

資 料

砂糖の代わりに甘酒を用いた粕漬けの製造

土佐 典照*

1. 目 的

近年、発酵食品による地域おこしの話題が取り上げられる機会が増えており、味噌・醤油・米酢などの和食で重要な発酵調味料に加えて地域オリジナルの酵母や乳酸菌等を用いた料理、加工食品にも関心が集まっている。著者らも、島根で開発された「梅花酵母」¹⁾の普及を図るために講習会を開催し、併せて麴の利用を中心とした地域デザインを構築している講師²⁾を招聘するなど発酵食品の理解を深める活動を行ってきた。麴については、「塩麴」が調味料として料理や加工食品に用いられることが定着した。また砂糖の代わりに小豆と麴を混合することで甘みを出す「発酵あんこ」がSNSの料理サイトで提案されて注目されている。このように麴は、精製された砂糖に比べ、糖分に加えてアミノ酸、有機酸やビタミンそして酵素などを豊富に含む素材であるので幅広い利用の動きが出ている。

ところで伝統的な発酵食品である漬物類の生産量は、平成年間に減少傾向が続いたが、令和元年度から僅かではあるが増加している³⁾。漬物類で麴を使用するのは、塩などと混合して野菜原料と仕込む「麴漬け」があり、風味として麴の甘みが重要である。他方甘味が特徴である「粕漬け」は、精製された砂糖が原料として用いられている場合が多いが、麴を用いることはない。これは、「粕漬け」においては糖度の高さが重要であり、麴だけでは任意の甘味をだすことが難しいためと思われる。例えば栄養成分の炭水化物を比較すると、「麴漬け」の「べったら漬け」は14.0(単位: g/100g、以下の栄養成分値は同じ単位)であるのに対して、「粕漬け」の「奈良漬け」は40.8であること⁴⁾から推察される。

そこで本報告では、地域おこしのツールの1つとして、糖度が高く、栄養成分も含む「甘酒を用いた粕漬け」の製造を試みた。まず糖度の高い甘酒を製造するために、麴の糖化の条件について加水量、糖化時間を変化させて検討した。併せて水分および保存性に関わる因子である水分活性を測定した。そして得られた糖度の高い甘酒をウリ粕漬けの製造に用い、「甘酒を用いた粕漬け」を製造した。以下に製造方法や分析結果を示した。

2. 方 法

2.1 麴の溶解・糖化(甘酒の製造条件)

原料の麴は、市販の乾燥麴(徳島製麴社製、1-70A)を使用した。麴力価は、消化法⁵⁾で測定した。麴力価が想定よりも低い場合、補助として酵素(液化用:ヤクルト社製、ユニアーゼBM-8、糖化用:ヤクルト社製、ユニアーゼ30)を使用した。

甘酒製造の条件について、麴と水の配合割合を検討した。乾燥麴は、水分30に調整してから、麴と水を後述する6種類の配合割合にして55℃に設定した温水中で5時間糖化した。なお本試験は、50ml蓋付き遠心管に麴と水の総量が40gになるように入れ、糖化後に遠心分離(18,000rpm, 10min)して上澄み液を得て、この上澄み液の糖度を糖度計(アタゴ社製、PAL-Patissier)、水分活性を水分活性測定装置(アイネクス社製、CX-2)、グルコース量をグルコース測定キット(富士フィルム和光純薬社製、グルコースCⅡ-テストワコー)で測定した。

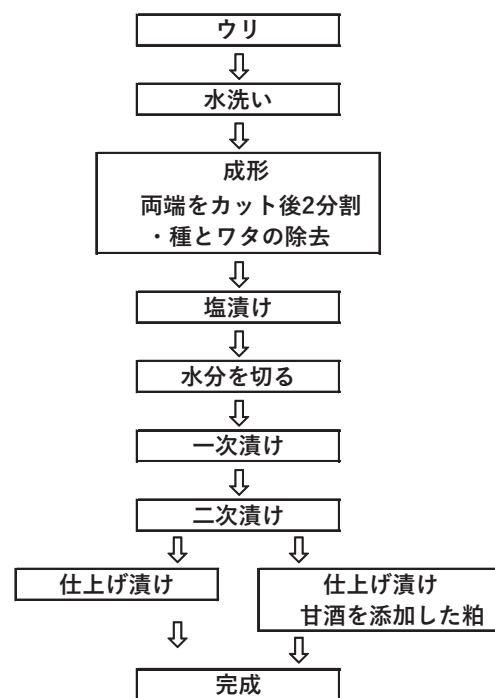


図1 ウリ粕漬けの製造工程

*農林水産素材加工科

2.2 粕漬け

原料のウリは令和2年8月に収穫した島根県邑南町産のシマウリ、酒粕は島根県邑南町の池月酒造の令和元年度トメ粕である。食塩は、財団法人塩事業センターが販売している国産塩（塩化ナトリウム99%以上）を使った。図1に粕漬けの製造工程を示した。水洗いし成形したウリに20%の食塩を添加し、2日間漬け込みを行った。一次漬け、二次漬け、仕上げ漬けには同じ酒粕を用い、使用量はウリと同量である。なお仕上げ漬けには、甘酒を添加した試験区を設けた。この甘酒は、麴:水=100:30で混合し、定温機（ヤマト科学社製、DX601）で55℃、24時間糖化して作った。漬け込みは、40L漬物樽内にポリ袋（0.1×760×950）を張って袋の中に漬け込み、漬け込み後は袋の口を閉じて外気から遮断した。重石はウリ重量の2倍にした。期間は、一次漬けが1ヶ月、二次漬けが1ヶ月半、仕上げ漬けが約半年間で、この作業は15℃の恒温室で行った。

2.3 成分分析

ウリ、酒粕、漬物の栄養分析は、定法⁶⁾で行った。グルコース、水分活性は、前述の2.1項と同じである。エタノールの測定は、酒粕についての測定法を定めている酒類分析⁷⁾に従った。すなわち酒粕、漬物を約100g精秤して、500mlの丸底フラスコにとって水300ml加えて蒸留し、留液について酒類用振動密度計（京都電子工業社製、DA-155）で測定した。

3. 結 果

3.1 糖度の高い甘酒

漬物用の甘酒の製造について検討した。本試験に用いた乾燥麴（水分:7.7）の力価を測定すると、消化法での総合力価は537であった。この乾燥麴は一般酒用のものであるが、精米歩合70%の一般酒用の麴の総合力価は通常850～1000程度⁸⁾なので、かなり低い値と判断した。そこで麴水分を生麴と同程度の30に調整し、2.1項で示した酵素を麴重量の0.05%添加した（調整後の麴水分測定値は30.6）。そしてこの麴の総合力価を測定すると1069となったので、以後試験開始前に麴を水分30に調整して、0.05%酵素を添加した。これを各試験区に分割して用いた。なお以後に調べた別ロットの乾燥麴は総合力価850以上となったので、本試験に用いた乾燥麴は、特異的に力価が低いものであったと考えられた。

一般的に甘酒は、水分が80程度と高い⁴⁾ので水分活性も高く、この状態の甘酒を漬物原料に用いるには保存性の面で難しい。また漬物自体も水っぽくなり、品質的に問題が生じると考えられる。そこで漬物原料として糖濃度が適切な甘酒を作るために、麴と水の配合割合について検討した。

2.1項の方法で作った6種類の甘酒について、表1に糖度（Brix）、水分活性（Aw）、グルコース（Glc）の値を

表1 甘酒製造時の配合と成分値（糖化55℃, 5hr）

麴	水	Brix	Aw	Glc(g/100g-甘酒)
30	100	15.8	0.99	9.2
50	100	23.3	0.97	12.1
100	100	33.8	0.95	14.8
100	50	44.1	0.93	25.1
100	40	47.4	0.92	30.0
100	30	49.8	0.91	32.3

表2 甘酒製造時の配合と成分値（糖化55℃, 24hr）

麴	水	Aw	Glc(g/100g-甘酒)	水分(g/100g-甘酒)
100	30	0.88	34.3	46.6
100	20	0.87	34.5	42.1
100	10	0.85	29.7	36.9
100	0	0.83	26.1	30.5

示した。水の割合が麴より多いまたは同じ3つの試験区（麴:水=30:100, 50:100, 100:100）は、糖化直後に上澄みがあった。水の割合が麴より少ない試験区（麴:水=100:50, 100:40, 100:30）では、糖化終了時に上澄みはなく、ドロドロした溶解状態であった。本試験の目標は、できるだけ糖度の高い甘酒を作ることであるので、この試験においては麴:水=100:30の試験区のものが漬物原料として適切な性状であると思われた。

次に、麴:水=100:30の試験区が溶解状態となったので、もっと糖度が高くなる条件を求めるために、水の割合が少なくかつ糖化時間を長くした試験区を設定した。表2に糖化時間を24時間にした配合の異なる4つの試験区について、Aw, Glc, 水分の値を示した。麴:水=100:0は、自己消化により溶解状態になるのか試験したが、糖化後は乳鉢で潰すことで白あん状態になった。この結果、麴:水=100:20が最もGlcの値が高くなったが、麴:水=100:30とほとんど差はなかった。以上のことから麴:水=100:30が、麴:水=100:20よりも出来上がりの物量が多いので、以後、漬物原料としての甘酒は、麴:水=100:30の配合で、24時間糖化して製造することにした。

3.2 砂糖不使用のウリ粕漬け

表3に、今回使用した酒粕、製造した甘酒、また仕上げ漬けに使用する酒粕と甘酒を混合した粕（項目:「酒粕+甘酒」）の栄養成分分析値、また「食品成分表」⁴⁾に記載されている酒粕と甘酒の値を示した。なお「酒粕+甘酒」試験区は、Glc濃度を10添加したようにするため、各分析値から次のように添加量を求めてから製造した。

Glc濃度15.9の酒粕に、Glc濃度35.5の甘酒を添加して、「酒粕+甘酒」のGlu濃度を25.9にする。

添加する甘酒量をAgとすると、酒粕100gでは

$$(15.9 + A \times 0.355) / (100 + A) = 0.259 \quad A = 104.1\text{g}$$
 となる。

表3 粕漬けに使用した酒粕、甘酒、酒粕と甘酒の混合物の栄養成分実測値および酒粕と甘酒の成分値

	水分	たんぱく質	脂質	炭水化物	灰分	ナトリウム	食塩相当量	エタノール	Glc	Aw
単位	g	g	g	g	g	mg	g	g	g	
酒粕	57.2	11.1	2.1	20.2	0.1	15	0	9.3	15.9	0.95
甘酒（麹100：水30）	46.0	3.1	0.7	50.0	0.2	2	0	0	35.5	0.89
酒粕＋甘酒	55.2	5.9	1.1	33.3	0.2	20	0	4.3	25.4	0.93
酒粕 ⁴⁾	51.1	14.9	1.5	23.8	0.5	5	0	8.2	－	－
甘酒 ⁴⁾	79.7	1.7	0.1	18.3	0.2	60	0.2	0	－	－

※甘酒のエタノールの0は、推定値⁴⁾。－は、未測定。

表4 各工程後のウリ粕漬けの栄養成分実測値およびシロウリと奈良漬けの成分値

	水分	たんぱく質	脂質	炭水化物	灰分	ナトリウム	食塩相当量	エタノール	Glc	Aw
単位	g	g	g	g	g	mg	g	g	g	
シマウリ・原料	94.3	0.5	0.2	4.6	0.4	3	0	－	1.3	1.00
シマウリ・塩漬け後	71.2	1.0	0.2	8.0	19.6	8605	21.9	－	2.2	0.82
漬物 1次漬け後	68.1	2.5	0.8	14.9	7.8	3565	9.1	5.9	10.5	0.92
漬物 2次漬け後	61.6	5.2	0.9	21.3	2.9	1189	3.0	8.1	13.5	0.94
漬物 仕上げ漬け後（酒粕だけ）	61.3	4.2	0.8	23.1	1.4	503	1.3	9.2	13.6	0.95
酒粕 仕上げ漬け後（酒粕だけ）	55.1	10.0	1.5	23.8	1.2	415	1.1	8.4	13.2	0.95
漬物 仕上げ漬け後（酒粕＋甘酒）	58.6	3.5	0.7	29.8	1.6	572	1.5	5.8	17.2	0.93
酒粕 仕上げ漬け後（酒粕＋甘酒）	53.9	6.5	0.8	31.8	1.4	519	1.3	5.6	17.1	0.93
シロウリ ⁴⁾	95.3	0.9	0.1	3.3	0.4	1	0	－	－	－
奈良漬け ⁴⁾	44.0	4.6	0.2	40.0	5.3	1900	4.8	5.8	－	－

※－は、未測定

ところでGlc濃度を10増えるように添加した理由を以下に述べる。酒粕の炭水化物は、デンプン、糊精、糖分の3成分であり、特にデンプンの割合が高く（デンプン測定例、23）、糖分が次に多いが（糖分測定例、8）、デンプンの半分以下程度である⁹⁾。またこの糖分は、麦芽糖が少量認められるものの、ほとんどがGlcである⁹⁾。一般的に、漬け込むことで徐々に糖分がウリに浸透していき、漬け上がりの奈良漬けの糖分は10～20%となる¹⁰⁾。したがってGlc濃度は、20以上であることが必要と考えられ、本試験に用いた酒粕のGlc濃度は15.9なので、十分なGlc濃度となるようにGlc25.9に設定した。

試験に供したシマウリの全量は約30kgで、ワタの除去などの一次処理後の平均の歩留まりは約79%となった。また塩漬け後の重量は、原料の約52%であった。

表3に示したように本試験で用いた酒粕は、水分とエタノールの水溶性成分が多く性状も軟質であった。この酒粕の製造では、清酒の上槽工程で「ふね」を使用している。酒粕が軟らかい傾向にあるのは、「ふね」は自動もろみ搾り機よりも圧力が弱いこと、かつこの会社は製品に特定名称酒の割合が高いので歩留まりを上げることも、酒質に雑味が少なくなるよう加圧の程度を低く設定していることがあげられる。粕が軟質な性状のために、漬け込み作業

はスムーズに行うことができた。また甘酒も、Glc濃度35と想定とおりの糖濃度のものを製造でき、併せて「酒粕＋甘酒」の品質も十分なものとなった。

表4に製造におけるウリ粕漬けの成分変化と、仕上げ漬け後の各酒粕の成分、併せて「食品成分表」⁴⁾に記載されているシロウリとシロウリ奈良漬けの値を示した。

粕漬けでは、まず20%位の高濃度の食塩下で原料を漬け込む。これは漬物の肉質を歯切れの良いものにするための要点であり、原料鮮度の良いものを使用することとともに重要事項である¹⁰⁾。そしてこの塩分は、漬け込みを繰り返すことにより徐々に抜けていき、漬け込みが3回目（仕上げ漬け）になると1%程度となり、塩分の低い浅漬けと同等となった¹⁰⁾。なお塩漬け後、1次漬け後、2次漬け後の食塩相当量が灰分の値よりも高くなったが、このことは高濃度のナトリウム測定における希釈での測定誤差などが原因と思われる。奈良漬けに含まれる無機塩類はほとんどがナトリウムなので、漬け込みによる食塩相当量の変化は、表4の傾向とおりと考えられた。

3.3 ウリ粕漬けの品質

本漬物は低塩であることから、保存性について考察した。奈良漬けはエタノール、食塩、糖などのそれぞれの浸透圧を合計した総合の浸透圧によって保存され、塩分が10%以

下でも長期保存に耐えるのは特にエタノールが大きな役割をしている¹⁰⁾。このように保存性を検討する上での指標として重要な項目はAwとエタノールである。酵母の生育を阻止するAw値は0.88、乳酸菌のAw値は0.91とされている¹¹⁾。またエタノールは4%で効果が現れ、7~11%でほとんどの微生物の発育を阻止する¹²⁾。したがってAw値とエタノールの併用効果が重要になる。例えば食中毒原因菌である*Staphylococcus aureus*は、固形培地においてAwが0.967~0.910で、エタノールを8~20(%)で併用した場合「発育せず」と示されている¹³⁾。また食塩濃度の高い味噌や醤油でも、酵母の活動を抑える目的でエタノールが製品に添加される。粕漬の微生物による変敗の原因菌は、*Debaryomyces*属、*Pichia*属、*Saccharomyces*属、*Candida*属や*Lactobacillus*属で、酒粕に由来する酵母や乳酸菌の場合が多いようである¹³⁾。したがって酵母や乳酸菌の発育を阻止できる条件にすることが重要である。本試験の酒粕試験区はAw0.95でエタノールが9.2と高く、また「酒粕+甘酒」試験区でもAw0.93でエタノールが5.8であった。通常の「たくあん漬」「きゅうりぬかみそ漬」など保存的な漬物類の食塩相当量は5程度である⁴⁾。食塩1%に対しエタノールは1.1%で代替の防腐性があるとされている¹⁰⁾ので、本試験の「酒粕+甘酒」試験区でも、「たくあん漬」並の保存性があると判断される。また水分活性においても「酒粕+甘酒」試験区はAw0.93とチーズや塩漬肉(ハム)と同じ程度なので、冷蔵庫(5℃)で保管すれば十分日持ちすると考えられる。

漬け込みが3回目の「酒粕+甘酒」試験区のGlc濃度は17.2で、酒粕試験区よりも約4高くなった。前述したように酒粕のGlc濃度を10高くすることで漬物のGlc濃度を高くすることを目指したが、添加濃度の半分程度の上昇にとどまった。このことから今後は、この現象を加味して酒粕糖濃度の調整を行うことが必要である。また仕上げ漬けにおける漬物とその酒粕について、食塩相当量、Glc濃度、エタノールの含有量はほぼ同じ値であるので、これらの浸透の

程度は平衡状態になったと考えられた。

本試験で製造した漬物を当センターの職員で試食したところ、甘味やテクスチャーなど好評であった。「酒粕+甘酒」試験区の方が酒粕試験区よりも甘味が高いと評価され狙いとおりのようになったが、酒粕試験区の甘さでも十分との意見もあった。本試験で用いた酒粕は、糖分やアルコールが高い特徴があり、このことが影響したものと思われた。また「酒粕+甘酒」試験区のもは、アミノ酸などの旨味を強く感じるなど特徴があった。甘酒を使用して特色のある漬物を製造する上で、アミノ酸や有機酸などの成分を分析することは有益と思われる。

謝 辞

本研究を行うのにあたり、酒粕を提供して頂いた池月酒造株式会社に深謝いたします。また漬物製造を一緒に行った小林こずえ研究助手に感謝いたします。

文 献

- 1) 土佐典照, 房薇. 梅花酵母の米粉パン製造特性. 日本醸造協会誌. 2015, vol.110, p.750-755.
- 2) 小倉ヒラク. 発酵文化人類学. 木楽舎, 2012.
- 3) 全日本漬物協同組合連合会. 漬物ポータルサイト, <https://www.tsukemono-japan.org/statistics/index.html>
- 4) 文部科学省. 食品成分データベース. <https://fooddb.mext.go.jp/index.pl>
- 5) 土佐典照, 杉中克昭, 堀江修二, 松田英幸. 消化法により分析した吟醸麹特性と酵素力価との関係. 日本醸造協会誌. 2002, vol.97, no.9, p.641-644.
- 6) 酒類総合研究所標準分析法注解. 公益財団法人日本醸造協会. 2017.
- 7) 五訂日本食品標準成分表分析マニュアル. 社団法人資源協会. 1997.
- 8) 堀江脩二. 清酒用麹の消化法による分析について. 麹研究会報. 1980, no.16, p.1-13.
- 9) 醸造物の成分. 公益財団法人日本醸造協会. 1999, p.104-108.
- 10) 小川敏男. 漬物製造学. 光琳, 1989.
- 11) 横山理雄, 石谷孝佑. 食品と包装. 医歯薬出版, 1982, p.56.
- 12) 松田敏生. 食品微生物制御の化学. 幸書房, 1998, p.333-345.
- 13) 内藤茂三. 食品変敗の科学. 幸書房, 2020, p.273.