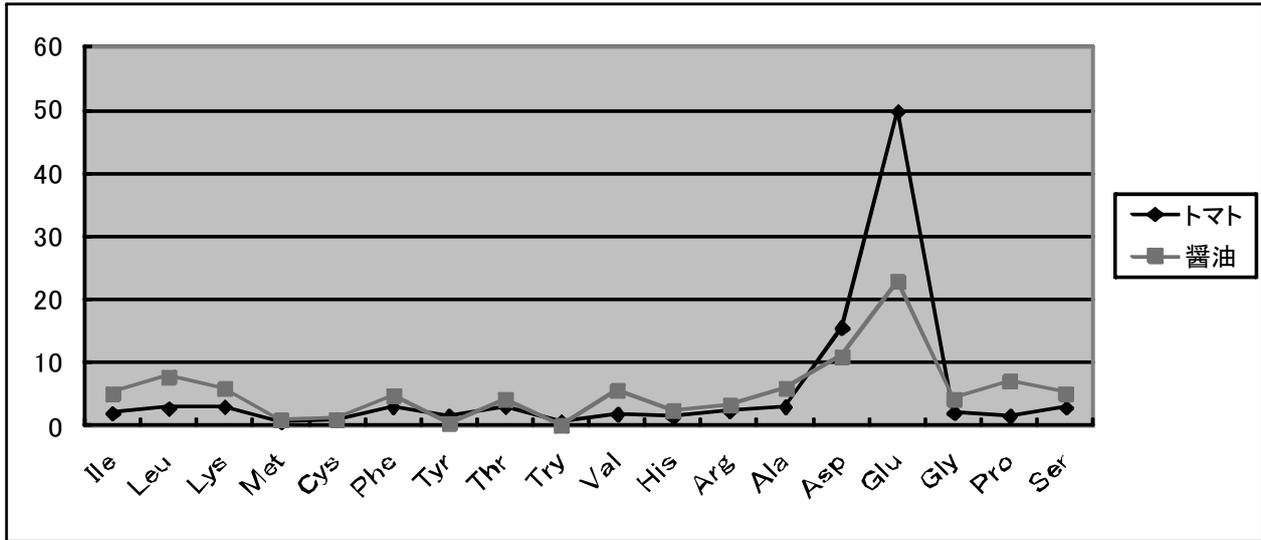
また、同氏によると、トマトの遊離アミノ酸の構成比率が醤油のそれと非常に良く似ており、醤油とトマトの総遊離アミノ酸量に対するグルタミン酸やアスパラギン酸の比率が類似することから、和洋の調味料のうま味を付与する共通点として考察されている。トマトおよび醤油の遊離アミノ酸の含量を表3、トマトと濃口醤油のアミノ酸組成比を図1に示す。

食品の重要なうま味成分である5'-グアニル酸や5'-アデニル酸がトマトにも含まれることが、安藤氏ら（農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所）によって報告されている<sup>8)</sup>。トマトの調理用品種の「にたきこま」の新鮮品の果実には5'-グアニル酸が15.2±1.7mg/kg（5果の平均値±標準偏差、以下同じ）、5'-アデニル酸が164.7±30.7mg含まれているが、これを2～4分割した後、オーブンで250℃、15分加熱したものは、5'-グアニル酸が19.9±1.4mg、5'-アデニル酸が186.0±29.6mgに増加した。また、生食用品種の「桃太郎8」では、加熱前で5'-

表3 トマト及び醤油の遊離アミノ酸組成 (mg/100g)

分類	アミノ酸	日本栄養・食料学会		U S D A	食品成分表
		トマト	トマトジュース	赤トマト	濃口醤油
うま味系 (Na塩)	アスパラギン酸	22.7	32.8	135	780
	グルタミン酸	93.6	136.2	431	1,600
甘味系	グリシン	1.1	1.4	19	310
	アラニン	4.1	8.1	27	420
	スレオニン	5.5	8.1	27	300
	セリン	7.8	9.2	26	370
	プロリン	106.1	189.4	15	500
	リジン	5.9	6.3	27	420
苦味系	フェニルアラニン	10.6	12.3	27	340
	ヒスチジン	-	5.7	14	170
	アルギニン	3.2	9	21	230
	イソロイシン	3.7	3.2	18	370
	ロイシン	3.7	3	25	550
	バリン	3.2	2.3	18	400
	メチオニン	-	-	6	70
	トリプトファン	-	-	6	17
	チロシン	3.5	4.6	14	86
シスチン	-	-	9	85	
合計	274.7	431.6	865	7,018	

図1 トマトと濃口醤油のアミノ酸組成比 (%) <sup>7)</sup>



グアニル酸が $6.1 \pm 1.0\text{mg}$ 、5'-アデニル酸が $62.4 \pm 12.0\text{mg}$ 、同様の加熱後では5'-グアニル酸が $10.2 \pm 0.4\text{mg}$ 、5'-アデニル酸が $84.2 \pm 3.8\text{mg}$ に増加した。トマトの加熱調理中に、生果に含まれるRNAからリボヌクレアーゼ等による作用によって生成・増加するものと考察されている。これらの核酸関連物質は、グルタミン酸ナトリウムと共存することにより相乗的にうま味が増強することは有名である。

うま味は日本においては、昆布や鰹節の味として古くから広く認められた味であるが、世界においては、1985年の「国際うま味シンポジウム」において「UMAMI」が初めて五番目の基本味として認められたのである<sup>9)</sup>。しかし、欧米では古くからトマトは調味料として広く使われていたことから推測して、うま味を基本味の一つとして、食品の美味しさの発現に寄与していることを、既に認識していたものと考えられる。

#### 4. コク味で注目されるタマネギとニンニク

タマネギ、ニンニクなどのネギ属の野菜では、その組織をすり潰すと酵素アリイナーゼが作用してジアリルジスルヒド、ジプロピルジスルヒドなど各種の含硫化合物が生成する。これらの野菜を肉などと煮込むことによって、原料に含

まれる含硫化合物やアミノ酸、糖類、油脂などの間でストレッカー分解、メイラード反応などの各種の反応が起こり独特の食欲をそそる風味とコクに富むソース、ブイヨン、ラーメンスープ、カレーなどが出来上がる。

タマネギのコク味付与物質としては、既に1-プロペニルシステインスルホキサイドが知られている<sup>10)</sup>。最近、(株)カネカの納庄氏らはコク味付与効果の強いタマネギの加熱濃縮物の工業的製造法を確立し、その増強物質の成分や生成メカニズムについて解析している<sup>11)</sup>。コク味とは、食品の味、香り、食感において濃厚感、持続性、広がりなどを強める味のことであり、これに関与する各種の成分が解明されている<sup>12)</sup>。タマネギのコク味物質解明の概要を表4に示した。

このあめ色の加熱濃縮物は、スルヒド類やメイラード反応生成物などを含み、コクの付与に大きく貢献すること、同時にタマネギの固形分に含まれる植物ステロールが加熱時の香気成分の保持と食した時の香気成分のひろがり、持続性を増大してコクの増強に寄与することを明らかにした<sup>11)</sup>。

ニンニクの水抽出物を凍結乾燥し、スープに添加すると、甘、塩、酸、苦、うま味の基本味に変化は認められないが、持続性、充実感、厚みなどのコク味が増強される。例えば、グルタ

表4 コク味を付与するタマネギ調味素材の概要<sup>11)</sup>

項目	内容
製造法	生タマネギ ⇒ 破碎・ろ過 ⇒ タマネギジュース (濁り物質含む) ⇒ 濃縮 (10倍) ⇒ 加熱 (品温110℃～160℃) ⇒ タマネギ加熱濃縮物
成分と効果	スルヒド類、糖、アミノ酸のメイラード反応物質 (フラン、ピラジン、フラネオール、ソトロンなど) } コク味の付与 牛肉スープ風味
	濁り物質に含まれる植物ステロール (β-シトステロール) } 香気を保持し 徐放する効果 ⇒ 持続性

表5 ニンニク中のコク味増強物質とその効果

化合物	コク味増強効果
Allin	+++
Cycloalliin	+
(+) -S-methyl-L-cysteine sulfoxide	++
γ-glutamyl-S-allyl-L-cysteine	++
γ-glutamyl-S-allyl-L-cysteine sulfoxide	+++

+++ : とても強い、++ : 明らかに強い、+ : やや強い

ミン酸ナトリウム、イノシン酸ナトリウムなどのうま味物質は、単独ではうま味が中心で深みの弱い味であるが、これにニンニクの抽出物を添加することによってコク味が増強される。このコク味増強に関与するニンニクの成分についても表5のように明らかにされている<sup>13)</sup>。

### 5. パセリエキスの新しい調味機能

高血圧などの予防の観点から、減塩食の重要性が叫ばれている<sup>14)</sup>。塩味を低減すると一般に食品のおいしさが損なわれることも周知の事実である。食塩の使用量を低減しても美味しさを減じないような調味処方として、食塩以外の塩味増強物質を使用する方法や塩味を有する塩化カリウムなどを使用する方法が開発されている<sup>15)</sup>。塩化カリウムは塩味を有するが苦味、金属味、収斂味などの不快味を有するために使用に制限がある。

日本水産(株)の土屋氏らは、セリ科の二年草でオランダゼリとも呼ばれるパセリを原料と

するエキスを用いた減塩調味料を開発した<sup>16)</sup>。このパセリエキスには、食塩代替物として使用されている塩化カリウムの苦味、金属味、収斂味などの不快味を改良する効果があることを明らかにした。

塩化カリウムの不快味評価法を確立し、呈味改善素材のスクリーニングを30種類の野菜のエキスについて測定した。このスクリーニングの結果では、各種の野菜のエキス成分に一定の改善効果が認められたが、パセリ抽出物に最も高い不快味改善効果が認められた。

この作用を示す有効成分を特定するために、合成吸着剤、弱塩基性陰イオン交換樹脂、ODS (オクタデシルシリル) カラムクロマトグラフィーによって分画した。この不快味低減活性の強い画分は核磁気共鳴分光法により、アピインというフラボン配糖体であることも明らかにした。

同時に、不快味改善物質の探索により、大豆レシチンに有効性が認められ、これとパセリエ

キスと併用した減塩調味料「ソルトカットシーズニング-PL」及びパセリエキス単独の「ソルトカットシーズニング-P」を開発した。この技術を応用して塩分50%カットの「さけあらかし塩分50%カット」、「おさかなのソーセージ(塩分50%カット)」等を開発、販売した<sup>16)</sup>。

## 6. 調味料として広く利用される野菜エキス

農産物の抽出物である「野菜エキス」や「きのこエキス」は、加工食品や外食産業向けの調味素材として広く利用されている。生食用と同一条件で栽培・収穫したものでも販売条件(形状、サイズ)に合わないものやエキス用として契約栽培されたタマネギ、ニンジン、ニンニク、シイタケなどが原料として使用される。これらの原料から工業的に抽出、分離・精製、濃縮して製造される<sup>17)</sup>。

これらの野菜エキスの生産量はペースト、粉末などの形態で、2014年の国内での生産量は28,382tでオニオンエキス、ガーリックエキス、ハクサイエキス、ニンジンエキス、キノコエキスとしてのシイタケエキスなどが生産されている。これらのエキスは、ソース、たれ、スープ(ラーメン、洋風など)、つゆ、ドレッシング、畜産・魚介缶詰、スナック、飲料、機能性食品などに利用されている<sup>18)</sup>。

## 7. 終わりに

調理の分野では、肉、魚などの動物性の食品と野菜類、きのこ、海藻などの植物性食品とを併用することにより、食品の美味しさが著しく向上する。これは、動物由来の核酸系の呈味物質やアミノ酸、ペプチドと、植物性食品に多いグルタミン酸、アスパラギン酸などとの共存により、うま味が向上するためである。同時に、調理中の各種成分の相互反応によって、コク味物質や香り成分が生成しておいしさが向上する。

広辞苑によると、調味料は「飲食物の味を調

えるに用いる材料、味覚・嗅覚を刺激して食欲を進め、消化・吸収を佳良にするもの」と記載されている。野菜も味を調える作用と健康増進作用の両面から有益な食材と言える。

## 参考文献

- 1) 小原正美：“食品の味” p62光琳 (1996)
- 2) 一島英治編、安本教傳ら：“食品工業と酵素” p219朝倉書店 (1983)
- 3) 主婦の友社編：“料理材料大辞典” p717、p721 (株) 主婦の友社 (2006)
- 4) (財) 科学技術教育協会：“トマト加工品” p6 (株) 恒信社 (1994)
- 5) F A O S T A T (2012)
- 6) 山野善正・山口静子編、福家眞也：“おいしさの科学” p76朝倉書店 (1994)
- 7) 高田式久：日本家政学会誌、**63**, (11) 745 (2012)
- 8) 安藤 聡ら：日本食品科学工学会誌、**62**, (8) 417 (2015)
- 9) 河村洋二郎編：うま味 味覚と食行動、p ii 共立出版 (1993)
- 10) Ueda Y, et al. : Biosci.Biotech.Biochem. **58**, 108 (1994)
- 11) 納庄康晴、杉瀬 健：月刊フードケミカル、(8) 45 (2014)
- 12) 西村敏英、江草 愛：月刊フードケミカル、(8) 25 (2014)
- 13) 藤巻正生監：“食品機能”、学会出版センター (1988)
- 14) 河野雄平ら：日本高血圧学会減塩ワーキンググループ報告p1 (2006)
- 15) 河合崇行：食品と容器、**51** (4) 248 (2010)
- 16) 土屋加奈子ら：月刊フードケミカル、(4) 23 (2014)
- 17) 螺澤七郎：ジャパンフードサイエンス、**54** (9) 21 (2015)
- 18) 食品化学新聞、9月17日号、p2, p3 (2015)

以上