

味覚センサによる清酒の測定

中山 繁喜*、櫻井 廣*

複数の脂質を含む膜を使った味覚センサを導入し、清酒を測定したところ再現性のある測定値が得られた。一方、審査員の官能評価を主成分分析した結果、「味の濃淡」「甘さ」「爽やかさ」「苦渋」という観点で清酒を判別していると考えられた。その内、「甘さ」と「爽やかさ」はセンサで予測できた。また、「酸味の強さ」と「苦味渋味の有無」も予測可能であった。「甘さ」と「苦味渋味」は今回初めて予測できるようになり、新規センサの導入効果が認められた。
キーワード：味覚センサ、官能評価、清酒

Evaluation of *Sake* by Taste Sensor

NAKAYAMA Shigeki and SAKURAI Hiroshi

The lipid film sensor containing two more lipids was introduced for tasting *Sake*. It was confirmed that the measured value had reproducibility. On the other hand, it was thought that *sake* was distinguished by the viewpoint of "Thick and Thin of the taste", "Sweetness", "Freshness", and "Bitterness" since the sensory evaluation of the judge was analyzed in the principal ingredient. The sensor was able to forecast "Sweetness" and "Freshness" among those. Moreover, "Strength of acidity" and "Presence of the bitterness" were able to be forecasted. We found "Sweetness" and "Bitterness" could be forecasted using lipid film sensor.

keywords : Taste sensor, Sensory Evaluation, sake

1 緒 言

清酒の分類は、吟醸酒や純米酒等の製造品質表示基準にみられるように、原料米の精米歩合等製造上の区分に基づいて行われることが多い。そのため、消費者には酒の違いが分かりづらく、消費者の立場に立つなら、清酒の分類は酒質によって区分すべきである。その前提として、個々の酒の酒質を客観的に捉え、消費者に分かりやすく伝達する手段を確立する必要がある。そこで我々は味覚センサを導入し、センサによって酒質を予測するシステムの開発に着手している。昨年、複数の脂質を組み合わせた新たな脂質膜を利用したセンサが開発され、種々の酒質を予測できる可能性が出てきた。我々は熟練者の官能評価を、センサ測定値を使って再現する方法を検討したので報告する。

2 実験方法

2 - 1 味覚センサによる清酒の測定

アンリツ(株)製味認識装置 SA401 を用いた。この装置は人工脂質膜を利用したセンサが装着され、清酒の成分に応じた出力を発生する¹⁾。今回は新たに開発された 12 種類のセンサ(表 1)を使用した。

測定は次のように行った。始めに、保存液中に保管されたセンサの膜表面を、100mM 塩酸を 30% エチルアルコール溶液に溶かした洗浄液で洗い、つぎに 15% エチルアルコール、30mM コハク酸、30mM 塩化ナトリウムからなる基準液に浸し、センサ出力値が安定していることを確認し、この出力値をゼロとした。その後、専用ガラス容器に入れた約 150 ml の検体に浸し、各センサの測定値 (s1 ~ s12) を得た。続いて、各センサを再び基準液に浸し測定値を得た (ws1 ~ ws12)。この場合には、酒成分のうちセンサ膜への強吸着成分を測定することになる。したがって、1 本のセンサにつき 2 つの測定

* 醸造技術部

値を得る。測定は装置の構造上7サンプルずつ行い、補正は7サンプル毎に基準清酒で行った。測定は20で行った。

表1 センサに使用した人工脂質膜

センサ名称	使用した脂質
s1	Diocetylphenyl-phosphonate
s2	Diocetylphenyl-phosphonate
s3	PhosphoricAcidDi-n-decylEster, n-Tetradecyl Alcohol
s4	PhosphoricAcid Di-n-decyl Ester, Diocetylphenyl-phosphonate
s5	PhosphoricAcid Di-n-decyl Ester 2-Nitrophenylocyl ether
s6	Hexadecanoic Acid, Diocetylphenyl-phosphonate
s7	Tetradodecylammoniumbromide, n-Tetradecyl Alcohol
s8	Tetradodecylammoniumbromide, Diocetylphenyl-phosphonate
s9	Oleylamine, Diocetylphenyl-phosphonate
s10	2-Nitrophenylocylether
s11	PhosphoricAcid Di-n-decyl Ester, Tetradodecylammoniumbromide, Diocetylphenyl-phosphonate
s12	PhosphoricAcid Di-n-decyl Ester, Tetradodecylammoniumbromide, Diocetylphenyl-phosphonate

膜組成が同じでも配合比が異なるセンサがある。

2-2 センサによる測定値の再現性

市販清酒35点用いて、それぞれの酒を5回ずつ測定して、センサ測定値の再現性を検討した。

2-3 官能評価とセンサ測定

県内蔵元の市販清酒25点を、官能評価とセンサの測定に用いた。

官能評価は、県内酒造技術者および当所職員からなる審査員14名で行い、各酒ごとに「甘い」「辛い」「味が濃い」「味が薄い」「酸味が離れる」「老香味がある」「苦味渋味がある」の7項目について、該当する項目を指摘した。この7項目は審査会等で使用頻度の高い用語である。

また、「老香味」と「苦渋」については、3人以上が指摘した酒をそれぞれの特徴に該当する酒、それ以外はその特徴に該当しない酒という区分を設けた。

センサ測定は、7サンプルずつの繰り返し測定を2回、これを日を変えて3度行い、1サンプル当たり6つの測定値を得た。

2-4 統計解析法

(1)主成分分析法

「甘い」と判定した審査員の人数をその酒の甘さの度数とし、同様に「辛い」、「味が濃い」、「味が薄い」、「酸味」、「老香味」、「苦渋」についても度数化し、酒ごとの評価値を付けた。この7項目の度数を主成分分析した。

(2)重回帰分析法

センサ測定値を説明変数とし、「酸味」、「老香味」、「苦渋」の度数、および主成分得点を予測した。この方法は連続した数値を予測することができ、味の強さを予測した。

(3)重判別分析法

センサ測定値を説明変数とし、前述の7つの官能評価項目に該当するか否かを予測した。変数の選択は増減法とし、変数を取り入れるか、あるいは取り除くかを統計的に判定する基準は、偏F値 2.0とした。

この方法は、重回帰分析で予測精度が低かった項目について行った。二者択一の予測であり、より容易な予測である。

3 実験結果

3-1 センサ測定値の再現性

同一の酒を5回連続して測定し、センサ測定値の再現性を検討した。その結果、保存液中で保管した後、直ぐの測定値は、後の4回の測定値と離れる傾向が一部のセンサにみられた(図1)。また、測定開始直後の測定値を除いた4回のバラツキと、酒35点間のバラツキを比較すると、ws7を除いた全てのセンサ測定値で、4回のバラツキの方が小さく(危険率5%)、各センサは酒間の違いを捉えていた。

以上の結果を踏まえて、測定開始直後の測定値を除くため、以下の測定法で行いこととした。すなわち、7サンプルずつの繰り返し測定を2回、これを日を変えて3度行った測定値のうち、2回ずつの測定の2回目の測定値だけを採用して、3つの測定値の平均値をとることにした。

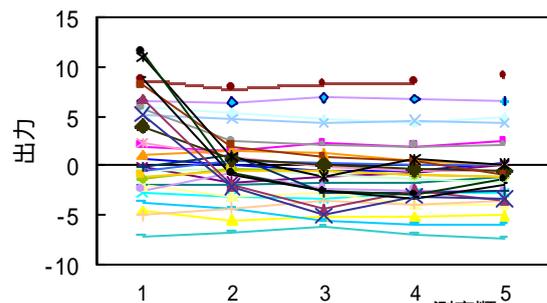


図1 1回目の測定値が離れる例

表2 官能評価の主成分分析

変数	主成分						
	第1	第2	第3	第4	第5	第6	第7
甘い	0.062	-0.868	-0.004	-0.120	-0.271	-0.354	-0.169
辛い	-0.422	0.676	0.373	-0.370	0.139	-0.171	-0.203
味が濃い	0.888	-0.091	-0.088	0.070	0.244	0.264	-0.249
味が薄い	-0.775	-0.251	-0.070	-0.185	-0.269	0.464	-0.100
酸味	-0.021	0.690	-0.548	0.286	-0.340	-0.117	-0.114
老香味	0.577	0.246	0.602	0.119	-0.467	0.102	0.019
苦渋	0.587	0.170	0.303	-0.710	-0.148	0.024	0.093
寄与率(%)	32.1	26.4	13.0	11.3	8.3	6.6	2.3

3 - 2 官能評価項目相互の関連性

「甘い」、「辛い」、「味が濃い」、「味が薄い」、「酸味」、「老香味」、「苦渋」の度数を酒25点で主成分分析を行った結果を表2に示した。第1主成分は「味が濃い」と「味が薄い」が正負に対局し、「味が濃い」の方に「老香味」と「苦渋」が位置した。第2主成分は「甘い」の因子負荷量が大きく、「辛い」と「酸味」が対局した。第3主成分は「老香味」と「酸味」が対局して位置した。第4主成分は「苦渋」だけが、大きい値であった。第5、6、7主成分には、特に目立つ変数がなかった。

3 - 3 センサによる各主成分得点の予測

2 - 2の主成分分析で得られた7つ主成分の因子得点と、センサ測定値を重回帰分析した。その結果、下記の回帰式が算出された。比較的高い重相関係数は、第2主成分の0.864、第3主成分の0.804であった。

第1主成分 (重相関係数 0.618)

$$= -(s9 \times 0.11) + (s3 \times 0.26) + 0.25$$

第2主成分 (重相関係数 0.864)

$$= (s6 \times 1.01) - (s1 \times 0.51) + (s7 \times 1.21) - (ws4 \times 0.44) - (s3 \times 0.36) + 3.43$$

第3主成分 (重相関係数 0.804)

$$= -(s4 \times 0.35) + (ws4 \times 0.52) + (ws5 \times 2.15) + (ws8 \times 2.86) - (s8 \times 0.13) - (s1 \times 0.10) - 0.76$$

第4主成分 (重相関係数 0.386)

$$= (s8 \times 0.05) - 0.20$$

第5主成分 (重相関係数 0.764)

$$= -(s8 \times 0.30) + (ws11 \times 2.42) - (s6 \times 0.24) - (s2 \times 0.90) + (s9 \times 0.60) - 1.23$$

第6主成分、第7主成分には、有効な変数が無かった。

3 - 4 酸味の予測

酸味ありと指摘した人数を、その酒の酸味度数とし、センサ測定値を説明変数とする重回帰分析を行った。その結果、つぎの回帰式が算出された。

$$\text{「酸味」} = (s2 \times 1.27) + (s10 \times 0.37) - (ws10 \times 1.41) + 2.99$$

(酸味を指摘すると予測される人数)

この式から算出される予測値と、酸味度数との重相関係数は0.802であった(図2)。

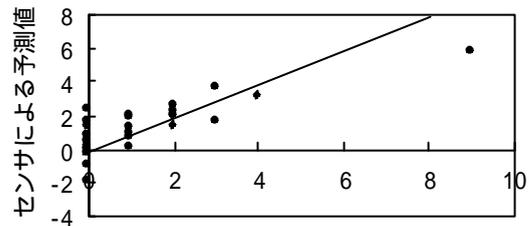


図2 酸味の指標とセンサによる予測

3 - 4 老香味と苦渋の予測

酸味と同様にして、重回帰分析を行ったところ、「老香味」の重相関係数は3変数を採用して0.521、「苦渋」では4変数を採用して0.716であった。

さらに、これらの特徴に該当するか否かの予測に限った重判別分析を行った。その結果、3人以上の審査員が指摘し「老香味がある」酒7点の内、センサでも「老香

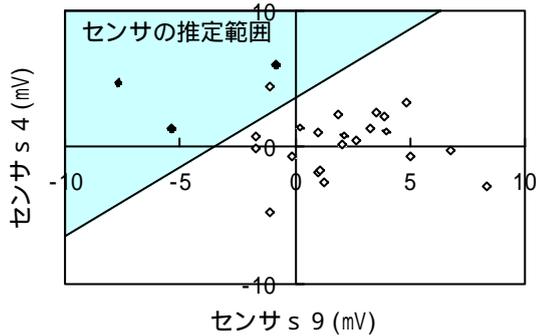


図3 センサによる苦渋の予測

○：審査員が苦渋ありとした酒、●：苦渋なしとした酒味がある」と予測できたのは4点に止まった。しかし、「苦渋」は、s9とs4のセンサ測定値を使って、苦渋がある3点の酒と無い酒21点を正確に予測し、1点の酒の予測を誤るだけであった(図3)。

4 考 察

今回使用したセンサの中には、測定開始直後の測定値だけ、後の測定値と離れるものがあった。これは保存液と清酒では、センサを浸した際、センサ膜への吸着量の差が大きすぎ、センサが安定状態になるまで時間を要するためと考えられる。また、測定値の再現性を高めるため、補正用の清酒を使用しているが、空気中に長く放置すると酒質が変化したり、測定時期が異なると、補正值が変わることが懸念される。安定な物質で合成した補正液に替えのが望ましいと思われる。

7項目の官能評価値を主成分分析した結果、以下の様に考えられた。第1主成分は「味の濃淡」が根幹になっている。「味が濃い」と同じ方向に「老香味」と「苦渋」が位置することは、熟成が進めば味が濃い方向に向かうことや、適度な苦渋味は味の濃さを助長することと合致している。第2主成分は「甘さ」を表している。ただし、甘い対局は、「辛い」でもあり「酸味が離れる」でもある。第3主成分は、「酸味が離れる」と「老香味」が対局しているので「爽やかさ」とする。酸味があると爽やかさが増し、酒が熟成すると「くどさ」が出て爽やかさがなくなる。第4主成分は主に「苦渋」を表している。第5、6、7主成分は明確な意味づけができなかった。

以上ことから、審査員は「味の濃淡」「甘さ」「爽やかさ」「苦渋」という観点で清酒を判別していると考えられた。ただし、消費者へ酒質を伝えるなら、苦渋は「まるやかさ」とし、ビターとマイルドという表現を使うのが望ましいと思われる。苦渋が強い酒という表現は、消費者へ悪いイメージを与えかねないからである。

つぎに、センサ測定値を使って、各主成分の因子得点すなわち審査員の4つの観点をセンサで予測した。因子得点と予測値の重相関係数が高く、十分な予測精度が得られたのは、「甘さ」と「爽やかさ」である。この項目は消費者にも分かりやすく、有用性があると思われる。この2つの予測にはセンサを7本使っているが、測定装置に1度に装着できるセンサの数は限られていることから、より少ない本数で予測できることが望ましい。また、今回「味の濃淡」と「苦渋」は、重相関係数が低く推定精度が低かったが、前者は今回使用しなかった疎水性膜を使ったセンサで対応できることが判っている³⁾。

苦渋は、その「強さ」を高い精度で予測することはできなかったが、苦渋の「有無」は2本のセンサを使うことで予測可能と思われる。最近では原料米の精白度が上がり、苦渋を指摘される酒が散見されるようになっており、製造管理用としての有用性はあると思われる。しかし、今回は官能評価で苦渋があると判定された清酒が少なかったことから、サンプル数を増やし再試験する必要がある。

「酸味」は第2、3主成分等に分散したが、消費者が分かりやすい言葉と思われるので、酸味の強さを予測した。酸味は、3つのセンサ測定値から算出した値と審査員の判定との重相関係数が高く、センサで予測できたと思われる。

今回、Diocetyl phenyl-phosphonate、Phosphoric Acid Di-n-decyl Ester等を含む膜を用いたセンサを使うことで、「甘さ」と「苦渋」を初めて予測できた。さらに、苦渋の強さの感知や、甘さを少ないセンサ数で予測できるよう検討する。

5 結 語

今回、複数の脂質を含む膜を用いた味覚センサを導入し、清酒を測定したところ再現性のある測定ができた。一方、審査員の官能評価を主成分分析した結果、「味の濃淡」「甘さ」「爽やかさ」「苦渋」という観点で清酒を判別していると考えられた。その内、「甘さ」と「爽やかさ」をセンサで予測できた。また、「酸味の強さ」と「苦渋味の有無」も予測可能であった。「甘さ」と「苦渋味」は今回初めて予測できるようになり、新規センサの導入効果が認められた。今後は、少ないセンサ数で「甘さ」や「苦渋の強さ」に対応できるよう検討する。

本研究の遂行するにあたり、人工脂質膜センサを開発、提供していただいたアンリツ株式会社に深謝します。ま

味覚センサによ清酒の測定

た、測定値の解析等に協力していただいた池崎秀和氏、
東久保理江子氏に深謝します。

勝史、前田紀寛：アンリツテクニカル 71,159-166
(1996)

2) 浅野紀夫：統計・分析手法とデータの読み方、日刊
工業新聞社(1996)

文 献

1) 池崎秀和、駒井寛、内藤悦伸、東久保理江子、佐藤

3) 中山繁喜、櫻井 廣：本誌、5、103 (1998)