

一般的な醸造法による減塩醤油の発酵試験*

畑山 誠**

濃口醤油と同じ一般的な醸造法で減塩醤油を造るには、原料となる塩水の食塩濃度を下げ、その使用量を減らす必要がある。その場合、腐造などのリスクがあるためどの程度まで減らすことが可能かを検討した。その結果、食塩濃度15%の塩水を9水（濃口醤油製造の75%量）使用し諸味を仕込み、発酵初期の品温を15℃とすることで目的とする品質の減塩醤油を造ることが可能となった。

キーワード：醤油、減塩、一般的な醸造法

Fermentation test of reduced salt soy sauce using ordinary brewage

HATAKEYAMA Makoto

Key words : soy sauce, reduced salt, ordinary brewage

1 緒言

県内醤油業界は醤油の低塩化に取り組んでおり、県内企業数社が協力してうす塩醤油「いわて健民」を製造販売している。さらに食塩濃度を濃口醤油の半分まで減らした減塩醤油の製造を希望する企業もある。

市販されている減塩醤油の多くは、濃口醤油から膜処理により食塩だけを分離除去し製造されている。これには脱塩装置等の設備が必要であり、維持管理の手間とコストを要する。脱塩装置を使用せず、濃口醤油と同じ一般的な醸造法により減塩醤油の製造が可能であれば企業も取り組みやすいと思われる。

単純に塩水の食塩濃度を半分にして醸造した場合は、雑菌の影響で酸敗や腐敗する可能性がある。これを解決する方法として、醤油諸味が腐造しない程度に食塩濃度と塩水使用量をバランス良く減らして仕込み、発酵熟成が終わったあとで減塩醤油として認められる食塩濃度まで水を加えて希釈する方法が考えられる。そのためには濃口醤油の醸造より塩水量をどこまで減らすことが可能か、さらに食塩濃度をどこまで下げることが可能かを試験する必要がある。塩水量を減らしすぎると醤油諸味の流動性が失われ実際の製造現場での諸味管理や圧搾が非常に難しくなる。また、食塩濃度を下げすぎると諸味の発酵を担う耐塩性乳酸菌(*Tetragenococcus halophilus*)と耐塩性酵母(*Zygosaccharomyces rouxii*)以外の微生物が増殖し諸味が腐造する可能性が高くなる。本試験では、これらの危険を避け可能な限り少ない塩水使用量および低い食塩濃度の条件を検討した。

また、高品質な醤油を安定的に製造するために純粋培養した優良な乳酸菌と酵母の添加が行われている。諸味が不揮発性アミン類生産乳酸菌が増殖することへの対処

としても有効である。濃口醤油の場合は諸味仕込み日に乳酸菌を添加し、諸味pHを測定しながら仕込み1ヶ月目くらいに酵母を添加するのが一般的であるが、食塩濃度の低い塩水を使用し製造する場合は乳酸菌の増殖が早くなり、それに伴い乳酸生成量が増え醤油諸味が酸味過多になる可能性が考えられる。これを回避する方法として、酵母の添加時期を早めて乳酸菌の増殖を抑制する、あるいは乳酸菌の添加量を減らす方法が考えられる。しかし乳酸菌添加量を減らすことは醤油製造工場における不揮発性アミン類生産乳酸菌の増殖抑制対策の面から望ましくない。そのため本試験では酵母の添加時期を早めることで乳酸菌の増殖を抑制することが可能かを検討した。

本試験で造る減塩醤油の目標値は、しょうゆ JAS 特級クラスの全窒素 1.50 以上、食塩濃度 8%と設定した。

2 実験方法

2-1 原材料

醤油諸味原料として、醤油麴は(株)八木澤商店が脱脂大豆と小麦から製造した麴を、塩水原料は食塩と水道水を使用した。供試微生物は当センター保有の醤油乳酸菌 M-43 および D-5 と醤油酵母 RS-1 を使用した。

2-2 微生物培養と添加量

乳酸菌および酵母の培養培地組成は表1の通りである。乳酸菌培地は調製後、高圧滅菌・冷却し 2N 水酸化ナトリウム溶液で pH6.5 に調整し、種菌を植菌し 30℃で 5～7 日間培養した。なお培養中の培地 pH は水酸化ナトリウム溶液自動滴下により pH6.5 に保持した。

酵母培地は調製後、高圧滅菌・冷却し、種菌を植菌し 30℃で 3 日間振とう培養した。

醤油諸味に、乳酸菌培養液を諸味量の 1 万分の 1 量、

* 平成 30 年度～令和 2 年度 技術シーズ創生研究事業 育成ステージ

** 醸造技術部

酵母培養液を千分の1量添加した。

表1 微生物培養の培地組成

微生物	組成 (%)		
	生醤油	食塩	ブドウ糖
乳酸菌	20	15	1
酵母	20	15	5

* 組成は W/V

2-3 醤油諸味の仕込み試験1

醤油麹 500 g に対して食塩濃度 15% または 20% の塩水を 540ml (8 水)、610ml (9 水) あるいは 680ml (10 水) 使用し諸味を仕込んだ。全ての試験区で乳酸菌 M-43 を仕込み日に添加、醤油酵母 RS-1 を仕込み日から 4 週目に添加した。初め発酵熟成温度を 15℃ とし 1 か月経過後、品温を 30℃ としさらに 1 か月経過後、2 ヶ月目を以降品温を 25℃ としトータルで 3 ヶ月間熟成を行った。

2-4 醤油諸味の仕込み試験2

5 試験区全ての諸味で、醤油麹 500 g に対して食塩濃度 15% 塩水を 610ml (9 水) 使用し仕込み、乳酸菌 D-5 を仕込み日に添加した。試験区ごとに醤油酵母 RS-1 を仕込み初日 (YOW) から 4 週目 (Y4W) まで 1 週間おきに添加した。初めから発酵熟成温度を 30℃ とし 2 ヶ月間経過後、発酵熟成温度を 25℃ としトータルで 5 ヶ月間熟成を行った。

2-5 諸味管理

諸味管理において初めの 2 ヶ月間は毎日糶入れを行った。食塩分が低い諸味には産膜酵母が増殖し易く、増殖すると濃口醤油以上に著しい品質低下を招くため糶入れ作業を徹底した。

2-6 醤油の製成

熟成を終えた諸味はアドバンテック製ガラスフィルター GA100 を用いて醤油と醤油粕に濾過分離した。その後、減塩醤油の規格である食塩分 8% (濃口醤油食塩分の 50% 濃度) まで加水希釈した。

2-7 分析ときき味

乳酸はメルク製リフレクトクアント乳酸テストを用いて測定し、他の項目はしょうゆ試験法¹⁾に準じて分析した。きき味は火入れを行わず生醤油のまま実施した。

3 結果及び考察

3-1 仕込み試験1 適正な食塩濃度と塩水量

諸味を濾過した生醤油の分析値および食塩濃度 8% まで加水希釈した場合の乳酸と全窒素の計算値を表 2 に示す。

試験区間で乳酸値に多少のバラツキはあるものの pH はほぼ変わらない値であった。仕込み日から 1 ヶ月間を 15℃ と低温においたため塩水の食塩濃度が異なっても試験区間で乳酸菌の増殖に大きな差がでなかったためと思われる。製成した生醤油を食塩分 8% まで加水した場合の成分値を計算したところ全窒素 1.50% 以上という目標を達成できる試験区は塩水の食塩濃度 15%、使用塩水量 610ml (9 水) だけであった。濃口醤油製造では、食塩分 22.5% 塩水を 12 水使った仕込みが一般的である。これと比較すると食塩濃度で 33% 減、塩水量で 25% 減となり、仕込みに使用する食塩量は濃口醤油の 50% となった。

加水調整した減塩醤油をきき味したところ、全窒素が高い試験区ほど旨味が強く感じられ、乳酸が多い試験区ほど酸味が強く感じられた。牛島ら²⁾によると市販本醸

表2 試験1 生醤油の分析値および食塩濃度 8% に希釈した場合の計算値

試験区	食塩 (%)	pH	乳酸 (mg/ml)	全窒素 (%)	醤油を食塩 8% まで希釈	
					乳酸 (mg/ml)	全窒素 (%)
20% 680ml	15.3	4.65	15.3	2.01	8.0	1.06
20% 610ml	14.6	4.67	18.0	2.13	9.8	1.17
20% 540ml	14.0	4.69	17.5	2.38	10.0	1.36
15% 680ml	11.4	4.65	15.5	2.08	10.9	1.45
15% 610ml	11.0	4.67	16.5	2.24	12.0	1.64

* 試験区表示は塩水量とその食塩濃度

表3 試験2 生醤油の分析値および食塩濃度 8% に希釈した場合の計算値

試験区	食塩 (%)	pH	乳酸 (mg/ml)	全窒素 (%)	醤油を食塩 8% まで希釈	
					乳酸 (mg/ml)	全窒素 (%)
YOW	11.2	4.72	10.3	2.01	7.4	1.44
Y1W	11.2	4.63	14.6	2.03	10.4	1.45
Y2W	11.1	4.62	17.8	2.02	12.8	1.46
Y3W	11.2	4.61	12.1	2.01	8.6	1.44
Y4W	11.1	4.61	14.3	1.95	10.3	1.41

* 試験区表示は酵母 (Y) の添加週 (0~4W)

表4 試験2 減塩醤油きき味結果

(n = 19)

試験区	点数分布				平均点	1番と評価した人数	コメント
	1	2	3	4			
Y0W	2	6	7	4	2.7	3	まろやか、水っぽい、後味が悪い、旨味不足
Y1W	2	9	6	2	2.4	3	酸味程よい、香味調和、味がぼやける、原料臭残る
Y2W	4	9	6	0	2.1	7	濃口に近い、香味調和、酸味程よい ←→ 酸味強い
Y3W	4	7	6	2	2.3	3	まろやか、調和、酸味強い
Y4W	3	4	5	7	2.8	3	香味不調和、酸味強く渋味・塩味が浮く、香味にメリハリがある

* 試験区表示は酵母 (Y) の添加週 (0~4W)

造濃口醤油中の乳酸量は 2.30~12.64mg/ml でありバラツキがかなり大きい。本試験の減塩醤油の乳酸量は 8.0~12.0mg/ml であり、濃口醤油との比較では高い方に相当する。著しく高いわけではないが、食塩分が低いいため濃口醤油より酸味が強く感じられた。

なお予備試験の段階で、塩水の食塩濃度 10%の仕込みや塩水量 7 水の仕込みも実施したが、前者は諸味が変敗し後者は諸味が硬く圧搾が困難と判断したためこれらの試験区は本試験では採用しなかった。

3-2 仕込み試験2 適正な醤油酵母の添加時期

諸味を濾過した生醤油の分析値および食塩濃度 8%に加水希釈した場合の乳酸と全窒素の計算値を表3に示す。

乳酸菌と酵母を仕込み初日に同時添加した試験区 (Y0W) の pH だけが他の試験区より 0.1 程高かったが、他はほぼ同程度であった。乳酸量は試験区 Y0W から Y2W までは酵母添加が遅いほど高い傾向が見られたが、その後大きく増加することはなかった。全窒素は試験区間で大きな違いは見られず、加水するとしょうゆ JAS 特級の 1.50 には達しなかった。本試験では夏場の天然醸造仕込みを想定し、仕込み日から品温 30℃と設定したため試験 1 のような品温 15℃の仕込みよりも乳酸菌増殖が早く、それに伴い諸味 pH の降下が早く、中性プロテアーゼの酵素反応が制限されたと思われる。

岩手県内の醤油製造企業の経営者や技術者および当センター研究員の計 19 名で試験仕込みした減塩醤油のきき味を行った。採点は 4 点法 (1 点良い~4 点悪い) で行い、それぞれの審査員が一番良いと思う醤油を選択した。結果を表4に示す。

一番評価が高かったのは乳酸量が多くしっかり酸味のある 2 週間目に酵母を添加した醤油 (Y2W) であった。

濃口醤油より酸味が強く感じられることを問題と考えていたが、ある程度の乳酸量がある方が好まれる結果となった。乳酸の少ない醤油は味のしまりを欠いて評価が低い傾向にあった。

仕込み試験 1 と試験 2 を比較すると、醤油製造の知見として一般的に言われているように発酵初期の品温を 15℃程度の低めで経過させた方が醤油麹の酵素分解が良好で全窒素が高くなった。天然醸造において本法により減塩醤油を造る場合、夏場の仕込みを避けた方が良いと考えられる。

4 結 言

濃口醤油製造と同じ一般的な醸造法で減塩醤油を造るには、原料となる塩水の食塩濃度を下げ、かつ使用量を減らす必要がある。試験の結果、食塩濃度 15%の塩水を 9 水 (一般的な濃口醤油製造の 75%量) で使用し諸味を仕込み、発酵初期の品温を 15℃とすることで全窒素 1.50 以上の減塩醤油を造ることが可能となった。

減塩醤油は食塩分が濃口醤油の半分であるため、口当たりが柔らかくまろやかな味であるのは当然である。しかし、試験 2 のきき味で押し味が足りないと評する審査員も多く、減塩醤油に濃口醤油並みの強い味を求めているようであった。この点は今後の課題として残った。

謝 辞

醤油麹を分譲していただいた (株) 八木澤商店様および試作減塩醤油のきき味評価に協力いただいた県内醤油製造企業の皆様に謝意を表します。

文 献

- 1) 財団法人日本醤油研究所：しょうゆ試験法 (1985)
- 2) 牛島, 浜田, 神戸：醬研, 8, 2, p58~63 (1982)