

研究論文

小豆麴を用いた赤飯酒の開発

山本晃司*¹、伊藤彰敏*¹、三井 俊*¹、竹田詩織*²、
榎原詩穂里*²、江崎秀男*²、中村好志*²

Development of Sekihan Sake using Adzuki Bean Koji

Koji YAMAMOTO*¹, Akitoshi ITO*¹, Shun MITSUI*¹, Shiori TAKEDA*²,
Shihori SAKAKIBARA*², Hideo ESAKI*² and Yoshiyuki NAKAMURA*²

Food Reseach Center *¹ Sugiyama Jogakuen University *²

前報等¹⁾²⁾で報告した小豆麴を利用した新たな食品の開発を目的として、赤飯酒の開発を行った。黒麴菌で発酵した小豆麴と米を用いて仕込条件を検討した。愛知県酵母 (FIA-1 酵母)、カキツバタ酵母、ショウブ酵母を用いて赤飯酒試作を行った。FIA-1 酵母、カキツバタ酵母を用いた場合は比較的すっきりした味のものとなり、ショウブ酵母を用いた場合は、酸、アミノ酸ともに多くアルコール度数やや低めの濃醇なものとなった。赤飯酒ろ液の機能性については、対照の純米酒に比べて高い抗酸化性及び血圧上昇抑制効果が認められた。

1. はじめに

食生活が多様化する中で清酒を含めた酒類は、需要が停滞している。しかし、韓国の伝統にごり酒であるマッコリの需要は、2010 年頃から急増し、日本市場に定着している。マッコリは、低アルコール (6~7%)、高酸度 (クエン酸)、甘い味が特徴である。このような背景から、清酒製造技術を活かした新タイプの酒類の開発に関する要望が県内酒造メーカーから当センターに寄せられている。一方で小豆は栄養及び機能性が豊富な豆類でありながら、醸造用途での利用が殆どない。

そこで、小豆の新規用途開拓を図るため、クエン酸を生成する焼酎用黒麴菌で調製した小豆麴の開発を行った²⁾。さらに、蒸米を小豆麴で糖化しつつ酵母によるアルコール発酵で醸造する新タイプのごり酒「赤飯酒」の開発に取り組むことにした。

本研究では、「赤飯酒」の製造方法の検討とその評価を行った。

2. 実験方法

2.1 原材料

原材料として、北海道産の小豆 (きたろまん) と α 化米 (日本晴、精米歩合 70%) を用いた。

2.2 供試菌

種麴菌として *Aspergillus saitoi* IAM2210 (黒麴菌) 胞子を可溶性ゼンブンで 10 倍量に増量して使用した。

発酵酵母として愛知県純米酒用酵母 FIA-1、庄内緑地

公園で分離した花酵母 (カキツバタ酵母、ショウブ酵母) を用いた。

2.3 小豆麴の調製

小豆麴の調製は前報²⁾に従い行った。

2.4 赤飯酒の仕込み

赤飯酒の仕込みは、表 1 に示す仕込配合で 2 段仕込で行った。小豆に栄養が多く含まれるため酵母の増殖が速く、そのため清酒仕込のように踊りを添仕込翌日にとらず、2 日間連続で添・留仕込を行った。仕込温度は、添 20°C、留 13°C とした。発酵 12 日目のもろみについて甘さ調整の目的で四段添加を行った。四段は、 α 化米に 2.4 倍量の 55°C の湯と α 化米の 1/2,000 量のグルク SBG (天野エンザイム (株)) 加えて、55°C で 8 時間糖化して調製した。

2.5 アルコール等の分析

赤飯酒のろ液のアルコール、日本酒度、酸、アミノ酸の分析は国税庁所定分析法³⁾に従い行った。

2.6 有機酸分析

赤飯酒ろ液をイオン交換水で 10 倍希釈後、孔径 0.45 μ m のセルロースアセテートフィルターでろ過したものを分析試料とした。分析条件は前報²⁾の通りである。

2.7 遊離アミノ酸分析

赤飯酒ろ液をクエン酸リチウム緩衝液 (pH2.2) で 10 倍希釈後、孔径 0.45 μ m のセルロースアセテートフィルターでろ過し、アミノ酸自動分析装置 (L-8500 型 (株) 日立ハイテクノロジーズ) を用いて定量した。

*¹ 食品工業技術センター 発酵バイオ技術室 *² 椋山女学園大学

表1 赤飯酒の仕込配合

原料(g)	添	留	合計	四段
小豆麴	8	10	18	
α 化米	22	28	50	3
水	50	60	110	7
酵母培養液	1			



図1 赤飯酒の写真

表2 赤飯酒ろ液のアルコール及び日本酒度の経時変化

酵母	項目	5日目	8日目	12日目	四段添加
FIA-1	アルコール(%)	11.7	15.5	16.6	16.1
	日本酒度	-42.5	-18.9	-4.6	-9.9
カキツバタ	アルコール(%)	12.1	15.2	17.0	16.4
	日本酒度	-41.1	-17.1	-3.6	-10.1
ショウブ	アルコール(%)	11.0	14.2	16.0	15.6
	日本酒度	-44.7	-25.6	-10.8	-15.4

2.8 DPPH ラジカル消去能

過酸化脂質実験法⁴⁾に従い、赤飯酒ろ液による DPPH の退色を測定し、Trolox 当量として算出した。なお、対照として純米酒を用いた。

2.9 SOD (スーパーオキシドディスムターゼ) 様活性

SOD Assay Kit-WST ((株) 同仁化学研究所) を用いて赤飯酒ろ液の SOD 活性値を測定した。xanthine と xanthine oxidase から発生した superoxide (O₂⁻) の消去率(阻害率(%))を活性値とした。なお、対照として純米酒を用いた。

2.10 ACE (アンジオテンシン変換酵素) 阻害活性

ACE Assay Kit-WST ((株) 同仁化学研究所) を用いて赤飯酒ろ液の ACE 阻害活性を測定した。合成基質 3-Hydroxybutyryl-Gly-Gly-Gly から切り出され遊離する 3-Hydroxybutyric acid を酵素法により検出し、ACE 阻害率 (%) を活性値とした。なお、対照として純米酒を用いた。

3. 実験結果及び考察

3.1 赤飯酒の発酵経過及び成分評価

赤飯酒ろ液のアルコールと日本酒度の発酵経過分析値を表2に示した。留の温度 13℃から徐々に設定温度を上げ、最高温度を 15℃とし、5日目以降は徐々に温度を下げた。赤飯酒の発酵経過は、どの酵母を用いた試験区

も5日目でアルコール度数 11%に到達し、8日目でアルコール度数 14%以上となり清酒に比べて早めの発酵経過となった。5日目の日本酒度は、すべての試験区で-40 (ボーメ 4) 以上あり、米は良く溶けていた。用いた試験区も5日目でアルコール度数 11%に到達し、清酒に比べて早めの発酵経過となった。これは、小豆に酵母に対する栄養成分が多く含まれるためと考えられた。12日目においてアルコール度数の増加が止まったため発酵終了とした。赤飯酒の写真を図1に示した。赤飯酒は、米部分にも小豆の色素成分が浸透してうっすら赤みを帯び、赤飯のように小豆が点在している外観であった。赤飯酒ろ液のアルコール度は、FIA-1 酵母とカキツバタ酵母を使用したものがショウブ酵母試験区に比べて高く、日本酒度の値も似通っていた。カキツバタ酵母は、清酒用酵母と同等のアルコール発酵能を示した。ショウブ酵母に関しては、これらの酵母に比べるとややアルコール度は低めであった。ショウブ酵母を使用して純米酒の小仕込試験を行うと 12~13%程度のアルコール生成量となるため、小豆の成分によってショウブ酵母のアルコール生成能が高まったと考えられた。ショウブ酵母を使用した赤飯酒は、日本酒度も-10.8 と甘めの味となった。また、赤飯酒をきき酒するとどの試験区も小豆タンニン由来の渋味を感じるため、12日目のもろみに四段を加えてさらに甘口にして渋味を抑えることを検討した。その

表3 赤飯酒ろ液の酸度とアミノ酸

	12日目			12日目(四段添加)		
	FIA-1	カキツバタ	ショウブ	FIA-1	カキツバタ	ショウブ
酸度	3.8	3.7	4.7	3.5	3.5	4.4
アミノ酸	2.7	2.4	3.5	2.7	2.3	3.5

表4 赤飯酒ろ液の有機酸

mg/100ml	12日目			12日目(四段添加)		
	FIA-1	カキツバタ	ショウブ	FIA-1	カキツバタ	ショウブ
クエン酸	148	150	157	141	140	142
リンゴ酸	64	62	67	56	59	62
コハク酸	98	95	109	82	90	96
乳酸	27	28	44	25	27	39

表5 赤飯酒ろ液の遊離アミノ酸

アミノ酸 (mg/100ml)	12日目			12日目(四段添加)		
	FIA-1	カキツバタ	ショウブ	FIA-1	カキツバタ	ショウブ
アスパラギン酸	22	21	41	20	19	36
スレオニン	5	4	9	4	4	8
セリン	10	9	16	8	8	14
アスパラギン	0	0	0	0	0	0
グルタミン酸	53	50	89	50	44	80
グルタミン	10	9	21	9	7	14
プロリン	44	48	48	41	43	46
グリシン	24	24	25	22	21	23
アラニン	32	30	35	30	25	31
バリン	23	19	32	22	16	28
システイン	5	4	4	5	4	5
メチオニン	4	3	10	3	3	9
イソロイシン	14	11	21	12	9	19
ロイシン	38	32	56	35	28	50
チロシン	31	27	40	29	23	36
フェニルアラニン	31	26	45	29	23	41
トリプトファン	0	0	0	0	0	0
リジン	25	21	42	24	20	38
ヒスチジン	12	10	16	11	9	14
アルギニン	49	38	62	42	35	55
合計	432	385	612	395	341	547

結果、四段添加によりどの試験区も日本酒度が5程度マイナスにシフトし甘口となった。四段添加量を増やすことでさらに甘く味を調整することが可能である。しかし、四段添加時は、酵母にまだ発酵力(アルコールの生成力)があるため、甘さを残すには、非発酵性甘味料(分岐オ

リゴ糖、糖アルコール等)を利用するのが良いと考えられた。これらの糖溶液を加えることで、最終アルコール度数を下げることもできる。

赤飯酒ろ液の酸度及びアミノ酸の分析結果を表3、有機酸分析の結果を表4、遊離アミノ酸分析の結果を表5

表6 赤飯酒ろ液の機能性評価

機能性	赤飯酒			純米酒
	FIA-1	カキツバタ	ショウブ	
DPPH ラジカル消去能 : Trolox 当量 ($\mu\text{M}/\text{assay}$)	192	211	198	158
SOD 様活性 : 阻害率 (%)	75.2	75.0	62.5	13.3
ACE 阻害活性 : 阻害率 (%)	72.7	70.0	71.8	53.7

に示した。示した。滴定酸度は、ショウブ酵母が他の酵母を使用した試験区に比べて高かった。有機酸分析結果と比較すると組成と有機酸合計量に滴定酸度ほどの大きな差はなく、ショウブ酵母試験区がコハク酸、乳酸が若干多い程度であった。滴定アミノ酸、遊離アミノ酸ともにショウブ酵母試験区が多く、グルタミン酸、アスパラギン酸などの旨味アミノ酸が特に多かった。滴定酸度の結果ほど有機酸分析値に差がなかったのは、酸性アミノ酸であるグルタミン酸、アスパラギン酸が滴定酸度の値に含まれたためだと考えられた。ショウブ酵母を使用した赤飯酒は、アミノ酸、有機酸ともに多いため、官能的にも味が濃かったが、独特の香りを有していた。FIA-1酵母とカキツバタ酵母を使用した赤飯酒は、香味ともに比較的すっきりした官能評価であった。

3.2 赤飯酒の機能性評価

赤飯酒 12 日目のろ液について、純米酒を対照として機能性の評価を行った。その結果を表6に示した。抗酸化性評価の指標である DPPH ラジカル消去能及び SOD 様活性については、もろみろ液及び純米酒の 5 倍希釈液を用いて測定した。DPPH ラジカル消去能は、純米酒と比較して赤飯酒の方が 2 割程度高く、酵母間の差はなかった。SOD 様活性に関しては、明らかに純米酒より赤飯酒の方が高く、これは小豆から溶出したポリフェノールによるものと考えられた。これらの抗酸化性評価は、ろ液を用いて行っているが、赤飯酒はにごり酒での飲用を予定しているため、ろ液に溶け出ない成分を含めるとより高い抗酸化性が期待できる。

血圧上昇抑制効果の指標である ACE 阻害活性については、赤飯酒 12 日目のもろみろ液及び純米酒の 100 倍希釈液を用いて測定した。純米酒に比べて 2 割程度であるが、どの酵母を用いた試験区も赤飯酒の方が活性が高かった。ACE 阻害活性物質は、ろ液中に含まれる小豆および米由来のペプチドあるいは小豆由来のポリフェノールであると考えられた。

4. 結び

小豆麴を利用した新たな食品の開発を目的として、赤飯酒の開発を行った。黒麹菌で発酵した小豆麴と米を原料として、愛知県酵母 (FIA-1 酵母)、カキツバタ酵母、ショウブ酵母を用いて赤飯酒小仕込試験を行った。そして、赤飯酒ろ液について分析評価した。FIA-1 酵母、カキツバタ酵母を使用した場合は比較的すっきりした味のものとなり、ショウブ酵母を用いた場合は、酸、アミノ酸ともに多く、アルコール度数やや低めの濃醇なものとなった。また、独特の香りを有していた。赤飯酒ろ液の機能性については、対照の純米酒に比べて高い抗酸化性及び血圧上昇抑制効果が認められた。

謝辞

本研究を遂行するにあたり研究費を助成してくださいました(公財)日本豆類協会様に厚くお礼申し上げます。

文献

- 1) 特開 2008-263904 : 小豆発酵食品
- 2) 山本晃司, 伊藤彰敏, 北本則行, 下末祥代, 杉山友理恵, 井上五郎, 野田廣 : 愛知県産業技術研究所研究報告, 10, 74 (2011)
- 3) 第4回改正国税庁所定分析法注解, (1990), 日本醸造協会
- 4) 福沢健治, 寺尾純二 : 過酸化脂質実験法 (1990), 廣川書店