

## 連載第 34 回 焼酎麹について (1) — 焼酎麹の特性と製造上の役割

text : 瀬戸口 眞治

### ●▲■ はじめに

昔から「一麹、二もと（酒母）、三造り（醪）」と言われ、麹は酒造りにおいて最も重要なものとされています。しっかりとした麹を造れば、次からの工程を順調に進めることが出来ます。

焼酎においても同じことが言えます。清酒は搾り、焼酎は蒸留という異なる工程があり、醸造酒と蒸留酒の違いはありますが、やはり、造りにおいて麹造りは重要であることには変わりありません。

ところで、焼酎の製造方法は二段仕込みです。清酒の造りが参考となっており、一段目が酒母、二段目が造り（醪）の役割をしています。清酒と異なる点は、清酒の醪工程では三段仕込み（添、仲、留）でそれぞれの仕込みですべて蒸米、米麹、水を加えますが、焼酎は醪工程に相当する二次仕込みで、麹を使用せず主原料と水のみを加えます。この製法は焼酎が黄麹から造られていた時代に芋焼酎で導入されたようです。米焼酎も二段仕込みは普及していましたが、二次仕込みで米麹も加えていたようです。現代の焼酎製造法は、芋焼酎で実施された二段仕込みが採用されています。では、何故芋焼酎の製法が使用されるようになったのか。それは大正時代に導入された黒麹の性能の高さによって米焼酎でも二次仕込みで麹の添加が不要となったためと考えられます。即ち、現在の二段仕込みは、一般に焼酎麹と言われている黒麹あるいはその変異種である白麹の特徴が活かされている焼酎製造技術であると言えるのです。

それでは、白麹と黒麹（以下焼酎麹）はどれだけ焼酎造りに役立っているのか、どんな造り方をするのか等、できるだけ黄麹と比較しながら紹介したいと思います。ただし、これまで芋焼酎を専門に取り組んできたことから、焼酎麹の特徴を説明するにあたって、芋焼酎の事例が多くなることはご了承ください。

### ●▲■ 種麹

種麹の色は白麹が白色ではなく薄い茶色、黒麹は黒色、そして黄麹は黄色ではなく緑色です（図1）。この色は孢子の色ですが、走査電子顕微鏡で孢子を観察すると白麹と黒麹は区別が出来ないほど似ており、白麹菌が黒麹菌から分離された変異種であることが理解できます。黄麹の孢子は他に比べて少し大きく、表面に多くの突起があり、種が異なることがわかります（図2）。余談ですが、白麹と黒麹について出麹時の孢子の着生を比較すると、黒麹が断然旺盛です。このため黒麹は出麹で防塵マスクを付けて作業しま

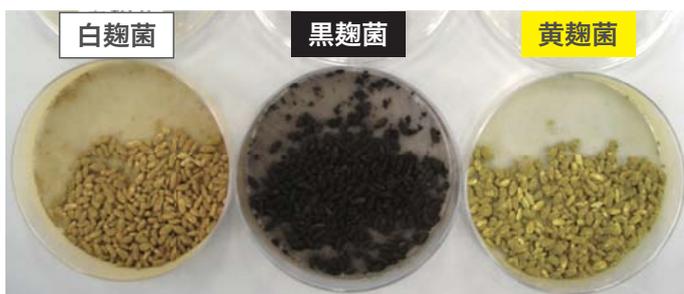


図1 種麹

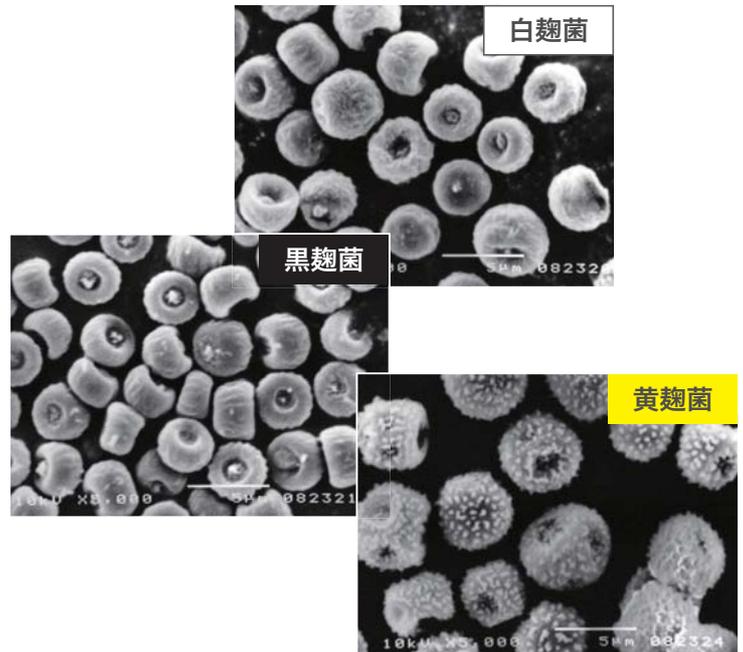


図2 種麹の走査電子顕微鏡写真

す。それを怠ると孢子でアレルギーを起こす危険性がありますので、黒麹の出麹は結構大変なのです。

### ●▲■ クエン酸と酵素

焼酎麹はクエン酸と耐酸性の酵素を生成することが特徴です。焼酎造りで求められるクエン酸生成量は麹酸度で5~7です。ちなみに、泡盛の場合は3程度です。泡盛は麹のみを仕込む全麹仕込みであるため、二段仕込みの焼酎よりクエン酸の量がなくても腐造の危険性は少ないためです。

白麹もろみの一般的な pH と酸度を表1に示します。一次もろみは pH3.2 ~ 3.5 と強い酸性になっており雑菌が繁殖しにくい環境になっていることがわかります。焼酎麹の酵素は酸性下でも十分に働ける力を持っていないければなりません。また、焼酎酵母もこのような厳しい環境でもしっかり発酵できる能力が求められています。

表1 白麹もろみの pH および酸度

もろみ	pH	酸度
一次	3.2 ~ 3.5	20 ~ 30
二次	3.9 ~ 4.2	6 ~ 9

表2に清酒麹、焼酎麹、泡盛麹の平均酵素活性を示します。清酒麹は  $\alpha$ -アミラーゼ活性が強くプロテアーゼ活性が弱い。清酒はアミノ酸が濃くなり過ぎることを避けるためにプロテアーゼ活性は強すぎないことが求められます。焼酎麹は酸性プロテアーゼが強い。焼酎はアミノ酸をしっかり生成させて酵母に香気成分を生成させた方がよい。泡盛麹は焼酎麹に比べてすべての酵素活性が低い。泡盛は全麹仕込みですので焼酎麹ほどの酵素活性は必要ないのです。

表2 各種麴の平均酵素活性

麴の種類	$\alpha$ - アミラーゼ	グルコ アミラーゼ	酸性 プロテアーゼ	酸性カルボキ シペプチダーゼ
清酒麴 (黄麴)	1,270	223	2,285	7,750
焼酎米麴 (白 or 黒麴)	159	282	29,101	9,224
焼酎麦麴 (白 or 黒麴)	88	189	13,933	3,574
泡盛麴 (黒麴)	102	143	17,529	4,447

表3に白・黒・黄麴の各種酵素のpH安定性を示します。白麴、黒麴は耐酸性に優れており、一次もろみ(白麴)のpH3.2~3.5の環境でもしっかりと働ける能力を持っています。これに対して黄麴の場合は特に $\alpha$ -アミラーゼの耐酸性がなくpH5.0以下では不安定であり、補酸をしてpHを下げると全く機能しないことがわかります。従って、清酒の速醸酏で行われている乳酸の添加は、デンプンの液化力を失い糖化力を低下させることになっています。

表3 白・黒・黄麴の各種酵素のpH安定性

	白麴	黒麴(泡盛)	黄麴(清酒)
$\alpha$ -アミラーゼ	2.5~6.5	3.0~6.0	5.0~8.0
グルコアミラーゼ	2.5~8.0	2.5~8.0	3.5~8.0
酸性プロテアーゼ	3.2~6.0	3.0~5.3	3.0~6.0
酸性カルボキシペプチダーゼ	2.5~6.0	2.5~5.0	3.0~6.5

図3は白麴および黄麴を焼酎の製造に用いたとき、一次もろみの $\alpha$ -アミラーゼ(液化力)およびグルコアミラーゼ(糖化力)の酵素活性の変化を分析した結果です。黄麴は乳酸により補酸をしていますが、補酸と同時に $\alpha$ -アミラーゼが失活していくことがわかります。グルコアミラーゼも $\alpha$ -アミラーゼよりは緩やかですが、失活しています。図4は白麴を用いた米焼酎と麦焼酎の二次もろみで、残存する酵素活性を分析した結果です。麴を仕込んで2週間たっても酵素は活性を維持しています。このように焼酎麴の酵素は非常に耐久性があり、優秀であることがわかります。また、焼酎麴の酵素は耐久性があるため、米焼酎の仕込みで麴歩合を半分にしても十分糖化できることがわかっています。

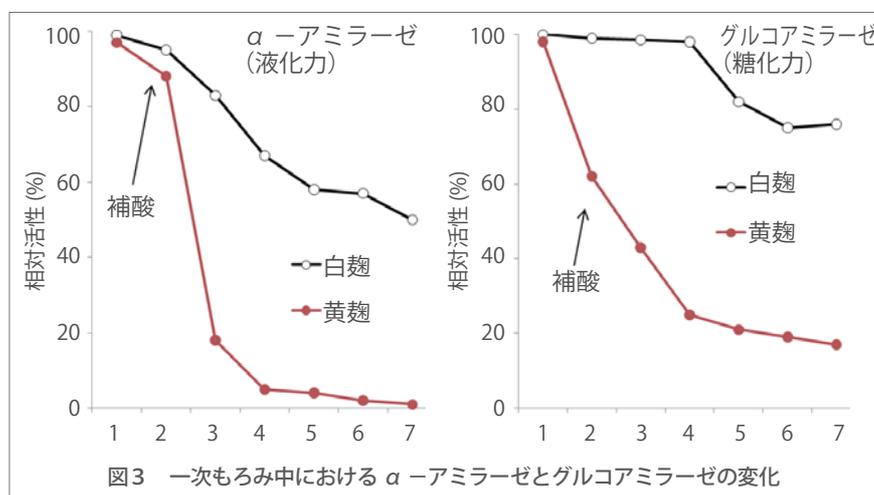


図3 一次もろみ中における $\alpha$ -アミラーゼとグルコアミラーゼの変化

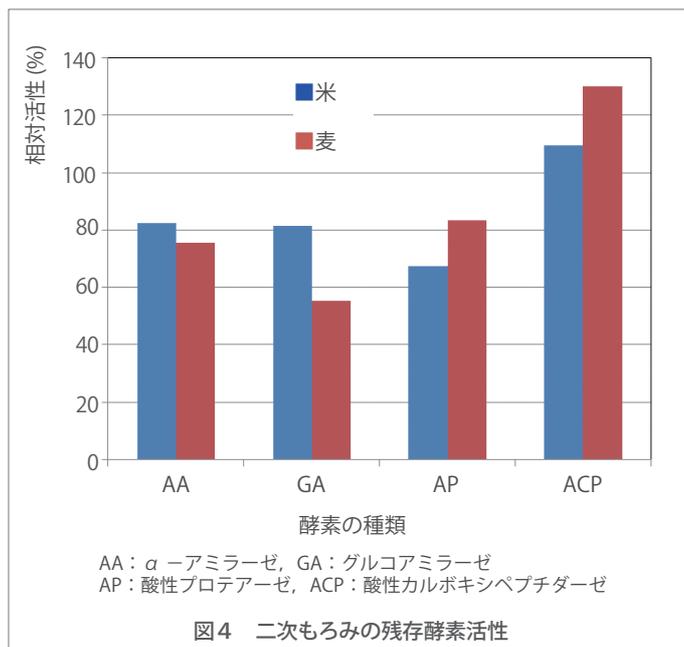


図4 二次もろみの残存酵素活性

### ●▲■ 焼酎の二段仕込み

ここで、黄麴を用いた芋焼酎の仕込みにおいて、一次仕込みで乳酸を添加し、その酸度が0~10となるように仕込んだ試験において蒸留直前の熟成もろみの成分分析結果を表4に示します。酸度が高くなるに従ってもろみのアルコール分およびアルコール取得は低下し、もろみの全糖即ち残糖は増加しています。少しの酸が添加されても糖化力は不足することがわかります。しかし、アルコール収量の低下は予想より少ない結果となっています。その理由は原料のさつまいもにあります。

表5に芋焼酎の原料として最も使用されているコガネセンガンについて、蒸煮処理前後の糖組成を分析した結果を示します。蒸煮すると半分ほどに減少しています。その代わりに、生になかったマルトースが増加しています。さつまいもは自身が持つ $\beta$ -アミラーゼで加熱により糊化したデンプンをマルトースに分解するためです。このことから蒸されたさつまいもは、実際には半分程度しかデンプンがないため、強い糖化力を必要としないことがわかります。

米焼酎は米麴に2倍量の蒸米を掛けます。芋焼酎は米麴に5倍量の蒸したさつまいもを掛けます。蒸米に比べてさつまいもは2.5倍量を使用しますが、生原料あたりでデンプン量を比較すると同程度になります。しかし、蒸されたものを仕込む段階になると芋焼酎は米焼酎に比べて約半分量のデンプンを添加していることになるのです。

冒頭に現代の二段仕込みは芋焼酎で導入されたと述べましたが、糖分が多く、デンプンが少ないさつまいもだからこそ二次仕込みで麴は不要だったのではないかと考えられます。また、クエン酸と耐久性のある酵素を生成する焼酎麴の普及で、穀類焼酎でも二次仕込みの麴は不要となり現在の仕込み方法が定着したものと想像できます。

表4 異なる酸度で仕込んだ黄麹製芋焼酎の熟成もろみの成分

	酸度0	酸度2	酸度4	酸度6	酸度8	酸度10
もろみ アルコール (%)	15.2	14.4	13.7	12.7	12.0	12.0
アルコール 収得 (L/t)	209	200	194	182	172	173
全糖 (%)	2.8	3.7	6.8	9.7	11.9	11.4
直糖 (%)	0.31	0.30	0.29	0.28	0.30	0.29

表5 コガネセンガンの蒸煮処理前後の糖組成

試料の形態	デンプン	フルクトース	グルコース	スクロース	マルトース
蒸煮前	28.6	0.10	0.12	2.67	—
蒸煮後	14.7	0.06	0.06	2.48	11.73

●▲■ 適正な麴酸度と糖化力

従来の焼酎製造では安全に発酵させるために、しっかりとクエン酸を生成させる製麴が求められてきました。クエン酸は多量に生成させた方が良いという考え方です。しかし、現在では過剰なクエン酸生成は良くないと考えようになってきました。一つの理由はクエン酸は麴菌がグルコースを原料につくっているため、アルコール収量が下がるためです。もう一つは、やはり酒質にも影響するからです。

しっかりとクエン酸を生成させた米麴（高酸度麴）と、一晩だけ製麴したほとんどクエン酸を生成していない中途半端な麴（半麴）をつくり、高酸度麴で仕込む高酸度仕込みのもろみと、高酸度麴と半麴を半分ずつ使用して仕込む低酸度仕込みのもろみを製造しました。その結果、低酸度仕込みのアルコール収得は予想どおり僅かに多くなっていました。また熟成もろみの試留酸度を比較すると、図5に示すとおり、低酸度仕込みの試留酸度が低くなっていました。更にもろみの有機酸を測定すると高酸度仕込みのもろ

みは、酸臭の原因となる酢酸（揮発酸）濃度が高くなっていました。

酵母は濃糖圧迫、低 pH などの条件で酢酸を多く生成することがわかっています。高酸度仕込みは、糖化力が強くクエン酸濃度も高いため、もろみは濃糖・低 pH の条件になり、酵母は苦し紛れに酢酸を多く生成したのと考えられます。これは焼酎麴のクエン酸や酵素が酒質に及ぼす影響の一例です。この他にも蒸留工程にも影響することがわかっています。常圧蒸留は、もろみを加熱してエタノールや香味成分を蒸発させて回収する工程ですが、クエン酸酸性下でもろみに含まれる成分を加熱分解する工程でもあり、加熱時間やクエン酸の濃度によってもろみの加熱分解成分の生成量やその回収量が変わってくることもなどもわかっています。

過剰なクエン酸生成は、必ずしも良いとは言えないかもしれませんが、では、どの程度が良いのでしょうか。これは決まっているわけではないのですが、やはり安全な発酵をするための麴酸度として5程度を推奨しています。

以上、焼酎麴について、クエン酸と酵素を中心に考察してみました。焼酎麴が如何に優れた麴菌であるかを少し理解して頂けたでしょうか。次回は焼酎麴の製造技術について紹介したいと思います。（以下次号）

(Text. S. Setoguchi)

主な参考文献

第四回改正 国税庁所定分析法注解, (日本醸造協会, 1993)

村上英也, 「麴学」(日本醸造協会, 1986)

本格焼酎製造技術, (日本醸造協会 1991)

椎木敏, 西谷尚道, 志垣邦雄, 山川浩一郎, 鈴木照紀, 醸協, 64, 717-722 (1969)

岩野君夫, 三上重明, 福田清治, 椎木敏, 島田豊明, 醸協, 81, 490-494 (1986)

岩野君夫, 三上重明, 福田清治, 椎木敏, 島田豊明, 小幡孝之, 木崎康造, 新里修一, 荒巻功, 佐伯宏, 醸協, 81, 495-498 (1986)

岩野君夫, 三上重明, 福田清治, 椎木敏, 島田豊明, 醸協, 81, 554-557 (1986)

瀬戸口眞治, 四元貴教, 亀澤浩幸, 間世田春作, 鹿児島県工業技術センター研究報告, 12, 19-22 (1998)

瀬戸口 眞治 (せとぐち しんじ)

鹿児島県工業技術センター 食品・化学部長

(プロフィール)

1986年 3月 鹿児島大学農学部農芸化学科卒

同年 4月 鹿児島県工業試験場発酵工業部

1987年 12月 鹿児島県工業技術センター 食品工業部

2000年 4月 鹿児島県農産物加工研究指導センター

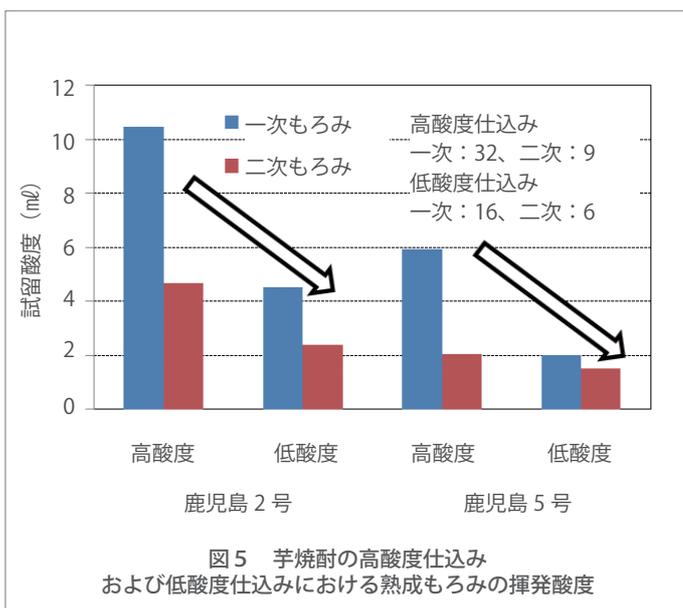
流通保蔵研究室

2003年 4月 鹿児島県工業技術センター食品工業部

2010年 4月 同 食品工業部長

2011年 4月 同 食品・化学部長

現在に至る



QA? 本稿に関するご質問・ご意見等は、きた産業 ([info@kitasangyo.com](mailto:info@kitasangyo.com)) にご連絡ください。筆者に転送いたします。