

味覚センサーを用いた日本酒の酒質評価系の構築

柳澤昌臣・渡部貴志・石田一成*

Construction of quality evaluation system for sake using taste sensing system

Masaomi YANAGISAWA, Takashi WATANABE, Kazushige ISHIDA

味覚センサーを日本酒の簡便な酒質評価ツールとして活用し、その結果を日本酒に馴染みのない消費者に対する PR 資料として利用することを検討した。成分分析や官能評価の結果との相関を確認し、酒質を反映した結果を示していることがわかったため報告する。

キーワード：味覚センサー、市販酒、成分分析、官能評価

We considered using the taste sensing system as a simple quality evaluation tool for sake, and using the results as item description for consumers unfamiliar with sake. We performed a taste sensor, component analysis and sensory evaluation, and examined their correlation. As a result, we report that the taste sensing system is effective for evaluating the quality of sake.

Keywords : taste sensing system, Japanese sake, component analysis, sensory evaluation

1 まえがき

日本酒の需要は、日本国内にとどまらず、海外でも広がっている。財務省の貿易統計によると日本酒の輸出金額は、平成 30 年度において 222 億円に達しており、この 10 年で約 3 倍に増加している。また、訪日外国人数も堅調に推移しており、和食人気の高まりと合わせて日本酒需要を拡大する機会となっている。

一方、国内の消費量は減少傾向にあり、特に若者の日本酒離れが起こっている。その理由の一つに酒質説明のわかりにくさがある。特定名称酒など、専門用語による酒質の説明では、初めて日本酒を飲む人にとって味の違いがわかりにくく、購入をためらう要因となっている。

つまり、国内外を問わず、日本酒（国外においては日本語も）の知識のない消費者が見ても、どのような酒質か分かりやすく、自分の好みに合った日本酒を購入するきっかけとなる PR 資料が求められている。

味認識装置（味覚センサー）は、ポリ塩化ビニルと可塑剤に脂質を混合した膜を用いることで、呈味物質と膜の間で生じる化学的相互作用

による膜電位の変化を味として数値化する装置である^{1), 2)}。膜の組成を変えることで味ごとに特異的に応答するセンサーが開発されている。また、個々の物質に応答する従来の化学センサーとは異なり、味覚センサーは似た呈味を示す物質に対して似たパターンを示す「広域選択性」を特徴とする。つまり、生体の舌を模した構造となっており、人の感覚に近い評価を行うことが出来る。そのため、様々な食品の新商品開発や営業活動に利用されている。

味覚センサーを利用することで上述した日本酒の PR 資料をつくることができると考えられる。一方、日本酒への味覚センサーの活用はこれまで報告があるものの^{2), 3)}、官能評価や成分分析値との相関に関する報告は少ない。そこで、本研究では群馬県内の市販酒を中心に味覚センサーの分析を行い、その有効性を検証したので報告する。

2 実験材料と方法

2.1 供試試料

群馬県内酒造会社の日本酒（県内酒）24 点と県外で醸造された日本酒（県外酒）33 点、計 57 点を収集し、官能評価および成分分析に供した。

なお、試料は、市販酒として販売されている普通酒を中心に収集したが、普通酒の収集が困難な酒造会社の場合には、その他の特定名称酒を使用した。そのため、普通酒（32点）、本醸造酒（21点）、特別本醸造酒（1点）、純米酒（2点）、純米吟醸酒（1点）を使用した。

2. 2 味覚センサーによる分析

試料は、原液のまま使用し、室温 24℃の環境下で分析に供した。味覚センサーは、味認識装置 TS-5000Z（インテリジェントセンサーテクノロジー製）を用いた。センサーは、酸味・塩味・苦味・渋味・旨味・甘味の6種類を用いて分析した。

2. 3 成分分析

酸度、アミノ酸度、着色度は、国税庁所定分析法に従った。ただし、着色度はOD₄₃₀を求め、その測定値×1,000で表示した。アルコール分は、アルコメイト AL-3（理研計器製）を用いて分析した。日本酒度は、酒類用振動式密度計 DA-155（京都電子工業製）を用いて分析した。アミノ酸は、試料をクエン酸緩衝液で適宜希釈し、孔径 0.45 μm のメンブランフィルターでろ過した後、島津 LC-VP アミノ酸分析システムを用いて、OPA(o-phthalaldehyde)ポストカラム誘導体化-蛍光検出により分析した。有機酸は、試料を孔径 0.45 μm のメンブランフィルターでろ過後、高速液体クロマトグラフ（日本分光製）を用いて、BTB-ポストカラム HPLC 法により分析した。香気成分は、ガスクロマトグラフ GC-14A（島津製作所製）、およびヘッドスペースサンプラー HS40XL（パーキンエルマー製）を用いて、ヘッドスペースガスクロマトグラフ法により分析した。糖類は、試料を蒸留水で適宜希釈し、孔径 0.45 μm のメンブランフィルターでろ過後、高速液体クロマトグラフ（日本分光製）を用いて分析した。無機元素の分析には、1% HCl で適宜希釈した試料を用いた。ナトリウムとカリウムは原子吸光分光光度計 AA-6300（島津製作所製）を用いて分析した。カルシウム、マグネシウム、鉄、マンガンは、ICP-OES Optima 8300（パーキンエルマー製）を用いて分析した。

番号 1					
色沢濃淡	薄い -2	やや薄い -1	普通 0	やや濃い +1	濃い +2
色沢等の指摘	異常着色	混濁	その他()		
香り高低	低い -2	やや低い -1	普通 0	やや高い +1	高い +2
香りの種類	酢酸 イソamil	カロン酸 エチル	酢酸 エチル	イソamil アルコール	
香りの指摘	アセト アルデヒド	イソamil アルデヒド	香辛料様 4VG		
	麴臭	甘臭 カワイル臭	焦臭		
	老香	生老香	酵母様 粕臭	硫化物様	
	ゴム臭	カビ臭	土臭	紙臭 ほこり臭	
ジアセチル	脂肪酸臭	酸臭			
香りその他	()				
味濃淡	薄い -2	やや薄い -1	普通 0	やや濃い +1	濃い +2
味甘辛	辛い -2	やや辛い -1	普通 0	やや甘い +1	甘い +2
味熟度	若い -2	やや若い -1	普通 0	やや老ね +1	老ね +2
味の特徴	甘味 まろい	酸味 ふくらみ・ 幅	旨味 ソフト	コク 淡麗・ きれい	なめらか キレ良
味の指摘	甘味過多 おもい		酸味過多 だれる	渋味過多	苦味過多 あらい
味その他	()				
総合評価	優良 1	良 2	普通 3	やや難 4	難点 5

図1 官能評価の審査用紙

2. 4 官能評価

当センターにて第 86 回市販酒研究会を実施し、官能評価を行った。官能評価は、関東信越国税局鑑定官、県内酒造技術者、および当センター職員 12 名によりプロファイル方式の審査用紙を用いて行った（図 1）。網掛けの項目は必須とし、その他の特徴と指摘事項は、感じた場合にチェックした。品温は概ね 20℃に調整した。

3 結果と考察

3. 1 市販酒の味覚センサー分析

試料 57 点を味覚センサーで測定した結果を図 2 および表 1 に示した。苦味・渋味・旨味については、センサーを試料に浸して 1 度目の測定を行った後に、専用の水溶液（基準液）を用いて軽く洗浄する。この洗浄は、人の「嚥下」にあたる操作であり、新しい基準液中で 2 度目の測定を行うことにより先味（苦味雑味・渋味刺激・旨味）

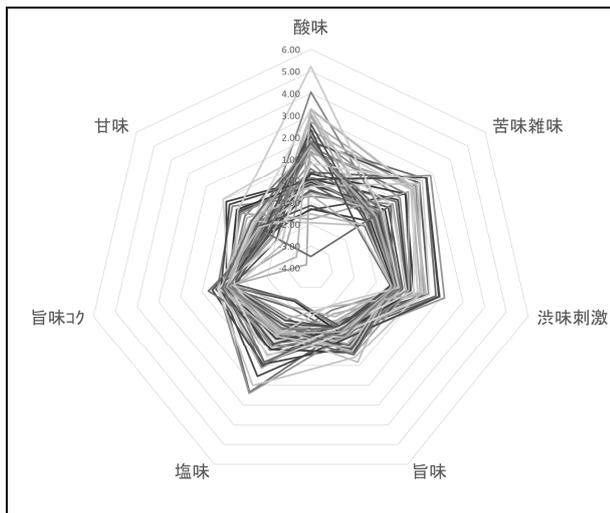


図2 味覚センサーの分析結果

と後味（苦味・渋味・旨味コク）の分析値を得ることができる。そのため、6種類のセンサーを用いることで9つの味覚項目を評価した。また、味覚センサーの測定には味の基準となる試料を1点設ける必要がある。そのため、酒造年度毎の酒質の変化が少なく、普通酒として平均的な味を呈すると思われる大手酒造会社の試料（基準酒）を選定した。

試料間の識別が有意であったことを確認する方法として、誤差率（m2 値）の使用が推奨されている。m2 値が 50 以下であれば識別が有意であることの見安とされているが、苦味と渋味では、m2 値が 50 を超えることがあった。さらに、苦味では味の有無の基準となる数値（無味点）よりも低い数値を示す試料もあった（データ省略）。このことから、苦味および渋味の項目は、市販酒の評価に使用しないこととした。一方、その他の7項目では、試料間の分析値の差に有意な差が見られた。特に酸味では、最大値と最小値間の差が 8.70 と最も大きかった。味覚センサーの単位は、人が識別できる強度比をもとに設定されている⁴⁾。つまり、測定値の差が 1.00 以上であれば味覚として識別できることを表している。このことより、味覚センサーによって市販酒の味を識別できることが示された。

57 点の平均値は、酸味が 0.90、甘味が -0.98 と基準値（0.00）よりも外れた値であり（表 1）、基準酒の酸味の低さ、および甘味の高さが示された。この結果は、成分分析および官能評価の結果とも対応しており（データ省略）、

表 1 味覚センサーの分析値

味覚項目	最大値	最小値	平均値
酸味	5.22	-3.48	0.90
苦味雑味	2.86	-1.25	0.55
渋味刺激	2.15	-0.36	0.37
旨味	0.84	-2.08	-0.59
塩味	2.39	-2.40	-0.39
苦味	0.25	-0.45	0.04
渋味	0.42	-0.34	0.06
旨味コク	0.72	-0.59	-0.11
甘味	1.04	-3.76	-0.98

基準酒の選定について検討する必要がある。また、日本酒は、醸造時の気候条件や原料米の状態に影響を受けるため、常に同じ酒質のものを製造することが困難であることも基準酒選定の懸念事項である。豊田らは、基準として市販酒を使用する他に、人工的に合成したモデル清酒を使用している²⁾。しかし、このモデル清酒の分析値も今回の平均値からかなり外れた値となった（データ省略）。そのため、組成の検討が必要となるが、今回の平均値に近いモデル清酒を調製することができれば常に一定の評価基準を持った評価系の構築が可能になると考えられる。

3. 2 味覚センサー分析値との相関

味覚センサーの分析値と成分分析値および官能評価項目との相関係数を求め、それぞれの味覚項目との相関係数の絶対値が高い3項目について表 2 に示した。酸味は、官能評価の酸味と酸度過多（相関係数：0.462）、酸度（0.502）と正の相関が見られた。旨味および旨味コクは、グルタミン酸などのアミノ酸や分析した 17 種類のアミノ酸の総量（アミノ酸総量）と正の相関が見られた。また、甘味はグルコースや官能評価の味の甘辛と正の相関が見られた。これらの成分分析および官能評価項目は、相関の見られた味覚センサーの分析項目から連想されるため、味覚センサーの結果が酒質を反映していることを示している。

にがりの主成分（塩化マグネシウム）を構成するマグネシウム、およびカルシウムはどちらも苦味を呈する物質であり、今回の結果と対応してい

た⁵⁾。また、渋味刺激にもマグネシウムおよびカルシウムと正の相関が見られた（苦味雑味と渋味刺激の間には強い正の相関（0.959）が確認された）。渋味刺激と苦味雑味の測定に使用するセンサーは、どちらも塩化物イオンなどの陰イオンに応答する。このことから、無機塩に由来する塩化物イオンの影響を受けていると考えられる。また、アミノ酸濃度も苦味雑味・渋味刺激と正の相関が見られた。

苦味雑味は、官能評価の総合評価と正の相関があった。総合評価は5点法で行われ、数字が大きいほど欠点のある酒であることを示している。そのため、苦味雑味の分析値から酒質の良し悪しを判定することができるのかもしれない。

今回の官能評価は、市販酒としての出来を審査するものであったが、出品酒に対する官能評価の結果とも同様の相関が得られれば、出品酒対策などにも活用が期待できる。

塩味のセンサーも陰イオンに応答するため、マグネシウムやカルシウム、アミノ酸と正の相関が見られた。また、コハク酸や乳酸などの有機酸とも正の相関があった。原材料中に塩化ナトリウムが含まれない日本酒では、塩味の項目は「しょっぱさ」を表すのではなく、有機酸などによる「味の濃厚さ」を示す指標であることが推察されている²⁾。今回の結果は、それと一致するものであった。

3.3 市販酒の特徴

味覚センサーによって、市販酒の酒質が識別できることがわかったため、分析値をもとに酒質を反映したグループ分けを試みた。グループ分けは、苦味・渋味を除く7項目の分析値を1.00以上、-1.00以下、それ以外の3区分にそ

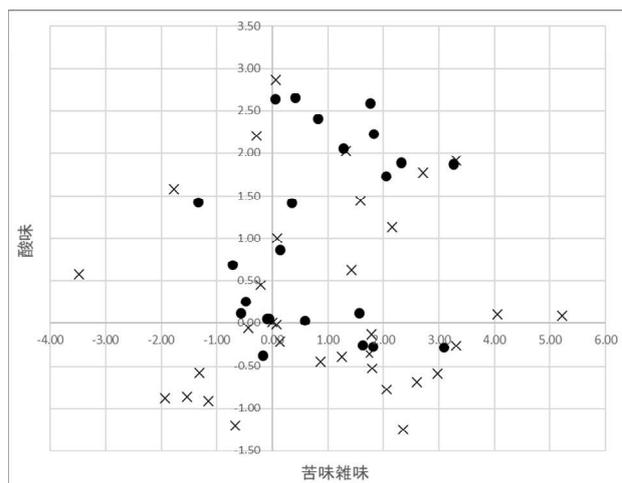


図3 市販酒 57 点のマッピング

●：群馬県内酒、×：県外酒

れぞれ分け、7項目のパターンが同一のものを1つのグループとした。その結果、57点の試料は31のグループに分けられた。また、1つの試料しか含まれないグループが18存在した。理論上では、この分け方によるグループは $3^7=2187$ 存在する。旨味コクの分析値は試料間の差が少なかったことを考慮しても（表1）、グループの増加は容易に想像できる。味覚センサーの分析値、特に味覚項目間のバランスをもとに酒質を把握する評価系を構築するためには、より多くの市販酒の分析・データの蓄積が必要であることが改めて明らかとなった。

県内酒全体の特徴を確認したところ、様々な酒質を呈することがわかった（図3）。嗜好の多様化が進んでいるため、消費者が求める様々な味の日本酒を提供できることは強みとなる。そこで、消費者への情報発信ツールとして味覚センサーの使用が期待できる。

表2 味覚センサーと成分分析値・官能評価項目との相関

味覚項目	成分分析値・官能評価項目		
酸味	<u>酸味 (0.597)</u>	Glu (-0.577)	Thr (-0.553)
苦味雑味	Mg (0.623)	Ca (0.522)	<u>総合評価 (0.503)</u>
渋味刺激	Mg (0.651)	Ca (0.533)	<u>総合評価 (0.462)</u>
旨味	K (0.602)	Glu (0.577)	アミノ酸度 (0.543)
塩味	アミノ酸度 (0.609)	コハク酸 (0.587)	Gly (0.570)
旨味コク	Glu (0.745)	Ile (0.724)	アミノ酸総量 (0.716)
甘味	グルコース (0.509)	着色度 (-0.486)	<u>味の甘辛 (0.474)</u>

官能評価項目は下線を引いて表示した。相関係数は各項目の右隣に括弧を付けて表示した。

4 まとめ

本研究では、味覚センサーが市販酒を評価するツールとして有効であることを検証した。

57 点の市販酒を分析し、味の識別が可能であることを確認した。市販酒の評価系に味覚センサーの利用が有効であることが示されたが、より詳細に酒質を把握するためには、今後も継続してデータを蓄積する必要がある。

謝 辞

市販酒の収集にあたり、群馬県酒造協同組合にご協力いただいた。

官能評価を行うにあたり、関東信越国税局松丸前鑑定官室長、群馬県内酒造技術者の皆様には、審査員としてご協力いただいた。

文 献

- 1) 都甲潔：味覚センサーによるおいしさの評価、化学と生物、46(12)、865(2008)
- 2) 豊田健太郎ほか：味覚センサーを用いた清酒の後味評価、日本醸造協会誌、111(1)、49(2016)
- 3) 大渡康夫ほか：味覚センサーによる清酒の評価とその活用方法の検証、島根県産業技術センター研究報告、54、27(2018)
- 4) 池崎秀和：映像情報メディア学会誌、65(11)、1575(2011)
- 5) 遠藤由香ほか：にがり成分が食塩の呈味性に及ぼす影響、日本海水学会誌、69(2)、105(2015)