

# 麴甘酒の成分・機能性・安全性

倉橋 敦

## はじめに

米麴を使用する食品は、アルコール飲料である清酒や焼酎、泡盛、調味料として欠かせない味噌や醤油、味醂、食酢、さらには漬物にいたるまで和食にはなくてはならない存在である。その中でもっともシンプルな食品（飲料）は、麴甘酒であろう。甘酒は日本伝統の甘味飲料であり、「麴甘酒」と「酒粕甘酒」の二つに大別される。そのうち、麴甘酒は、米麴（または米麴と米）と水からのみ造られる。その起源は古くは古墳時代から飲用されてきたとされるが<sup>1)</sup>、文献として詳しく記述されるのは江戸時代以降である。『和漢三才図会』<sup>2)</sup>には現在と同様の造り方が記されており、蒸米1斗（約15 kg）、麴1斗、水1斗2升（約22 L）を混ぜ合わせて造るとある。このとき麴に含まれる糖質分解酵素が、麴および米の澱粉をグルコースに消化することで麴甘酒となる。江戸時代から大正時代まではこれを行商する甘酒売りがおり、その様子が江戸時代の風俗を記した『守貞漫稿』<sup>3)</sup>に描かれている（図1）。この甘酒売りの挿絵は、甘酒を温めながら売られている様子が描かれ、貴重な資料となっている。また、『易林本節用集』（1597年）<sup>4)</sup>などには甘酒のことを醴（あまぎけ・こざけ）、甘九献（あまくこん）<sup>5)</sup>、『和漢三才図会』（1824年）では醴（あまぎけ、和名は古佐介（こさけ）と記しているが、『守貞漫稿』（1837年起稿）では「甘酒」と記述されていることから、江戸時代後期には甘酒という漢字が登場し、それが現代に受け継がれていると考えられる。



図1. 『守貞漫稿』に描かれた「甘酒売り」。甘酒・もち甘酒の文字が見える。

昭和時代に入ってくると酒粕を砂糖で調味した酒粕甘酒が造られるようになり、市販品の瓶・缶での流通もあり、1970年代以降には「酒粕甘酒」が主流となっていった<sup>6)</sup>。しかし、2011年頃の塩麴ブームを起点とする麴の魅力再認識によって、近年麴甘酒に注目が集まっている。その理由は、甘味飲料としてはもとより、健康や美容への期待が高いように感じられる。麴甘酒の市場拡大に伴って研究報告も増えてきており、古来、日本人に愛飲されてきた麴甘酒は現代のニーズをも受けとめる力があるように思える結果が出てきている。そこで本稿は、甘酒のうち麴甘酒に限って、その①成分、②機能性、そして③安全性に分けて解説したい。

## 麴甘酒の成分

麴甘酒と酒粕甘酒の成分が異なることは、原料の違いからも明らかであるが、麴甘酒においても原料によって含有成分量が変わる。麴甘酒の製法は、細かくは「硬（かた）造り」「軟（なん）造り」「早造り」の三つに分けられる<sup>6)</sup>。硬造り、軟造りはどちらも麴と米を用いて造られ、水分量の少ない濃縮タイプが硬造りであり、水分量の多いストレートタイプのものを軟造りと呼ぶ。一方で、麴のみを使用する造り方は、早造りと呼ばれる。つまり、硬造り・軟造りは麴と米を使うため早造りと比べて米由来成分量（主に澱粉）が多くなり、一方で早造りはそれらよりも麴菌由来成分が多くなる。表1に、麴甘酒とその製麴に用いた同じ蒸米を酵素剤によって糖化した米糖

表1. 麴甘酒と米糖化液に含まれるオリゴ糖の比較

	(g/100 g)	麴甘酒	米糖化液
グルコース		15.9 ± 2.5	14.3 ± 0.2
マルトース		0.15 ± 0.02	3.30 ± 0.06
イソマルトース		2.73 ± 0.5	0.13 ± 0.04
パノース		0.06 ± 0.002	0.02 ± 0.001
イソマルトトリオース		0.09 ± 0.01	0.05 ± 0.003
ニゲロース		0.14 ± 0.04	ND
ソホロース		0.12 ± 0.06	ND
コージビオース		0.11 ± 0.02	ND
トレハロース		0.31 ± 0.09	ND
ゲンチオビオース		0.41 ± 0.02	ND
ラフィノース		0.05 ± 0.001	ND

化液に含まれるオリゴ糖類の含量<sup>7)</sup>を示す。

麴甘酒に含まれるオリゴ糖のうち、米澱粉の消化によってグルコース、マルトース、イソマルトース、パノースは生じるが、ニゲロースやソホロース、コージビオースといったその他のオリゴ糖は麴菌由来の酵素による糖転移反応で生成する。つまり、使用する蒸米の割合が多ければ多いほど、麴甘酒中の麴由来成分量は希釈されることになる。実際に市販品について麴のみを使用した製品と麴・米を使用した製品のオリゴ糖や後述する麴菌由来成分を計測すると、麴・米を使用した製品ではそれらの含有量が米の使用割合に応じて1/2～2/3程度になっていることを確認している。もちろん、使用する米品種・精米歩合、汲水歩合によっても大きく変わる。以上のことをご理解いただいたうえで、60%精米された白米から造られる麴のみで製造された麴甘酒（八海醸造株式会社、新潟県）を例に、成分についてご紹介したい。

一般成分のうち主成分は炭水化物で、そのほとんどが澱粉の糖化産物であるグルコースで20%に達する<sup>8,9)</sup>（表1、図2・3で示したデータは小スケールでの実験で得たものであり、製品よりも遊離糖量が低いことをお断りしておく）。果物の100%濃縮還元ジュースではグルコースが2～3%であり、ショ糖・果糖を合せても10%程度の糖量<sup>10)</sup>であることを考えると、麴甘酒がグルコース含有量の非常に高い稀有な飲料であることがわかる。次に多い成分が、表1に示した多様なオリゴ糖であり、3%程度含まれる。その中でもっとも多く含まれるのはイソマルトースである。機能性の項で後述するが、イソマルトオリゴ糖は特定保健用食品の関与成分となっている。麴甘酒の糖化工程は、慣例的に50～60°Cで行われており、古くは経験的に甘味が最大になる温度帯として選択されてきたと考えられるが、確かに麴の主な糖化酵素である $\alpha$ -アミラーゼおよびグルコアミラーゼの至適温度がこの範囲である<sup>11,12)</sup>。しかしながら、これまで麴甘酒の糖化温度について詳細な検討例がなかったため、筆者らは40～70°Cの各温度帯で糖化してみたところ（図2）、50°Cでどの糖化時間においてもグルコース量が最大となり、やはりこの温度帯がもっとも糖化効率が良いことを明らかにした<sup>7)</sup>。さらに、多くのオリゴ糖についても50～60°Cで生成効率ももっとも良いことを明らかにし（図3）、糖化工程は麴・米中の澱粉をグルコースへ消化させて甘味をもたらすだけでなく、オリゴ糖の生成においても重要な工程であることを示した。ちなみに炭水化物のうち、糖質がほとんどを占め、食物繊維量は100 gあたり0.3 gとわずかである。麴甘酒と同量の炭水化物量を含むように調製した米糖化液は、食物繊維が0.1 g

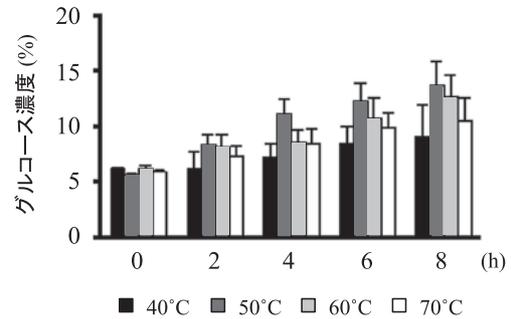


図2. 各温度におけるグルコース生成量（糖化効率）。Data represent mean  $\pm$  SD (n = 4).

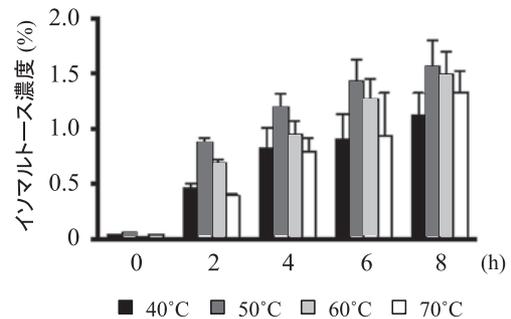


図3. 各温度におけるイソマルトース生成量。Data represent mean  $\pm$  SD (n = 4).

であったので、この差0.2 gは麴菌の細胞壁などの菌体成分と考えられる。

次に多いのが、タンパク質であり100 gあたり1.3 gほど含まれる。タンパク質は、そのほとんどが米由来と考えられる。また、糖化中に麴由来のプロテアーゼによる分解を受けると考えられ、総アミノ酸の約半分が遊離アミノ酸の状態で含有される<sup>9)</sup>。高い抗酸化力<sup>13)</sup>で注目を集めているアミノ酸類縁体としてエルゴチオネインがあるが、筆者らは麴甘酒にエルゴチオネインが含まれることを報告している<sup>9)</sup>。エルゴチオネインは含硫アミノ酸であり、ヒスチジンを出発物質としてS-アデノシルメチオニンからのメチル基の付与、システインの結合、ピルビン酸・アンモニアの脱離の3段階を経て生合成される。水溶性で熱にも強いことから医用だけでなく、食品利用の研究も行われている<sup>14)</sup>。

脂質は少なく、100 gあたり0.1 gほどである。脂肪酸としては、パルミチン酸やオレイン酸、リノレン酸を検出している。麴甘酒の脂質として注目を集めているのはグルコシルセラミドであろう。グルコシルセラミドは、スフィンゴ脂質と長鎖脂肪酸がアミド結合したセラミドにグルコースが結合している構造である。麴菌のグルコ

シルセラミドについては佐賀大学の北垣教授らによって詳細な検討が行われており<sup>15)</sup>、本特集記事にも掲載されているので、詳しくはそちらをご参照いただきたい。

炭水化物、タンパク質、脂質という大まかな括りの中から麴甘酒の特徴的な成分をいくつかを紹介したが、筆者らのメタボローム解析からは350以上の物質を麴甘酒中に認めている<sup>8)</sup>。その多くは他の食品とも共通する物質であると考えられるが、まだ効果効能が見いだせていないものや検出できていない物質が多く存在するはずであり、引き続き成分の探索を進めていきたい。

### 麴甘酒の機能性

麴甘酒の機能性については、江戸時代には夏を乗り切る栄養飲料として重宝されてきた歴史があるが、残念ながら研究報告例は非常に少ない。栄養の観点からの麴甘酒のヒト臨床試験の報告は、長尾と佐田による肝硬変患者へのQOL向上についてが初めてであろう<sup>16)</sup>。パイロットスタディーという位置づけで4名のウイルス性肝硬変患者に夜食として麴甘酒（株式会社喜多屋、福岡県）を飲用させたときの血液生化学検査およびVASスコアを用いた全身状態の検討を行っている。その結果、麴甘酒を飲用することで白血球および好中球の増加を認め、腹部膨満、むくみ、疲れなどの全身状態に改善が見られたことからQOLの向上につながる可能性を論じている。麴甘酒中のアミノ酸、特に分岐鎖アミノ酸の関与成分としての可能性を論じている。

消費者からの実感として問合せが多いのが、便秘、いわゆるお通じの改善についてである。上原らは、麴甘酒（八海醸造株式会社、新潟県）を水分摂取制限などから便秘になりやすい透析患者に飲用させて便秘改善効果を検討したところ、麴甘酒1か月飲用で便秘改善効果があり、下剤の服用率が低下したと報告している<sup>17)</sup>。また、櫻井らは、排便回数の少ない健康成人に同じ麴甘酒を1週間飲用させたところ、飲用前と比較して週あたりの排便回数が4.36回から6.07回へと有意に増加したことを報告している<sup>18)</sup>。前述のように麴甘酒はオリゴ糖含量が3%に達し、また、イソマルトオリゴ糖は「お腹の調子を気にする方に適する」旨の記載ができる特定保健用食品の関与成分（1日摂取量10g）であることから、これら便秘改善効果にはオリゴ糖の関与の可能性が考えられる。

お通じの改善とともに問合せが多いのが美容についての効果である。植田らは、無作為化二重盲検プラセボ対照並行群間比較試験にて麴甘酒による皮膚バリア機能の改善効果について検討している<sup>19)</sup>。その結果、40歳以

上の女性で皮膚バリア機能が低下している方に麴甘酒（マルコメ株式会社、長野県）を飲用させたところ、水分蒸散抑制効果が認められ、肌のバリア機能が改善したと報告している。関与成分としては、麴に含まれるN-アセチルグルコサミンやグルコシルセラミドを類推している。麴菌の細胞壁を構成するキチンは、N-アセチルグルコサミンが $\beta(1\rightarrow4)$ 結合したポリ-N-アセチルグルコサミンであり、これが糖化中に消化されて麴甘酒中にN-アセチルグルコサミンが遊離してくる。N-アセチルグルコサミンは、機能性表示食品の関与成分となっており、「肌が乾燥しがちな方の肌のうるおいに役立つ」を届け出ることができる（1日摂取量500mg）。グルコシルセラミドについては米および蒟蒻、パイナップル由来のものが「肌の保湿力（バリア機能）を高める機能」として、機能性表示食品の関与成分となっている（1日摂取量1.2mg）。麴菌由来セラミドについての研究がさらに進み、関与成分として認められることを期待したい。

### 麴甘酒の安全性

成分の項で説明したように、麴甘酒の主成分はグルコースである。そのため、体重の増加や血糖値への影響を懸念する声を頂くことも多い。そこで、筆者らは麴甘酒を安心して飲みいただくために、過剰摂取試験や長期摂取試験、飲用後の随時血糖値のモニタリングなどを行っている。本項では、麴甘酒の過剰摂取試験<sup>20)</sup>についてご紹介したい。過剰摂取試験は、弊社が1日摂取目安量として推奨している118gの三倍量である354g（グルコース量として88.5g）を、空腹時血糖値が正常高値（100mg/dL～109mg/dL）または境界域（110mg/dL～125mg/dL）の慢性疾患のない健康な24名（男性19名、女性5名）の方に4週間連続摂取させた。観察項目は、副作用、有害事象、血圧・脈拍、体重・体脂肪率・BMI、血液学検査、血液生化学検査、尿一般検査、医師による問診を行った。観察回数は、摂取前、摂取2週後、摂取4週後、その後摂取を中止して2週後（後追い期間）の4回行った。その結果、麴甘酒を起因とする副作用および有害事象は観察されなかったことから、健康な方が麴甘酒を一日あたり118g程度摂取することは何ら安全性に問題がないことを明らかにした。体重・体脂肪率・BMIは、表2にそれらの変化率のみを示すが、摂取前と比較して有意な変動は認められなかった。ちなみに、食事調査の結果、摂取エネルギーは摂取前（1913.6 ± 76.5 kcal）に比較して摂取4週後（1709.7 ± 79.5 kcal）で有意な減少が認められ（ $p < 0.05$ ）、摂取炭水化物量は、摂取前（245.35 ± 9.69 g）に比較して摂取4週後（223.79

表2. 麴甘酒過剰摂取における体重・体脂肪率・BMIの変化

	摂取前	摂取2週後	摂取4週後	非摂取2週後
体重 (kg)	0.0 ± 0.0	0.02 ± 0.15	0.13 ± 0.20	-0.08 ± 0.2
体脂肪率 (%)	0.0 ± 0.0	-0.2 ± 0.21	-0.15 ± 0.17	-0.22 ± 0.16
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	0.0 ± 0.0	0.03 ± 0.05	0.06 ± 1.8	-0.02 ± 0.07

Data represent mean ± SE (n = 24).

表3. 麴甘酒過剰摂取における空腹時血糖値・グリコアルブミン (GA)・HbA1cの変化 (\**p* < 0.05, \*\**p* < 0.01 by Dunnett's test)

	摂取前	摂取2週後	摂取4週後	非摂取2週後
血糖値 (mg/dL)	107.1 ± 1.3	108.7 ± 2.3	106.2 ± 1.5	111.5 ± 2.4
GA (%)	14.07 ± 0.23	14.30 ± 0.22*	14.14 ± 0.21	14.22 ± 0.19
HbA1c (%)	5.40 ± 0.05	—	5.67 ± 0.05**	—

Data represent mean ± SE (n = 24).

± 10.66 g) で有意な減少が認められた。三倍量の麴甘酒を飲用したことにより、食事から摂取する炭水化物量が減少した可能性が考えられた。

血液生化学検査のうち糖代謝指標である血糖値・グリコアルブミン・HbA1cの値を表3に示す。血糖値が高めの集団のため、摂取前においてすでに高値であるが、摂取期間・非摂取期間のいずれにおいても有意な変動は観察されなかった。2週間程度の血糖値変動を反映するとされるグリコアルブミンは、摂取2週後において有意な上昇が認められたが、グリコアルブミンの基準値11～16%の範囲での軽微な変動であり、その後消失していることから問題ないとの医師判定となった。1か月程度の血糖値変動を反映するとされるHbA1cは、摂取前および摂取4週後に観察し、摂取4週後で有意な上昇を認めた。ただし、HbA1cの基準値4.6～6.2%の範囲での軽微な変動であり、過剰摂取試験において許容範囲であるとの医師判定となった。

このように麴甘酒の過剰摂取により体重・体脂肪率・BMI・空腹時血糖値には影響がなく、グリコアルブミン・HbA1cでは基準値内における軽微な変化が認められたのみであった。

### おわりに

古来、その甘味が重宝されてきたことは想像に難くないが、ただ単なる甘い飲み物というだけでなく、江戸時代には夏を乗り切るための栄養飲料としても活躍したと言われるように、多くの機能性を有することが現代まで麴甘酒が受け継がれてきた理由の一つと考えている。実際に多くの麴菌由来の成分を含み、便通や肌バリア機能

の改善効果が報告されてきているのは先述した通りである。しかしながら、麴甘酒に関する研究報告はまだまだ少ないのにも関わらず、効果効能については多くのことが語られているのが実態である。麴甘酒は単に嗜好飲料としてだけではなく、機能性飲料としての可能性が大いに秘められていると考えているので、一つひとつ丁寧に検証をしていきたい。また、江戸時代とは異なり飽食の時代と言われる現代において、生活習慣病の観点からも麴甘酒のグルコース量やカロリーについての懸念や疑問に答えていくことも責務と考えている。本項では、過剰摂取試験についてご紹介したが、長期摂取試験や飲用後の血糖値推移についても観察しており(未発表)、別の紙面にて報告したい。麴甘酒は、我が国の伝統的な甘味飲料でありながら、世界的に見ても大変ユニークな飲料である。麴甘酒の研究が一層活発に行われ、日本発の健康飲料として世界に発信されていくことを期待して本稿を閉じたい。

### 謝 辞

本稿で紹介した研究の一部(文献18)は、内閣府地方創生推進交付金の助成(A3007)を受け、新潟薬科大学および新潟県との共同研究によって実施された。

### 文 献

- 1) 村上英也 編著：麴学，日本醸造協会(1986)。
- 2) 寺島良安 編：和漢三才図会，105巻，大坂杏林堂正徳(1824)。
- 3) 喜多川守貞 著：近世風俗史 守貞漫稿第6巻，国会図書館デジタルコレクション，p. 23，<http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/2592395?tocOpened=1> (2019/2/7)。

- 4) 平井易林：易林本節用集 (1597).
- 5) 市毛弘子, 石川松太郎：家政学雑誌, **36**, 49 (1985).
- 6) 北本勝ひこら 編：食と微生物の辞典, 朝倉書店 (2017).
- 7) Oguro, Y. *et al.*: *J. Biosci. Bioeng.*, DOI: 10.1016/j.jbiosc.2018.10.007.
- 8) Oguro, Y. *et al.*: *J. Biosci. Bioeng.*, **124**, 178 (2017).
- 9) 倉橋 敦, 小黒芳史: 日本醸造協会誌, **112**, 668 (2017).
- 10) 山本 茂ら：日本栄養士会雑誌, **52**, 22 (2009).
- 11) Kundu, A. K. and Das, S.: *Appl. Microbiol.*, **19**, 598 (1970).
- 12) Mishra, A. and Debnath, D. M.: *Appl. Biochem. Biotchnol.*, **102**, 193 (2002).
- 13) Franzoni, F. *et al.*: *Biomed. Pharmacother.*, **60**, 453 (2006).
- 14) 大島敏明：食品と容器, **52**, 432 (2011).
- 15) 阪本真由子ら：日本醸造協会誌, **112**, 655 (2017).
- 16) Nagao, Y. and Sata, M.: *J. Nutr. Food Sci.*, **3**, 1000223 (2013).
- 17) 上原由美ら：第62回透析医学会学術集会・総会プログラム集, p. 124 (2017).
- 18) 櫻井美仁ら：日本食品科学工学会第65回大会講演集, p. 81 (2018).
- 19) 植田愛美ら：薬理と治療, **45**, 1811 (2017).
- 20) 倉橋 敦, 米井嘉一：日本醸造協会誌 (2019) (印刷中).