

## 資 料

## 味覚センサーによる清酒の評価とその活用方法の検証

大渡 康夫\*・永田 善明\*・土佐 典照\*\*・田畑 光正\*\*\*・秋吉 渚月\*\*\*

## 1. 目 的

人が普段何気なく食事をしていて「おいしい」と感じるのは、単に味覚と嗅覚だけで味や香りを感じ取って判断しているのではなく、料理の彩りや器への盛り付け方（視覚）、口に入れたときの舌触りやのどごし（触覚）、咀嚼時のシャキシャキやサクサクという音（聴覚）など、五感を総動員して味の良し悪しを判断している。加えて、その時の環境（場所、気温）や、体調なども大きく影響してくる<sup>1)</sup>。こうした要因から食品の「おいしさ」を評価する場合、従来人間の複合感覚を活用した官能評価によって、その味の特徴や細かな違い、好みの程度などを評価している<sup>2)</sup>。しかし、この方法の難点としては、第一に評価者の人数を揃えなければならない、会場準備や作業時間、コストなどに制約がある。さらに評価者の食生活や食文化による個人差や、評価時の体調の影響、加えて評価した味の表現が他人に伝わりにくいなどの問題もあげられる。こうしたことから官能評価とは別に、安定して客観的な味の評価が可能な技術の確立が強く望まれてきた。

近年、人間の味覚や嗅覚を模倣した装置が開発され、機械による客観的な味の評価が可能になった。これまでに多くの食品（緑茶<sup>3),4)</sup>、紅茶<sup>5)</sup>、烏龍茶<sup>5)</sup>、醤油<sup>6)</sup>、味噌<sup>6)</sup>などで適用され、研究分野のみならず実際に商品開発や市場調査などにも活用されている。例えば、味覚センサーによって味を数値化し、商品企画や消費者ニーズの把握、あるいは経時変化による消費期限設定やクリーム処理などの品質管理に利用することができる。ただし、現在の技術において味覚センサーが導き出す味の表現は「旨味」、「塩味」、「酸味」、「甘味」、「苦味」、「渋味」など主な味項目を数値化するのみで、人間が感じる味わい（例えば「まるやか」、「こってり」、「上品」、「さわやか」など）のような豊かな表現までは表すことができない。そのため、商品POPなどに掲載する際、どのようにして味覚センサーの分析値を人間の感覚に近い表現にまで落とし込めるかが重要であり、評価するうえでの課題となっている。

平成25年度より開始した「感性数値化・食品等高付加価値化プロジェクト」では、味覚センサーやにおいセンサー

などの分析装置を用いて県産品のおいしさを科学的に評価することで、高付加価値化を図る取り組みを実施している。これまでに様々な食品を分析しており、清酒についても多数評価を行ってきた。普段、我々が味覚センサーを用いて清酒を分析する際には、必ず人間の官能評価も併せて行うようにしている。その理由は、味覚センサーでは表現できない味の評価項目があるからである。逆を言えば、官能評価に味覚センサーによる客観的な評価を組み合わせて互いに補完し合うことで、清酒の特徴をより具体的に説得力のある形で表現することが可能と考える。そこで今回、島根県内で醸造された清酒を使って官能評価と味覚センサーの評価結果を比較し、味覚センサーの活用方法を検証したので、その結果について報告する。

## 2. 方 法

## 2.1 試験① 専門評価者による官能評価

平成26酒造年度島根県新酒技術研究会で審査された「香りを主たる特徴とする部門（吟醸の部）」の出品酒87点のうち47点を試料とした。審査会では、試料ごとに審査カード（図1A）を用意し、香味の品質及び総合評価（5点法）並びに特徴的な香味について評価を行った。審査員は、清酒の官能評価能力に優れ、清酒製造技術に詳しい専門の評価者5名（島根県産業技術センター職員3名、広島国税局鑑定官室職員1名、（独）酒類総合研究所職員1名）が行った。味の評価項目において「味品質」と「濃淡」は5段階で尺度評価しており、「味品質」を「すばらしい(1)～難点(5)」とし、「濃淡」を「薄い(1)～濃い(5)」として、1から5の数値を当てはめ数値化した。5段階評価しない「後味・軽快さ」、「刺激感・きめ」、「味の不調和」の各項目については、指摘した審査員の数を評点とした。なお、「後味・軽快さ」、「刺激感・きめ」については、中間（「どちらでもない」）以外の場合はどちらか近い方の評価を採用した（例えば「きれ・すっきり」と「どちらでもない」の間の指摘の場合は「きれ・すっきり」として処理した）。また、「味の調和」の項目については指摘した審査員数が少なかったため検証対象から除外した。

## 2.2 試験② 一般評価者による官能評価

島根県内の酒造会社が製成した大吟醸酒、純米大吟醸酒、純米吟醸酒、純米酒、本醸造酒など様々なタイプの市販酒

\*感性数値化・食品等高付加価値化プロジェクトチーム、  
\*\*農林水産素材加工科、\*\*\*生物応用科

島根県新酒技術研究会審査カード(1番)				
香りを主たる特徴とする部				
1番審査番号	審査員番号			
〔総合評価〕				
すばらしい	良好	どちらでもない	やや難点	難点あり
1	2	3	4	5
〔香り〕				
香り品質	すばらしい	どちらでもない	難点あり	
華やか	華やか	どちらでもない	乏しい	
吟醸香	果実様(〇〇)	果実様(〇〇)	酢酸エチル	高級アルコール
芳香	酢酸付アミ	カブの酸味		
木香様	アセト	イソパレル	香辛料様	
香辛料様	アルデヒド	アルデヒド	4VG	
麴	麴	甘臭	焦臭	
甘・焦げ		カラメル様		
酸化・劣化	老香	生老香	酵母様・粕臭	硫化物様
硫黄様				
移り香	ゴム臭	カビ臭	土臭	紙・ほこり臭
脂質様	ジアセチル	脂肪酸	酸臭	
酸臭				
その他				
〔味〕				
味品質	すばらしい	どちらでもない	難点あり	
濃淡	濃い	どちらでもない	薄い	
後味	きれ・すっきり	どちらでもない	くどい・だれる	
軽快さ				
刺激感	なめらか・まるい	どちらでもない	あらい・ざらつく	
きめ				
味の調和	甘味	酸味	うま味	苦味
味の調和				
その他				

図1 A 審査カード (島根県新酒技術研究会1番)

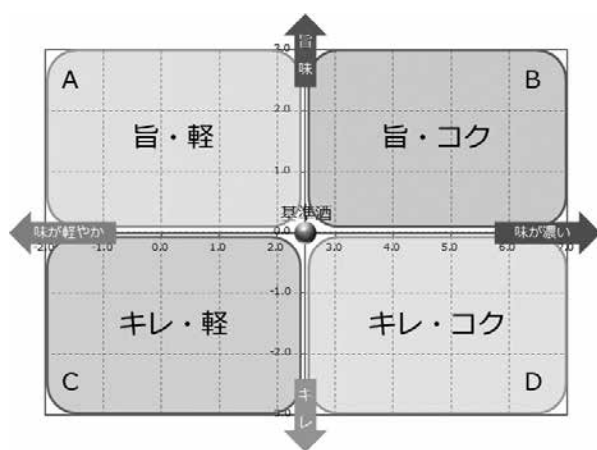


図1 B 評価用紙 (一般評価者用味わいマップ)

23点を試料とした。23点の試料のうち1点を味の強弱を判断するための基準酒とし、評価者はこれと比べてどのように感じるか、味覚センサーの二次元散布図(縦軸:旨味軸×横軸:塩味軸)から作成した評価用紙(図1B)のマップ上に味の特徴が合致すると思う位置に○印を記入した。評価者は、島根県産業技術センター浜田技術センター職員8(男女構成は男性7名、女性1名、年齢構成は、20代1名、30代1名、40代4名、50代2名)が行った。うち2名

は試験①でも審査員を担当した専門の評価者であり、ほか6名は官能評価が未経験で訓練されていない一般消費者(清酒の飲酒頻度:普段から清酒を飲酒する2名、たまに飲酒する1名、普段はあまり清酒を飲酒しない3名)を想定した。なお、基準酒はマップ中央に位置するものとし、事前にマップ上の味わい表現例を以下のとおり説明した。

- (A)「旨・軽」:旨味が感じられ、雑味は少なく軽快なタイプ。
- (B)「旨・コク」:しっかりとした味わいをもち、米の旨味が感じられるタイプ。
- (C)「キレ・軽」:口当たりがやわらかで、キレのいい軽やかなタイプ。
- (D)「キレ・コク」:口当りはやわらかで、後味の余韻が楽しめるタイプ。

### 2.3 味覚センサー分析

味覚センサー分析にはインテリジェントセンサーテクノロジー社製SA-402Bを用いた。センサーには食品用5種(旨味AAE,塩味CT0,酸味CA0,苦味C00,渋味AE1)を用いた。評価項目は、先味(口に入れた瞬間の味わい)の「旨味」「塩味」「酸味」「苦味雑味」「渋味刺激」及び後味(口の中に残る味の余韻)の「旨味コク」「苦味」「渋味」の合計8項目について評価した。測定は同一試料に対して4回行い、最初の1回目を除いた3回分の平均を各試料のセンサー測定値とした。これは、1回目の測定値が不安定の可能性があるための措置である。データ解析用に、分析試料とは別にコントロール試料(合成基準酒)を調製し、測定ごとにコントロール試料を第1サンプルに置いて測定を行った。補正処理は、センサーのドリフト(センサー出力の変動)を加味して、得られたコントロール試料の出力値を基準に各試料の出力値の差分を求める方法(補間差分)で補正した。

### 2.4 統計処理

官能評価及び味覚センサーの分析値の統計処理にはSAS Institute社製JMP13.0を用いて、相関分析および有意差検定を行った。

## 3. 結果と考察

### 3.1 試験① 専門評価者による官能評価と味覚センサー分析の比較

審査カードの評価項目の中から、味の項目に着目し味覚センサー分析との比較を行った。数値化した5名の審査員による評価の平均値を出品酒の評点とし、「総合評価」を含む「味品質」「濃淡」および味覚センサーの分析値の相関係数を表1に示した。官能評価項目の「総合評価」と「味品質」が危険率1%で有意な正の相関を示し、互いに「なめらか・まるい」とも正に相関していた。これに対して「くどい・だれる」及び「味の不調和」の「酸味」「苦味」とはともに危険率1%で有意に負の相関を示した。一

表1 専門評価者による官能評価項目の評点と味覚センサー分析値の相関係数

項目	総合評価	味品質	濃淡	味覚センサー									
				酸味	苦味雑味	渋味刺激	旨味	塩味	苦味	渋味	旨味コク		
総合評価	<b>1.000</b>												
味品質	<b>0.818**</b>	<b>1.000</b>											
濃淡	0.096	0.060	<b>1.000</b>										
味覚センサー													
酸味	-0.187	-0.072	<b>-0.453**</b>	<b>1.000</b>									
苦味雑味	0.035	0.018	0.392**	<b>-0.511**</b>	<b>1.000</b>								
渋味刺激	-0.111	-0.123	0.020	0.005	<b>0.658**</b>	<b>1.000</b>							
旨味	0.134	0.062	<b>0.510**</b>	<b>-0.973**</b>	<b>0.497**</b>	0.004	<b>1.000</b>						
塩味	-0.215	-0.257	0.391**	<b>-0.430**</b>	<b>0.488**</b>	<b>0.473**</b>	<b>0.467**</b>	<b>1.000</b>					
苦味	-0.065	-0.060	0.198	-0.250	<b>0.502**</b>	0.187	0.210	0.104	<b>1.000</b>				
渋味	0.133	0.043	0.379**	<b>-0.822**</b>	<b>0.690**</b>	0.176	<b>0.733**</b>	0.281	0.368*	<b>1.000</b>			
旨味コク	0.123	0.004	<b>0.452**</b>	<b>-0.827**</b>	<b>0.551**</b>	0.222	<b>0.765**</b>	<b>0.583**</b>	0.337*	<b>0.746**</b>	<b>1.000</b>		
後味・軽快さ													
きれ・すっきり	0.194	0.098	-0.261	<b>0.408**</b>	-0.171	0.102	<b>-0.465**</b>	-0.199	-0.352*	-0.236	-0.271		
どちらでもない	0.219	0.132	-0.045	-0.266	-0.072	-0.123	0.283	0.020	-0.086	0.059	0.218		
くどい・だれる	<b>-0.545**</b>	<b>-0.424**</b>	0.232	-0.022	0.284	0.291*	0.067	0.320*	0.147	0.051	0.110		
刺激感・きめ													
なめらか・まるい	0.300*	0.343*	0.077	-0.046	0.110	0.078	0.037	-0.081	-0.060	0.130	0.008		
どちらでもない	0.011	-0.022	-0.229	0.055	-0.271	-0.301*	-0.073	-0.278	-0.102	-0.114	-0.130		
あらい・ざらつく	-0.203	-0.204	-0.263	0.052	-0.222	-0.188	-0.122	-0.172	0.074	-0.045	0.083		
味の不調和													
甘味	-0.207	-0.276	0.214	-0.249	0.239	0.137	0.270	0.270	0.131	0.165	0.242		
酸味	<b>-0.530**</b>	<b>-0.482**</b>	0.021	0.312*	-0.096	0.194	-0.213	0.284	0.018	<b>-0.429**</b>	-0.141		
うま味	-0.033	-0.003	0.022	-0.004	0.261	0.340*	0.023	0.193	0.297*	0.059	0.210		
苦味	<b>-0.521**</b>	<b>-0.549**</b>	-0.135	0.210	0.040	0.154	-0.222	0.176	0.110	-0.047	0.019		
渋味	-0.127	-0.218	-0.181	0.226	-0.197	-0.047	-0.271	-0.150	0.055	-0.151	-0.059		

相関係数 $|r|=0.4$ 以上を太字, 有意水準は\*\* ( $p<0.01$ ), \* ( $p<0.05$ )で表記

方で、味覚センサーの分析値とは相関が見られなかった。「濃淡」については味覚センサーの「旨味」、「旨味コク」、「苦味雑味」、「塩味」、「渋味」と有意な正の相関を示し、「酸味」とは負の相関を示した。一般に清酒は有機酸やアミノ酸などの成分が多いと濃醇タイプ、少ないと淡麗タイプになり、糖分やアルコール分も濃淡に関与しているため、「濃淡」を決定づけるのに複数の味が関係することは納得できる結果と言える。この他に「後味・軽快さ」の「きれ・すっきり」が味覚センサーの「酸味」と正の相関、「旨味」、「苦味」と負の相関を示し、「くどい・だれる」が「渋味刺激」、「塩味」と正の相関を示した。また「味の不調和」の「酸味」が、味覚センサーの「酸味」と正の相関、「渋味」と負の相関を示し、同じく「味の不調和」の「うま味」は、センサー値の「渋味刺激」、「苦味」と正の相関があった。清酒の官能評価では、後味のきれの良さが総合評価に影響することが言われている<sup>7)~9)</sup>。適度な酸味は後味のきれを良くし、逆に味が多すぎると、後味のきれが鈍り、雑味として残る。味覚センサーの分析値が、感覚的にはそのことを表していると思われるが、今後更なる検証が必要である。

次に味覚センサー分析値から清酒の「濃淡」を表現できないか検討することにした。まず「濃淡」の評点の平均が3点より高い酒を「濃い」特徴に該当する酒(30試料)、平均3点の中間の酒は「どちらでもない」に該当する酒

(8試料)、3点より低い酒は「薄い」特徴に該当する酒(9試料)として大まかな区分を設け、味覚センサー分析値と比較した。各センサーの分析値から「酸味」、「旨味」、「塩味」、「渋味」、「旨味コク」が有意に「濃い」酒と、「どちらでもない」か「薄い」酒を区別できていた。一方、「薄い」酒と「どちらでもない」酒の差を区別できたものはなかった(図2)。今回の分析で使用した出品酒は、品評会の出品規格に合わせており酒質が均一化しやすく、また原酒(アルコール度数およそ17~18度)が出されるため、全体的に薄い酒が少なかったことが要因として考えられる。

清酒の組成を大まかにみると、清酒中に含まれる呈味成分としてアルコール分や糖分に次いで有機酸やアミノ酸が多い<sup>10)</sup>。有機酸(乳酸、リンゴ酸、コハク酸など)は、味の甘辛や濃淡に影響し、有機酸が多いと清酒の味は一般的に辛く、濃く感じられる<sup>11),12)</sup>。また、アミノ酸は種類によって旨味、甘味、苦味、酸味などを呈し、清酒においても味を決める重要な要素である。「濃い」区分と「薄い」区分を区別できた味覚センサーのうち、塩味用CT0センサーは、アニオン応答性の膜として有機酸塩に応答し、清酒の場合「濃醇感」の評価に活用できるという報告がある<sup>13)</sup>。また、旨味用AAEセンサーは、アミノ酸などの旨味成分に反応するように開発されている<sup>14)</sup>。塩味値と旨味値の二次元散布図を作成し、「濃淡」の結果と照らし合わせたと

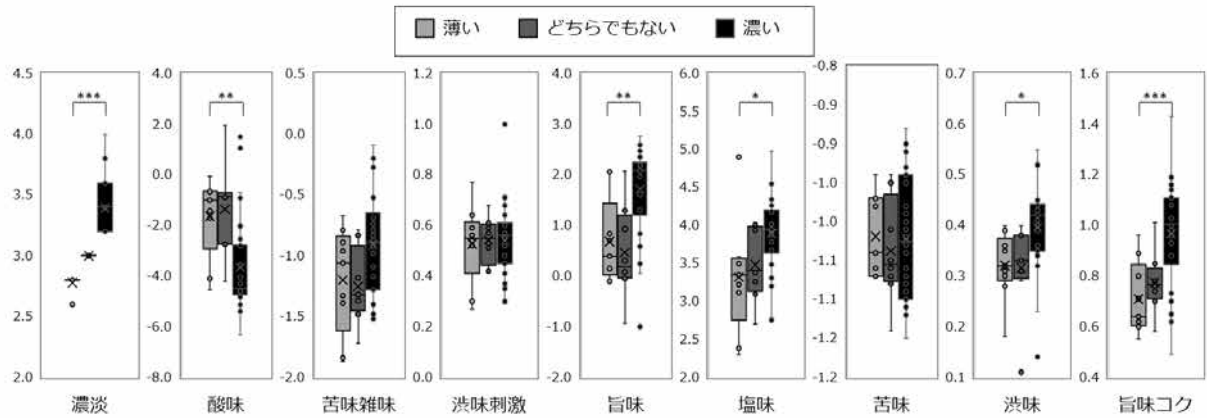


図2 濃淡と味覚センサー分析値の箱ひげ図  
 有意水準は\*\*\*( $p < 0.005$ ), \*\*( $p < 0.01$ ), \*( $p < 0.05$ )で表記

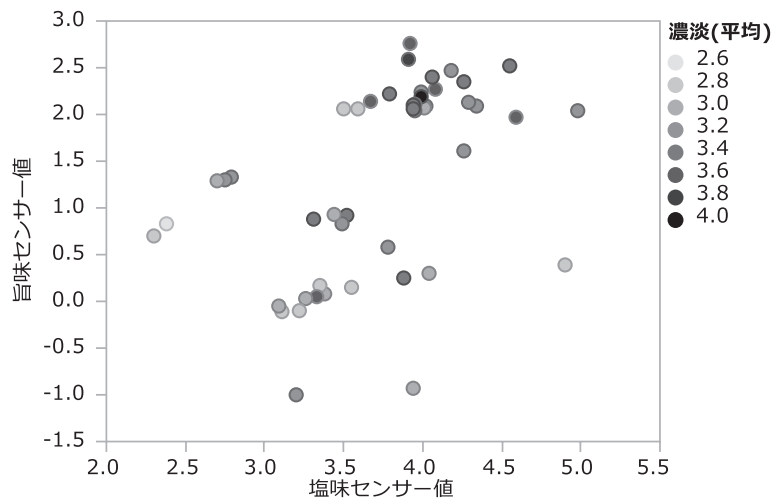


図3 旨味値及び塩味値による二次元散布図を用いた濃淡の評価

ころ、完全ではないものの、グラフの右上(塩味値、旨味値ともに高い位置)の酒ほど「濃い」区分に該当していた。一方、「薄い」区分ではバラツキが大きく、部分的には官能評価と一致していないところも認められた(図3)。

### 3.2 試験② 一般評価者による官能評価と味覚センサー分析の比較

実際の消費者の嗜好性をみるためのモデル試験として、一般評価者による官能評価と味覚センサー分析値の比較検証を行った。サンプルは予め味覚センサーで分析し、「旨味軸」と「塩味軸」の二次元散布図を作成し、全体のほぼ中央に位置する試料を基準酒とした。評価者に対しては、事前に4つに分けた味わい表現例について説明を行ったが、その解釈に関しては個人の認識に任せた。通常の官能評価でこのような方法は使われないが、実際の売場に展開しやすいように敢えて曖昧さを含めた形式で行った。分析の結果、識別能力や味に対する寛容性、嗜好性には個人差があるため、同じ酒でも評価には多少のバラツキが認められた。しかし、8名の評点の平均値と味覚センサーの分析値はわずかながらも有意に相関があった(図4)。今回のような

曖昧さを含めた試験でも、一定の相関が認められたことから、味覚センサーが示す清酒の味わいマップが一般消費者にも受け入れられる可能性がある。

## 4. ま と め

人間の官能評価と味覚センサーの分析値との相関について、専門評価者による評価及び一般評価者による評価の2つを検証した。結果として、味覚センサーの分析値から味の濃淡を特徴づけ、味わいマップに落とし込むことができる可能性があることを確認できた。ただし、現状ではセンサー自体まだ不完全な部分もあり課題は残る。例えば、旨味用センサーAAEは各種の旨味成分(グルタミン酸ナトリウム、イノシン酸、グアニル酸、コハク酸二ナトリウム)に応答を示す。これはセンサーの「広域選択性」と称され、人間の味覚は成分ではなく味として認識するため、マクロ的に見れば理にかなっている。しかし、実際には人間の感覚は同じ旨味成分でも、昆布(グルタミン酸ナトリウム)、カツオ(イノシン酸)、シイタケ(グアニル酸)、アサリ(コハク酸二ナトリウム)から抽出した“だし”の味の違

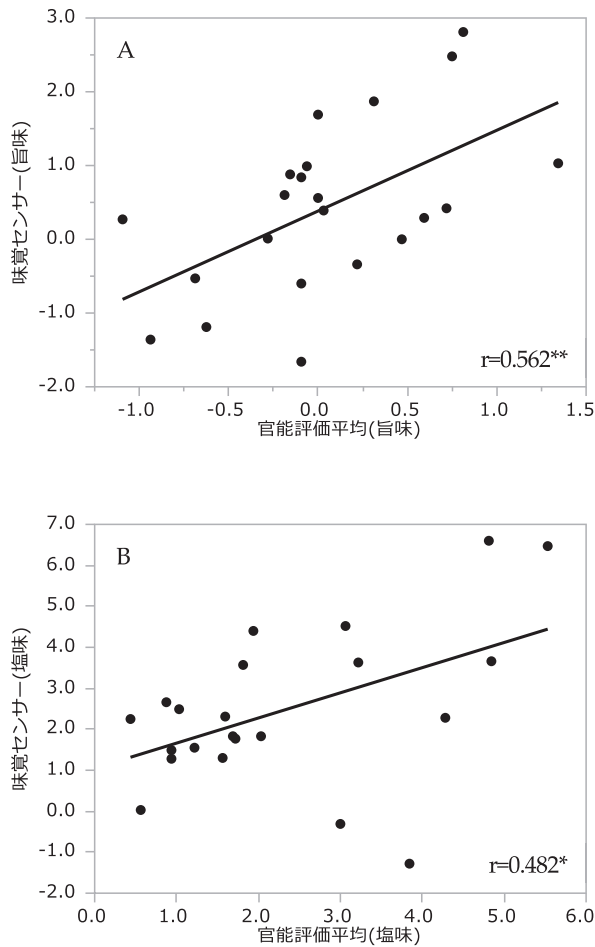


図4 味覚センサー分析値と一般消費者による官能評価の相関関係(A)旨味値, (B)塩味値  
 有意水準は $** (p<0.01)$ ,  $* (p<0.05)$ で表記

いを感じ分けることができる。単一の成分で味を評価することはできないが、細かな部分でセンサーと人間の官能評価値のズレが生じる要因にもなっている。

また、人間は見た目や香りによっても味のイメージ(甘い香り, 重たい香りなど)を先入観として受けるため、味覚センサーだけで官能評価を完全に説明づけるのは非常に困難である。今回の試験②においても、にごり酒や熟成香のある酒は、官能評価では「濃い」評価だったがセンサーの分析値は低値を示し、結果が乖離する傾向が見られた。

それでも、味の評価が安定して客観的にできる効果は大きいと考えられる。新酒技術研究会の出品酒については、過去3年間継続して味覚センサー分析を行っている。この中で全国新酒鑑評会の金賞受賞酒を分析結果に照らし合わせると、分析値がある程度決まった範囲に収まることが分かってきた。また、県の品評会では通常一社から数点の出品があるが、味覚センサーは同一社からの出品酒について、ほぼ同じ結果を導き出すことができる。これに対してたとえば、いくら官能評価能力に優れた評価者でも、利き酒の回数が増えれば感覚が鈍ってくるため、ブラインド形式の審

査会で同じメーカーの酒だけを見つけ出すことはまず不可能である。こうした能力は機器による客観的評価の優れているところである。この長所を活かし、例えば製造中のもろみ管理や、商品の品質管理に応用することができると思われる。

県内の酒造会社では、味覚センサーを用いた清酒の分析結果を営業ツールの一つとして活用するようなどころも出始めている。また清酒の分析だけでなく、相性の良い食べ物の提案に味覚センサーを活用する取り組み事例もある。我々は、味覚センサーの他にもビジュアルアナライザー(アルファ・モス・ジャパン製)、におい嗅ぎGC/MSシステム(サーモフィッシャーサイエンティフィック製)、におい識別装置(島津製作所製)、レオメーター(山電製)などの他の感性計測機器を活用して食品の特性を数値化している。今後更なる展開につなげるため、継続して味覚センサーなどを用いた食品の客観的な味評価技術の構築に取り組む必要がある。

## 文 献

- 1) 山野善正. おいしさの科学事典. 普及版. 朝倉書店, 2013, 416p.
- 2) 山口静子. 官能評価とは何か, そのあるべき姿. 化学と生物. 2012, vol.50, no. 7, p.518-524.
- 3) Hayashi, N.; Chen, R.; Ikezaki, H.; Yamaguchi, S.; Maruyama, D.; Yamaguchi, Y.; Ujihara, T.; Kohata, K. Techniques for universal evaluation of astringency of green tea infusion by the use of a taste sensor system. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 2006, vol.70, no.3, p.626-631.
- 4) Hayashi, N.; Chen, R.; Ikezaki, H.; Ujihara, T. Evaluation of the umami taste intensity of green tea by a taste sensor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2008, vol.56, no.16, p.7384-7387.
- 5) Hayashi, N.; Ujihara, T.; Chen, R.; Irie, K.; Ikezaki, H. Objective evaluation methods for the bitter and astringent taste intensities of black and oolong teas by a taste sensor. *Food Research International*. 2013, vol.53, no.2, p.816-821.
- 6) 戸井田仁一. 味覚センサーを用いたみそ, しょうゆの評価. *日本醸造協会誌*. 2012, vol.107, no. 7, p.485-490.
- 7) 藤井力, 磯谷敦子, 伊豆英恵, 神田涼子, 木崎康造. 平成25酒造年度全国新酒鑑評会出品酒の分析について. *酒類総合研究所報告*, 2015, vol.187, p. 1-16.
- 8) 藤井力, 磯谷敦子, 飯塚幸子, 伊豆英恵, 神田涼子, 家村芳次. 平成26酒造年度全国新酒鑑評会出品酒の分析について. *酒類総合研究所報告*, 2016, vol.188, p.1-16.
- 9) 藤井力, 磯谷敦子, 飯塚幸子, 伊豆英恵, 神田涼子, 後藤奈美. 平成27酒造年度全国新酒鑑評会出品酒の分析について. *酒類総合研究所報告*, 2017, vol.189, p. 1-16.

- 10) 日本醸造協会. “清酒編 第1章一般成分”. 醸造物の成分. 1999, p.1-7.
- 11) 池見元宏, 斎藤久一, 小泉武夫, 野白喜久雄. タイプ別清酒の成分比較について(第1報). 日本醸造協会誌. 1981, vol.76, no.12, p.831-834.
- 12) 国税庁. 全国市販酒類調査の結果について(平成27年度調査分).
- 13) 豊田健太郎, 池崎秀和, 平林和之, 三村昭彦, 那須賢二, 戸塚昭. 味覚センサーを用いた清酒の後味評価. 日本醸造協会誌. 2016, vol.111, no.1, p.49-58.
- 14) Kobayashi, Y.; Habara, M.; Ikezaki, H.; Chen, R.; Naito, Y.; Toko, K. Advanced Taste Sensors Based on Artificial Lipids with Global Selectivity to Basic Taste Qualities and High Correlation to Sensory Scores. Sensors. 2010, vol.10, no.4, p.3411-3443.