

NEDO 大学発事業創出実用化研究開発事業

新規ゼロエミッション製造法による新焼酎と食品素材開発

菅沼俊彦¹, 沖園清忠²

【はじめに】 現在、全国的に本格焼酎ブームで、鹿児島県の芋焼酎の生産高も過去 10 年でおよそ 5 倍に増え、大分県の麦焼酎の生産高を超えるまでに至っている。関連産業への波及効果もあり鹿児島県の経済のまさに牽引役となっている。

一方で、芋焼酎製品 1 本作るのに約 2 本分の蒸留廃液（焼酎粕）が製造プロセスの副産物として生じ、南九州の芋焼酎産地では深刻な問題となっている。焼酎粕は BOD が 3 ~ 4 万 ppm であり、しかも固形分が約 5% も含まれているために、活性汚泥法だけでは処理できない厄介な有機性排出物である。しかし、その中身を見ると、酵母、クエン酸、ミネラル、アミノ酸の他に、原料サツマイモ由来の繊維分を豊富に含む貴重な未利用資源である。にもかかわらず、従来は廃棄物として焼却や海洋投棄等で処分されてきた。従来、蒸留廃液の処理法はいろいろと検討され一部は実施されている。しかしながら、その工程原理は、排出後の蒸留廃液を固液分離した後に、液部固形部それぞれを濃縮乾燥し、肥料化や飼料化、そしてメタン発酵処理等でゼロエミッションを目指すものが主であり、生産される製品の付加価値が低いものが大半である。特に芋焼酎の場合は、米焼酎、麦焼酎に比較して、焼酎粕の固液分離の困難さは格別であり、一部でもろみ酢としての成功例があるものの、現状では、焼酎粕の再利用をマクロに見ると、飼料化、肥料化、メタン発酵処理の他は、大部分の焼酎粕が海洋投棄あるいは焼却処分されている現実がある。

そこで本研究開発では、上記の問題解決のため「焼酎粕自体をゼロにするため、もろみ全成分を食飲料素材として取り出す新たな製造フローを導入する」という新たな戦略を立てた。そして、従来の焼酎製造システムを根本的に改め、新しくもろみ完全利用型ゼロエミッション焼酎製造システムを開発した。

【事業概要と製造プロセス】 本事業は、大学シーズ技術「もろみ固液分離式ゼロエミッション焼酎製造システ

ム」を基本技術として 17 ~ 8 年度 NEDO 大学発事業創出実用化研究開発費助成金を申請し、研究開発事業として採択された。この事業は、西酒造(株)及び(株)秋栄を資金提供事業者とする鹿児島大学と助成事業者（(株)鹿児島 TLO）との共同研究を助成する事業を行い、西酒造(株)、(株)秋栄及び(有)West コーポレーションを事業化事業者とし、平成 21 年までに事業化を予定するものである。

この新規な製造システムでは、焼酎もろみ成分は完全に利用され、これまで廃棄されていた部分からも付加価値の高い食品素材等が製造される。すなわち、本研究開発では、まず、発酵もろみを固液分離し、その液部に含まれるアルコール分を、蒸留により新タイプの「淡麗型焼酎」として取り出し、残渣である蒸留残液に含まれるクエン酸、アミノ酸、ミネラルなどの方は、その残液を減圧濃縮して液状食品素材「酸味調味液」を得る。一方、もろみ固形部は、裏ごし機で処理して固形食品素材「焼酎ファイバー」とする。「焼酎ファイバー」には、上記のサツマイモ繊維分だけでなく、酵母、クエン酸、ミネラル、アミノ酸等も豊富に含まれ、機能性食品素材として提供されることになる。（図 1 参照）

本事業における焼酎製造におけるゼロエミッション化の特徴は、蒸留廃液を出してしまった後から有用物質を取り出すのではなく、もろみ成分に含まれるアルコール分以外の有用成分もすべて食品素材として回収できるように製造プロセス自体を工夫した点である。その結果、焼酎粕ゼロ達成と同時に、従来の焼酎とは異なる酒質を持つ新タイプの焼酎も獲得できることにある。（表 1 参照）

【試作試験】 西酒造の蒸留前二次甘諸焼酎もろみ約 700L（アルコール分 14.2%）を用いて、ミニプラント・スケールで 3 種の固液分離サンプルを得た。①さらし布による自然ろ過サンプル、②コクサン社製の連続遠心機を用いて 3120rpm で固液分離したサンプル、③それをさらに一晚静置して得た上澄みサンプルである。固液分離比は、液部が 68% 固形部が 32% であった。固形部は、さ

¹ 鹿児島大学 農学部生物資源化学科（〒890-0065 鹿児島市郡元 1 丁目 21 番 24 号）

² 西酒造株式会社 研究開発部（〒899-3309 日置市吹上町與倉 4970 番地 17）

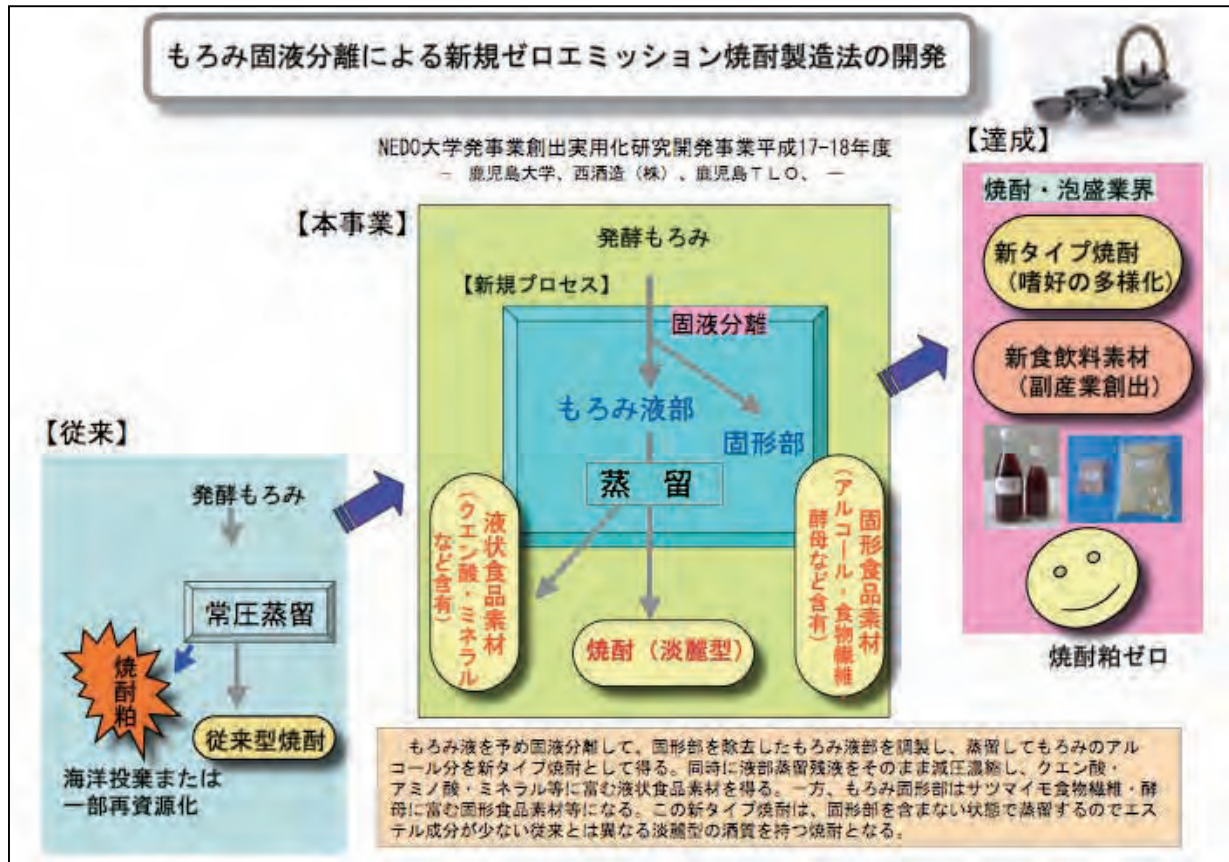


図1 プロジェクト概要

表1 ゼロエミッション焼酎製造システム比較

	従来システム	本事業新規システム	本システム特徴
原理 (技術課題)	焼酎粕再利用システム (廃液固液分離)	もろみ完全利用システム (もろみ固液分離)	固液分離効率にあまり依存しない。
焼酎粕再利用物	飼料・肥料・メタン	無し	焼酎粕自体の排出ゼロ。
製品	①従来型焼酎	①新タイプ焼酎(淡麗型) ②固形食品素材「焼酎ファイバー」 ③液状食品素材「濃縮もろみ酢」	高付加価値の食品素材の創出。 異物混入防止が容易。
設備投資	廃液再利用設備一式(デカンター、濃縮塔など)	固液分離装置、裏ごし機アルコール除去装置など	場所・設備投資は比較的少なくて済む。
石油エネルギー	廃液中の含有物をすべて乾燥粉末化しますのでエネルギー消費大	液状のまま、あるいは高水分固形物として食品素材化するのでエネルギー消費小	濃縮すべき水分量が少ない。

らに裏ごし機にかけて大きな繊維分や皮を除き、ケトルミキサーで減圧加熱処理して、アルコール除去サンプルを調製した。一方、それぞれの液部サンプルを50kgずつ常圧蒸留と減圧蒸留を行い、カット度数11%での淡麗型焼酎サンプル(アルコール分38.1~39.7%)を得た。蒸

留残液をそのまま減圧蒸留を行い、濃縮物(液状食品素材)を得た。各焼酎サンプルについて、遊離脂肪酸含量と香気分析などを行った。遊離脂肪酸含量については、我々の開発したボラパックQ-蛍光ラベル化HPLC法で分析し、また香気成分については、DB-WAXカラム

(0.25mmx60mx0.25 μ m) を用いたガスクロと、さらにヘッドスペース・トラップ式ガスマス (Clarus500GCMS) で分析を行った。

【結果】

1. 新タイプ焼酎

実験室レベルでの試作試験：西酒造の甘藷焼酎もろみ（アルコール分 14.5%）を出発物質として、4重ガーゼろ過や遠心分離による固液分離試験を実験室の小規模で行った。また、得られた液部についても 500mL スケールで減圧と常圧の試験蒸留を行い、それぞれの蒸留サンプルを得た。それらの遊離脂肪酸含量を、我々の開発したポラパック Q- 蛍光ラベル化 HPLC 法で分析し、また香気成分を、DB-WAX カラム (0.25mmx60mx0.25 μ m) を用いたガスクロ分析とヘッドスペース・トラップ式ガスマス分析を行った。

その結果以下の結論を得た

液部蒸留物は通常のもろみ蒸留物と比べて、揮発成分

のプロパノール (P)、イソブチルアルコール (B)、イソアミルアルコール (A) は少なくなった。しかし、A/B 比は殆ど変化しなかった。また、ヘッドスペース法による香気分析の結果も同じく少なくなる成分が多かった。官能的には蒸留直後のガス臭が抑制された。そして、遊離脂肪酸のカプリン酸などの中級脂肪酸が少なくなる傾向にあった。すなわち、従来法で製造した蒸留サンプルとは異なる酒質をもつことを示した。

ミニプラント・スケールでの試作試験：液部サンプルを 50kg ずつ常圧蒸留と減圧蒸留を行い、淡麗型焼酎を得た。常圧でも、液部を蒸留して作成した焼酎サンプルについては官能的にガス臭が殆どなかった。ろ過液部を常圧蒸留して作成した焼酎サンプルと、遠心分離液部からの焼酎サンプルとで香りの性質が少し異なった。図 2 は、焼酎サンプルの香気成分を、ヘッドスペース・トラップ式ガスマスで定量分析したものである。サンプル温度は 70°C である。もろみ全量を蒸留して得られた従来

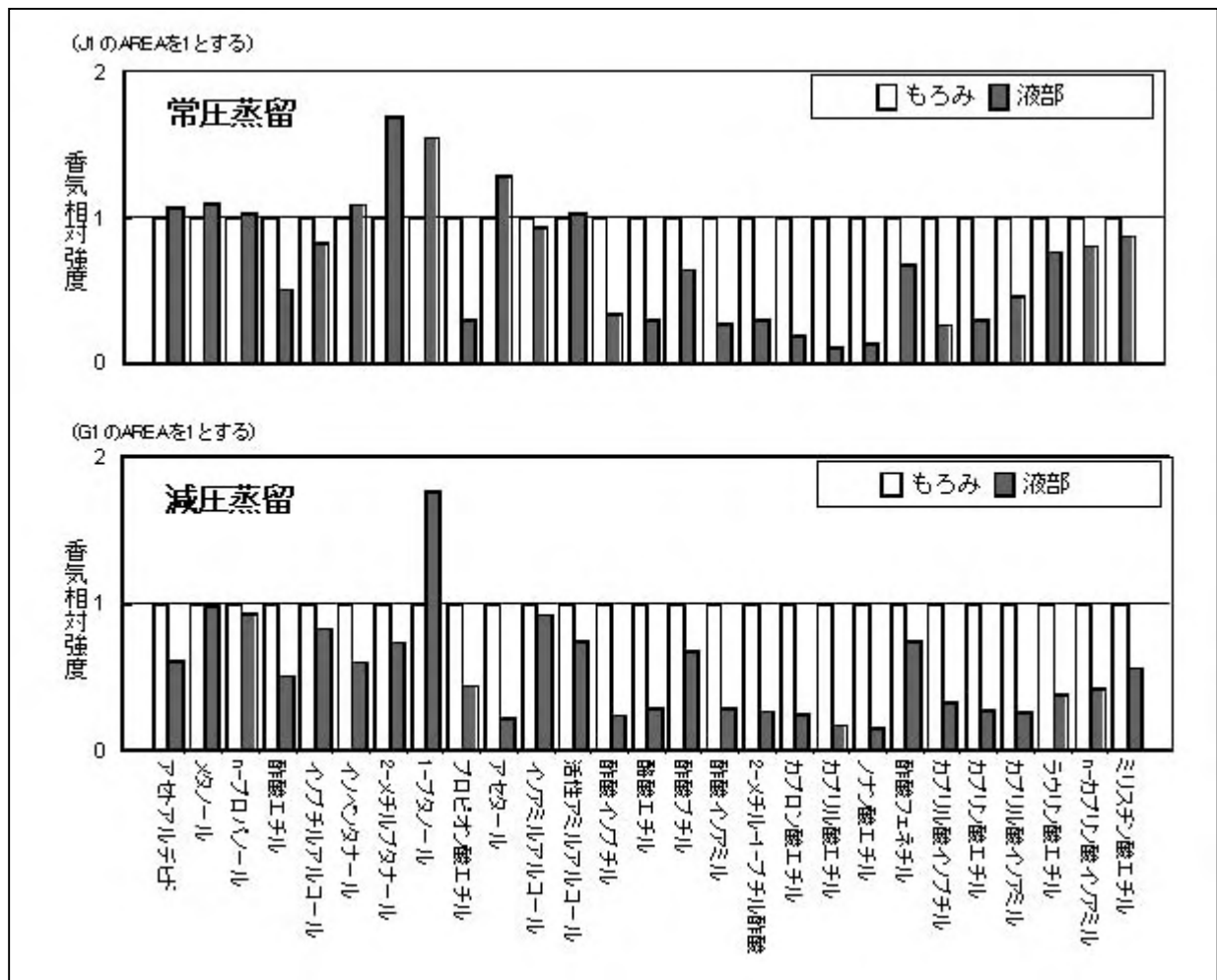


図 2 従来型焼酎と淡麗型焼酎の香気成分の比較

型焼酎サンプル中の香氣成分の量を基準として、液部蒸留で得られた淡麗型焼酎の香氣成分を相対比で表している。塗りつぶしたカラムで表した淡麗型焼酎の方は、いくつかの例外はあるが、ほぼ全成分にわたり、相対的に香り成分は少なくなっている。そして、図には示していないが、遊離脂肪酸についての分析結果では、上記実験室レベルで調製した蒸留サンプルの場合と同じく液部蒸留で作成した焼酎サンプル中にはカプリン酸などの中級脂肪酸含量が少なくなる傾向にあった。

特に、図2の右側に位置する高分子性のエステル類の差が大きく、固形部を除いたもろみから作成した焼酎では減少し、淡麗型という言葉に相応しいものとなっている。減圧蒸留の場合でも同様の傾向が認められる。

液状食品素材と固形食品素材

本事業の新規ゼロエミッション製造法により作り出される液状食品素材と固形食品素材（アルコール11%含有）の成分分析を行った。食品の一般分析法に準じて、水分は恒量法で、蛋白はケルダール法で、脂質はソックスレー抽出法で行った。クエン酸はF-キットで、カリウムは電極法で測定した。食物繊維は、以上の成分以外の残りの重量とした。表2に示すように、液状食品素材の水分は約95%で、カリウムが1800ppmとクエン酸が1700ppmであった。可溶性食物繊維を約3.5%含むがDionex社HPEAE-PAD法で分析した糖組成から判断すると原料サツマイモ由来のペクチン質である。一方、固形食品素材の方は、水分が約82%で、蛋白が約4.5%と多く、これは乾燥重量の約25%となり、酵母がかなり含ま

れていると推定される。事実、食物繊維分を糖分析したとき、糖組成のなかにサツマイモ食物繊維には殆ど検出されないマンノースが認められた。

2. 固形食品素材のさつま揚げ添加試験

もろみ完全利用型の焼酎製造システムが実用化事業として達成されるためには、もろみ完全利用で得られる固形部より生成する「焼酎ファイバー」が実際に食品素材として価値があるかが重要な課題である。そこで、その有用性を実証するために、芋焼酎もろみを遠心分離で、沈殿部と上澄みに分画して得たアルコール含有焼酎ファイバーAと、それからアルコールを除去して得た焼酎ファイバーB、そして焼酎ファイバーAをさらに水洗浄して含まれるクエン酸、ミネラルなどを除去した焼酎ファイバーCを調製した。一方、コントロールとして通常の蒸留廃液（焼酎粕）を固液分離して得た固形部を調製した。そして、それらをさつま揚げに添加する実証試験を行った。当初「焼酎ファイバー」に含まれるクエン酸の酸味に関し、強すぎて食品素材として不適当となる不安があったが、実際に焼酎ファイバーの直接食味試験を行ったところ、酸味はさほど強く呈していなかった。そして、表3に示すように、さつま揚げ添加実証試験においても、「焼酎ファイバー」はさつま揚げに対し、品質劣化を生じずに20%程度は添加可能であるばかりでなく、むしろ、食感がソフトになり高級さつま揚げ用の物性改良剤として十分有効であるとの結論を得ることができた。

表2 焼酎もろみの液状食品素材と固形食品素材の成分組成

	水分	蛋白	脂質	食物繊維	カリウム	クエン酸
液状食品素材	94.6%	1.58%	—	3.47%	0.18%	0.17%
固形食品素材	81.5%	4.47%	0.61%	13.0%	0.21%	0.20%

表3 「焼酎ファイバー」さつま揚げ添加実証試験総合評価

	10% 添加		20% 添加		30% 添加		評価備考
	味	食感	味	食感	味	食感	
A. 焼酎ファイバー (アルコール含有)	○	○	○	△	△	△	10% を超えるとアルコール臭
B. 焼酎ファイバー (アルコール除去)	◎	◎	◎	○	○	△	10% 程度では無添加の物より食感良し
C. 焼酎ファイバー (洗浄)	◎	◎	◎	◎	◎	○	10-20% 程度では無添加の物より高質感
D. 蒸留廃液固形部	△	△	×	△	×	×	10% を超えると廃液臭

焼酎粕の栄養成分評価と飲料への利用

瀬戸口眞治¹, 渡 悦美², 亀澤浩幸¹, 下野かおり¹, 間世田春作³

1. 開発の経緯

焼酎粕処理は、海洋投入から、肥料化、飼料化、メタン発酵など有効利用へ移行してきているのが現状である。最近では食品として利用するための研究も進められており、様々な機能が証明されているが、商品化例は少ない。

焼酎粕の原料は主食である米、麦、さつまいもなどからもろみを造り、これら原料の栄養成分の中で糖質（デンプン、糖類など）をアルコールに転換して蒸留により揮発性のアルコールや微量な香气成分を取り出した残り物である。このため原料由来のアミノ酸、クエン酸、ビタミン類、ミネラル等はそのまま残されている。また、不要な添加物も使用されず、蒸留により殺菌されているため、人間が食しても何ら問題なく、捨てるには“もったいない”食材であると言える。しかし、糖質が除かれた焼酎粕は決して美味しくはなく、食品とするには美味しくするための工夫が必要がある。

そこで、この“もったいない焼酎粕”を、美味しく健康によい食品にするための研究開発に取り組んだ。ここでは黒糖焼酎粕からもろみ酢や醸造酢の開発事例を中心に紹介する。

2. 開発の方法及び結果

(1) 焼酎粕の栄養成分評価

焼酎粕をそのまま食品化することは可能であり、その開発例¹⁾もあるが、焼酎粕を固液分離することにより食品への応用範囲は広がる。黒糖焼酎の原液と不溶性固形分（SS）を除去した液について一般栄養成分を分析した結果を表1に示す。焼酎粕は水分が多く、炭水化物はアルコールに転換し蒸留で焼酎として回収されているため3.3%と少ない。その内容は発酵できなかった糖類、クエン酸などの有機酸および食物繊維である。その他タンパク質が1%、灰分（ミネラル分）が0.8%となっている。これらの成分は抽出して利用するとなると濃度が低すぎるが、飲料などの食品として利用すれば糖分以外は決して

少ない含量とは言えない。特に灰分についてはSSを除去してもその含量はほとんど下がらないことからミネラル豊富な飲料の原料として期待できる。また、焼酎麹由来のクエン酸は約4,000ppm含有しており、甘味料を加えることで清涼感のある飲料に仕上げることも可能と考えられる。

除去したSSは、酵母や麹菌体、食物繊維などが主体となっており、栄養価は高い。蒲鉾や薩摩揚げなどの練り製品、煎餅やスナック菓子などに利用できるものと期待できる。

表1 黒糖焼酎粕の成分 (g/100g)

	原液	SS除去
水分	94.9	95.8
たんぱく質	1.0	0.7
脂質	ND	ND
炭水化物	3.3	2.9
灰分	0.8	0.7

ND：検出限界以下

(2) 黒糖もろみ酢の開発²⁾

1) 黒糖もろみ酢の製造方法

① 固液分離法の検討

ここでは黒糖焼酎粕を用いたもろみ酢の開発例を紹介する。焼酎粕を飲料化するには飲みやすくするために固液分離してSSを除去し、適度に甘くして食味を向上させなければならない。そこで、黒糖焼酎粕に適する固液分離法を検討した。

表2に焼酎粕のSSを示す。黒糖焼酎粕はさつまいもや穀類の焼酎に比べてSSが少ない。このSSの主成分は食物繊維と酵母であるが、各焼酎粕のSS含量の違いは食物繊維含量の違いであり、酵母の含量に大差はない。液性は、いも焼酎粕がどろどろの状態、黒糖焼酎はシャブシャブの状態である。

¹ 鹿児島県工業技術センター 食品工業部 (〒899-5105 鹿児島県霧島市隼人町小田 1445-1)

² 株式会社奄美大島開運酒造 (〒894-3301 鹿児島県大島郡宇檢村湯湾 2924-2)

³ 鹿児島県商工観光労働部産業立地課 (〒890-8577 鹿児島県鹿児島市鴨池新町 10-1)

一般的に固液分離には、圧搾ろ過機もしくは連続遠心分離機が使用される。圧搾ろ過機は脱水効率は高いが、目詰まりしやすく処理速度は遅い。連続遠心分離機は処理速度は速いが、保水性の高い繊維等が含まれると脱水効率は劣る。

圧搾ろ過機を固液分離に利用する場合、焼酎粕に酵母や微細な食物繊維が含まれるため、目開きが大きいろ布ではこれらが漏れる。目開きを小さくすると目詰まりを起し、ろ過時間が長くなる。清酒などと異ってアルコールを含まない焼酎粕は、ろ過時間が長くなると腐敗しやすいため迅速な処理が求められる。また、ろ過助剤を使用すると容易にろ過できるが、ろ過助剤を含んだ固形分は食品へも飼料へも利用が難しくなる。SSの少ない黒糖焼酎粕も、他の焼酎粕と比べて酵母の含量に差はないので、ろ過性に大差はない。一方、遠心分離ではSSの含量によって処理能力に差が生じ、その含量が少ない黒糖焼酎粕は他の焼酎粕に比べて効率よく固液分離できる。以上のことから固液分離は連続遠心分離機（スクリーデカンタ）を採用した。

表2 黒糖焼酎粕の成分(SS) (%)

成分	(%)
黒糖焼酎粕	1.2
いも焼酎粕	3.5
米焼酎粕	3.0
麦焼酎粕	2.8

② 甘味料の添加

焼酎粕はアルコール発酵により糖分がアルコールに転換され、ほとんど残っていない。このため、そのままでは焼酎麹が生産するクエン酸により味は酸っぱく、飲みやすい飲料とするには甘味料の添加が必要となる。そこで使用する甘味料について検討した。当初は蜂蜜、液糖など様々な甘味料を検討したが、ここでは黒糖焼酎粕の栄養成分を十分に活用できる甘味料を選択することにした。黒糖焼酎粕は黒糖由来のミネラルであるカリウム、カルシウム、鉄などの濃度が高い。すなわち、焼酎粕の原料と同じ黒糖を甘味料に使えば、更にミネラルの濃度を高めることができる。また、香味を調整するために複数の甘味料を組み合わせより、素朴に黒糖のみで調味する方が消費者を安心させられることから、甘味の調整は黒糖のみで行うことにした。以上の過程を経て図2に示す製造工程を確立した。現在、株式会社奄美大島開運酒造から“美酢”が販売されている。

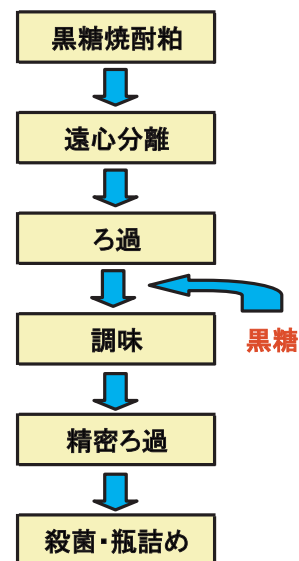


図1 黒糖もろみ酢の製造工程



写真1 黒糖もろみ酢（美酢）

2) もろみ酢の成分評価³⁾

黒糖もろみ酢“美酢”を市販もろみ酢（田苑酒造株式会社の“黒麹もろみ酢”を含む）およびいも焼酎粕から試作したいももろみ酢と比較分析した。供試品の内容は表3のとおりである。ミネラル成分を比較した結果を表4に示す。美酢はミネラル成分が他のもろみ酢に比べて極端に高い値を示している。特に鉄分は高く、石橋ら⁴⁾は黒糖もろみ酢の鉄分は生体に利用されやすい2価鉄が相鉄含量の68%を占めており、ラットによる動物実験で貧血改善効果があることを確認している。当然人体への効果も期待できる結果である。

表5にもろみ酢のポリフェノール含量およびDPPHラジカル消去能を示す。美酢はポリフェノール含量が多く、

表3 もろみ酢の使用原料

試料番号	原料粕	副原料	備考
①	黒糖	黒糖, クエン酸	美酢
②	いも	米麴	もろみ酢 (田苑製)
③	泡盛	黒麴, 黒糖	市販
④	泡盛	黒糖	市販
⑤	大麦	クランベリー, リンゴ果汁, 果糖	市販
⑥	いも (コガネガシ)	蜂蜜	試作品
⑦	いも (アヤマサキ)	蜂蜜	試作品

表4 もろみ酢のミネラル成分

試料番号	(mg/100ml)						
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
Na	9.6	7.2	6.1	8.7	8.5	8.0	8.4
K	213	182	30	43	78	248	149
Ca	37.2	3.2	5.3	2.2	4.7	2.1	2.7
Mg	16.9	10.4	5.9	12.0	12.6	15.1	17.5
Fe	2.01	0.34	0.03	0.12	0.33	0.88	0.50

表5 ポリフェノール含量および DPPH ラジカル消去能

試料番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
ポリフェノール含量 (mg/100ml)	310	220	222	257	177	136	406
DPPHラジカル消去能 ($\mu\text{mol Trolox}/100\text{ml}$)	429	200	62	70	189	239	925

DPPH ラジカル消去能も高いことがわかった。これも商品価値を高める材料である。しかし、アヤマラサキを原料とする試作品は DPPH ラジカル消去能が美酢の2倍の値を示している。紫芋の焼酎粕はアントシアニン色素が商品価値を高めていることがわかる。すでに田苑酒造は商品化し、高い評価を得ている。

表6に糖組成を示す。市販品については糖含量は8~16%と各もろみ酢で大きく異なる。美酢の糖組成は主成分がグルコースおよびフラクトースになっている。これ

は黒糖の主成分であるスクロースが熱殺菌により分解したためである。ここで黒麴もろみ酢は主成分がグルコースになっている。これは焼酎麴(黒麴)をいも焼酎粕に添加して糖化する製造法を行っているためである。焼酎麴の糖化によりグルコース、アミノ酸、クエン酸が溶解し、味を調和させると同時に栄養価を高めている。焼酎の製造技術を駆使した優れた製法である。このようにもろみ酢は焼酎粕の成分特性を活かしつつ独自性を表現する商品が販売されるようになった。今後は特徴ある商品

表6 糖組成およびエタノール含量 (g/100ml)

試料番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
スクロース	0.93	0.27	N. D	4.87	0.27	N. D	N. D
グルコース	3.54	9.88	8.63	5.59	2.61	2.16	2.00
フラクトース	3.65	0.36	5.94	5.65	8.70	2.23	2.23
合計	8.12	10.51	14.58	16.11	11.59	4.40	4.22
エタノール	0.56	0.47	0.67	1.56	ND	0.63	0.61

ND: 検出せず

が生き残っていくものと考えられる。

(3) 黒糖酢の開発⁵⁾

焼酎粕をもろみ酢以外に活用した食品として、黒糖焼酎粕を原料とした醸造酢（黒糖酢）を紹介する。黒糖酢の開発も黒糖もろみ酢と同じ発想である。焼酎粕には酢酸発酵の原料となるエタノールは約0.5%程度残存しているが、JAS規格である酸度4.2%以上の醸造酢を製造するには全く不足している。また、当然ながらアルコール発酵するための糖分もないため、黒糖酢を製造するには黒糖焼酎粕にエタノールを添加するか、糖質を添加してアルコール発酵する必要がある。そこで、黒糖もろみ酢と同様の発想から、黒糖をアルコール発酵の原料にして醸造酢を製造することにした。

黒糖酢の製造法を図2に示す。仕込みには焼酎粕をSSを含んだまま使用する。蒸留直後の焼酎粕をタンクに投入し、直ちに所定量の黒糖を投入し溶解する。常圧蒸留

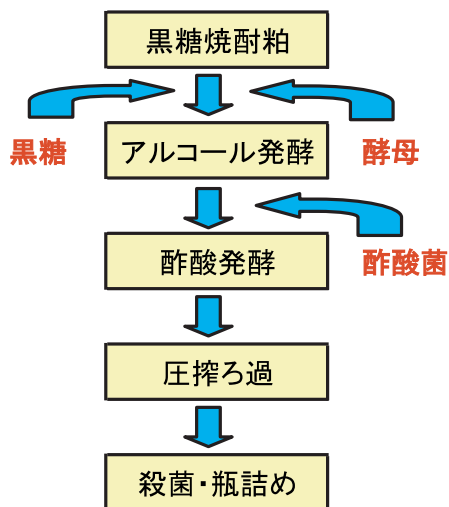


図2 黒糖酢の製造工程

の焼酎粕は蒸留機から排出された後も90℃前後の高温であることから、黒糖の溶解に適している。冷却後に酵母を添加して1週間程度でアルコール発酵を終了し、続いて酢酸菌を添加して酢酸発酵が2~3ヵ月で終了する。ここで減圧蒸留の焼酎粕を原料に使用すると、酵母が生存しているため黒糖を添加するだけでアルコール発酵するが、雑菌も多く腐造の可能性も高くなるので、蒸留直後に常圧で熱処理して用いる方が安全である。

発酵を完了したもろみはSSが沈降しているため、先ず上澄みを回収し残りは圧搾ろ過して製品化する。この黒糖酢は、黒糖の甘い香りがあり、サトウキビ酢よりミネラル豊富な黒糖酢として本年4月より本格販売した(写真2)。



写真2 黒糖酢

3. 終わりに

焼酎粕は日常食している米、麦、さつまいも黒糖など

から発酵の過程を経て得られる産物であり、人間の健康に貢献できる食材である。最近はもろみ酢を発端に食品への有効活用が進められており、焼酎粕の機能性も評価されている。今後、焼酎粕を原料とする食品が消費者に受け入れられるために、焼酎粕の成分特性を活かした独創的な商品が開発されると同時に焼酎粕の健康機能性発掘の研究が進むことを期待する。

文 献

- 1) 山元正明 (1997). 焼酎蒸留残渣からゼリー状食品を製造する方法及び焼酎蒸留残渣から製造されたゼリー状食品. 特開平 11-178519
- 2) 渡慶彦 (2000). 黒糖モロミ酢, 黒糖発酵飲料及びその製造方法. 特許 3441704
- 3) 瀬戸口眞治, 鶴木隆文, 下野かおり, 前野一郎 (2004). 市販もろみ酢の栄養成分分析. 鹿児島県工業技術センター研究報告書 17: 5-8
- 4) 瀬戸口眞治, 下野かおり, 石橋源次, 渡悦美 (2004). 黒糖焼酎粕, および黒糖焼酎粕から製造したもろみ酢の機能性評価. 本格焼酎技術開発事業平成 15 年度研究成果報告書 5-14
- 5) 瀬戸口眞治, 亀澤浩幸, 問世田春作, 沖園清忠, 日高るみ子 (2000). 黒糖酢及びその製造方法. 特許第 3441709 号