むぎ焼酎粕は宝の山

最近の酒類生産及び消費数量の推移を見てみると、特にしょうちゅう乙類の増加が際立っている。これに伴って、焼酎製造時に副生する焼酎粕の排出量も年々増加する傾向にあるが、その処理技術の開発は焼酎製造業界の重要な課題である。今回は、焼酎粕の機能性について、大麦焼酎粕の高度利用を目指した焼酎粕乾燥システムにより生産される発酵大麦ファイバー及び発酵大麦エキスを含まれる機能性成分の探索や用途開発の成果を紹介していただいた。

大 森 俊 郎

はじめに

近年、消費者の嗜好の多様化や血栓溶解作用に代表される健康イメージのため本格焼酎の生産数量、消費数量は年々増加している。それに比例して、焼酎製造時に副生する「焼酎粕」の生成数量も増加していることは言うまでもない。焼酎粕の発生量は、原料、麹歩合、蒸留方法などによって異なるが、焼酎の生成数量と同程度の焼酎粕が発生している（第1図）。

従来、この焼酎粕は海洋投棄や飼料・肥料化といっ

た自然界へ還元する方法によって処理されてきた。しかしながら処理法を中心であった海洋投棄がロンドン条約によって禁止されたことによって焼酎各社は段階的に陸上処理法への転換を迫られてきた（第2図、第1表）。

弊社においては平成4年より焼酎粕のリサイクルを目指したプロジェクトを発足し、平成6年には焼酎粕乾燥システム「エコフーズシステム」を完成させ、飼料・肥料化による「処理法」をまず確立した。それに引き続き、我々は平成8年から、大麦焼酎粕の高度利

第1図 南九州4県のしょうちゅう乙類製造数量及び焼酎粕処理状況（熊本国税局調べ）

A) しょうちゅう乙類製造数量（25度換算）、B) 焼酎粕処理量

Technological Possibility on Barley Shochu Industry.

Toshiro OMORI (Research Laboratory, Sanwa Shurui Co., Ltd.)

第1表 焼酎粕処理設備及び処理法

製造者	処理法	備 考
薩摩酒造(株)他	メタン発酵 固形乾燥(飼料)	サザンクリーン協業組合
山元酒造(株)他	乾燥処理(飼料)	
霧島酒造(株)	乾燥炭化(肥料)	
高橋酒造本店	焼却処理(セメント)	
三和酒類(株)	乾燥(飼料) 濃縮(飼料) 産廃(セメント) 食品化(1%)	エコフーズシステム (株)大麦発酵研究所

第2図 南九州4県の焼酎粕処理状況 (熊本国税局調べ)

用化を目指し、焼酎粕中に含まれる機能性成分の探索を開始した。その結果、現在までに「微生物の培養基としての有効性」、「増殖促進因子」の存在を確認し、また「脂肪肝抑制効果」や「食物繊維による整腸作用」、「血圧降下作用」、「血糖上昇抑制作用」、「脂質代謝の促進」といった機能性を持った成分が数多く存在していることを見出した。現在では、これらの成果を元に更なる機能成分の探求や用途開発、これらの成分を原料とした健康飲料や調味原料の販売を目的とした「株式会社大麦発酵研究所」を平成13年1月に設立するに至った。

このように従来はやっかいな副産物に過ぎなかった焼酎粕であったが、我々の研究の結果、多様な機能を

第2表 焼酎粕の成分分析例

項 目	主原料		
	麦	米	甘藷
水分	90.0	93.2	93.6
粗タンパク	4.7	3.2	1.7
粗脂 肪	1.1	0.5	0.6
粗 纖 維	0.3	0.2	0.7
粗 灰 分	0.4	0.4	0.5
可溶無窒素物	3.5	2.5	2.9
遊離アミノ酸	15.6	—	—
多 糖 類	20.4	—	—
有 機 酸	11.4	—	—
ポリフェノール	1.8	—	—

持ち、新たなビジネスを生み出す資源に生まれ変わった。本報では、これまでに明らかになった焼酎粕の機能について紹介する。

1. 大麦焼酎粕の成分

第2表に麦焼酎粕の成分分析例を示す。参考に米焼酎及び甘藷焼酎の粕についても分析例を示した。第2表に示したように、麦焼酎粕の9割は水分であり、他の原料の焼酎と比較すると粗タンパクや粗脂肪の含有量が高く、飼料や肥料の原料として好ましいことが予想される。また、仕込み配合や蒸留方法により含量は異なると予想されるが、麦焼酎粕の特徴として、大麦細胞壁由来の多糖類(アラビノキシラン)やポリフェノールが含まれていることがあげられる。

第3図 「発酵大麦」の定義と特長

第4図 発酵大麦ファイバーの成分分析例

第5図 発酵大麦ファイバーの血清中脂質低下効果

我々はこのように様々な有用成分を含んだ大麦焼酎粕に対し、機能性を検討するにあたり、まず副産物というイメージを払拭するために大麦焼酎粕を新たに「発酵大麦」と名づけた。そのうちの大麦溝条を主成分とした固形成分と発酵大麦の大部分を占める液状部分に分離し、前者を「発酵大麦ファイバー」、後者を「発酵大麦エキス」と名づけ、個別に機能性の検討を行った（第3図）。

2. 発酵大麦ファイバーの機能性

まず発酵大麦ファイバーの組成を第4図に示す。発酵大麦ファイバーは食物繊維が約55%を占め、そのうちの半分以上が低分子ヘミセルロースで、ついで低分子セルロース（34.3%）、残りがリグニン（14.0%）であった。

我々は発酵大麦ファイバーが食物繊維を多量に含有

第 6 図 発酵大麦ファイバーの脂肪肝抑制効果

第 7 図 発酵大麦ファイバーの肝機能改善効果

することから脂質代謝改善効果を予測し、マウスを用いて血清や肝臓中の脂質含量の変化を検討した。発酵大麦ファイバーを一定量、マウスに 28 日間摂取させた時の血清中の総脂質量を第 5 図に示す。28 日後の総脂質量は約 520 mg/dL と無添加のマウスよりも (約 700 mg/dL) 大幅に減少していた。この効果は発酵大麦ファイバーと同様に繊維を多く含むと思われる小麦ふすまよりも大きかった。

次に同実験時のマウスの肝臓脂質量 (第 6 図) 及び血清中の γ -GTP 含量 (第 7 図) の変化を示す。血清への影響と同様、肝臓中の脂質低下や γ -GTP 含量の低下が認められており、脂肪肝の抑制や肝機能の改善にも有効であると考えられた。これらの効果は食物繊

維への脂質の吸着およびその後の排出による脂質代謝改善機能に基づくものと考えられた。

また、ここには示していないがヒトの便秘予防への効果についても機能を確認している。

以上のように発酵大麦ファイバーには食物繊維に期待される機能が多く含まれていることが明らかとなった。

3. 発酵大麦エキスの機能性

次に発酵大麦の大部分を占める発酵大麦エキスの機能性について示す。まず第 3 表に発酵大麦エキスの組成を示す。第 3 表に示したように発酵大麦エキスには酵母や麹菌による発酵によって生産されたアミノ酸や

第 8 図 発酵大麦エキスのオロチン酸誘発性脂肪肝抑制効果

第 9 図 発酵大麦エキスの NK 細胞活性化効果

ペプチド、核酸のほか、オリゴ糖、ポリフェノールやγ-アミノ酪酸 (GABA) といった機能性の高い成分が豊富に含まれていることがわかった。

我々は、発酵大麦エキスの機能性探索の一つとして、大分大学との共同研究により肝障害への影響を検討した。オロチン酸は肝臓からの脂肪の分泌を妨害することによって蓄積させ、結果的に脂肪肝を引き起こす薬剤であるが、今回、ラットにオロチン酸を摂食させることによって脂肪肝を誘発させた。またオロチン酸と同時に様々な発酵粕を摂食させることによって発酵粕の肝障害への影響を検討した。第 8 図にオロチン酸投与ラットに様々な発酵粕を投与した時の肝臓の写真を示す。第 8 図に示したように、オロチン酸投与ラット

(対照食) では明らかに肝臓重量が非投与ラット (基本食) よりも増加していたが、発酵大麦エキスを投与したラットでは基本食と同様な大きさ・色を示し、発酵大麦エキスにはオロチン酸誘発性の脂肪肝を抑制する効果があることが示された。ここには示していないが、オロチン酸投与ラットの総脂質、コレステロールおよび中性脂肪は発酵大麦エキスを 10% 添加することによって完全に回復した。対照食群、また清酒粕やワイン粕、大豆粕、及びビール粕ではこれらの効果は見られなかったことから、大麦を原料とし、麹菌や酵母で発酵を行うことによってこれらの効果が顕在化したと考えられた。その作用機構は、肝臓脂質量の低下に伴って血清脂質、特に中性脂肪の分泌が正常化した

第3表 発酵大麦エキスの成分

成 分	発酵大麦エキス 100 ml 中	作用	その他の食品素材
アミノ酸／ペプチド	20 g 程度	うまみ，コク	
核 酸	10 mg 以上		
オリゴ糖	10 g 以上	腸内細菌増殖促進作用 免疫賦活作用	乳製品
食物繊維	1,000 mg 程度	便通改善作用 脂質代謝改善機能	大 豆
ポリフェノール	850 mg 程度	抗酸化性 抗腫瘍作用	ワイン
GABA	100 mg 程度	血圧降下作用 動脈硬化抑制	発芽玄米 紅麴
クエン酸	3,000 mg 程度	疲労回復	もろみ酢

第10図 (株)大麦発酵研究所外観

ことから、肝臓での核酸代謝バランスを正常化していることが示唆される。オロチン酸誘発性脂肪肝に対してアミノ酸やポリフェノール、短鎖脂肪酸が抑制能を示すとの報告があるが、発酵大麦エキスのいずれの成分が作用しているのかは明らかではない。

また、脂肪肝以外の肝機能異常に対する大麦焼酎粕の作用についても検討を行っており、ガラクトサミン誘発性肝障害に対しては、大麦焼酎粕を与えたラット群では血清 AST および ALT の値が対照群に比べて約 50% に低下し、エタノール誘発慢性肝障害モデルラットに対しては発酵大麦エキス投与群では肝臓中のトリグリセリドの有意な上昇抑制効果が見られた。

第3表に示したように、発酵大麦エキスにはアラビノキシランなどの多糖類が多く含まれている。アラビノキシランはナチュラルキラー（NK）細胞を活性化

することが知られているが、我々は発酵大麦エキスの NK 細胞活性化の有無について検討を行った。その結果、発酵大麦エキス中の一部の抽出画分において、用量依存的に NK 細胞活性化能を示すことが明らかとなった（第9図）。

おわりに

以上のように大麦焼酎粕には脂質代謝改善効果や脂肪肝抑制効果、NK 細胞活性化能をはじめとしてさまざまな機能性が存在していることが明らかとなった。これらの成果は焼酎粕を従来の副産物から貴重な資源へと転換させるのに十分な確証であった。我々は発酵大麦の可能性を広げるため、発酵大麦を中心とした機能性食品の製造・販売や大麦を原料にした食品素材開発を行う（株）大麦発酵研究所を設立した（第10図）。

発酵副産物には今なお大きな可能性が残されており、それらの探索を続けていくことが今後の醸造工業にとって新たな展開が重要になるであろう。

＜三和酒類（株）研究所＞