

甘い生揚醤油及び麴の特徴を付与した醤油加工品の開発

松永一彦*, 下野かおり*, 亀澤浩幸*, 瀬戸口眞治**

Development of the Soy Sauce Brewed the Sweetness and the Soy Sauce Artifact Characterized with the Koji

Kazuhiko MATSUNAGA, Kaori SHIMONO, Hiroyuki KAMESAWA and Shinji SETOGUCHI

本研究では、発酵で甘味を付与した醤油及び醤油加工品の醸造条件について検討した。また、酸味を付加した醤油加工品の醸造条件についても検討を行った。その結果、小麦の配合比を高めて生揚醤油を製造することで、華やかな香りが強く、わずかな甘さとスッキリ感のある醤油を醸造出来た。また、十分な甘さや適度な酸味を持つ醤油加工品の最適な醸造条件を見出した。これらの醤油加工品はこだわりのある、しかも発酵産業が盛んな鹿児島らしさを表現できる商品として期待できる。

Keyword : 醤油, 醤油加工品, 甘味, 酸味, ポン酢

1. 緒言

発酵食品は甘味、旨味、酸味等をもたらす身近な調味料や飲料であり、地域に根ざした食文化の形成に貢献してきた。醤油は食材や料理に味や香りを付与する調味料で、わずかな甘さを与えるが、もともと旨味やコク、塩味を付与する目的で使われてきたため、製造においてはもっぱら全窒素分やエキス、旨味が重視され、甘さに関して検討されることはなかった。

鹿児島の多くの醤油が生揚醤油に甘味料や大豆加水分解物を添加する混合方式で製造され、塩分が低く、甘さや旨味が強いことを特徴としている¹⁾。甘味料の中でも砂糖や黒砂糖はごく普通に一般家庭でも使用される食経験豊かな食材であり、また食品添加物のステビアやサッカリン等についても食品衛生法で安全性が保証されている。しかし最近では、こだわりを持った食品を求める消費者や食品添加物自体を敬遠する消費者もいることから、これらの要望に応えるためにこだわりを持たせた醤油、あるいは食品添加物を控えた醤油が求められている。一方で、甘みを好む消費者に広く受け入れられるためには、甘みを付与する必要がある。特に、現代人は塩分を控えた甘みの強い食品を好み、また甘味料の使用量も増加傾向にある²⁾ことから、甘い醤油は鹿児島だけでなく全国に受け入れられる可能性を秘めている。

そこで、甘味料を添加することなく発酵により甘さを醸造させた醤油及び醤油加工品を開発することを目的に、理化学試験及び官能評価の側面から醸造条件を検討した。また、白麴はクエン酸を生成することから、酸味のある醤油加工品の醸造条件についても検討した。

2. 実験方法

2.1 生揚醤油の醸造試験

鹿児島県醤油醸造協同組合（以下、醤油組合）で実施している大豆と小麦の配合比52:48を参考に、配合比60:40、52:48、40:60、30:70（原穀での重量比）の4つの試験区で生揚醤油を試作した。なお、原料の麴麦、割砕小麦、脱脂大豆、23%塩水、種麴菌、耐塩性酵母及び麴は同組合より提供を受けた。各配合比で混合した処理原料に日本醸造工業(株)製の黄麴菌 (*Aspergillus oryzae* MC-01) で種付けし、30℃で一晩インキュベートした。また、二日目朝には品温28℃、夕方には26℃になるよう温度管理し、3日目朝に麴を取り出した。4Lのもろみになるよう、各試験区の麴と23%塩水を表1に示す配合比で混合した。また、

表1 醤油もろみの製造条件

配合比(大豆:小麦)	麴重量(g)	23%塩水(L)
醤油組合(52:48)*	1,567	2.7
60:40	1,548	2.7
52:48	1,556	2.7
40:60	1,551	2.7
30:70	1,613	2.7

* 醤油組合で製麴した麴

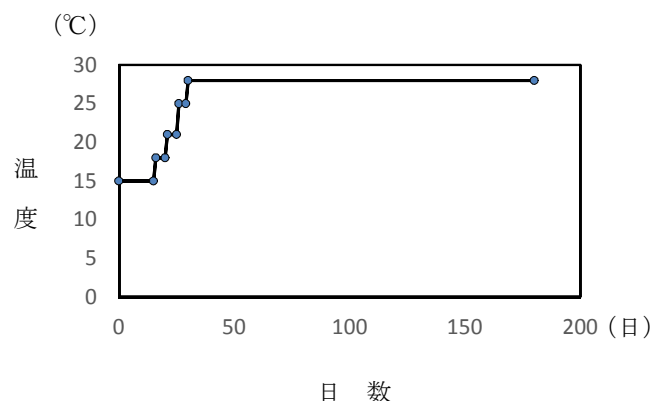


図1 醤油もろみの管理温度

* 食品・化学部

** 企画支援部

火入れ時のおりを抑制する目的で、もろみの温度管理は図1に示すとおり、低温から徐々に温度を高めて約180日間発酵・熟成させた。なお、仕込み後20日目に耐塩性酵母 (*Zygosaccharomyces rouxii*) 15mLを添加した。

2. 2 醤油加工品の醸造試験

市販の大麦(裸麦)及び精白米を原料に(株)河内源一郎商店製の糖化用黄麹菌 (*A. oryzae*) 及び焼酎用白麹菌 (*A. kawachii*) で種付けし、35℃一定の恒温槽内にて約42時間製麹した。また、濃口用生揚醤油及び淡口用生揚醤油は醤油組合より提供を受けた。

甘い醤油加工品製造では、黄麹菌で種付けした米麹及び麦麹のそれぞれ50g, 150g, 300gを濃口生揚醤油500mLに加え、40℃一定の恒温槽内で2週間発酵・熟成させた。また、酸味のある醤油加工品の製造では、白麹菌で種付けした米麹及び麦麹の各々50g, 150g, 300gを淡口生揚醤油500mLに加え、40℃一定の恒温槽内で2週間発酵・熟成させた。

次に、原料適性が良かった麹については、150g, 300g, 450g, 600g, 750gを同様な方法で発酵・熟成させ、適正添加量を検討した。

2. 3 生揚醤油及び醤油加工品の前処理

生揚醤油及び醤油加工品について火入れ(湯浴にて65℃・2時間、引き続いて85℃・1時間)、おり下げ(室温に冷却後4日間放置)、濾過(定性濾紙No.2)の順で処理した。この濾液を成分分析及び官能評価に供した。

2. 4 成分分析

麹の水分は加熱乾燥法(105℃, 3時間)で求め、 α -アミラーゼ活性は測定キット(キッコーマン(株))を用いて分析し、中性プロテアーゼ活性は国税庁所定分析法に従った³⁾。塩分は純水で20倍に希釈した試料をデジタル塩分計((株)アタゴ製)で測定し、グルコース, グリセロール,

アルコール分及びクエン酸はHPLC法^{4) 5)}, 全窒素はケルダール法(FOSS製)で分析した。

2. 5 官能評価

しょうゆ風味検査員6人を含む15名で、生揚醤油及び醤油加工品の味と香りについて聞き取り調査した。なお、生揚醤油については塩分13%に調整したものを評価した。

3. 結果及び考察

3. 1 生揚醤油の醸造試験

醤油は高タンパクの大豆と高デンプンの小麦を原料にしている。本研究では、甘い醤油の開発を目的としていることから、小麦の配合を多くすることでデンプンの糖化が進み甘さが付与されると期待した。そこで、大豆と小麦の配合比を変えて生揚醤油を醸造した。

引き込み時の水分は小麦を多用することで低下したが、今回は水分調整を行うことなく製麹した。表2に麹の水分と酵素活性を示す。配合比が同じ52:48の醤油組合製の麹と試作麹を比較すると、 α -アミラーゼ活性は97U/dry・g, 100U/dry・g, また中性プロテアーゼ活性が16,439U/dry・g, 15,367U/dry・gと近似であったことから、試作した4試験区の麹は支障なく製麹されていると判断した。次に、4試験区の試作麹を比較した結果、出麹水分は小麦の配合比が高いほど減少した。もともと蒸煮大豆に比べ水分が低い麹及び割砕小麦を多用したことで、水分が低くなった。 α -アミラーゼ活性及び中性プロテアーゼ活性は、小麦の配合比が高くなると低下する傾向があったが、引き込み時の水分が要因であると考えられた。

試作した麹及び醤油組合から提供を受けた麹で生揚醤油を試作し、155日目のもろみについて成分分析を行った。その結果を表3に示す。配合比が同じ52:48の醤油組合製の麹を使ったもろみと試作麹を使ったもろみの全窒素分を

表2 麹の水分と酵素活性

配合比 (大豆:小麦)	出麹水分 (%)	α -アミラーゼ (U/g-dryko.ji)	中性プロテアーゼ (U/g-dryko.ji)
醤油組合 (52:48) *	26.7	97	16,439
60:40	30.2	119	17,182
52:48	27.9	100	15,367
40:60	23.5	62	13,340
30:70	23.0	38	9,123

* 醤油組合で製麹した麹

表3 醤油もろみの成分組成

配合比 (大豆:小麦)	塩分 (%)	グルコース (%)	グリセロール (%)	アルコール (%)	全窒素 (%)
醤油組合 (52:48) *	17.0	0.4	2.4	2.2	1.80
60:40	18.5	0.5	1.5	1.3	1.90
52:48	17.0	0.5	2.0	2.1	1.81
40:60	16.5	0.7	2.2	3.7	1.61
30:70	16.5	2.9	2.2	3.8	1.42

* 醤油組合で製造したもろみ

比較した結果、1.80%と1.81%で醤油組合製と近似であり、試作した4試験区のもろみは正常に発酵していると判断した。次に、試作麴を使った4試験区のもろみを比較した結果、塩分は小麦の配合比が高まることで低下する傾向があった。また、大豆に比べてタンパクが少なく、デンプン価が高い小麦の特徴を反映し、小麦を多用するほど全窒素は減少する傾向が見られ、60:40の試験区の1.90%に対し30:70では1.42%であった。なお、原料特性を活かしグルコースは増加すると予想されたが、その傾向は認められなかった。グルコース及びアルコールの経時変化を図2及び図3に示した。発酵初期にグルコースは生成され、小麦を多用するほどその生成量は多くなった。しかし、発酵時間

が経過するとともにグルコースは減少し、逆にアルコールは増加傾向を示した。長期の発酵においては、酵母がグルコースを資化することで甘さが低下する可能性が考えられた。一方、甘さやコクに関与するグリセロールに有意な差はなかった。

官能評価においても、甘味料を使用する鹿児島島の醤油のような強い甘さは醸造により得られなかった。しかし、小麦を多用した30:70の試験区において、塩角が取れて味がマイルド、甘味に厚みを感じられ、華やかな香りが広がる傾向があった。醤油では、グルコース1.0%で味が有意に変わると言われている⁶⁾ことから、グルコース2.9%の生揚醤油に甘さを感じたと考えられた。また、甘味を与えるグルコース、香りの華やかさを表現するアルコール分が増加した成分分析の結果を反映する評価であった。その一方で、小麦の割合が増えることで旨味が抑えられる評価を受けたが、旨味に関与する全窒素の低下が関与していると考えられた。

3.2 醤油加工品の醸造試験

長期発酵においては酵母によるアルコール発酵があるため、甘さを醸造するためには短期間で発酵させる必要があった。黄麴は各種酵素を含んでいることに加え、それ自体が甘さを持っている。また、白麴はその特徴に加え、クエン酸により酸味が生成されることを特徴としている。これらの麴を生揚醤油に添加し、短期間に糖化させることで甘味の強い醤油加工品や酸味のある醤油加工品を醸造できると考えた。そこで、生揚醤油に黄麴を添加した甘い醤油加工品の醸造条件を検討した。甘い醤油加工品は、刺身や煮物料理に適した甘くてコクのある生揚醤油が適していると判断し、全窒素の多い濃口生揚醤油を選定した。

麴原料の適性を検討した結果、甘い醤油加工品には麦麴が適した(表4)。米麴を添加した場合、コクの少ないシャープな甘さが強く感じられたが、麦麴を添加した場合、コク

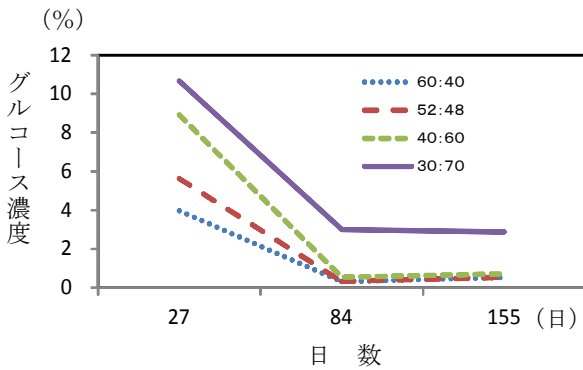


図2 グルコースの経時変化

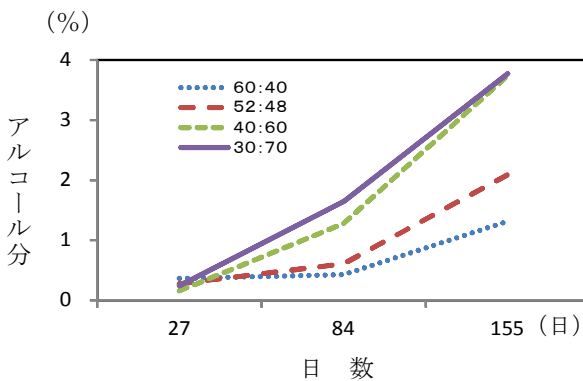


図3 アルコールの経時変化

表4 黄麴を添加した醤油加工品の評価

麴の種類	50 g	150 g	300 g
米麴	△	△	○
麦麴	△	○	◎

△：甘さ不足 ○：甘くて風味が良い，◎：非常に甘くて風味が良い

表5 濃口生揚醤油に麦麴（黄麴）を添加したもろみの成分組成及び官能評価

麴添加量 (g)	塩分 (%)	グルコース (%)	グリセロール (%)	全窒素 (%)	官能評価
0	16.5	0.4	1.7	1.78	—
150	13.6	11.3	1.9	1.64	○
300	10.8	13.0	1.4	1.53	○
450	8.9	17.6	1.6	1.44	◎
600	7.8	24.5	1.9	1.44	◎
750	7.1	22.9	1.8	1.36	◎

○：甘くて風味が良い ◎：非常に甘くて風味が良い

表6 白麴を添加した醤油加工品の評価

麴の種類	50 g	150 g	300 g
米麴	△	○	◎
麦麴	△	△	△

△：不適 ○：わずかな酸味で風味が良い，◎：ほどよい酸味が風味が良い

表7 淡口生揚醤油に米麴（白麴）を添加したもろみの成分組成及び官能評価

麴添加量 (g)	塩分 (%)	グルコース (%)	グリセロール (%)	クエン酸 (%)	全窒素 (%)	官能評価
0	19.0	N. D.	0.2	0.2	1.54	—
150	13.7	10.5	1.0	1.0	1.35	○
300	11.1	18.9	1.5	1.5	1.25	◎
450	9.3	22.0	1.9	1.9	1.19	◎
600	8.2	30.8	2.2	2.2	1.20	△

△：不適，○：わずかな酸味で風味が良い ◎：ほどよい酸味で風味が良い

があって甘さに丸みのあるバランスのとれた風味であった。

次に、成分組成及び官能評価をもとに最適な添加量を検討した（表5）。甘味に関与するグリセロールに有意な差は認められなかったが、グルコースは麴添加量に比例して増加した。600 g以上を添加するとグルコースは20%以上に達し、無添加に比べ50倍以上も多く含まれた。しかし、添加量が増えると全窒素及び塩分は減少し、全窒素は無添加区の1.78%に対し、750 g加えた試験区では1.36%と約24%の減少率であった。塩分は450 g以上添加することで10%以下となり、雑菌汚染を受ける危険性が高まった。官能評価したところ、麴を添加することで甘さとコクが醸造され、特に450 g、600 g、750 gを添加した試験区ではインパクトのある甘さを表現できた。日高⁷⁾は、鹿児島の醤油では1 L当たり砂糖で40～150 g使用（4～15%）されることもあり、中には33%の砂糖に相当するステビア等の甘味料が添加されていると言及している。単純に甘味度⁸⁾（グルコース0.7、砂糖1.0）で比較出来ないが、20%を超えるグルコース量を持つ醤油加工品は、鹿児島の醤油に近い甘さを有していた。

次に、酸味を付加させたドレッシングタイプの醤油加工品の醸造条件について検討した。ドレッシングはコクの少ないスッキリした生揚醤油が適正であると判断し、全窒素の少ない淡口生揚醤油を選定した。また、麴原料の適性を検討した結果、米麴が適していた（表6）。麦麴では雑味やコクが醸造されたが、米麴ではシャープな甘さと酸味のバランスのとれた風味であった。

成分組成及び官能評価をもとに、最適な添加量を検討した（表7）。甘味とコクを与えるグリセロールは添加量が増えることで増加し、無添加区に対し600 g添加した試験区では11倍増の2.2%となった。また、黄麴添加の場合と同様にグルコースは増加し、600 gの添加量で30.8%となった。全窒素分についても、黄麴添加の場合と同じように添

加量が増えることで減少傾向を示し、600 g添加したことで1.20%に低下した。クエン酸については添加量に比例して増加し、600 g添加したとき2.2%含まれた。また、麴を添加したことで塩分も減少し、製品化に際しては雑菌汚染への対応が必要であると思われた。官能評価の結果、150 gを添加した醤油調味料は酸味不足であったが、300 gあるいは450 g添加したものは爽やかで程良い酸味であった。しかし、それ以上に添加した600 g添加試験区では、えぐみを感じられるようになった。ポン酢は、醤油、柑橘類の果汁、甘味料、酢酸等を混合して製造される。試作した醤油加工品は、醸造によりクエン酸やグルコースが生成され、甘みと酸味のバランスのとれたポン酢風の調味料になった。

4. 結 言

生揚醤油製造時における甘味の付与、また甘さや酸味を持つ醤油加工品の醸造条件について検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 小麦の配合比を高めて生揚醤油を醸造することで、華やかな香りが強く、わずかな甘さとスッキリ感を持った醤油が醸造出来た。
- (2) 糖化用黄麴菌、大麦、濃口用生揚醤油の組み合わせは相性が良く、生揚醤油500mLに対し麴450 g以上を添加し発酵させることで十分な甘さのある醤油加工品を醸造できた。
- (3) 焼酎用白麴菌、米、淡口用生揚醤油の組み合わせは相性が良く、生揚500mLに対し麴300 gまたは450 g添加し発酵させることで、甘みと程良い酸味がバランスされたポン酢風の醤油加工品を醸造できた。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、試験協力や有益な助言を賜りました鹿児島県味噌醤油工業協同組合及び鹿児島県醤油醸

造協同組合に深く感謝します。

参 考 文 献

- 1) “鹿児島県味噌醤油工業協同組合70周年記念誌”，鹿児島県味噌醤油工業共同組合，(2008)p. 51
- 2) “平成24年度甘味料の需要実態調査の概要”，(独)農畜産業振興機構(2013)
- 3) “第四回改正国税庁所定分析法注解”，(財)日本醸造協会(1993)
- 4) 松永一彦，下野かおり，瀬戸口眞治：鹿児島県工業技術センター研究報告，**25**，9-14(2011)
- 5) 松永一彦ら：鹿児島県工業技術センター研究報告，**21**，11-14(2007)
- 6) 横塚保：“日本の醤油”，ライフリサーチプレス(2004) p. 152
- 7) “鹿児島県味噌醤油工業協同組合70周年記念誌”，鹿児島県味噌醤油工業共同組合(2008)p. 51-52
- 8) 川岸舜朗，中村良：“新しい食品化学”，三共出版(2007) p. 152