

甘酒の分析と官能評価の関連性調査

Amazake investigation of the relationship between analysis and sensory evaluation

会津若松技術支援センター 醸造・食品科 齋藤啓太

県内で製造されている甘酒の官能評価や技術開発などの技術相談に対応するため、甘酒の基礎的な知見を得ることを目標に、糖組成・有機酸組成・糖度・糖酸比・色調・粘度・固形分等を分析した。また、「色」「香り」「味」「物性」「総合」の5項目で官能評価を行い、得られた分析値と官能評価の相関を考察した。その結果、「総合評価」は「味」「物性」を重視しており、「味」は甘さと相関があった。評価の高い甘酒を製造するためには糖化力が高く、汚染の少ない麴を製麴することが重要だと分かった。

Key words: 甘酒、官能評価

1. 緒言

米麴甘酒（以降甘酒）は各地の酒蔵・味噌蔵等で製造されており、味や香りなどに違いがある。福島県においても、ストレートタイプ・濃縮タイプ・果汁入りのタイプなど様々な商品が製造されている。甘酒はグルコースやアミノ酸、ビタミンなど栄養素が豊富なことから「飲む点滴」と称されており、2011年に起きた塩麴ブームの追い風もあって現在は健康意識の高い人々を中心にその価値が見直されている¹⁾。加えてアルコールを含まないため年齢を問わず飲用可能なことも特徴として挙げられる。

しかし、福島県では甘酒の成分や官能評価について報告は無い。本研究では、県内で製造されている官能評価や技術開発などの技術相談に対応するため、甘酒の基礎的な知見を得ることを目標とした。本報では得られた分析値と官能評価の相関について考察を行ったので報告する。

2. 実験

2. 1. 供試試料

福島県内・県外の市販甘酒15点を供試した。今回は原料に米、米麴、食塩のみを使用したものでかつ、そのまま飲用可能なストレートタイプに限定して実験を行った。

2. 2. 糖組成、有機酸組成、糖度

甘酒を50[mL]チューブにとり遠心分離機(H19-FMR、(株)コクサン)で4,000[rpm]・30分遠心分離した。上清をろ過して試料とし高速液体クロマトグラフ(HPLC、LC-4000、日本分光(株))を用いて糖組成及び有機酸組成を測定した。分析条件は表1及び表2に示した。有機酸組成はクエン酸、乳酸、酢酸を測定した。糖度はポケット糖度計(PAL-J、(株)アタゴ)を用いて測定した。

表1 糖組成の分析条件

カラム	分析カラム Asahipak NH2P-50G 4E 4.6×250 ガードカラム Asahipak NH2P-50G 4A 4.6×10
カラムオープン	40[°C]
流速	1.0[mL/min]
検出器	RI
注入量	10[μL]
分析時間	20分
移動相	CH ₃ CN : H ₂ O = 75 : 25

表2 有機酸組成の分析条件

カラム	分析カラム RSpak KC-811 8.0×300 2本 ガードカラム RSpak KC-G 6.0×50
カラムオープン	60[°C]
流速	移動相 0.5[mL/min] 反応液 0.6[mL/min]
検出器	UV/VIS
波長	440[nm]
注入量	10[μL]
分析時間	40分
移動相	3[mmol/L] HClO ₄
反応液	0.1[mmol/L] BTB+30[mmol/L] Na ₂ HPO ₄

2. 3. pH、滴定酸度、糖酸比

pHはpHメーター(HM-60G、東亜ディーケーケー(株))を用いて測定した。滴定酸度はフェノールフタレイン溶液を指示薬として0.1[mol/L]水酸化ナトリウム溶液で中和滴定した後、クエン酸の質量パーセント濃度に換算した。糖酸比は糖度を滴定酸度で除して算出した。

2. 4. 色調

甘酒を測定用のセルに入れ、測色色差計(ZE7700、日本電色工業(株))でL*、a*、b*を測定した。測定の室温と品温は2.4と2.5.共に25±1[°C]に統一した。

2. 5. 粘度

甘酒を測定用のセルに入れ、粘度計（SV-10、（株）エー・アンド・デイ）で測定した。

2. 6. 固形分

甘酒 25[g]を 50[mL]チューブにとり遠心分離機（H19-FMR、（株）コクサン）で4,000[rpm]・30分遠心分離した。その後上清を取り除き、残った沈殿物の重量を固形分とした。

2. 7. 官能評価

実験に使用した甘酒 15点について当所職員 5名（男性 4名、女性 1名）で「色」、「香り」、「味」、「物性」、「総合」の 5項目について 3段階で評価（1（良い）～3点（悪い））し、その平均を各項目の評価点とした。また、甘酒を飲んで感じたことをコメント欄に記入した（例：滑らか）。

3. 結果及び考察

3. 1. 官能評価及び実験結果

官能評価及び実験結果を表 3 に示す。なお、個々の結果は示していない。

糖組成を分析したところ、グルコースのみ検出された。甘酒に含まれる糖類は大半がグルコースであり、既報²⁾にあるイソマルトースやトレハロースなどの微量な糖は検出できなかった。

グルコースが最も少ない甘酒は乳酸が最も多く、固形分も多かった。この甘酒は製麴工程に課題があり、酵素力価の低い麴となったため糖化・液化が進まなかったと考えられた。

甘酒の有機酸はクエン酸が最も多いと報告があったが²⁾、乳酸の方が多いものも見られた。特に乳酸がクエン酸より 10 倍以上多かった 2 点はグルコースが低く、雑菌汚染により乳酸が増加したと考えられた。

色調は、L^{*}にばらつきがあり、官能評価時に灰色に近い暗い色調のものや明るい色調のものが見られ、「黒い」「色が進んでいる」「白い」などのコメントがあり、個性が見られた。

粘度は最大で 130.0[mPa・s]、最小で 2.9[mPa・s]だった。粘度や固形分は麴の液化力に影響を受けるが、粘度が最も小さい甘酒はグルコースが少なく、固形分は最も少なかったため、汲み水が多かったと考えられた。

3. 2. 官能評価項目同士の関連性

官能評価及び実験結果から得られた相関係数を表 4 に示す。

「総合評価」と強い相関のある要素は「味」「物性」であり、官能評価においてこれらの要素がより重視されたと考えられた。

3. 3. 化学成分と官能評価の関連性

官能評価の点数は低いほど良いため、評価が良い方向に影響した場合、相関係数はマイナスになる。グルコースと「味」は $r=-0.617$ （図 1）、グルコースと「総合評価」は $r=-0.641$ （図 2）とそれぞれ負の相関があった。3. 2. から「総合評価」は「味」と強い相関があった。これらのことから評価の高い甘酒を製造するためには甘味を十分に引き出す糖化力の高い麴を使うことが望ましい³⁾。米麴の簡易評価法としては河村氏法^{4, 5)}、製造現場での糖化力の指標として有効である。

乳酸と「香り」は $r=0.798$ ($n=13$)、と正の相関があった（図 3）。乳酸が「香り」の評価点を下げた理由としては乳酸菌等の雑菌汚染によるジアセチル⁶⁾や 4-ビニルグアイアコール(4-VG)⁷⁾の発生が考えられるが、今回の官能評価ではジアセチルの特徴とされる「バター臭」「ヨーグルト臭」⁶⁾、4-VG の特徴とされる「煙臭」「薬品臭」⁷⁾のコメントが無く、詳細は確認できなかった。

酢酸と「香り」は $r=0.638$ ($n=13$)、酢酸と「味」は $r=0.581$ ($n=13$) といずれも正の相関があり（図 4、図 5）、グルコースと「香り」には $r=-0.612$ （表 4）の負の相関があった。製麴時の雑菌汚染や糖化時の温度管理の不備はグルコースの生成を阻害し、雑菌由来の酢酸などの評価を下げる香気成分が生成する。また酢酸は閾値が 0.0060[ppm]と低く⁸⁾、少量でも甘味を減少させることが報告されている⁹⁾。これらの要因から酢酸は「香り」「味」の評価点を下げたと考えられた。

実際の製造現場で糖組成や有機酸組成を測定することは機器の整備などハードルが高く現実的ではないが、「味」と相関があった糖度・糖酸比は比較的簡易に測定できることから（表 4）、これらの測定は河村氏法と同様に製造現場での品質管理の指標になると考えられた。

表3 官能評価及び実験結果

	官能評価					化学成分の分析				
	色	香り	味	物性	総合	グルコース[%]	糖度[Brix%]	pH	滴定酸度[クエン酸%]	
平均	1.9	2.3	2.2	2.2	2.3	18.1	23.3	5.3	0.10	
最大値*	2.6	3.0	3.0	2.8	3.0	23.0	30.0	5.7	0.14	
最小値*	1.0	1.8	1.0	1.6	1.6	8.4	17.3	4.9	0.06	
標準偏差	0.5	0.3	0.6	0.4	0.4	4.5	4.4	0.3	0.03	

*官能評価の最大値と最小値は評価点の平均値の最大・最小を示す。

	化学成分の分析				物理的要素の分析				
	糖酸比	クエン酸[mg/l]	乳酸[mg/l]	酢酸[mg/l]	L*	a*	b*	粘度[mPa・s]	固形分[g/25g]
平均	248.4	142.5	163.0	19.0	67.28	-1.63	11.17	27.3	6.40
最大値	431.9	396.6	1037.4	43.8	73.95	-0.47	16.10	130.0	8.92
最小値	144.3	35.3	1.9	1.8	50.50	-3.44	4.60	2.9	1.37
標準偏差	69.3	100.7	300.1	14.1	6.14	0.82	3.36	33.6	2.31

表4 実験結果から得られた相関係数

	色	香り	味	物性	総合
色					
香り	0.067				
味	0.701	0.220			
物性	0.565	0.526	0.618		
総合	0.637	0.525	0.805	0.841	
グルコース	-0.124	-0.612	-0.617	-0.539	-0.641
糖度	-0.111	-0.282	-0.643	-0.377	-0.525
pH	-0.378	0.059	-0.198	-0.085	-0.323
滴定酸度	0.527	-0.253	0.171	0.092	0.223
糖酸比	-0.695	0.023	-0.674	-0.330	-0.646
クエン酸	0.201	-0.524	-0.013	0.057	-0.009
乳酸	0.110	0.798	0.303	0.275	0.397
酢酸	0.336	0.638	0.581	0.441	0.622
L*	-0.062	-0.081	0.021	0.025	-0.085
a*	-0.088	-0.275	-0.512	-0.342	-0.604
b*	0.852	0.251	0.815	0.533	0.722
粘度	0.300	-0.151	-0.101	0.089	-0.176
固形分	-0.111	-0.029	-0.431	-0.044	-0.337

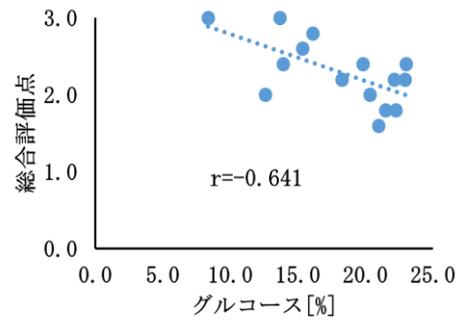


図2 グルコースと「総合」の相関

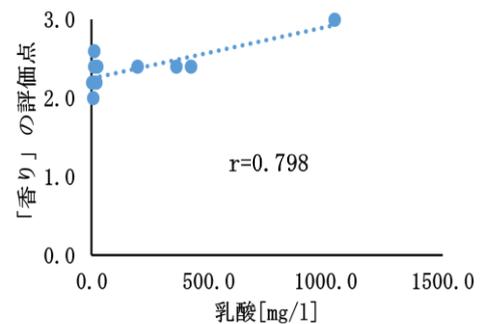


図3 乳酸と「香り」の相関

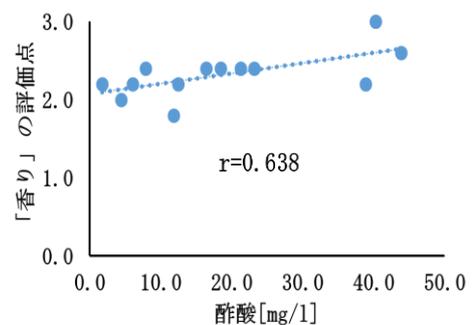


図4 酢酸と「香り」の相関

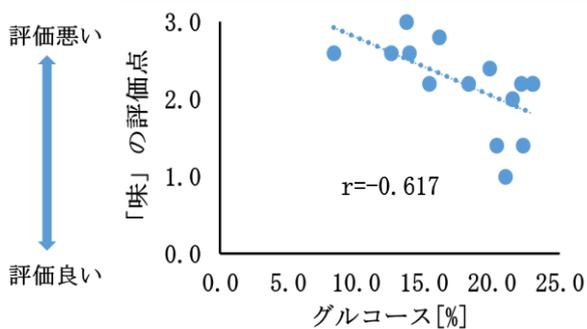


図1 グルコースと「味」の相関

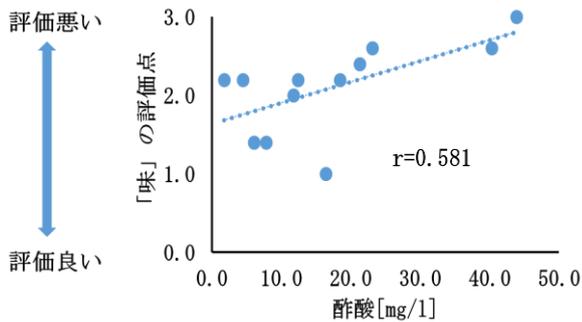


図5 酢酸と「味」の相関

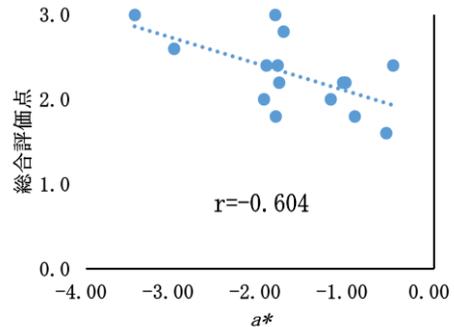


図7 a*と「総合」の相関

3. 4. 物理的要素と官能評価の関連性

$L^*a^*b^*$ 色空間は物体の色を数値化する表色系の一種で、 L^* は明るさ、 a^* は赤方向、 $-a^*$ は緑方向、 b^* は黄方向、 $-b^*$ は青方向を示す¹⁰⁾。 b^* と「色」は $r=0.852$ の正の相関があった(図6)。また a^* と「総合」に $r=-0.604$ (図7)の負の相関があり、 b^* と「総合」に $r=0.722$ の正の相関があった(図8)。より詳細に調査することはできなかったが、過度に黄方向ではなく、評価者が最適と思っている甘酒らしい色があると考えられた。

粘度と「物性」は $r=0.089$ (図9)、固形分と「物性」は $r=-0.044$ と相関は確認できなかった(図10)。統計的にまとめることはできなかったが、審査コメントから、「滑らか」な甘酒は「物性」の評価が高い傾向があった。一方「とろみ強い」「米粒が多い」「水っぽい」「粉っぽい」「ざらつく」甘酒は「物性」の評価が低い傾向があった。以上のことから物性の評価は粘度の高さや固形物の量だけでなく口に入れた時の感触にも左右されることが確認でき、のど越しを評価する手法が必要だった。

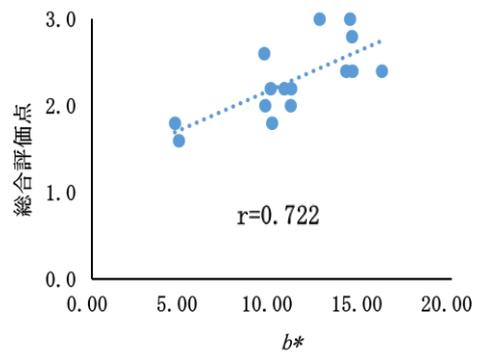


図8 b*と「総合」の相関

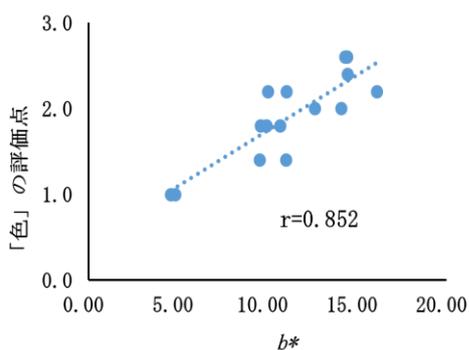


図6 b*と「色」の相関

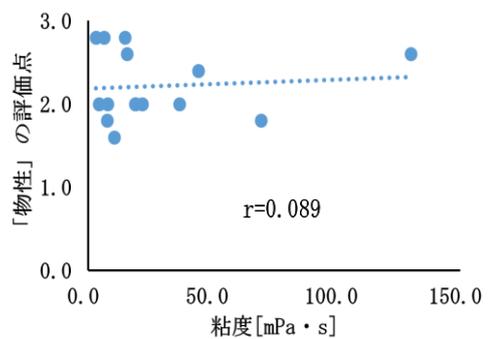


図9 粘度と「物性」の相関

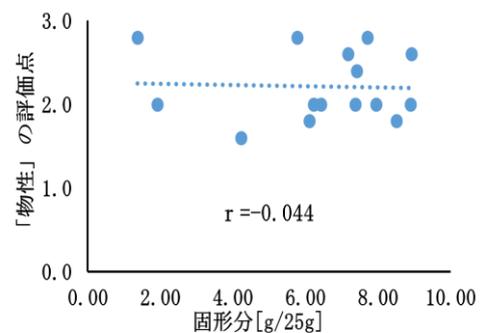


図10 固形分と「物性」の相関

4. 結言

県内で製造されている甘酒の官能評価や技術開発などの技術相談に対応するため、甘酒の基礎的な知見を得ることを目標に分析と官能評価を行い、両者の結果から得られた相関について考察した。

官能評価の結果から、「総合評価」と強い相関のある要素は「味」「物性」であり、官能評価においてこれらの要素がより重視されたと考えられた。

分析値と官能評価の関連を見たところ、グルコースと「味」「総合評価」及び「総合評価」と「味」は強い負の相関があったことから、評価の高い甘酒を製造するためには糖化力の高い麴を使うことが望ましい³⁾。河村氏法^{4, 5)}は製造現場での糖化力の指標として有効である。

また、乳酸と「香り」に相関があった。乳酸が「香り」の評価点を下げた理由としては乳酸菌等の雑菌汚染によるジアセチル⁶⁾や4-VG⁷⁾の発生が考えられるが、今回の官能評価では確認できなかった。

酢酸と「香り」「味」には正の相関、グルコースと「香り」には負の相関があった。酢酸が「香り」「味」の評価点を下げた要因としては製麴や温度管理の不備による雑菌汚染、閾値が低く⁸⁾、少量で甘味を減少させる⁹⁾酢酸の特徴が考えられた。

実際の製造現場で糖組成や有機酸組成を測定することは機器の整備などハードルが高く現実的ではないが、「味」と相関があった糖度・糖酸比は比較的簡易に測定できることから、これらの測定は河村氏法と同様に製造現場での品質管理の指標になると考えられた。

色の評価では過度に黄方向ではなく、評価者が最適と思っている甘酒らしい色があると考えられた。

物性は粘度の高さや固形物の量だけでなく口に入れた時の感触にも左右されることが確認でき、喉ごしを評価する方法が必要だった。統計的にまとめることはできなかったが、審査コメントから、物性の良し悪しが評価を左右する傾向があった。

分析と官能評価の関連性を調査した結果、今後の技術支援に繋がる知見が得られた。特に甘酒の「味」「物性」の改善は評価向上のポイントと考えられた。例えば製造の際糖化の温度管理を徹底して効率よく糖化を進めて甘味を強くする、物性の悪い甘酒はミキサーにかけて滑らかにすることが挙げられる。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、ご助言を賜りました長野県工業技術総合センター食品技術部門の皆様にご感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 藤井寛. 甘酒のほん. 山川出版社. 2023, 160p.
- 2) 倉橋敦 他. 麴甘酒に含まれる成分について. “日本醸造協会誌”, 第112巻, 第10号, 2017, p. 668-674.
- 3) 斉藤敦. 甘酒のおいしさを探る. “令和元年度長野県工業技術総合センター研究報告”, 2019, p.F1-F3.
- 4) 今井誠一 他. 味噌技術読本. 新潟県味噌工業協同組合連合会, 新潟県味噌技術会. 1990, 310p.
- 5) 石田莉菜 他. 米麴の品質評価に関する研究. “平成30年度栃木県産業技術センター研究報告”, No. 16, 2019, p.65-67.
- 6) 井上喬. 食品とジアセチル -古くて新しいトピックス-. “日本醸造協会誌”, 第99巻, 第5号, 2004, p.315-323.
- 7) 金桶光起. 清酒中の4-ビニルグアイアコール生成要因. “日本醸造協会誌”, 第109巻, 第5号, 2014, p.320-326.
- 8) 永田好男 他. 三転比較式臭袋法による臭気物質の閾値測定結果. “平成元年度日本環境衛生センター所報論文集”, 第17号, 1990, p.77-89.
- 9) 浜島教子. 味の相互関係について(第4報) 甘味と酸味の関係. “家政学雑誌”, 1977, 第28巻, 第4号, p.282-286.
- 10) コニカミノルタ株式会社. 色の数値化には、表色系を使用します。1. <https://www.konicaminolta.jp/instruments/knowledge/color/section2/02.html>, (参照 2024-2-16).