

味関連データを基にした日本酒の味のマッピングと分類化

野田 博行 (山形大学 学術研究院, hironoda@yz.yamagata-u.ac.jp)

Mapping and classification of the taste of sake based on taste data

Hiroyuki Noda (Academic Assembly, Yamagata University, Japan)

要約

日本酒の味を糖度 (Brix値) 計と酸度計、味覚センサーを用いて調べた。試料として、100点の国産日本酒を用いた。味覚値は味覚センサーを用いて、酸味、塩味、旨味、苦味雑味および渋味刺激の5先味と旨味コク、苦味および渋味の3後味を測定した。それぞれの味データを解析した結果、日本酒の味の指標として、Brix値 (甘辛)、酸味値 (辛さ) および旨味コク値 (旨味) が適していると考えられた。この3つの指標を用いたクラスター分析により8つのクラスターに分類された。8つのクラスターをそれぞれの数値を基に、Brix値による甘辛の定義から、クラスター2と3は甘口、これ以外は辛口と判定した。また、濃淡は、酸味値を+4から-2 (酸味が強いとプラス)、旨味コク値を+3から-1 (旨味が強いとマイナス) で総合評価した。酸度と日本酒度による味分類を基に、辛口でプラスの場合は淡麗辛口、マイナスの場合は濃淳辛口と分類した。甘口でプラスの場合は濃淳甘口、マイナスの場合は淡麗甘口と分類した。その結果、酸度と日本酒度による分類に比べ、濃淳辛口への極端な集中はみられなかった。以上のことから、味の指標として、Brix値、酸味値および旨味コク値を用いることにより、日本酒の味を概ね4つの味に分類でき、酸度と日本酒度による分類より味の違いを見分けられる可能性が示唆された。

Abstract

The taste of sake was examined using a Brix meter, an acidity meter, and a taste sensor. One hundred domestic sake samples were used as samples. The taste values were measured using a taste sensor to determine the five first tastes (acidity, saltiness, umami, miscellaneous bitterness, and pungent astringency) and the three after tastes (umami richness, bitterness, and astringency). After analysing the respective taste data, the Brix value (sweetness and dryness), the acidity value (dryness), and the umami richness value (umami) were considered suitable as taste indicators for sake. Using these three indices, cluster analysis classified the sake into eight clusters; based on the values of each of the eight clusters, clusters 2 and 3 were judged as sweet based on the definition of sweetness and dryness by Brix value, while all other clusters were judged as dry. Light and rich was also evaluated comprehensively using acidity values ranging from +4 to -2 (positive for strong acidity) and umami richness values ranging from +3 to -1 (negative for strong umami). Based on the taste classification using acidity and sake degree, dry and positive values were classified as light dry, while negative values were classified as rich dry. If the taste was sweet and positive, it was classified as rich sweet; if negative, it was classified as light sweet. As a result, there was no extreme concentration of rich dry compared to the classification by acidity and sake degree. These results suggest that the use of Brix value, acidity value, and umami richness value as taste indices can be used to classify sake into four general tastes, and that it may be possible to distinguish differences in taste better than classification by acidity and sake degree.

キーワード

日本酒, 味覚センサー, 糖度 (Brix), 酸味, 旨味コク

1. 緒言

日本酒の味の評価は、日本酒鑑評会をはじめとして官能検査で最終判断が下されている (茨城県醸造試験所, 1965; 鈴木他, 1978)。また、佐藤らは、人工酒と合成酒を用い、官能評価と酸度 (辛さと濃淡)、還元糖濃度 (甘さ) の関係を明らかにし、濃淳辛口、淡麗辛口、濃淳甘口、淡麗甘口の四つのタイプに分類した (佐藤他, 1974)。しかし、市販酒では、狭い範囲に集中して必ずしも適用できるわけではないと述べている。

一方これまで、多くの研究者が化学成分による日本酒の評価を試みている (岩野他, 1981; 池見他, 1981; 小川他, 2010)。

たとえば、岩野らは、日本酒の一般的な指標であるアルコール度、日本酒度 (比重)、酸度およびアミノ酸度にダイアセチル、ピルビン酸、酢酸等と官能検査の関係を主成分分析とクラスター分析により検討している (岩野他, 1981)。その結果、ピルビン酸により類別化されたものの、日本酒の品質との関係は認められないことを報告している。

また、池見らは、秋田県産の日本酒18点のタイプ別の成分比較を行っている (池見他, 1981)。その結果、特に有機酸の組成が日本酒のタイプにより異なることを報告している。

さらに、小川らは、日本酒のタイプ別と成分との関係を検討している (小川他, 2010)。その結果、微量アルコール成分やアミノ酸組成、フルフラールが本醸造や吟醸などの日本酒のタイプにより特徴があることを明らかにしている。

近年、味覚センサーを用いた食品の味の評価手法 (池崎他, 2011; 都甲, 2000) が開発され、日本酒の味の評価への

応用も検討されている（熊谷他, 2001；都甲, 2016；柳澤他, 2019）。

熊谷ら(2001)は、195点の日本酒を味覚センサーで分析し、小川らと同様に日本酒のタイプにより特徴があることを示した。また、官能評価値や化学分析値と味覚値の重相関分析から、アルコール度や酸度、官能評価値が概ね予測できることを明らかにしている。

都甲(2016)は、甘味や旨味、塩味、旨味コクを指標とした日本酒の味覚マップを示し、日本酒の銘柄により特徴があることを明らかにしている。

柳澤ら(2019)は、57点の日本酒を味覚センサーで分析し、酸味と苦味雑味を軸に、マッピングを試みている。しかし、味の分類には至っていない。

これまでに報告されたいずれの方法も日本酒の明確な味分類には至っていない。

そこで、本研究では、国内の日本酒100点を用いて、糖度(Brix値)および味覚センサーで測定した味覚値をクラスター分析により分析した結果、指標としてBrix値、酸味値、旨味コク値を用いることにより、日本酒の味分類が可能ではないかとの知見が得られたので、以下に詳細を報告する。

2. 実験方法

2.1 味覚の評価

試料として、国内の酒蔵から入手した、一部古酒を含む2019年から2021年製造の各種日本酒（本醸造、純米、吟醸、純米吟醸、大吟醸、純米大吟醸）100点を用いた。味覚は、日本酒を希釈せずそのまま測定した。

味覚値は、インテリジェントセンサーテクノロジー(株)製味覚センサー (SA-402B)を用い、酸味と塩味、旨味、苦味雑味、渋味刺激の5先味と旨味コクと苦味、渋味の3後味を最大10検体測定した。複数回の測定における誤差を低減するため、各測定において必ず同一試料を測定することにより規格化した。

Brix値と酸度は、ATAGO製PAL-BX/ACID121型糖酸度計を用いて測定した。

3. 結果と考察

3.1 日本酒の味覚データ

図1に、国内の酒蔵から入手した日本酒100サンプルを味覚センサーで測定した味覚データを示す。サンプル間のばらつきが大きかった項目は、塩味と酸味、旨味コクであった。

3.2 Brix値と日本酒度の関係

図2に、日本酒のBrix値と日本酒度の関係を示す。日本酒のBrix値は日本酒度に対し、負の相関を示した ($R^2 = 0.439$)。日本酒度は日本酒の甘口、辛口の指標であることから、Brix値(糖質やアミノ酸等の可溶性固形物の量)も甘辛の指標となると考えられる。ただ、高い日本酒度領域で回帰直線から外れる傾向を示した。

3.3 Brix値とアルコール度の関係

図3に、日本酒のBrix値とアルコール度の関係を示す。日

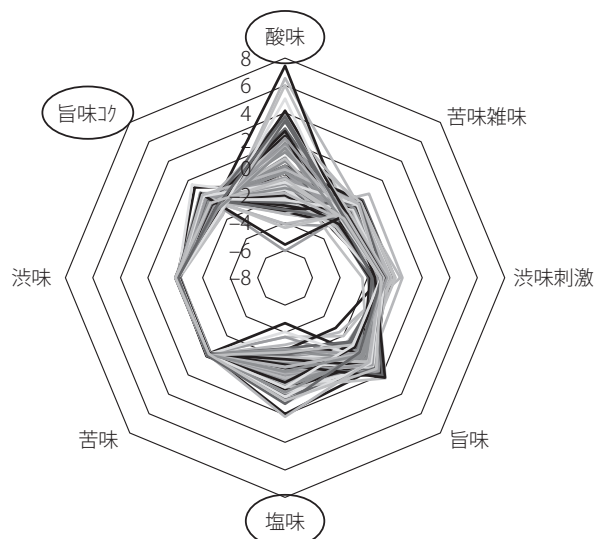


図1：日本酒100点の味覚チャート

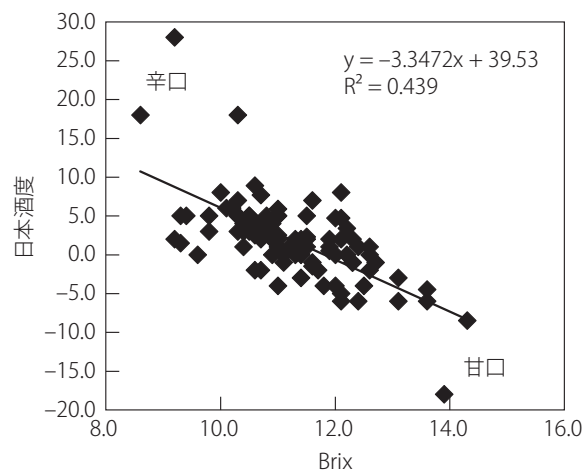


図2：日本酒のBrix値と日本酒度の関係

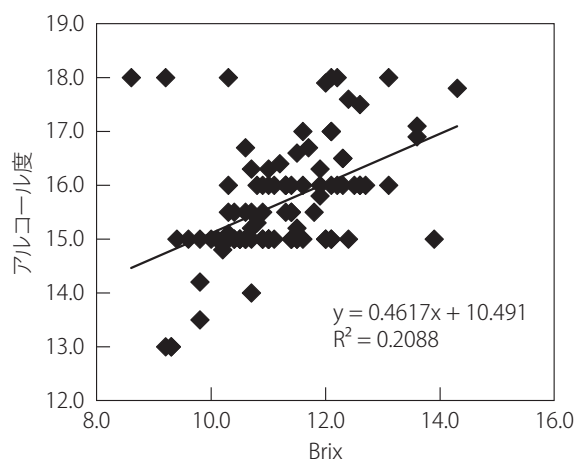


図3：日本酒のBrix値とアルコール度の関係

本酒のBrix値はアルコール度に対し、弱い正の相関を示した ($R^2 = 0.209$)。この結果は、アルコール度が高い日本酒ほどBrix値が高い傾向を示すが、必ずしも、アルコール度が高くてBrix値が高くない事例も見られた。これは、Brixと関係

する糖分が、アルコール度と必ずしも相関しないためと考えられる。事実、アルコール度はBrixと高い正の相関を示している(増田他, 2015)。

3.4 Brix 値と日本酒度、アルコール度の関係

図2と図3の結果を基に、Brix 値と日本酒度、アルコール度の関係を重回帰分析により解析した。表1と図4に、結果を示す。表1から、以下の回帰式が得られた。

$$\text{Brix 値} = -1.548 [\text{日本酒度}] + 0.6007 [\text{アルコール度}] + 2.1103 \quad (1)$$

表1：Brix 値と日本酒度およびアルコール度の重回帰分析により得られた各種数値

項目	数値	P 値
相関係数	0.883	
決定係数	0.7797	
修正済み相関係数	0.8803	
修正済み決定係数	0.7749	
回帰式の優位性		< 0.001
偏回帰係数(日本酒度)	-0.1548	< 0.001
偏回帰係数(アルコール度)	0.6007	< 0.001
定数	2.1103	< 0.01

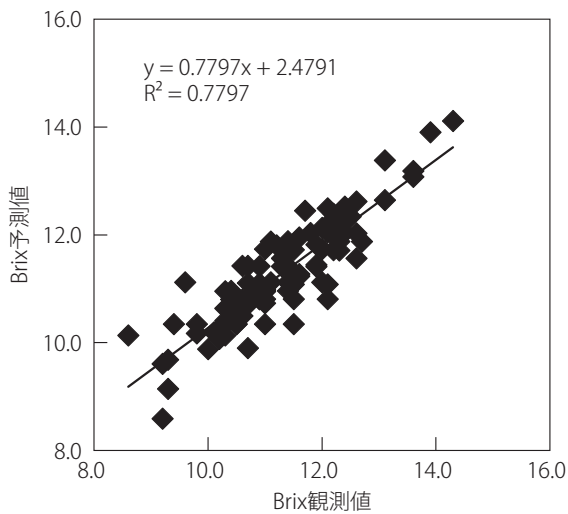


図4：Brix 値の観測値と予測値の関係

回帰式の重相関係数は0.8830、決定係数は0.7797と高い相関を示した。説明変数の数による修正済み重相関係数は0.8803、修正済み決定係数は0.7749と無修正とほぼ同等の数値を示した。回帰式は、0.1%以下の棄却率で有意であった。したがって、Brix 値は、日本酒度とアルコール度によりほぼ説明できることが明らかとなった(予測精度77.49%)。つまり、Brix 値は日本酒度(比重)をアルコール度で補正した値ということになる。日本酒度は主に糖分に反比例することから、Brix 値は日本酒の甘口、辛口の指標となると考えられる。そこで、日本酒度0を基準にプラスを辛口、マイナスを甘口

とすると、アルコール度16%の場合、Brix 値は11.7となる。11.7より大きければ甘口、小さければ辛口と定義した。

3.5 アミノ酸度と旨味コク値の関係

図5に、アミノ酸度の対数と旨味コク値の関係を示す。旨味コク値は、アミノ酸度の対数に対し、弱い相関を示した($R^2 = 0.167$)。ここで、アミノ酸度の対数としたのは、味覚値が対数軸の1と10の間を12.6分割して線型表示しているためである(池崎, 2012)。旨味はごくみとよばれ、濃渾な味を示す(西谷, 1999; 佐々木, 2007)ことから、旨味コク値はコハク酸やアミノ酸を含む旨味成分(日本酒の濃淡)の指標になると考えられる。

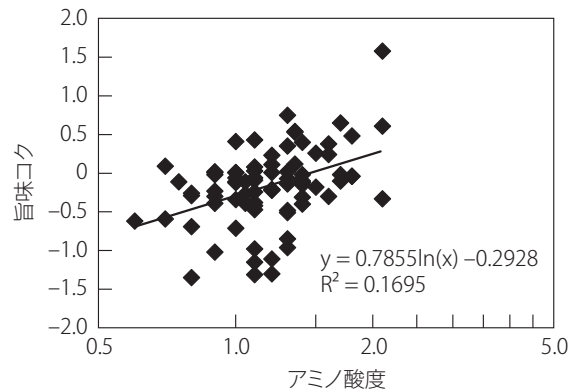


図5：アミノ酸度と旨味コク値の関係

3.6 酸度と酸味値の関係

図6に、酸度の対数と酸味値の関係を示す。酸度と酸味値には相関はみられなかった。果物の事例では、果物の種類により、酸味値と酸度の関係に違いがあることが明らかになっている(野田, 2021)。したがって、日本酒に含まれる乳酸やリンゴ酸、クエン酸など酸の種類の違いや酸味の違い(浅野, 2007; 島津他, 2009)、糖度や旨味成分等様々な味成分と酸の相互作用が影響しているためと考えられる(浜島, 1976; 1977; 1981)。以上のことから、酸味値の方が辛さの指標として適していると考えられる。

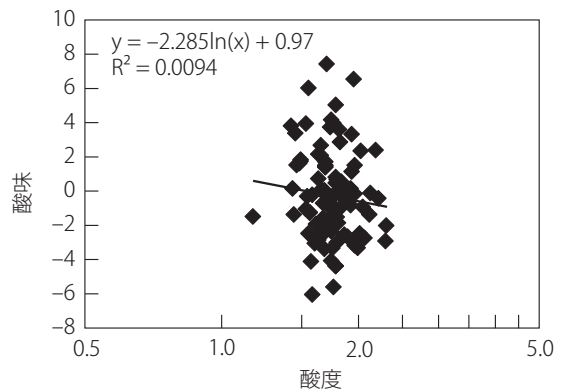


図6：酸度と酸味値の関係

3.7 日本酒度と酸度の関係

佐藤らは、酸度が0.6～2.8 ml、還元糖濃度が0～8 g/100 mlの範囲にある人工酒や合成酒を用いて分類し、市販の日本酒では中心部に集中していることを示している（佐藤他, 1974）。本研究で用いた試料でも、図7に示すとおり、酸度が1～2に集中している。佐藤らの分類を適用すると、濃渾辛口が極端に多く、淡麗辛口、濃渾甘口、淡麗甘口が少ない分布となった。したがって、この方法では、必ずしも味の分類が出来ているとはいえないと考えられる。

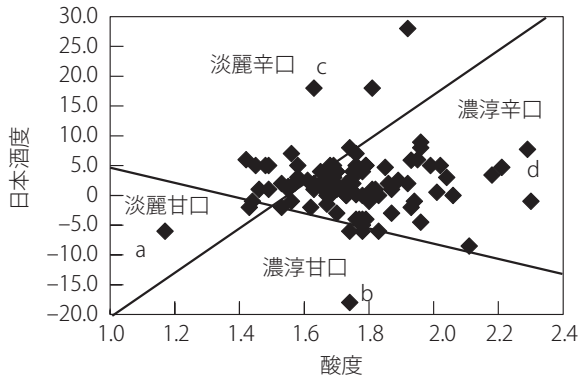


図7：日本酒度と酸度による日本酒の味分類

3.8 日本酒の味覚マップ

以上の結果から、日本酒の味を表現する指標として、Brix値(甘さ、辛さ)、酸味値(辛さ)、旨味コク値(旨味やコク)を用いることが妥当と考えられる。図8に、これらの指標を用いて日本酒をクラスター分析により8分類した結果を示す。表2に、クラスターごとの酸味値、旨味コク値およびBrix値の平均値と味分類を示す。

上述のBrix値による甘辛の定義から、クラスター2と3は甘口、これ以外は辛口と判定した。また、濃淡は、酸味値を+4から-2(酸味が強いとプラス)、旨味コク値を+3から-1(旨味が強いとマイナス)で総合評価した。図7の濃渨甘口(b)、

淡麗甘口(a)に該当する日本酒も同じ味に分類されたことから、甘口でプラスの場合は濃渨甘口、マイナスの場合は淡麗甘口と分類した。同様に、図7の分類で淡麗辛口(c)と分類されたものが、クラスター8に、濃渨辛口(d)と分類されたものがクラスター7に該当することから、辛口でプラスの場合は淡麗辛口、マイナスの場合は濃渨辛口と分類した。

図9に、旨味コク値を球の大きさで表し、Brix値11.7を境界線とした、Brix値と酸味値の関係、図10に、酸味値を球の大きさで表し、Brix値11.7を境界線とした、Brix値と旨味コク値の関係を示す。いずれも、概ね、Brix値11.7を境に、甘口と辛口に分かれた。また、酸味が強く、Brixが高いグループが濃渨甘口、酸味が弱く、Brixが高いグループが淡麗甘口、酸味が強く、Brixが低く、旨味コクが弱い(小さい球)グループが淡麗辛口、酸味が弱く、Brixが低く、旨味コクが強い(大きい球)グループが濃渨辛口となった。クラスター4は、淡麗辛口に分類されるが、酸味が強い淡麗辛口(酸)として区別した。図7と比べ、淡麗辛口と濃渨辛口が入れ替わった分布となった。甘口と辛口ともに、淡麗と濃渨の境界に重なりがあり、やや判別しにくい領域が存在した。しかし、Brix値と旨味コク値のグラフでは、濃渨辛口と淡麗甘口(酸味の球が小さい)、淡麗辛口と濃渨甘口(酸味の球が大きい)で、淡麗と濃渨の境界が判別可能となった。したがって、Brix値と酸味値、旨味コク値を指標とすることにより、日本酒の味を概ね4つの味に分類でき、酸度と日本酒度による分類より味の違いを見える化できる可能性が示唆された。

4. 結言

日本酒の味を糖度(Brix値)計と酸度計、味覚センサーを用いて調べた。その結果、日本酒の味の指標として、Brix値(甘辛)、酸味値(辛さ)および旨味コク値(旨味)が適していると考えられた。

この3つの指標を用い、クラスター分析により8つに分類できた。8つのクラスターをそれぞれの数値から、Brix値による甘辛の定義により、クラスター2と3は甘口、これ以外は辛口と判定した。また、濃淡は、酸味値を+4から-2(酸味

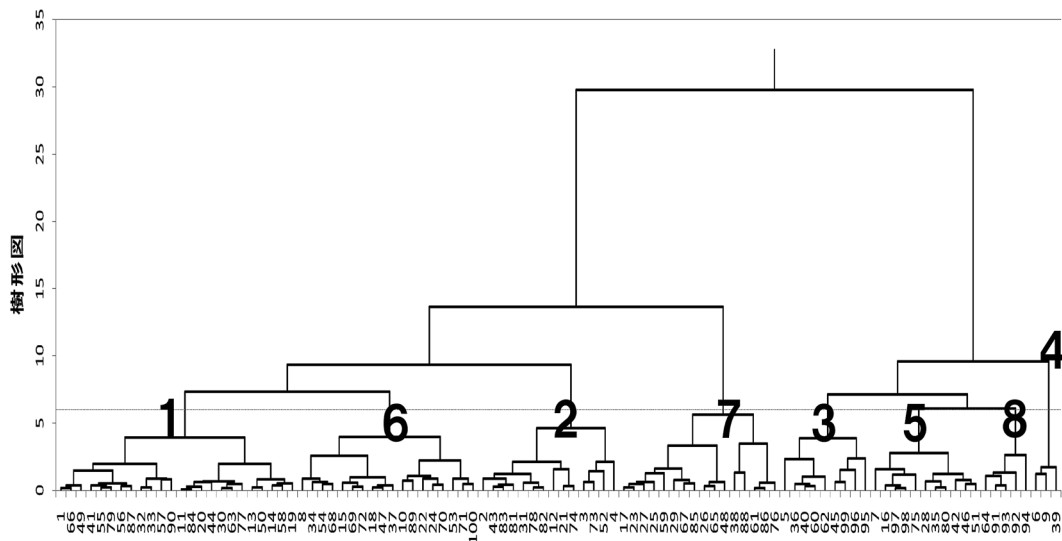


図8：日本酒のクラスター分析結果

表2：クラスターごとの数値と味判定

クラスター	数	酸味平均値	旨味コク平均値	Brix平均値	味分類
1	24	-0.0094	-0.153 (+)	11.292 (辛口)	+淡麗辛口
2	14	-1.869 (-)	0.396 (-)	12.593 (甘口)	2-淡麗甘口
3	9	3.291 (++)	-0.560 (++)	12.533 (甘口)	4+濃淳甘口
4	3	6.667 (++++)	-1.260 (+++)	10.900 (辛口)	7+淡麗辛口(酸)
5	11	1.671 (+)	-0.572 (++)	11.218 (辛口)	3+淡麗辛口
6	18	-1.554 (-)	-0.089	10.600 (辛口)	-濃淳辛口
7	16	-3.626 (--)	0.249 (-)	10.638 (辛口)	3-濃淳辛口
8	5	3.388 (++)	-1.036 (+++)	9.720 (辛口)	5+淡麗辛口

注：酸味；0～2, +; 2～4, ++; 4～6, +++; 6～, ++++; 0～-2, -; -2～-4, --旨味コク；0～0.5, -; -0.5～0, +; -1～-0.5, ++; ~-1, +++Brix; 11.7未満辛口、11.7以上甘口。

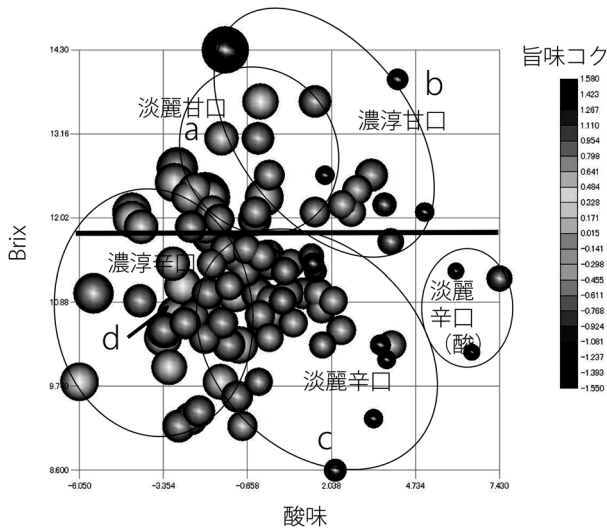


図9：Brix値と酸味値による日本酒の味分類

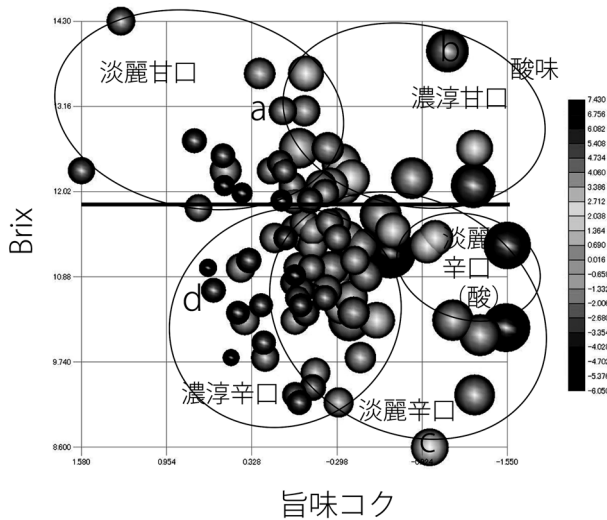


図10：Brix値と旨味コク値による日本酒の分類

が強いとプラス)、旨味コク値を+3から-1(旨味が強いとマイナス)で総合評価した。酸度と日本酒度による味分類を基に、辛口でプラスの場合は淡麗辛口、マイナスの場合は濃淳辛口、甘口でプラスの場合は濃淳甘口、マイナスの場合は淡

麗甘口と判定できた。

以上のことから、味の指標として、Brix値、酸味値および旨味コク値を用いることにより、日本酒の味を概ね4つの味に分類できることが分かった

謝辞

本研究は、株式会社酒オンタップ山形との共同研究により行われました。ここに記して、謝意を表します。

引用文献

浜島教子(1976). 味の相互作用(第2報)塩から味と酸味の関係, 家政学雑誌, Vol. 27, No. 4, 255-261.
 浜島教子(1977). 味の相互作用(第4報)甘味と酸味の関係, 家政学雑誌, Vol. 28, No. 4, 282-286.
 浜島教子(1981). 味の相互作用(第6報)酸味と苦味の関係, 家政学雑誌, Vol. 32, No. 3, 241-245.
 茨城県醸造試験所(1965). きき酒における甘辛と日本酒度, 日本醸造協会誌, Vol.60, No. 11, 80-81.
 池見元宏, 斎藤久一, 小泉武夫, 野白喜久雄(1981). 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, Vol 76, No. 12, 831-834.
 池崎秀和, 内藤悦伸, 小林義和, 東久保理江子, 谷口晃, 都甲潔(2000). 脂質膜の電荷密度と疎水性親水性の調整による味覚センサーの選択性向上, 信学技報, No. 8, 19-24.
 岩野君夫, 水野昭博, 岩田博, 高原康生, 木崎康造, 佐野英二, 辻邦二, 戸塚昭, 川島宏(1981). ソフトタイプ清酒の特徴と類別化, 日本醸造協会誌, Vol. 76, No. 11, 773-777.
 熊谷昌則, 進藤昌, 渡辺誠衛(2001). 秋田県総合食品研究所報告, No. 3, 44-48.
 小川治雄, 中島友和, 吉原伸敏, 大橋ゆか子(2010). 日本酒の成分分析, 東京学芸大学紀要(自然科学系), Vol. 62, No. 9, 23-31.
 佐々木定(2007). これからの日本酒を思う 新酒税法・鑑評会・紙パック酒への提言, 日本醸造協会誌, Vol. 102, No. 10, 720-725.
 佐藤信, 川島宏, 丸山良光(1974). 清酒の味覚に関する研究(第3報), 日本醸造協会誌, Vol. 69, No. 11, 774-777.
 鈴木昭紀, 新里修一, 佐藤俊一, 佐野英二, 斎藤泰夫, 池田瑛,

-
- 梅田紀彦, 宮野信之, 大塚謙一 (1978). 辛口酒に関する研究(第1報), 日本醸造協会誌, Vol.73, No.1, 51-55.
- 都甲潔 (2016). 味とにおいを数値化するセンサの開発, 日本醸造協会誌, Vol.111, No.2, 86-94.
- 増田達也, 小田卓治, 野田衛 (2015). 旋光度と屈折率の同時測定による清酒もろみの発酵工程管理, BUNSEKI KGAKU, Vol.64, No.7, 527-531.
- 西谷尚道 (1990). 日本酒の表示制度の発足と技術の展望, 日本醸造協会誌, Vol.85, No.7, 450-459.
- 野田博行 (2021). 人工知能を用いた五感・認知機能の可視化とメカニズム解明, 第2章 『味覚』解析への人工知能の活用とモデリング, 第3節 農産物画像のAI解析によるおいしさの見える化, (株)技術情報協会, 86-93.
- 柳澤昌臣, 渡部貴志, 石田一成 (2019). 味覚センサーを用いた日本酒の酒質評価系の構築, 群馬県立産業技術センター研究報告, 40-44.

(受稿：2022年5月14日 受理：2022年5月27日)