

研究報文

えんどう豆を用いたしょうゆ風調味料の開発

仲原丈晴, 志賀一樹, 山崎達也*, 梅澤洋貴*

(キッコーマン株式会社 研究開発本部, *キッコーマン食品株式会社 商品開発本部)

(令和2年1月14日受理)

Development and characterization of fermented pea sauce (soy-free, wheat-free soy sauce-like seasoning).

Takeharu Nakahara, Kazuki Shiga, Tatsuya Yamazaki*, Hiroki Umezawa*

(Research and Development Division, Kikkoman Corporation, *Product Development Division, Kikkoman Food Products Company)

一般的な醤油の原料である大豆と小麦は、食物アレルギーの原因食物になりうるということが知られている。筆者らは、大豆および小麦を全く使用せず、代わりにえんどう豆を用いたしょうゆ風調味料(えんどう豆醤油)を開発した。製造工程や製品の大豆・小麦アレルギー量をEnzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA)法によって定量したところ、いずれも検出限界以下であった。えんどう豆醤油は大豆・小麦使用の一般的な濃口醤油に非常に近い味・香りを有することが示された。さらに、質量分析を用いた網羅的成分分析を行い、えんどう豆醤油の構成成分を明らかにした。

緒言

食物アレルギー診療ガイドライン¹⁾によれば、食物アレルギーとは、「食物によって引き起こされる抗原特異的な免疫学的機序を介して生体にとって不利益な症状が惹起される現象」と定義されている。症状としては、原因食物の摂取後に蕁麻疹等の皮膚粘膜症状、下痢嘔吐等の消化器症状が現れたり、重篤な場合は呼吸困難や血圧低下、意識障害等の全身性症状(アナフィラキシーショック)となり、死に至るケースもある。近年、先進国で食物アレルギー患者が増加傾向にあり、その有病率は幼児で約5%、学童期から成人では1.5~3%程度と考えられている¹⁾。食物アレルギーが社会の中で身近に存在するものとなる中、行政や企業の対応も求められている。

食物アレルギーは、食物に含まれる特定の成分やタ

ンパク質の部分領域(アレルギー)に対し体内の免疫システムが反応することにより生じる。現在のところ根本的な治療法が確立されておらず、アレルギーを含む食物を摂取しないことが発症を防ぐための最も確実な方法である。加工食品では、様々な食物原料を用いたり、異なる製品で同じ製造ラインを共用することもあるため、アレルギーの意図せぬ混入のリスクがある。食物アレルギー患者の誤食による発症を防ぎ、患者自身が食べられる食品を選別しやすくするために2001年に食品衛生法で主要なアレルギーを含む原材料を用いた加工食品の原材料表示ルールが定められた。さらにこれに先立つ1999年には、FAO/WHO合同食品規格委員会(Codex委員会)総会において、アレルギーを含む食物の国際的な原材料表示ルールが採択された²⁾。表示対象品目は、症例報告等をふまえ随時追加されて

表1 加工食品において表示が必要なアレルギーを含む原材料²⁾

規定	表示	原材料
特定原材料 7品目	表示 義務	卵、乳、小麦、そば、落花生、 えび、かに
特定原材料 に準ずるもの 21品目	表示 奨励	アーモンド、あわび、いか、 いくら、オレンジ、 カシューナッツ、キウイフルーツ、 牛肉、くるみ、ごま、さけ、さば、 大豆、鶏肉、バナナ、豚肉、 まつたけ、もも、やまいも、 りんご、ゼラチン

醤油の主原料の小麦は表示義務、大豆は表示推奨である。2019年9月にアーモンドが追加された。

おり、2019年10月時点で、表示義務7品目、表示推奨21品目の計28品目の原材料が表示対象になっている(表1)。これらを原料に用いた場合に製品ラベルへの表示が行われている。一般的な醤油の原料である小麦は表示義務、大豆は表示推奨に該当するため、醤油の製品ラベルでは「大豆・小麦」が強調表示されていることがほとんどである。また、醤油を原料に使用した加工食品の原材料表示においても「しょうゆ(大豆・小麦を含む)」と表示されている。

醤油中の大豆・小麦アレルギーについては、これまでに様々な研究が行われてきた。前述のとおり、一般的なImmunoglobulin E (IgE)依存型食物アレルギーは、特定のタンパク質の特定領域(アミノ酸配列)が特異的IgE抗体に認識・結合されることで発症する。このため、酵素などでタンパク質が分解されてIgE抗体が結合しないレベルまで低分子化された場合(低分子ペプチドやアミノ酸になった場合)、抗原性は低下する。醤油においては、製麹工程で麹菌が産生したプロテアーゼやペプチダーゼによって原料タンパク質が分解を受けるため、相対的に抗原性は低くなっていると考えられる。橋本らは、イムノプロット法およびELISA法により、製品醤油中の小麦アレルギーが不検出(1 ppm以下)であることを報告している³⁾。また、小川らは醤油醸造中に大豆アレルギーが分解することを報告しており⁴⁾、真岸らもウエスタン解析により火入れ醤油において大豆アレルギーが不検出であることを報告している⁵⁾。さらに、厚生労働科学研究班による食物アレルギー栄養食事指導の手引²⁰¹⁷⁶⁾にお

いて、「醤油や味噌は、醸造過程で大豆アレルギーの大部分が分解されるため、摂取可能なことが多い」「醤油の原材料に利用される小麦は、醸造過程で小麦アレルギーが消失する。したがって原材料に小麦の表示があっても、基本的に醤油を除去する必要はない」と記載されている。

しかしながら、当社で実施した市場調査によると、重症のアレルギー患者は含有量が少なくても原材料表示を気にする場合があります、醤油そのものや醤油を使用した食品の摂取を控えることもあることが分かった。また、たとえアレルギーがほとんど分解されていたとしても、原材料表示の観点から「特定原材料等28品目不使用」等をコンセプトとしたアレルギー対応加工食品の原料に醤油を用いることができないという課題もあった。

これらの課題を解決するために、本研究以前に、大豆・小麦を使用しないしょうゆ風味調味料が開発されていた。例えば、そら豆を原料としたもの⁷⁾、荳胡麻を原料としたもの⁸⁾、トマトエキスを原料としたもの⁹⁾などが報告されている。前述の食物アレルギー栄養食事指導の手引²⁰¹⁷においても、「医師の指示で大豆の醤油や味噌を除去する必要がある場合には、米や雑穀などから作られる調味料で代替できる」と記載されている⁶⁾。

このような社会的背景から、筆者らは、当社の濃口醤油に近い味わいを持ち、大豆・小麦不使用商品を望む方が安心して使用できるしょうゆ風味調味料の開発に着手した。検討の結果、えんどう豆を原料に用いて製麹・仕込を行うことにより、目的の品質の実現に成功した。さらに、ガスクロマトグラフィー/マススペクトロメトリー(GC/MS)を用いた網羅的な分析手法により、その構成成分と味わいについて科学的に解析した。なお、食物アレルギー対応を目的としたものではないが、フィールド・ピー(硬莢種えんどう豆)を使用したしょうゆ風味調味料が1970年代に館野らにより報告されている¹⁰⁾。

ところで、えんどう豆は分類上、マメ科エンドウ属エンドウ(*Pisum sativum* L.)であり、漢字では豌豆(えんどう)と表記されるが、本報では一般的に慣用されている「えんどう豆」の名称で記載する。

実験方法

1. えんどう豆醤油の調製

試作には、黄えんどう豆(カナダ産)を用いた。三角フラスコに定法に従って割砕した4gのえんどう豆を入れ、3.2 mLの水道水を添加し、よく混合した。綿栓をし、オートクレーブで滅菌、放冷後、麴菌の元種を0.1 g接種し、均一に攪拌した。これを30°Cで4日間静置培養し、種麴を調製した。

えんどう豆1.5 kgを定法に従って割砕し、1 Lの水を加えて混合し、オートクレーブで121°Cで3分間蒸煮した。放冷後、前記種麴2 gを混合し、板蓋に載せて恒温恒湿機内で定法に従って3日間製麴した。得られた麴を仕込容器に移し、2 Lの食塩水を加え、よく攪拌し、諸味とした。諸味は通常の濃口醤油と同様の仕込み管理を行い、乳酸発酵と酵母発酵を経て熟成させた。仕込んでから6ヶ月後に、ナイロン製の濾布に諸味を入れ、圧搾を行った。さらに、定法にしたがって珪藻土濾過、火入れ、オリ引きを行い、えんどう豆醤油を得た。

また、各種試験において対照とした濃口醤油は、市販品(キッコーマン社製)を用いた。

2. 一般成分分析

醤油の一般成分および遊離アミノ酸は、定法¹¹⁾に従い分析定量した。4-hydroxy-2(or 5)-ethyl-5(or 2)-methyl-3(2H)-furanone (HEMF)等の香气成分は、ガスクロマトグラフィー(GC)法¹²⁾にて分析定量した。

3. ELISA法による大豆・小麦アレルゲンの定量

大豆・小麦アレルゲンの定量は、厚生労働省の食物アレルギーガイドラインに準拠したEnzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA)法によって行った。FASTKITエライザVer.II大豆、小麦(日本ハム社製)を用い、添付のプロトコルを一部改変して測定した。液体サンプル1 mL(重量を精密天秤で正確に記録し濃度計算を行った)を50 mLチューブに量り取り、16 mL(小麦キットの場合は17 mL)の超純水と抽出用試薬①1 mL、②2 mL、③1 mL(小麦キットの場合は①1 mL、②1 mL、③1 mL)を加え、室温で一晩

振盪抽出した。次に、各抽出液の遠心上清を希釈バッファーで適宜希釈し、プロトコルにしたがって測定した(n=3)。

4. 味認識装置による呈味性の評価

以下、特記以外の試薬類は富士フィルム和光純薬社製を使用した。味認識装置SA402B(インテリジェントセンサーテクノロジー社製)を用い、甘味、旨味、塩味、酸味、苦味、渋味用の6種類のセンサーを使用した。基準液は30 mM KCl、0.3 mM 酒石酸を使用した。各サンプルは超純水で5倍(v/v)希釈してから装置付属のプロトコルに従って測定した。5回測定した平均値を各センサーの測定値とした。主成分分析はJMP 12.0(SAS Institute社製)を用いて行った。

5. 誘導体化GC/MSによる成分プロファイリング

各サンプルそれぞれ2 μLに、メタノール:水:クロロホルム(5:2:2)の混合溶液1000 μLと、内部標準物質として0.2 mg/mLリトール60 μLを加えた。攪拌後、16000 g、4°Cで3分間遠心分離を行い、その上清900 μLを回収した。そこに400 μLの蒸留水を加え、攪拌し、再度同様の遠心分離を行った。その上清を900 μL回収し、遠心濃縮機で200 μL以下になるまで濃縮した後、凍結乾燥物を得た。次に、これを20 mg/mLのメトキシアミン塩酸塩(シグマアルドリッチ社製)を含む無水ピリジン100 μLに溶解し、30°Cで90分間攪拌した。その後、50 μLのN-メチル-N-トリメチルシリルトリフルオロアセトアミド(ジールサイエンス社製)を加え、37°C、30分間反応させトリメチルシリル化を行い、GC/MS用サンプルとした。

GC/MS分析は7890A-5975C(アジレントテクノロジー社製)を使用し、標品を同様に誘導体化して得られた検量線から定量を行った。装置条件は以下のとおりとした。

カラム: CP-SIL 8 CB-MS (30 mm × 0.25 mm, アジレントテクノロジー社製)

昇温条件: 80°C 2分保持後、80~320°C、15°C/分、320°C 6分保持

キャリアガス及び流量: He, 1 mL/分

注入温度: 230°C

主成分分析はJMP 12.0を用いて行った。

結果および考察

1. えんどう豆醬油の調製

えんどう豆は古代から食用とされ、紀元前7世紀頃には栽培されていたと考えられている¹³⁾。世界各地で主食としたり、スープやサラダの具材として広く用いられている。日本では青えんどうがグリーンピースとして料理に彩りを添えるために用いられるほか、うぐいす餡、煮豆、甘納豆、スナック菓子の原料などにも用いられるなど、人類にとって非常に馴染み深い主要な豆である。世界生産量は約1000万トン¹³⁾で年間を通じて流通量が多く、各種穀物の中では価格も比較的安定しており、工業的に調達しやすい原料である。

本研究ではえんどう豆を原料に用い、通常の濃口醬油と同様に製麴・仕込・圧搾・火入れを行うことで、えんどう豆醬油を得た。試作の結果、全ての工程において問題となるような事象は認められなかった。諸味の性状や発酵性は一般的な濃口醬油の諸味と大きな差がなく、圧搾性も同等であった。また、製成工程においては、醬油油がほとんどなく、濃口醬油と比較して火入れオリが少なかった。これらのことから、通常の醬油製造設備で製造可能であると考えられた。

試作品の一般分析値を表2に示す。えんどう豆醬油は可溶性総窒素(TN)が濃口醬油と比較してやや低かったが、しょうゆ日本農林規格(JAS)でいくち上

表2 試作品の一般分析値

	可溶性総窒素 (%)	食塩 (%)	エタノール (%)	乳酸 (%)	pH	色番	HEMF (ppm)
えんどう豆醬油	1.40	16.3	3.2	0.9	4.7	17	14
濃口醬油	1.68	15.8	2.9	0.9	4.8	9	29

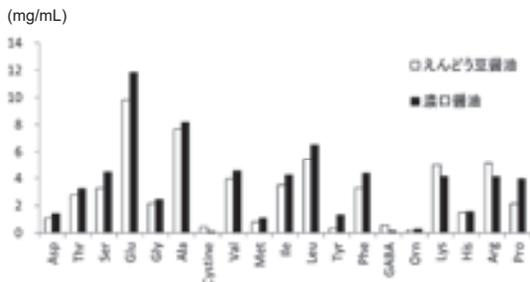


図1 アミノ酸分析

級に相当する程度のTNとなった。乳酸発酵は順調で濃口醬油と同等のpHまで低下し、酵母発酵も旺盛で同等のエタノール量となった。色沢は濃口醬油よりやや淡くなる傾向が認められた。醬油の特徴香気成分のHEMFは、濃口醬油よりやや少なかったものの、十分な醬油香が感じられる濃度であった。

アミノ酸分析の結果を図1に示す。アミノ酸総量は濃口醬油よりやや少なかった。しかし興味深いことに、えんどう豆醬油の各アミノ酸の含有量のバランスは、主原料にえんどう豆のみを用いたにも関わらず、大豆・小麦を用いた濃口醬油に非常に近かった。このことから、えんどう豆醬油が濃口醬油に近い呈味を持つことが期待された。

なお、えんどう豆醬油は大豆を使用していないことから、JASで定義される「しょうゆ」には該当せず、製品ラベルの一括表示の名称は「しょうゆ風味調味料」となる。

2. ELISA法による大豆・小麦アレルゲンの定量

食物アレルゲンの検査方法として、イムノクロマト法、ウェスタンブロット法、Polymerase Chain Reaction (PCR)法、ELISA法が存在するが、食品製造工程の定量的公定法として、ELISA法が推奨されていることから¹⁴⁾、ELISA法による大豆・小麦アレルゲンの定量を行った。なお、定性的公定法であるイムノクロマト法やウェスタンブロット法においてもえんどう豆は大豆抗体と交差反応せず、これらの手法も簡易コンタミネーション検査に使用できることを確認したが、検出感度はELISA法より悪かった(データは示さない)。

製造工程のコンタミネーションのモデル試験として、えんどう豆にあらかじめ1% (w/w)の丸大豆を混合し、製麴・仕込を行って経時的にサンプリングし、大豆アレルゲンの定量を行った。その結果を表3に示

表3 ELISA法による大豆アレルゲンの測定

大豆混合率 (w/w)	(ppm)			
	仕込2日後	酵母発酵後	圧搾前	火入れ後
1%	143	1	n.d.	n.d.
0%(えんどう豆のみ)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

n.d.: 検出限界以下

測定キット添付のプロトコルに記載された検出限界=0.78 ppm

す。大豆アレルゲンは諸味中で徐々に分解され減少したが、諸味の仕込初期には検出可能であることが明らかとなった。一方、えんどう豆のみ(大豆混入なし)の試験区では、全てのサンプルで検出限界以下であった。製造工場ではなるべくコンタミネーションが少ない工程を検討し、やむをえず濃口醤油と製造ラインを共用する設備については、入念な洗浄を行い、サンプリング検査でコンタミネーションが無いことを確認することとした。さらに、原料分別や装置洗浄、およびそれらの記録等の製造工程管理体制を整えることとした。

確立したELISA法を用いて大豆・小麦を用いた市販醤油の残存アレルゲンを測定したところ、大豆・小麦とも検出限界以下であった(データは示さない)。この結果は前述の先行文献^{3,4,5,6)}と一致するものである。醤油では、酵素分解や不溶化によってアレルゲンの大部分が分解・除去されており、大豆・小麦を加工度の低い状態で摂取する場合に比べるとアレルゲン量が非常に少ないことを改めて強調しておきたい。その一方でこれらの結果は、醸造の初期段階で大豆や小麦のコンタミネーションがあった場合に、現時点で最も検出感度が高い公定法であるELISA法を用いても、最終製品では分解を受けてその検出が困難になることを示している。このため、前述の製造工程管理による担

保がとりわけ重要になると考えられる。消費者庁が発行した「Q&A別添アレルゲンを含む食品に関する表示」¹⁵⁾においても、「特定原材料に準ずるものを含むであろうとアレルギー疾患を有する者が社会通念に照らし認識する食品については、当該特定原材料に準ずるものを使用せずに当該食品を製造等した場合であって、それが製造記録等により適切に確認できる場合には、当該特定原材料に準ずるものを使用していない旨を表示することが望ましい。(中略) 使用していない旨の表示は、必ずしも含んでいないことを意味するものではなく、表示をする者が、特定原材料等の使用の有無について製造記録などにより適切に確認したことを意味するもの」という記載があり、製造工程管理の重要性が示されている。

3. 味認識装置による呈味性の評価

近年、食品業界においてヒトの感じる味を官能評価パネルに代わって検出する味認識装置(味覚センサー)が普及している。呈味物質の吸着特性の異なる6種の人工脂質膜センサーを用い、基本五味および渋味を測定することが可能で、ヒトの官能評価と高い相関を示すことが報告されている¹⁶⁾。さらに、測定が高感度かつ迅速であり、多検体の連続測定も可能という利点

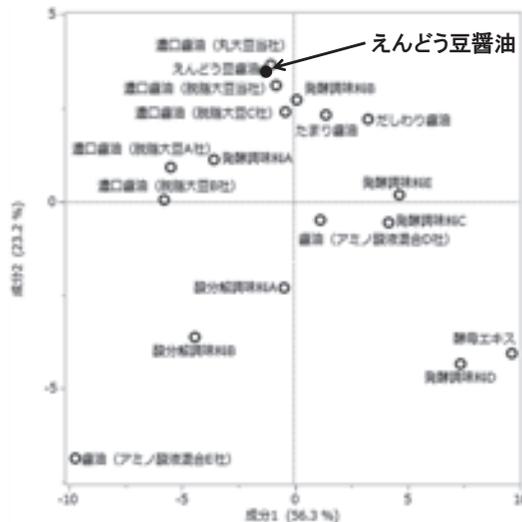


図2 味認識装置を用いたえんどう豆醤油の呈味特性のプロファイリング
各センサーの測定値を用いて主成分分析を行った。

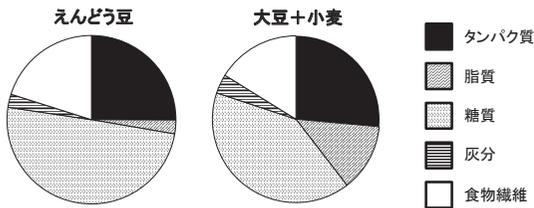


図3 原料の栄養成分の比較

農林水産省食品成分データベース¹⁷⁾に記載された各原料の栄養成分量から相対含量(%)を算出した。ただし、水分は除いた乾重量換算である。

がある。

えんどう豆醤油が、他の醤油やしょうゆ風調味料と比較してどのような呈味特性を有するか明らかにするため、味認識装置を用いて測定を行い、各センサーの測定値を主成分分析した(図2)。その結果、えんどう豆醤油は濃口醤油と近い位置にプロットされ、濃口醤油の中でも特に当社製品に近い位置であった。このことは各センサーの測定値のパターンが近いことを示しており、えんどう豆醤油が当社製濃口醤油に近い呈味特性を有することが客観的に示された。呈味特性が近いことにより、濃口醤油を置き換えて無理なく使用できることが期待される。

えんどう豆醤油の呈味特性が濃口醤油に近い一因として、原料のタンパク質/糖質の比率が近いことが挙げられる(図3)¹⁷⁾。えんどう豆のタンパク質は約22%で、大豆(約34%)と比較すると少ないが、一般的な濃口醤油の原料配合比で大豆と小麦を混合した場合のタンパク質量に近い。また、一般的な成熟大豆にデンプンはほとんど含まれていないが、えんどう豆にはデンプンが含まれており¹⁸⁾、濃口醤油の原料配合比で大豆と小麦を混合した場合の糖質量に近い。このため小麦に代わる糖質原料を用いなくても、発酵後にタンパク質から生じたアミノ酸やペプチド、糖質(デンプン)から生じたグルコースの含有量バランスが近くなったと推察され、さらにこのことによって、乳酸菌や酵母の発酵状態や、アミノカルボニル反応により生じる着色成分や香氣成分も近くなったと考えられる。

前述のとおり、えんどう豆醤油では压榨後に醤油油がほとんど現れなかった。これは、原料のえんどう豆に含まれる脂質が少ないことに起因すると考えられる。

醤油油が少ないことにより、製造面での負荷が少なく、歩留まりが向上するため、原料としてのえんどう豆の長所と考えられる。

4. 誘導体化GC/MSによる成分プロファイリング

醤油は複数の微生物が関与し、長期間の発酵・熟成を経て作られるため、同時並行的に進む生物代謝や化学反応により、極めて複雑で多種多様な成分が含まれている。長年の研究により、様々な成分の分析法が開発され定量値が報告されてきたが、いまだに未知成分は多いと考えられている。また、異なる分析法による各成分の分析データを積み上げるためには多くの時間と労力を要するため、醤油の品質の違いを構成成分の含有量から説明することは容易ではなかった。

このような課題に対し、近年、質量分析(MS)や核磁気共鳴(NMR)装置を用いて、食品に含まれる成分を一斉かつ網羅的に分析する技術が進展してきた。食品メタボリックプロファイリングと呼ばれるこの手法によって、緑茶やチーズ、日本酒、醤油等の成分の分析を行ったことが報告されている¹⁹⁾。

筆者らは、えんどう豆醤油に含まれる様々な成分を網羅的に分析し、他の醤油や調味料と比較することを目的として、誘導体化GC/MS法による分析を行った。誘導体化(メトキシ化およびトリメチルシリル化)により、GCでは従来分析しにくかったアミノ酸や糖等の親水性成分も一斉に分析することが可能であった。得られた各成分のピーク面積値を用いて主成分分析を行った結果を図4に示す。えんどう豆醤油は、各種しょうゆ風調味料の中で当社の濃口醤油に比較的近い位置にプロットされ、成分構成の面からも濃口醤油に近いことが示された。大豆も小麦も使用していないにも関わらず、濃口醤油に近い成分構成となったことは興味深いことであった。

その一方で、濃口醤油とは含有量が異なる成分も見出された。例えば、えんどう豆醤油では濃口醤油と比較して複数の糖アルコール類のピーク面積が大きい傾向が認められた。そこで、糖アルコール類の標品を用いて誘導体化GC/MS法で検量線を作成し定量を行ったところ、えんどう豆醤油には濃口醤油の2~10倍の糖アルコール類が含まれていることが明らかとなっ

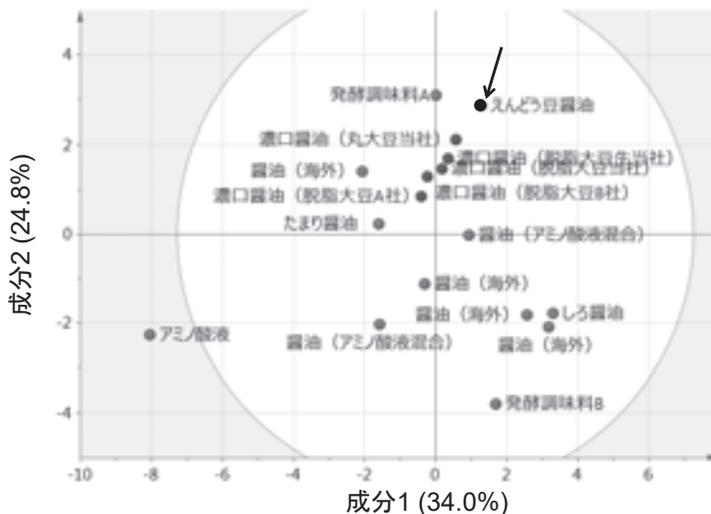


図4 誘導体化GC/MSによるえんどう豆醤油の成分プロファイリング
各成分のピーク面積を用いて主成分分析を行った。

た(図5)。特に、アラビトール、マンニトール、エリスリトールが多く、それぞれ9.9, 9.3, 6.2 mg/mL含まれていた。アラビトールは、キノコ子実体に存在し、コクやまろやかさを付与することが知られている²⁰⁾。また、マンニトールは、昆布の呈味成分の一つとして独特の旨味やまろやかさを呈すると報告されている²¹⁾。これらの成分がえんどう豆醤油においてどのような呈味効果を発揮しているかについては検証が必

要であるが、旨味やコクを底上げしている可能性も考えられる。えんどう豆醤油は濃口醤油よりTNやアミノ酸がやや少なかったにも関わらず味覚センサーでは非常に近い呈味特性を示したことも(図2)、糖アルコールが一因となっているのかもしれない。

これまで述べたように、えんどう豆を用いて濃口醤油と同様に製麴・仕込を行うことで、大豆・小麦を全く用いなくとも濃口醤油に近い呈味特性と成分構成を有するしょうゆ風味調味料を得ることができた。これにより、アレルギー等の理由により大豆・小麦を原料とした食品を摂取できない方の食生活にも醤油のおいしさを提供することができると期待される。

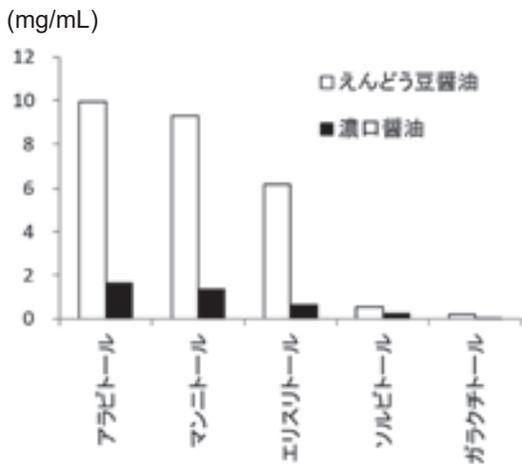


図5 誘導体化GC/MSによる糖アルコール類の定量

要 約

- 大豆・小麦を使用せず、えんどう豆を使用して製麴・仕込を行うことにより、通常の濃口醤油に近い良好な風味のしょうゆ風味調味料が得られた。
- ELISA法を用いて、えんどう豆醤油諸味および濃口醤油の大豆・小麦アレルゲンを定量した。
- 味覚センサーを用いて醤油やしょうゆ風味調味料と呈味特性を比較したところ、えんどう豆醤油は当社製濃口醤油に極めて近い呈味特性を有することが示された。

- 4) 誘導体化 GC/MS 法による成分の網羅的解析を行ったところ、えんどう豆醤油は濃口醤油に近い成分構成を有することが示された。
- 5) えんどう豆醤油には、まろやかな旨味やコクに関与することが知られている糖アルコール類が濃口醤油より顕著に多く含まれていることを見出した。

謝 辞

誘導体化GC/MS法をご指導いただいた大阪大学大学院工学研究科の福崎英一郎先生に御礼申し上げます。

付 記

本研究成果を活用した商品（しょうゆ風調味料，商品名「えんどうまめしょうゆ」）は2016年から販売され、大豆・小麦の原材料表示が気になる方に使用いただいている。

本報は2016年6月に開催された第82回日本醤油技術センター研究発表会（東京大会）において発表した内容に一部加筆したものである。また、筆者らの所属は発表会当時のものである。

文 献

- 1) 日本小児アレルギー学会食物アレルギー委員会：食物アレルギー診療ガイドライン 2016(2018改訂版)，協和企画（2018）
- 2) 小川正：総合福祉科学研究，**1**，77（2010）
- 3) 橋本裕一郎，古林万木夫，谷内昇一郎，田辺創一：本誌，**30**，213（2004）
- 4) 小川正：食品工業，**45**，32（2002）
- 5) 真岸範浩，結川直哉，古林万木夫，谷内昇一郎：本誌，**44**，45（2018）
- 6) 「食物アレルギーの栄養食事指導の手引き 2017」検討委員会：食物アレルギー研究会 HP：https://www.foodallergy.jp/wp-content/themes/foodallergy/pdf/nutritionalmanual2017.pdf
- 7) 佐々原浩幸：日本醸造協会誌，**106**，90（2011）
- 8) 浅沼宏一：特開 2009-171959 号公報
- 9) 篠崎洋平，仲原文晴：特開 2012-187096 号公報
- 10) 館野正淳，大西博，増田章，染谷忠之：特開 S53-056393 号公報
- 11) 財団法人日本醤油研究所編：しょうゆ試験法，（1985）
- 12) M. Sasaki, N. Nunomura, T. Matsudo: *J. Agric. Food Chem.*, **39**, 934 (1991)
- 13) 財団法人日本豆類協会編：新豆類百科，36（2015）
- 14) 消費者庁：平成 22 年 9 月 10 日通知，消食表第 286 号（2010）
- 15) 消費者庁：アレルギー表示に関する情報，Q&A 別添アレルギーを含む食品に関する表示，https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/food_labeling_act/pdf/food_labeling_act_190919_0010.pdf
- 16) 都甲潔：本誌，**43**，305（2017）
- 17) 農林水産省：食品成分データベース：https://fooddb.mext.go.jp/index.pl
- 18) 多田稔：澱粉工業学会誌，**15**，1（1967）
- 19) 福崎英一郎：日本乳酸菌学会誌，**28**，66（2017）
- 20) 進士和典，岡崎智史：特開 2007-259821 号公報
- 21) 山田律彰，小寺智博，山中智彦，若林秀彦：特開 2006-75101 号公報