

資 料

令和2酒造年度島根県新酒品評会出品酒の調査および分析結果

大渡 康夫*・秋吉 渚月*・土佐 典照**・田畑 光正**・藤原 直樹***

1. 目 的

島根県新酒品評会は、島根県酒造組合が毎年開催し、「島根の地酒」の品質と醸造技術の向上のために行われている¹⁾。島根県産業技術センターは、品評会で出品された酒の官能評価と成分分析を担当し、全国新酒鑑評会への出品や、自社製品の品質を向上させるための参考として、各酒造会社に審査結果をフィードバックしている。今回は、令和2酒造年度島根県新酒品評会の出品酒について、本県の醸造技術の向上に反映させるために、審査会の評価結果を調査し、成分との相関分析等を行った。

2. 方 法

2.1 試料

令和3年3月23日、24日に島根県産業技術センターにて開催された「第3回島根県新酒品評会」において、県内19社から出品された清酒（吟醸酒部門70点、純米酒部門58点、計128点）を試料とした。

2.2 官能評価

2.2.1 審査員

島根県酒造組合から、清酒官能評価能力を有し清酒製造技術に詳しい6名（島根県産業技術センター職員4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）が審査員として推薦された。

2.2.2 審査方法

審査員は、吟醸酒部門と純米酒部門を2日間で別々に審査を行った。部門ごとに1審、2審、3審の審査を繰り返して点数の良い酒を選抜し、最後に同じ得点が残った場合には、念審（同点の中で順位を決める審査）を行い順位を付けた。採点方法は、香味のバランス等を総合的に評価する「総合評価」を評価点とし、審査員6名の点数の総和を総合評価点とした。総合評価は、1審が5段階評価、2審、3審は3段階評価で行われた。また、1審は、香味の特性や指摘項目などを細かく検証することを目的としたプロファイル法によって実施された²⁾。このことに関連して、本品評会の1審のプロファイル法による審査では、従来、紙の審査シートを使用していたが、集計作業の自動化および



写真1 第3回島根県新酒品評会（審査会）

効率化を目的に、島根県産業技術センターでは、Microsoft Excel マクロによる審査シートと集計プログラムを新しく開発し、これを組み込んだタブレット PC (Surface Go, Microsoft) を今回の品評会から審査に取り入れた。図1に審査シートの詳細を記載する。

1審の審査は2部門ともに、あらかじめ分析したカプロン酸エチル濃度に基づいて出品酒をグループ化し、濃度の低いグループから高いグループの順に行われた。これは出品酒の多くが、吟醸香の主要成分であるカプロン酸エチルを高生産する酵母を使用しているため、あらかじめ分析したカプロン酸エチル濃度によりグループ化した審査を行うことで、吟醸香の高低にとらわれることなく個々の出品酒の持つ味、香り、またそのバランス等のチェックがより入念に行えるようにするためである³⁾。また、今回は新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響下での審査となったため、審査員は個別のテーブルに着席し、酒は審査員ごとにプラカップ容器にて提供され、個別の吐器を用意するなど可能な限りの感染防止対策を講じた環境下で審査が行われた。写真1にその時の様子を示す。審査終了後、今回の審査方式に対して、審査員からは特に意見や苦情などが出ていないため、従来のアンバーグラスを用いた審査方式と比較して、評価結果に有意な影響を及ぼすことはなかったと筆者らは考えた。

2.3 成分分析

アルコール、日本酒度、酸度、アミノ酸度は、出品酒提出時に各酒造会社から提出された調査票の値を使用した。グルコース濃度は、グルコースCⅡテストワコー（富士フイルム和光純薬）を用いて分析した。各種香気成分（アセ

* 生物応用科, ** 食品技術科,

*** AI・通信技術を用いた支援ロボット開発プロジェクトチーム

島根県新酒品評会

審査番号				
審査員番号		◀	▶	
	1	前の評価へ 次の評価へ		

【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
○	○	○	○	○

【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	-	渋しい
	○	○	○	○	○

【味】

味品質	すばらしい	-	どちらでもない	-	難点あり
	○	○	○	○	○
濃淡	うすい	-	どちらでもない	-	濃い
	○	○	○	○	○
あと味・軽快さ	まじれ・すっきり	-	どちらでもない	-	くどい・だれる
	○	○	○	○	○

【コメント一覧】

コメント1

コメント2 (オフフレーバー)

【味】

刺激味・まめ	まろい・なめらか	あらい・ざらつく			
	○	○	○	○	○
味の特徵	甘味	酸味	うま味	苦味	渋味
	○	○	○	○	○
強く感じる・不調和	甘味	酸味	うま味	苦味	渋味
	○	○	○	○	○

コメント3

＜審査方法＞

- A. 枠内の項目（「総合評価」, 「香り品質」, 「華やか」, 「味品質」, 「濃淡」, 「あと味・軽快さ」）は必須項目とし、5段階尺度で評価する。
- B. その他の香味の特性および、指摘事項は選択項目とし、審査員が感じた場合にチェックする。
- C. コメント一覧は選択項目にない香味の特徴を別ウィンドウに表示させ、その中から選択する。もしコメント一覧に該当する指摘事項がない場合は、タッチペン（Surface ペン）で手書きすることで、自動的に文字起こしが可能である。

コメント一覧

▶ コメント1 (香り)

杏仁豆腐, 吟香 (高い), 果物 (果実様), 果物 (柑橘), 果物 (グレープフルーツ), 果物 (パイナップル), 果物 (バナナ), 果物 (マスカット), 果物 (メロン), 果物 (桃), 果物 (洋ナシ), 果物 (ライチ), 果実 (リンゴ), 米, 上品, 花様, バランス (シンプル), バランス (複雑), フレッシュユ

▶ コメント2 (オフフレーバー)

甘臭, 吟香 (カブエチ熟す), 吟香 (吟崩れ), 4VG, 移り香 (紙), 移り香 (その他), 燻製・けむり, 獣, 麴・粕, 米粉・炊飯, 米糠, 脂肪様, 樹脂様, 種実様, 醤油様, 乳 (チーズ様), 乳 (ヨーグルト様), ナッツ様, 火冷め, 平凡, ホコリ, 薬品様

▶ コメント3 (味)

甘い (甘多い), 甘い (甘さ浮く), 甘苦い, 旨味・うまい, 塩味, キレイ, 金属味, 雑味, ざらつく, 酸味浮く, 刺激味, 渋味・エグ味, 脂肪味, ジューシー, 炭酸ガス, 苦味 (後苦), 苦味 (はじめ苦), バランス (シンプル), バランス (複雑)

図1 審査シート (第1審)

トアルデヒド, 酢酸エチル, イソバレルアルデヒド, n-プロピルアルコール, イソブチルアルコール, 酢酸イソアミル, イソアミルアルコール, カプロン酸エチル) の濃度は, ガスクロマトグラフ質量分析計 (トリプル四重極型 GC/MS 7000B, Agilent Technologies) とヘッドスペースサンプラー (TurboMatrix HS40, PerkinElmer) を用いてヘッドスペース法により分析した。E/A 比は, 酢酸イソアミル濃度 (E) および, イソアミルアルコール濃度 (A) の比率 (E/A × 100) により求めた。

2.4 統計処理

官能評価の必須項目 (総合評価, 香り品質, 華やか, 味品質, 濃淡, あと味・軽快さ) は5段階で尺度評価しており, 「すばらしい」(1) → 「難点あり」(5) で数値化し, 6名の審査員の平均値を出品酒の評点とした。また, 5段階

で評価しない選択項目については, 指摘した審査員の数を評点とした。官能評価および, 成分分析値の統計処理には, 統計処理ソフト JMP ver. 13.0 (SAS Institute Japan) を用いて, 相関分析, 有意差検定, 基本統計量, パーティション分析, 因子分析, テキスト分析を行った。便宜的に相関係数 (r) の絶対値によって, |r| = 0.7 ~ 1.0 強い相関がある, |r| = 0.4 ~ 0.7 相関がある, |r| = 0.2 ~ 0.4 弱い相関がある, |r| = 0.0 ~ 0.2 ほとんど相関がないとした⁴⁾。有意差検定は, 有意確率 p 値が 0.05 未満を統計的に有意とみなした。

3. 結果

3.1 官能評価

1審の評価項目のうち, 必須項目の「総合評価」, 「香り

品質」,「華やか」,「味品質」,「濃淡」,「あと味・軽快さ」について,他の官能評価項目および,成分分析値との相関分析の結果を部門別に表1(吟醸酒)と表2(純米酒)に示した.このうち「総合評価」との相関関係について,正の相関が強い場合は,評価点が5段階中の「難点あり」(5)に近いのを意味することから,評価結果が悪くなる関係と見なすことができ,反対に,負の相関が強い場合は,評価結果が良くなる関係と見なすことができる.

官能評価の必須項目において,「香り品質」,「華やか」,「味品質」,「あと味・軽快さ」は,吟醸酒,純米酒のどちらも「総合評価」と正側の相関関係が見られ,これらの項目の評点が高くなるほど,評価結果が悪くなることが示唆された.「濃淡」についても,吟醸酒では正の相関がみられたことから,味が濃いほど吟醸酒の評価結果が悪くなると推察できたが,純米酒では,ほとんど相関がみられなかったため,純米酒における「濃淡」の評価結果への影響は少ないと考えられた.

香りの項目では,「総合評価」と正側の相関関係にあった項目として,「高級アルコール」,「イソバレルアルデヒド」,「甘臭・カラメル様」,「老香」,「生老香」,「酵母様・粕臭」が吟醸酒,純米酒ともに確認された.その他に「硫化物様」,「脂肪酸」が吟醸酒で,「麴」,「ゴム臭」,「カビ臭」,「紙・ほこり臭」,「ジアセチル」,「酸臭」が純米酒で確認された.反対に,負側の相関関係にあった項目として,「酢酸イソアミル」が吟醸酒,純米酒ともに確認され,その他に「カプロン酸エチル」が吟醸酒で,「酢酸エチル」が純米酒で確認された.続いて,味の項目では,正側の相関関係に,「強く不調和」の4つの味(甘味,酸味,うま味,苦味)の項目が吟醸酒,純米酒ともに確認され,純米酒では,有意差はないものの「味の特徴」の渋味も含まれた.反対に,負側の相関関係に,「なめらか・まるい」および,「味の特徴」の2つの味(甘味,酸味)が吟醸酒,純米酒ともに確認され,吟醸酒では,「味の特徴」の他の2つの味(苦味,渋味)も含まれた.一般的に,鑑評会などの清酒の官能評価では,欠点の少ない出品酒ほど高い評価となる傾向があるとされている⁵⁾.官能評価項目間の相関関係を調べた結果,吟醸酒と純米酒で一部違いはあったが,本品評会の評価基準として,オフフレーバーなどの欠点がないかを細かくチェックしつつ,香味全体の調和のとれた出品酒を高評価とした可能性が示唆された.

一般成分と「総合評価」との相関関係について,「酸度」,「アミノ酸度」は,吟醸酒,純米酒ともに有意な正の相関関係が確認された.また,純米酒は「アルコール分」,「日本酒度」にも有意な正の相関がみられ,「グルコース」とは有意差はないが負の弱い相関があった.続いて,香気成分では,吟醸酒と純米酒は共通して,「イソバレルアルデヒド」,「n-プロピルアルコール」,「イソブチルアルコール」,「イソアミルアルコール」が正の相関関係にあり,「E/A比」が

負の相関関係にあった.なお,吟醸酒において「グルコース」および,「カプロン酸エチル」は,総合評価との間にはほとんど相関が見られなかったが,これは全国新酒鑑評会の結果と同様であった⁴⁾.

3.2 成分分析値

図2に全出品酒の成分分析値の分布を部門ごとに箱ひげ図で示した.分析サンプルは,官能評価の点数に基づき,3区分(上位・中位・下位)に分け,上位は3審まで残ったもの,中位は2審まで残ったもの,下位は1審止まりだったものをそれぞれ選んだ.Tukey-KramerのHSD検定(5%水準)による多重比較を行った結果,吟醸酒および,純米酒に共通して「酸度」,「イソバレルアルデヒド」,「n-プロピルアルコール」,「イソブチルアルコール」,「イソアミルアルコール」に有意差が認められた.いずれの成分も下位の方が上位よりも高い値を示しており,これらの成分の濃度が高くなると審査員の評価が悪くなると推察できた.純米酒では,その他に「アルコール分」,「日本酒度」,「アミノ酸度」,「E/A比」にも有意差が認められた.注目すべき特徴として,「E/A比」は上位の方が中位や下位より高くなっており,純米酒の評価において「E/A比」の高低が重要な要素になると考えられた.バナナ様のスッキリした香りである酢酸イソアミル(E)は,酵母の代謝によって,溶媒様の重たい香りであるイソアミルアルコール(A)から変換されることから,2つの含有比率であるE/A比が高くなるほど評価が良くなりやすく,E/A比は清酒の香りの善し悪しを評価する一つの指標とされている⁶⁾.今回の品評会において,純米酒部門は,吟醸酒部門と異なり,酢酸イソアミルを高生産する酵母を使用した酒が比較的多く出品されており,E/A比の高い出品酒の方が上位に評価されやすくなった可能性が示唆された.なお,他の成分比率の要素(例えば,新甘辛度,濃淡度など)についても解析したが,特に有用な情報はなかったため,ここでは記載を省略した.

次に,総合評価に寄与する成分を調べる目的で,総合評価を目的変数に,成分分析値を説明変数とするパーティション分析を実施し,選択された説明変数の決定木とその寄与率について図3に示した.吟醸酒部門の出品酒70点について,総合評価に最も寄与率の大きかった成分は「イソブチルアルコール」であり,「イソブチルアルコール」の値が50.69 ppm未満で決定木の2段目に分岐された.次に寄与率が大きかったのが,「日本酒度」で-1.5以上,次いで「カプロン酸エチル」が10.25 ppm未満,「グルコース」が3.12%以上のグループが最も総合評価の良いグループとなった.最初の「イソブチルアルコール」が50.69 ppm以上の出品酒数は10点で,全体の出品蔵のうち3社の出品酒のみだった.データの偏りを排除し2分岐目以降の説明を明確にする目的で,この10点の出品酒を除いて改めてパーティション分析を行ったが,結果は同じ説明変数が

表1 官能評価項目および成分分析値の相関係数 (吟醸酒)

	項目	総合評価	香り品質	華やか	味品質	濃淡	あと味・軽快さ
評価項目	総合評価	1.000**					
	香り品質	0.859**	1.000**				
	華やか	0.717**	0.785**	1.000**			
	味品質	0.792**	0.744**	0.610**	1.000**		
	濃淡	0.407**	0.256*	0.120	0.471**	1.000**	
	あと味・軽快さ	0.586**	0.548**	0.447**	0.619**	0.669**	1.000**
香り項目	酢酸イソアミル	-0.274*	-0.261*	0.004	-0.327**	-0.347**	-0.444**
	カブロン酸エチル	-0.345**	-0.412**	-0.641**	-0.279*	0.090	-0.145
	酢酸エチル	0.071	0.052	0.241*	-0.054	-0.211	-0.239
	高級アルコール	0.283*	0.280*	0.289*	0.314**	0.187	0.267*
	アセトアルデヒド	-0.086	-0.070	0.057	-0.137	-0.102	-0.136
	イソバレルアルデヒド	0.360**	0.358**	0.350**	0.374**	0.177	0.307**
	香辛料様・4VG	-0.192	-0.168	-0.136	-0.208	-0.012	-0.139
	甘臭・カラメル様	0.489**	0.521**	0.458**	0.442**	0.268*	0.315**
	焦臭	-0.150	-0.168	0.099	-0.111	-0.203	-0.209
	老香	0.544**	0.487**	0.479**	0.515**	0.395**	0.490**
	生老香	0.525**	0.523**	0.522**	0.383**	0.019	0.183
	酵母様・粕臭	0.572**	0.596**	0.601**	0.448**	0.230*	0.526**
	硫化物様	0.341**	0.431**	0.340**	0.263*	0.218	0.225
	ゴム臭	0.144	0.141	0.124	0.138	0.082	0.100
	カビ臭	0.135	0.151	0.085	0.087	-0.097	-0.134
紙・ほこり臭	0.041	-0.016	0.089	0.022	-0.015	-0.026	
脂肪酸	0.229	0.237*	0.182	0.208	0.131	0.238*	
味項目	なめらか・まるい	-0.495**	-0.509**	-0.450**	-0.664**	-0.194	-0.299*
	あらい・ざらつく	0.100	0.112	0.164	0.159	-0.138	-0.126
	味の特徴・甘味	-0.557**	-0.558**	-0.612**	-0.564**	-0.004	-0.264*
	味の特徴・酸味	-0.432**	-0.510**	-0.476**	-0.228	-0.131	-0.425**
	味の特徴・うま味	0.002	0.139	0.081	0.188	-0.122	-0.109
	味の特徴・苦味	-0.394**	-0.496**	-0.417**	-0.410**	-0.100	-0.503**
	味の特徴・渋味	-0.303*	-0.351**	-0.176	-0.213	0.098	-0.087
	強く不調和・甘味	0.336**	0.235	0.186	0.346**	0.273*	0.364**
	強く不調和・酸味	0.426**	0.502**	0.402**	0.556**	0.180	0.372**
	強く不調和・うま味	0.356**	0.358**	0.353**	0.363**	0.177	0.318**
	強く不調和・苦味	0.308**	0.413**	0.308**	0.345**	-0.002	0.316**
強く不調和・渋味	0.083	0.156	0.202	0.145	-0.358**	-0.174	
一般成分・香気成分等	アルコール分	-0.124	-0.087	-0.116	-0.170	-0.123	-0.063
	日本酒度	0.012	0.023	0.191	-0.018	-0.287*	-0.167
	酸度	0.362**	0.314*	0.186	0.582**	0.388**	0.375**
	アミノ酸度	0.397**	0.359*	0.104	0.736**	0.388**	0.358*
	グルコース	-0.096	-0.161	-0.137	-0.202	0.101	-0.007
	アセトアルデヒド	-0.017	-0.051	0.119	-0.092	-0.241*	-0.196
	酢酸エチル	0.174	0.189	0.465**	0.040	-0.280*	-0.105
	イソバレルアルデヒド	0.207	0.317**	0.219	0.172	0.004	0.152
	n-プロピルアルコール	0.299*	0.328**	0.428*	0.291*	-0.017	0.145
	イソブチルアルコール	0.384**	0.387**	0.381**	0.459**	0.151	0.351**
	酢酸イソアミル	0.032	0.074	0.250*	-0.056	-0.376**	-0.299*
	イソアミルアルコール	0.285*	0.348**	0.464**	0.348**	-0.067	0.150
カブロン酸エチル	0.045	-0.041	-0.285*	0.201	0.471**	0.262*	
E/A	-0.251*	-0.240*	-0.110	-0.392**	-0.416**	-0.462**	

相関係数は Spearman の順位相関係数で示した。相関係数は二項目間の関係の強さを表す指標であり、-1 ~ +1 の範囲の値をとる。1 に近づくほど正の相関、-1 に近づくほど負の相関の関係が強くなり、0 の付近は相関がないといえる。本表では正の相関は赤に、負の相関は青にセルを塗り、色の濃さで相関の強さを表した。統計的有意差を示す有意水準は** ($p < 0.01$), * ($p < 0.05$) で表記した。なお、欠損値のある項目 (香り項目「麴」「土臭」「ジアセチル」「酸臭」) は除外した。

表2 官能評価項目および成分分析値の相関係数（純米酒）

	項目	総合評価	香り品質	華やか	味品質	濃淡	あと味・軽快さ
評価項目	総合評価	1.000**					
	香り品質	0.955**	1.000**				
	華やか	0.867**	0.880**	1.000**			
	味品質	0.872**	0.854**	0.747**	1.000**		
	濃淡	0.129	0.114	-0.084	0.249	1.000**	
	あと味・軽快さ	0.703**	0.690**	0.556**	0.658**	0.322*	1.000**
香り項目	酢酸イソアミル	-0.396**	-0.442**	-0.265*	-0.329*	-0.306*	-0.342**
	カブロン酸エチル	-0.179	-0.164	-0.388**	-0.150	0.265*	-0.059
	酢酸エチル	-0.389**	-0.389**	-0.196	-0.356**	-0.435**	-0.486**
	高級アルコール	0.278*	0.302*	0.306*	0.276*	-0.133	0.346**
	アセトアルデヒド	0.136	0.111	0.228	0.057	-0.191	-0.040
	イソバレルアルデヒド	0.268*	0.289*	0.287*	0.222	0.007	0.294*
	香辛料様・4VG	0.115	0.131	0.092	0.164	0.049	-0.020
	麴	0.457**	0.502**	0.509**	0.419*	-0.061	0.448**
	甘臭・カラメル様	0.428**	0.448**	0.316*	0.299*	-0.117	0.390**
	焦臭	0.236	0.266*	0.157	0.124	0.262*	0.211
	老香	0.555**	0.527**	0.583**	0.472**	0.057	0.424**
	生老香	0.572**	0.590**	0.556**	0.482**	0.050	0.585**
	酵母様・粕臭	0.454**	0.436**	0.427**	0.395**	0.140	0.308*
	硫化物様	0.122	0.122	0.168	0.035	-0.120	-0.020
	ゴム臭	0.317*	0.286*	0.256*	0.233	0.289*	0.171
	カビ臭	0.334*	0.343**	0.274*	0.354**	-0.095	0.357**
	紙・ほこり臭	0.278*	0.272*	0.227	0.233	0.179	0.251
ジアセチル	0.203	0.222	0.203	0.220	-0.049	0.228	
脂肪酸	-0.056	-0.024	-0.064	0.016	-0.049	-0.144	
酸臭	0.291*	0.284*	0.336**	0.363**	-0.173	0.250	
味項目	なめらか・まるい	-0.486**	-0.417**	-0.428**	-0.515**	-0.033	-0.309*
	あらい・ざらつく	0.103	0.067	0.137	0.288*	0.047	-0.058
	味の特徴・甘味	-0.557**	-0.575**	-0.615**	-0.512**	0.208	-0.440**
	味の特徴・酸味	-0.500**	-0.591**	-0.506**	-0.460**	-0.046	-0.448**
	味の特徴・うま味	-0.161	-0.201	-0.096	-0.125	-0.104	-0.199
	味の特徴・苦味	0.058	0.068	-0.066	0.111	0.176	0.020
	味の特徴・渋味	0.242	0.221	0.246	0.219	-0.043	0.246
	強く不調和・甘味	0.449**	0.450**	0.378**	0.446**	0.327*	0.455**
	強く不調和・酸味	0.262*	0.269*	0.232	0.417**	-0.016	-0.004
	強く不調和・うま味	0.387**	0.395**	0.278*	0.360**	0.353**	0.207
強く不調和・苦味	0.377**	0.401**	0.461**	0.407**	-0.060	0.260*	
強く不調和・渋味	0.071	0.087	0.116	0.285*	-0.108	0.021	
一般成分・ 香気成分等	アルコール分	0.518**	0.500**	0.480**	0.489**	0.319*	0.477**
	日本酒度	0.460**	0.478**	0.534**	0.294*	-0.209	0.138
	酸度	0.433**	0.439**	0.536**	0.439**	-0.048	0.216
	アミノ酸度	0.660**	0.688**	0.536**	0.496**	0.289	0.452**
	グルコース	-0.234	-0.239	-0.388**	-0.188	0.424**	0.073
	アセトアルデヒド	0.148	0.167	0.273*	0.150	-0.337**	-0.039
	酢酸エチル	0.074	0.031	0.234	0.128	-0.302*	0.009
	イソバレルアルデヒド	0.604**	0.612**	0.592**	0.501**	-0.032	0.510**
	n-プロピルアルコール	0.409**	0.421**	0.430**	0.336**	0.052	0.300*
	イソブチルアルコール	0.449**	0.414**	0.514**	0.422**	0.036	0.322*
	酢酸イソアミル	-0.025	-0.071	0.098	0.027	-0.272*	0.013
	イソアミルアルコール	0.452**	0.430**	0.547**	0.478**	-0.115	0.314*
	カブロン酸エチル	-0.087	-0.039	-0.282*	-0.080	0.395**	0.079
E/A	-0.258	-0.305*	-0.163	-0.221	-0.238	-0.158	

相関係数は Spearman の順位相関係数で示した。相関係数は二項目間の関係の強さを表す指標であり、-1 ~ +1 の範囲の値をとる。1 に近づくほど正の相関、-1 に近づくほど負の相関の関係が強くなり、0 の付近は相関がないといえる。本表では正の相関は赤に、負の相関は青にセルを塗り、色の濃さで相関の強さを表した。統計的有意差を示す有意水準は** ($p < 0.01$)、* ($p < 0.05$) で表記した。なお、欠損値のある項目（香り項目「土臭」）は除外した。

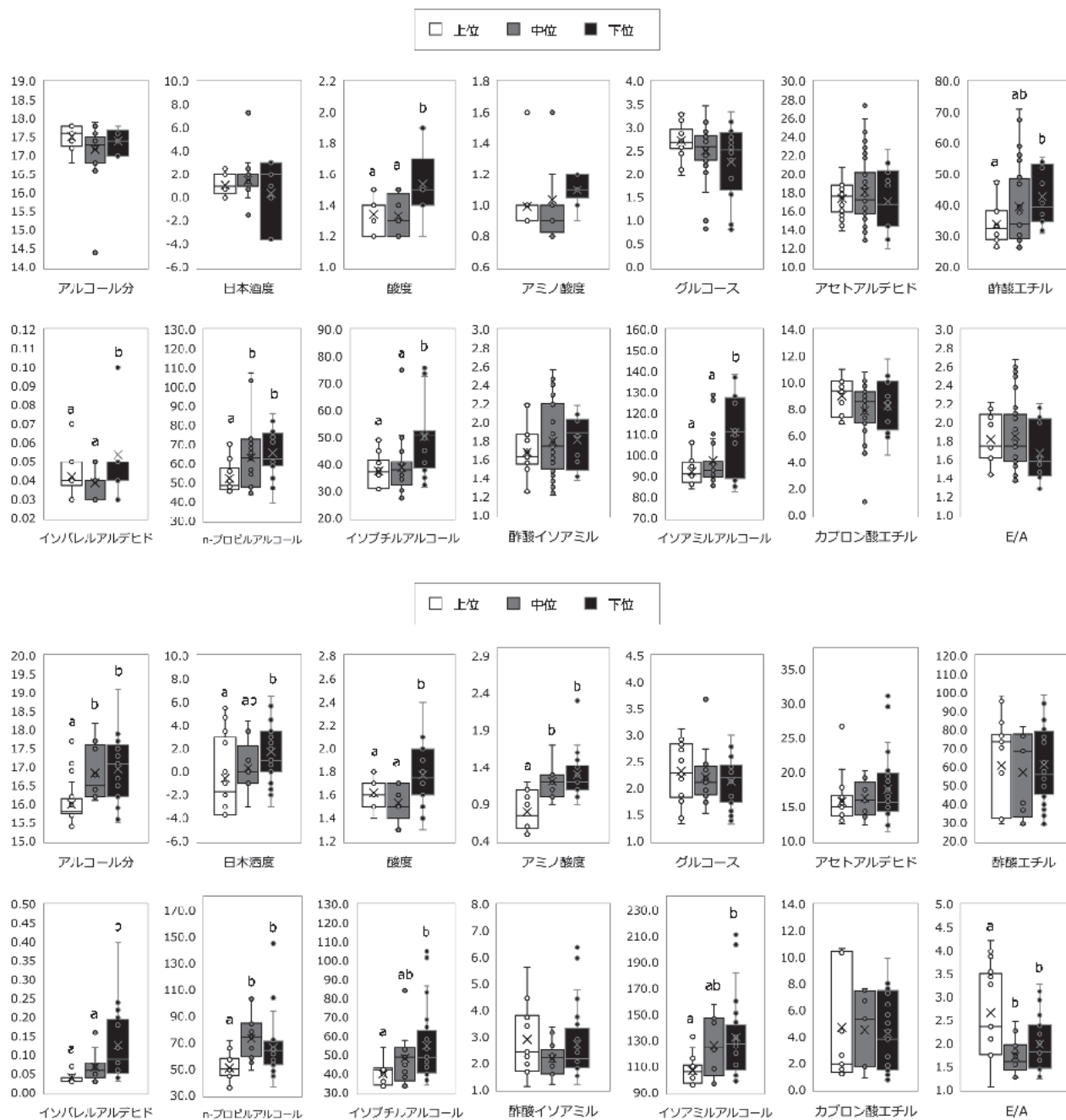


図2 成分分析値の箱ひげ図 (上：吟醸酒, 下：純米酒)

異なる文字間 (a, b) で有意差あり (Tukey-Kramer の HSD 検定, 有意水準 0.05)

(注) アルコール分, 日本酒度, 酸度, アミノ酸度は各酒造会社の調査票の測定値を使用 (一部欠損値あり)。

選択されたため、2 分岐目以降の成分の寄与に変わりはないと判断した (非掲載データ)。同様の手法によって、純米酒部門の出品酒 58 点の総合評価に及ぼす要因についても解析を行った。その結果、寄与率の最も大きい説明変数として「イソパレルアルデヒド」が選択され、0.18 ppm 未満で 2 段目に分岐された。次いで「酸度」で 1.8 mL 未満、「E/A 比」が 2.48 % 以上のグループが最も総合評価の良いグループとなった。

以上の結果から、吟醸酒と純米酒では異なる成分が総合評価に寄与することがわかった。成分分析値のみで出品酒

の品質が一概に決められるわけではないが、品質に関連する成分とその組成を知ることは醸造技術の向上にとって有益な情報といえる。

3.3 因子分析によるデータ解析

出品酒の品質特性を特徴づける要因を把握する目的で、解析に用いた全項目 (評価項目, 香り項目, 味項目, 一般成分・香気成分等) の相関行列から、主成分法および、バリマックス回転による因子分析を行った結果を図 4 に示した。なお、バリマックス回転以外の因子分析法 (例えば、プロマックス回転) も試したが、ほとんど違いはなかった

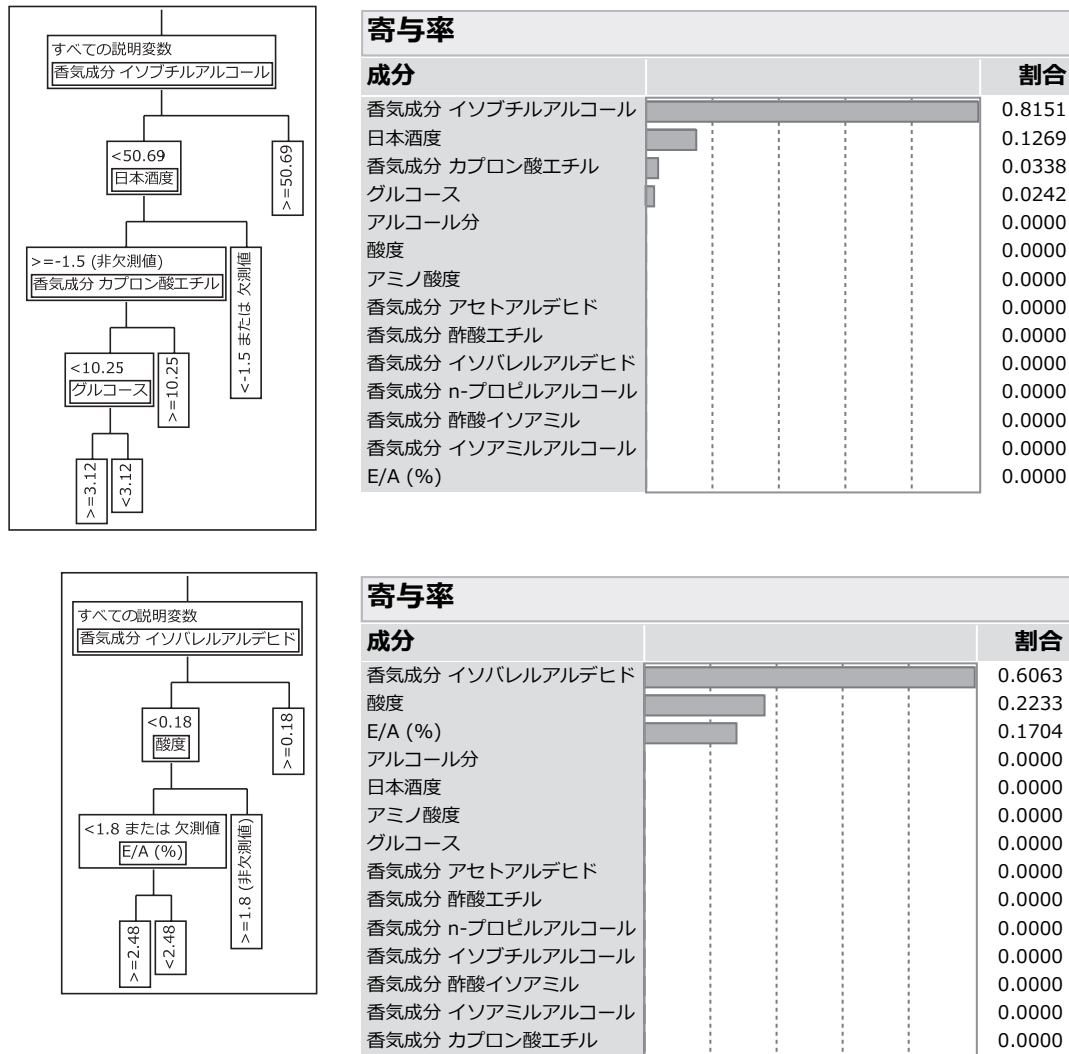


図3 成分分析値によるパーティション分析（上：吟醸酒，下：純米酒）

決定木は寄与率が高い説明変数（成分分析値）から順に分岐され、分岐の左が常に目的変数の値が低いグループ（総合評価が良いグループ）になる。

ため、ここではバリマックス回転を採用した。因子数の決定は、固有値によるスクリープロットを見て判断し、グラフが横ばいになる直前までの因子数を選択した（データ省略）。プロットの値から吟醸酒、純米酒ともに3つの因子数が採用できたが、今回は品質評価の特徴づけにおいて、データ解釈がしやすいように2つの因子数を用いた。因子負荷量から、吟醸酒、純米酒ともに、第1因子は、「総合評価」、「香り品質」、「華やか」、「味品質」、「あと味・軽快さ」などが並んでおり、出品酒の審査結果（順位）に関する因子と解釈した。第2因子は、成分分析値の「酢酸イソアミル」、「酢酸エチル」が高く、「カブロン酸エチル」や「グルコース」が低い方向にプロットされていることから、酵母の種類に関する因子と解釈した。

第1因子に着目してみると、吟醸酒では、香り項目の「酵母様・粕臭」、「生老香」、「イソバレルアルデヒド」、「老香」、「甘臭・カラメル様」、「高級アルコール」等が、味項目の「強く不調和・酸味」、「強く不調和・苦味」、「強く不

調和・うま味」等が、成分分析値の「イソアミルアルコール」、「イソブチルアルコール」、「酸度」、「イソバレルアルデヒド」、「n-プロピルアルコール」、「酢酸エチル」等が高い値を示した。純米酒では、成分分析値の「アミノ酸度」、「イソバレルアルデヒド」、「アルコール分」、「n-プロピルアルコール」、「イソアミルアルコール」、「イソブチルアルコール」、「酸度」等が、香り項目の「生老香」、「老香」、「甘臭・カラメル様」、「麴」、「酵母様・粕臭」、「焦臭」、「ゴム臭」、「紙・ほこり臭」、「カビ臭」、「高級アルコール」、「イソバレルアルデヒド」等が、味項目の「強く不調和・甘味」、「強く不調和・うま味」、「強く不調和・苦味」等が続いた。「イソアミルアルコール」、「イソブチルアルコール」、「n-プロピルアルコール」などの高級アルコールは別名「溶媒様臭」、「フーゼル油臭」とも言われ、清酒の特徴香の一つであるが、濃度が高すぎると重たい香りとして指摘される。イソアミルアルコールの酸化により生じるイソバレルアルデヒドは、生酒特有の酸化・劣化した香り「生老香」

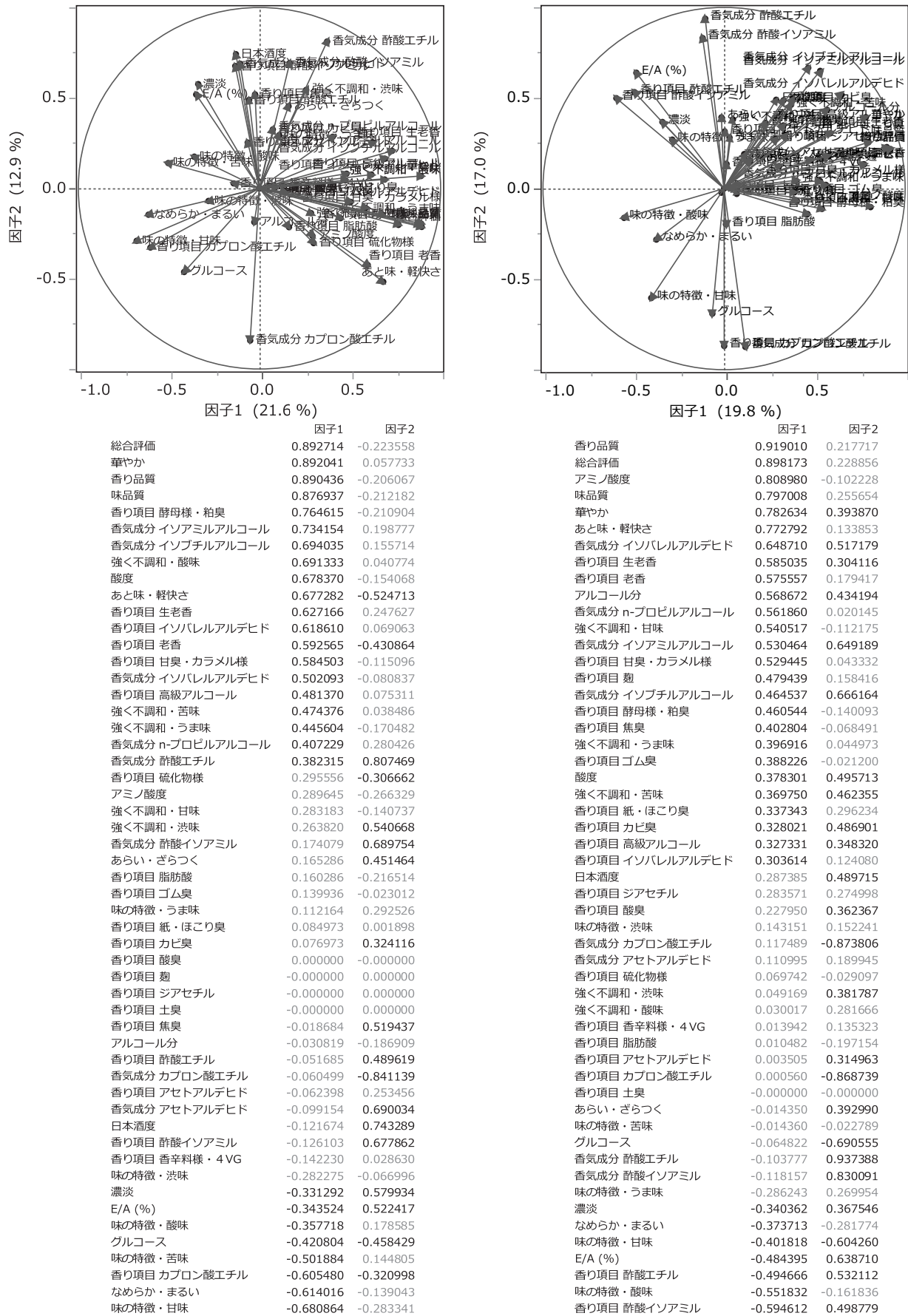


図4 バリマックス回転後の因子分析 (左：吟醸酒, 右：純米酒)
上：ローディングプロット, 下：因子負荷量 (閾値 0.3 より小さい負荷量を淡色表示)

吟醸酒			純米酒		
単語	総合評価平均	指摘数	単語	総合評価平均	指摘数
果物（グレープフルーツ）	2.17	6	ジューシー	2.15	18
ジューシー	2.22	20	4mmp	2.18	10
果物（果実様）	2.28	13	果物（柑橘）	2.20	5
果物（リンゴ）	2.33	42	果物（洋ナシ）	2.22	10
吟香（高い）	2.37	9	果物（ライチ）	2.25	6
果物（パイナップル）	2.45	44	果物（メロン）	2.26	9
苦味（後苦）	2.47	12	果物（マスカット）	2.28	20
渋味・エグ味	2.60	10	果物（グレープフルーツ）	2.30	11
甘苦い	2.64	22	甘い（甘多い）	2.33	5
甘臭	2.67	50	果物（バナナ）	2.48	8
吟香（カブエチ熟す）	2.78	19	果物（リンゴ）	2.50	12
雑味	2.99	32	果物（果実様）	2.57	5
ざらつく	3.12	14	渋味・エグ味	2.73	13
麴・粕	3.12	11	酸味浮く	2.81	6
吟香（吟崩れ）	3.57	7	果物（パイナップル）	2.84	18
甘い（甘多い）	3.67	5	苦味（後苦）	2.92	8
			生臭	2.93	5
			甘苦い	2.96	12
			甘臭	2.96	29
			雑味	3.13	26
			ざらつく	3.13	18
			吟香（吟崩れ）	3.19	6
			麴・粕	3.25	6
			吟香（カブエチ熟す）	3.25	10
			ナッツ様	3.58	6
			燻製・けむり	3.90	5

図5 コメント一覧の単語指摘数および総合評価の平均値

の主要成分である⁶⁾。吟醸酒、純米酒ともに香味の不調和を表す項目が多く見られ、これら評価項目の指摘数や成分値が高くなるほど、「総合評価」や「品質」の評点が高くなる（＝審査結果が悪くなる）ことを意味した。反対に、第1因子の対局に位置する（＝審査結果が良くなる）項目として、吟醸酒では、味項目の「味の特徴・甘味」、「なめらか・まるい」、「味の特徴・苦味」、「味の特徴・酸味」、「濃淡」、香り項目の「カブロン酸エチル」、成分分析値の「グルコース」、「E/A比」が見られた。純米酒では、香り項目の「酢酸イソアミル」、「酢酸エチル」、味項目の「味の特徴・酸味」、「味の特徴・甘味」、「なめらか・まるい」、「濃淡」、成分分析値の「E/A比」が並んだ。全国新酒鑑評会においても、「なめらか・まるい」の指摘数が多い出品酒は、「総合評価」が良い傾向が見られることを報告している⁴⁾。また、同じ果実様の吟醸香の主要成分でありながら、吟醸酒ではリンゴ様の香りの「カブロン酸エチル」が、純米酒ではバナナ様の香りの「酢酸イソアミル」が、香りの項目として評価が分かれた点は、部門ごとの出品酒の評価基準の違いとして興味深い。

3.4 審査員のコメントと総合評価

図5に審査員がコメント一覧から選択した単語のうち、指摘数が5つ以上の単語について、該当する出品酒の総合評価の平均値とともに示した。吟醸酒では16項目の単語が選択され、指摘数50の「甘臭」が最も多く、次いで「果

実（パイナップル）」、「果実（リンゴ）」が40以上と多かった。果実様の香りとして、リンゴとパイナップルの指摘が多かった要因は、カブロン酸エチル高生産株である「きょうかい1801号」の使用比率が高いためと考えられた⁴⁾。

純米酒では26項目の単語が選択され、最も指摘数が多かったのは、吟醸酒と同じく「甘臭」であり、次いで「雑味」、「果実（マスカット）」が多かった。「ナッツ様」と「燻製・けむり」と指摘された出品酒は、全体の総合評価の平均値(2.81)と比べ評価が非常に悪くなった。そのほかに、果実様の香りとして、複数の単語（柑橘、洋ナシ、ライチ、メロン、マスカット、グレープフルーツ、バナナ、リンゴ、パイナップル）が選ばれていた。興味深いことに、白ワインのソーヴィニオン・ブランの特徴香成分として知られる4MMP(4-mercapto-4-methylpentan-2-one)も指摘数が10あった(コメント一覧にないため自由記入による)。4MMPは、最近になって清酒でも存在することが明らかにされており、4MMPを添加した清酒の官能評価試験の結果、「マスカット」、「ライチ」、「柑橘」などの香りが強まることが報告されている⁷⁾。以上のことから、純米酒の出品酒は、吟醸酒の出品酒とは異なる酒質の集合を示すことが確認された。これは純米酒部門が、吟醸酒部門とは異なり一様の出品規格に合わせておらず、多様な条件（例えば、原料米の種類や精米歩合、使用酵母、火入れの有無など）の中から出品されていたためと考えられた。

謝 辞

品評会の審査にあたり、ご協力いただきました島根県酒造組合および、広島国税局、(独)酒類総合研究所、松江税務署に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 島根県酒造組合. 「第3回島根県新酒品評会」審査結果発表. <https://shimane-sake.or.jp/infomation/2021/03/900/> (参照: 2021年8月)
- 2) 大渡康夫, 永田善明, 土佐典照, 田畑光正, 秋吉渚月. 味覚センサーを用いた清酒の評価と活用方法の検証. 島根県産業技術センター報告. 2018, vol.54, p.27-32.
- 3) 中野成美. 全国新酒鑑評会における最近の酒質の動向とその目指すところ. 日本醸造協会誌. 2007, vol.102, no.3, p.162-167.
- 4) 山田 修, 藤田晃子, 飯塚幸子, 伊豆英恵, 岸本 徹, 神田涼子, 寺本聡子, 後藤奈美. 平成30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. 2020, vol.192, p.1-17.
- 5) 宇都宮 仁. 清酒の官能評価にかかわるにおい・かおりについて. におい・かおり環境学会誌. 2007, vol.38, no.5, p.352-360.
- 6) 堤 浩子. 清酒酵母の香气生成の研究. 生物工学会誌. 2011, vol.89, no.12, p.717-719.
- 7) 飯塚幸子, 磯谷敦子, 神田涼子, 藤井 力. 全国新酒鑑評会出品酒に含まれる4-mercapto-4-methylpentan-2-oneの解析. 日本醸造協会誌. 2019, vol.114, no.2, p.93-101.