小麦・大豆を使用しない醤油風調味料

平成 14 年度からアレルギー物質を含む特定原材料 5 品目の表示を義務化し、19 品目についても表示を推奨している。醤油は大豆及び小麦を使用していることから、この 2 品目が表示の対象になっている。筆者はアレルギー物質を含まない、また表示義務の必要でない原料を使用して醤油風調味料を試作している。詳細について解説していただいた。

大 西 茂 彦

1. はじめに

食物アレルギーは、本来であれば無害である食品成分に対して体の免疫機構が異常に反応することにより、痒み、じんましん等の症状を引き起こすものである¹⁾。また、体内の非常に鋭敏な免疫システムが関与しているため食品中に原因アレルゲンが極微量混入していても症状を発症することがその特徴である。平成 9 年に厚生省(現厚生労働省)が 19,734 人を対象に行った調査によると、調査年齢により多少変化するが約 6~10 %の人が何らかの即時型食物アレルギーを発症した経験があると報告している^{1,2)}。また、患者数は年々増加する傾向にあり、厚生労働省では、平成 14 年度より特定のアレルギー体質を持つ人の健康危害の発生を防止する観点から、卵、乳、小麦、落花生及び蕎麦の 5 品目(特定原材料)の使用の明記を義務付け、大豆を含む 19 品目についても表示を奨励している。

食物アレルギーの原因アレルゲンは、時代と共に変化する傾向にあり、一時は卵、牛乳及び大豆が重篤な即時型アレルギーを引き起こす三大アレルゲンとされていたが、平成 10 年に厚生省が行った調査では大豆に代わって小麦がこれに加わっている(大豆は 7 位に後退)²⁾。いずれにせよ醤油の主原料である小麦、大豆は食物アレルギーの原因アレルゲンとして重要な食

品であることに変わりない。小麦、大豆アレルギーを発症した患者は、原因となる食品を食べないようにする、いわゆる除去食療法を行うことになるが、食物アレルギー患者の食生活指導の手引き書には醤油も除去対象食品としてあげられており^{3,4)}、実際の臨床現場でも医師が小麦・大豆アレルギー患者に対して醤油を使用しないように指導しているようである。

一方、近年食物アレルギーの原因物質(アレルゲン)である蛋白質は、醤油、味噌、納豆等の発酵食品中では酵素的に分解され残存していないという研究が発表されている¹⁾。ヒガシマル醤油の研究グループは、醤油の製造工程における小麦及び大豆アレルゲンの分解機構を詳細に検討し、火入れ後の醤油中にはいずれの原料由来のアレルゲンも検出されないことを示している⁵⁻⁸⁾。これらの研究から、醤油はアレルゲンを含まず、アレルギー患者でも安心して使用できると考えられるが、検出限界以下のアレルゲンの患者に対する影響が不明であるため、醤油がアレルギー患者に安全か否かを完全に証明するには臨床的研究を待たなくてはならない。また、厚生労働省では、特定原材料の使用が明らかな場合には表示するよう指導しているので、醤油中のアレルゲンが検出できなくても一括表示の原材料名から「小麦」の表示を省略することはできない等の問題が残っている。現状では食物アレルギー患者

Soy Sauce-like Seasoning Made without Wheat and/or Soy Bean

Shigehiko OHNISHI

(Fermentation and Food Research Institute, Kagawa Prefectural Industrial Technology Senter)

及びその家族は商品の表示のみを購入の判断基準としているため、小麦の表示のある商品は買い控えられているものと考えられる。今後、研究の進展及び消費者への啓蒙活動により醤油が安心して利用される日が来ると考えられるが、それまでには若干の時間が必要である。

前述のように、小麦、大豆アレルギー患者はこれらを原料として含む食品を食事から除去しなくてはならない。しかし、小麦、大豆を主原料とする醤油は日本人の食生活に無くてはならない重要な調味料である。食物アレルギーの患者は乳幼児に多いが、この時期の食事から醤油を排除することは食生活の幅を著しく狭めることになるだけでなく、食育という観点からも非常に問題である。そこで、食物アレルギー患者にも安心して利用できる醤油風調味料が必要となる。このような状況を背景として、小麦・大豆を使用しない醤油風調味料の開発が数社の醤油メーカーで行われすでに販売されている。また、筆者らも平成14年から香川県内醤油メーカーと新製品の開発に取り組み、平成18年初旬より販売される予定である。本稿では、これらの調味料についてその特徴等を紹介する。

2. アレルギー患者用醤油風調味料

小麦を使用しない醤油及び醤油風調味料

アレルギー患者用醤油風調味料の開発戦略として、まず三大アレルゲンの一つである小麦を原料から除去することが考えられる。大手醤油メーカーは、小麦アレルギー患者に対してたまり醤油の使用を推奨している⁹⁾。この場合、たまり醤油でも麴に少量の小麦を使用する場合があるので、原材料表示を十分に確認する必要がある。大豆と食塩のみで製造した、たまり醤油が小麦アレルギー患者用として数社から販売されている。小麦の代替原料として、小麦同様豊富な澱粉を含む米あるいはトウモロコシを使用し、小麦不使用を強調した小麦アレルギー患者用醤油も販売されている。

小麦・大豆を使用しない醤油及び醤油風調味料

小麦同様、大豆も重要なアレルゲンの一つである。よって、小麦と大豆のいずれも使用しない醤油風調味料の開発も行われている。この場合、小麦及び大豆の両方を他の原料で代替することになる。代替原料として粟、稗、黍、コーリャン等が利用されている。これらの雑穀はいずれも稲科の植物で、食物アレルギー患

者用あるいはアトピー患者用の代替食品として長年利用されておりその安全性は高いと考えられる。これらの雑穀を単独で製麴・醸造した醤油風調味料が販売されている。同様のコンセプトで、米を原料とした製品も販売されている。雑穀に近い植物性原料として、キヌアも利用されている。キヌアは、南米原産のアカザ科に属する一年草で、その種子は硬質小麦並の蛋白質を含み近年健康食品として注目を集めている。雑穀、米、キヌア等はアレルゲン的には安全であるが、それぞれ単独ではしょうゆ原料として必要な蛋白質の含量が不足しているように思われる(第1表)。大豆と同等の蛋白質を含む植物性原料は多くないが、胡麻油を搾油した残滓(圧搾胡麻)は大豆以上の蛋白質を含んでおり、大豆の代替原料として非常に有望である。圧搾胡麻と大麦を原料とした醤油風調味料が販売されている。また、特殊な例として、米に含まれる澱粉を酵素的に分解・除去し、米に含まれる蛋白質のみを回収・濃縮した米蛋白質濃縮物を原料とした醤油風調味料が開発・販売されている¹⁰⁾。

小麦及び大豆の代替原料として動物性蛋白質を多く含む魚介類を原料として使用する方法も考えられる。魚介類を高濃度の食塩と共に熟成し、魚介類が持つ蛋白質分解酵素で自己消化させて製造するいわゆる魚醬がアレルギー患者用醤油風調味料として販売されている。魚醬は、魚介類新鮮重の20～30%の食塩を使用するため、通常の醤油と比較して塩分が高い傾向(25

第1表 小麦及び大豆を使用しない醤油風調味料用原料

	タンパク質 (g/100 g)	糖質 (g/100 g)	水分 (g/100 g)
玄米	7.4	71.8	15.5
粟(玄穀)	9.9	63.5	13.0
稗(玄穀)	9.3	61.3	13.0
黍(玄穀)	12.7	57.1	13.5
キヌア ^{a)}	13.1	63.0	10.8
脱脂胡麻 ^{b)}	39.2	28.9	6.1
鰯(片口鰯)	17.5	0.3	74.4
イカ	15.6	0.1	81.8
大豆 ^{c)}	32.8	26.2	12.5
小麦(硬質) ^{c)}	13.0	66.9	13.0

a)：香川県産業技術センター発酵食品研究所分析, b) かどや製油(株)分析, c)：四訂食品成分表より引用

g/100 ml 前後)にあるが、全窒素分も約 2 g/100 ml と非常に高いためそれほど辛さを感じない¹¹⁾。しかし、独特の魚介類臭を有しているため、使用可能な料理がやや限定されるのではないかとと思われる。

3. 市販されているアレルギー患者用醤油風調味料の成分分析

平成 14 年当時に入手可能であったアレルギー患者用醤油風調味料 10 種類を購入し一般成分分析を行った。米、雑穀あるいはキヌアを利用した醤油風調味料の全窒素分は 0.16～0.34 g/100 ml とやや低い傾向にあり、色も非常に薄かった(41～53)。これは原料である穀物に含まれる蛋白質の量が影響しているものと思われる。一方、米しょうゆ、あわ醤油、ひえ醤油及びきび醤油は、原料が澱粉を豊富に含んでいることから直接還元糖は高い値を示した。これらの調味料はアミノ酸系の旨味には乏しいが低塩分(9.78～11.26 g/100 ml)で甘みが強いいため総合的に見るとバランスのとれた製品になっている。アミノ酸系の旨味成分を含む適当な出汁と組み合わせることで調味料としては問題なく使用できると考えられる。

胡麻醤油はタンパク質含量の高い圧搾ごまを使用しており、全窒素分 1.6 g/100 ml と、JAS 特級濃口醤油の規格と比較しても遜色ない。焙煎した胡麻圧搾残滓を原料に用いていると思われ、醤油にもほのかに焙煎香が残っている。純米しょうゆも米を酵素的に処理して蛋白質を回収・濃縮した米蛋白質濃縮物を原材料として使用しているため、十分な旨味成分を有してい

る¹⁰⁾。風味も濃口醤油とほとんど同じであった。

純正いか醤油及び純正しいわし醤油は、魚醬であるため高塩分・高窒素で独特の香りを有していた。これらは濃口醤油よりも高い全窒素分を含んでおり、十分な旨味を有している。原材料も国産の物が比較的安価で入手可能であり、風味の問題をクリアできればアレルギー患者用の調味料として有望である。

4. 小麦・大豆を利用しない新規な醤油風調味料の開発

上記のような既存のアレルギー患者用醤油風調味料の特徴・傾向を参考に、平成 14 年度より、筆者らも小麦及び大豆を使用しない醤油風調味料の開発を行った。風味の問題を考慮して、原材料には植物性原料を使用することとした。調味料の全窒素分をできるだけ高くするため、四訂食品成分表等より、高い蛋白質及び糖質を含み成分的に小麦あるいは大豆の代替原料となりうると考えられる穀類及び豆類を検索し、米、燕麥、ライ麦、トウモロコシ、空豆、小豆及び脱脂胡麻を原料として選択した(第 3 表)。栄養成分から、大豆は脱脂胡麻、小麦は玄米、燕麥、ライ麦、トウモロコシで代替可能である。また、空豆、小豆は、蛋白質及び糖質をバランスよく含んでいることから、これら単独で醤油風調味料の原料として利用できると考えた。

試作した醤油風調味料の原料を第 4 表に示した。ここで、「脱脂胡麻(焙煎)」は胡麻を焙煎後に搾油した残滓、「脱脂胡麻(非焙煎)」は焙煎せずに搾油した残滓である。醤油風調味料の醸造は、以下の方法で行っ

第 2 表 市販アレルギー患者用醤油風調味料の一般成分(g/100 ml)

	原材料名	全窒素分	食塩	アルコール	直接還元糖	色度	無塩可溶性固形分
米しょうゆ	米, 食塩	0.17	9.78	0.31	16.66	53	19.4
あわ醤油	うるち粟, 食塩	0.25	11.20	0.34	12.82	41	17.3
ひえ醤油	うるち稗, 食塩	0.16	11.14	0.39	13.88	47	16.9
きび醤油	キビ, 食塩	0.24	11.09	0.75	13.56	41	17.2
キヌアしょうゆ	キヌア, 食塩(天日塩)	0.33	10.86	1.24	3.27	47	9.6
コーリャンしょうゆ	コーリャン, 食塩	0.33	11.26	1.22	2.88	49	9.1
胡麻しょうゆ	圧搾ごま, 大麦, 食塩	1.61	13.72	2.76	3.90	< 2	22.5
純米しょうゆ	米, 食塩	1.68	17.86	1.93	3.24	27	19.0
純正いか醤油	いか, 食塩	1.98	24.97	—	0.09	21	13.8
純正しいわし醤油	いわし, 食塩	2.35	26.98	—	0.04	27	14.3

—: 検出されず

た。すなわち、原料1,000 g（第4表）をフードカッターで粉碎し、2リットル容ビーカーに水550 mlと共に入れ、121℃で30分加熱した。加熱後、網バットに広げ30℃程度まで放冷後、醤油麹菌孢子2 gを植え付けた。27～30℃で麹菌を培養し、いわゆる三日麹を得た。得られた麹を3 L容のビーカーに入れ、1.8 Lの22%食塩水を加えた。その後、20日間は、10℃で放置し、その後、醤油乳酸菌を添加して昇温した。諸味がpH5.2になった時点で醤油酵母を加え30℃でさらに半年間発酵・熟成をおこなった。

醤油風調味料試作品の一般成分（全窒素、食塩、アルコール、直接還元糖）

醤油風調味料試作品の一般成分分析の結果を表5に示した。全窒素分については、脱脂胡麻(焙煎)を原料としたもの(試作品No. 1～4)以外は、JAS標準濃口醤油の基準である「1.20%以上」を満たしている。

第3表 小麦及び大豆を使用しない醤油風調味料用原料

	タンパク質 (g/100 g)	糖質 (g/100 g)	水分 (g/100 g)
玄米 ^{a)}	9.0	72.3	14.4
燕麦 ^{a)}	12.0	67.2	8.7
らい麦 ^{a)}	8.0	74.2	12.7
とうもろこし ^{a)}	9.7	64.8	14.1
空豆 ^{a)}	24.6	39.8	13.7
小豆 ^{a)}	25.5	49.1	16.1
脱脂胡麻 ^{b)}	39.2	28.9	6.1
大豆 ^{c)}	32.8	26.2	12.5
小麦(硬質) ^{c)}	13.0	66.9	13.0

a)：香川県産業技術センター発酵食品研究所分析, b) かどうかや製油(粕)分析, c)：四訂食品成分表より引用

特に、脱脂胡麻(非焙煎)を原料とした試作品No. 5、6の全窒素分は、JAS特級濃口醤油の基準である「1.5%以上」もクリアしている。脱脂胡麻(焙煎)は、搾油前の焙煎工程で胡麻中の蛋白質が過変成しているものと考えられ、麹のプロテアーゼによる分解を受けにくくなっているようであった。この知見から、胡麻を原材料として使用する場合、醤油風調味料の原料としては焙煎工程を経っていない脱脂胡麻(非焙煎)の方が適していると考えられる。いずれの試作品も食塩濃度は、17%前後であり、標準的な醤油と同じである。アルコールは、小規模の試作であるためやや低めであったが、いずれの試作品も1%以上含まれていた。上記の結果から、脱脂胡麻(焙煎)を原料とした試作品No. 1～4以外は、味のバランスのとれた醤油風調味料になっている。風味も濃口醤油とほとんど変わらなかった。

グルタミン酸及び乳酸含量

第6表に醤油風調味料試作品の遊離アミノ酸分析結果を示した。全窒素分の値が低かった、脱脂胡麻(焙煎)を原料とした試作品(No. 1～4)は、アミノ酸

第4表 小麦及び大豆を使用しない醤油様調味料試作品の原料配合

No.	原料1	原料2
1	脱脂胡麻(焙煎)(500 g)	玄米(500 g)
2	脱脂胡麻(焙煎)(500 g)	燕麦(500 g)
3	脱脂胡麻(焙煎)(500 g)	らい麦(500 g)
4	脱脂胡麻(焙煎)(500 g)	とうもろこし(500 g)
5	脱脂胡麻(非焙煎)(500 g)	玄米(500 g)
6	脱脂胡麻(非焙煎)(500 g)	燕麦(500 g)
7	そら豆(1000 g)	—
8	あずき(1000 g)	—

第5表 醤油様調味料試作品の一般成分(g/100 ml)

	全窒素	食塩	アルコール	直接還元糖
1. 脱脂胡麻(焙煎) + 玄米	0.87	17.24	2.28	2.00
2. 脱脂胡麻(焙煎) + 燕麦	0.94	17.41	1.70	1.40
3. 脱脂胡麻(焙煎) + らい麦	0.93	17.19	1.61	2.33
4. 脱脂胡麻(焙煎) + とうもろこし	0.87	17.24	2.05	1.49
5. 脱脂胡麻(非焙煎) + 玄米	1.70	16.74	1.60	5.05
6. 脂胡麻(非焙煎) + 燕麦	1.75	16.40	1.53	3.84
7. そら豆	1.33	16.46	1.92	1.97
8. あずき	1.04	16.24	1.41	4.82

第6表 醤油様調味料試作品のグルタミン酸及び乳酸含量(g/100 ml)

	グルタミン酸	乳酸
1. 脱脂胡麻(焙煎)＋玄米	305	1,745
2. 脱脂胡麻(焙煎)＋燕麦	378	1,681
3. 脱脂胡麻(焙煎)＋らい麦	357	1,250
4. 脱脂胡麻(焙煎)＋とうもろこし	373	1,490
5. 脱脂胡麻(非焙煎)＋玄米	676	941
6. 脱脂胡麻(非焙煎)＋燕麦	767	993
7. そら豆	895	683
8. あずき	697	1,289
濃口醤油*	1,210	1,022
淡口醤油*	1,287	674

*：増補醤油の科学と技術（栃倉辰六郎編，日本醸造協会）p 278より引用，

第7表 FASTKIT シリーズエライザ小麦試験の結果

試作品	小麦蛋白質濃度 (ng/ml)
1. 脱脂胡麻(焙煎)＋玄米	—
2. 脱脂胡麻(焙煎)＋燕麦	14
3. 脱脂胡麻(焙煎)＋らい麦	45
4. 脱脂胡麻(焙煎)＋とうもろこし	—
5. 脱脂胡麻(非焙煎)＋玄米	—
6. 脱脂胡麻(非焙煎)＋燕麦	—
7. 空豆	—
8. 小豆	—

—；検出せず

分析でも旨味成分となるグルタミン酸の量が不足している。その他の製品も，通常の濃口醤油などと比較してややグルタミン酸含量が低かった。これについては，加熱，発酵・熟成条件等を検討し，グルタミン酸のピログルタミン酸化を防止することである程度改善できると思われる。醤油乳酸菌を添加したことからいずれの試作品もほぼ1％以上の乳酸が生成していたが，空豆を原料としたものだけやや低い値を示した。

小麦アレルギーテスト

小規模試験醸造した醤油風調味料のアレルギーテストを，FASTKIT シリーズエライザ小麦(日本製薬㈱)を用いて行った。FASTKIT シリーズエライザ小麦は，食品中に含まれる小麦たんぱく質を抗原抗体反応により検出するもので，溶液中の小麦蛋白質を1～100 ng/ml の範囲で測定可能である。その結果，大半のものからは，小麦蛋白質は検出されなかった

(第7表)。しかしながら，燕麦，ライ麦を使用した醤油風調味料からは，微量ではあるがアレルギー反応が検出された。FASTKIT シリーズエライザ小麦は，大麦，ライ麦，燕麦と交差反応を示すため，この結果は小麦の混入を断定するものではない。小麦アレルギーの患者でも，大麦，ライ麦，燕麦にはアレルギーを示さないという報告もあり，また，表示が必要とされている小麦蛋白質量(数 $\mu\text{g/ml}$)から考えても100分の1程度の量であるため，安全性に問題ないと思われる。しかしながら，厚生労働省では小麦アレルギー試験法の一つとしてFASTKIT シリーズエライザ小麦を推奨しているため，この試験で陽性の結果が出た場合，製造工程で小麦が混入していないことを完全に証明することは難しい。よって，今後小麦及び大豆を使用しない醤油風調味料を製造する場合には，FASTKIT シリーズエライザ小麦で交差反応が起らない，胡麻，

玄米，トウモロコシ，空豆，小豆を原料としたほうが良いとの結論を得た。

おわりに

上記の結果を参考として，香川県内醤油メーカーにおいて平成17年6月より空豆を原料とした醤油風調味料の製造を開始している。空豆については，アレルギー患者の存在がほとんど報告されておらず，より多くの消費者に安心して利用してもらえると考えている。現在，発酵・熟成の途中であるが，全窒素分1.5%以上の調味料が得られそうである。旨味成分を十分に含み，風味も醤油と変わらない調味料を，平成18年度初旬に消費者に提供することを目指している。

本調査及び研究は，筆者の息子が1歳の時に小麦アレルギーを発症し，生協や健康食品小売店で小麦を使用していない食品や調味料を探し歩いた，非常に個人的な経験からスタートしたものである。幸いにして息子の病状は安定しており，現在では意識的に小麦を除去しなくても健康的に生活できるようになっている。しかし，食物アレルギーの患者は乳幼児を中心に増え続けているといわれている。今回紹介した醤油風調味料により，小麦・大豆アレルギー患者の食卓がより豊かになるとすれば，これに勝る喜びはない。

＜香川県産業技術センター＞

参考文献

- 1) 上田編著：食物アレルギーがわかる本，日本評論社（1999）
- 2) 中村，飯倉編著：最新食物アレルギー，永井書店（2002）
- 3) 馬場，中川編：食物アレルギーの手引き 改訂第2版，南江堂（2003）
- 4) 家庭栄養研究会編：アレルギーと食・環境，食べものの通信社（2001）
- 5) 古林万木夫，谷内昇一郎，田辺創一：醸協，**100**(2)，96-101（2005）
- 6) 橋本裕一郎，古林万木夫，宮澤いづみ，高畑能久，田辺創一，谷内昇一郎：醬研，**31**(4)，217-222（2005）
- 7) 橋本裕一郎，古林万木夫，谷内昇一郎，田辺創一：醬研，**30**(6)，213-218（2004）。
- 8) 吉田多恵子，橋本裕一郎，古林万木夫，高畑能久，森松文毅，谷内昇一郎：醬研，**30**(6)，219-224（2004）
- 9) キッコーマン醤油Q&A「しょうゆはアレルギーへの影響はありますか」：http://www.kikkoman.co.jp/soudan/q&a/shouyu_7.html#q12-A
- 10) 特許第1534039号公報
- 11) 福田他監修：全国水産加工品総覧，光琳（2005）

訂正

本誌第100巻第12号863頁左段下から4行目
霧台→務台，864頁右段1行目銘証→銘記に
訂正します。