

# 焼酎の官能評価用語と尺度評価

向井 伸彦・韓 錦順・西堀 奈穂子・金井 宗良

Shochu Sensory Assessment Terms and Scores

Nobuhiko MUKAI, Jinshun HAN, Nahoko NISHIBORI and Muneyoshi KANAI

## 緒 言

酒類の官能評価は、外観、香り及び味の特徴をヒトが評価することで行われる。近年、様々な酒類の官能評価法の改良が進められており、ビールの官能評価法である「BCOJ官能評価法」がビール酒造組合同国際技術委員会<sup>1)</sup>から、また、「清酒の官能評価分析における香味に関する品質評価用語及び標準見本」が宇都宮ら<sup>2)</sup>から報告されている。焼酎に関しては、宮野ら<sup>3)</sup>及び西谷<sup>4)</sup>が焼酎の官能評価用語を報告しているが、香味の特徴を的確に把握し、各評価者の認識を共有するため、官能評価法のさらなる改良が望まれている。

官能評価により焼酎の特徴を明らかにするためには、種々の評価項目について感覚量を数値化して評価する尺度評価が有効である。酒類総合研究所（以下、「研究所」）では、焼酎の品質の良否を評価するため「香り」、「味」、「総合評価」に関する尺度評価及び原料の持つ特性がどの程度表れているかを示す「原料特性」に関する尺度評価を行っている。これら以外の尺度評価については、倉光ら<sup>5)</sup>が焼酎の品質と製造要因の関係を調べるため「甘さ（適度な甘さ）」3段階、「酸臭」2段階及び「総合品質」の官能評価結果と各種製造条件のデータを統計解析した例や、Shiraishiら<sup>6)</sup>が米麹製焼酎と酵素剤使用焼酎の官能評価を比較するため香りと味に関する項目の6段階の尺度評価を行った例などがあるものの、焼酎の特徴を具体的に捉える尺度評価は従来ほとんど行われてこなかった。

そこで、我々は従来から焼酎の官能評価に使用されてきた用語を理解しやすいように項目ごとに整理するとともに、焼酎の特徴を捉えるための

種々の尺度評価項目を選定、官能評価用紙を作成し、尺度評価による焼酎の官能評価を試みたので報告する。

## 実 験 方 法

### 1. 焼酎の官能評価用語

平成28から29年にかけて研究所や東京国税局、福岡国税局、熊本国税局及び沖縄国税事務所にて開催された焼酎の鑑評会の審査カードで使用された評価用語及び宮野ら<sup>3)</sup>並びに西谷<sup>4)</sup>の文献で報告されている評価用語を併せて、項目（尺度評価項目、調和、原料香、麴・発酵、蒸留、貯蔵・移り香）ごとに分け、さらに特性（長所）と指摘（欠点）に分けて整理した（表1）。

### 2. 焼酎の尺度評価

表1で収集、整理した用語を参考に尺度評価項目を選定した。全体としての評価を行う項目は「総合評価」とした。香りは、エステル類に由来する香りを想定した「エステル香・果実香」、甘藷焼酎の特徴香の一種として知られるモノテルペンアルコール類に由来する香りを想定した「柑橘香・花香」、バニリン等の甘さを連想する香りを想定した「甘い香り」、高級アルコール類の香りを想定した「高級アルコール様」、アセトアルデヒド等のアルデヒド類の香りを想定した「アルデヒド様」、香ばしさや焦げた匂いを想定した「香ばしさ・焦げ臭」及び油様の匂いを想定した「油香・油臭」の7項目とした。味は、「濃さ」、「後味・きれ」、「甘味」、「苦味」の4項目とした。以上、合計12項目として、それぞれ6段階で評価することとした。作成した官能評価用紙を表2に示した。なお、官能評価用紙は、英語での評価も可能とするため、

表1 焼酎の官能評価用語

	主催者等	酒類総合研究所	東京局	福岡局	熊本局	沖縄事務所	宮野信之ら	西谷尚道
	年	2017	2016	2016	2017	2016	1981	1980
尺度評価項目		(5段階評価) 香り 味  総合評価 原料特性  濃淡 甘味	(3又は5段階評価) 香り 味 香味の調和	(4段階評価)  総合評価	(4段階評価)  調和 総合評価 原料特性(香) 原料特性(味)	(5段階評価) 香り 味  総合品質		
調和	特性	豊か ソフト	華やか  上品 さわやか 馥郁(ふくいく)	華やか  上品 芳醇 個性的		豊か 華やか ソフト  上品 さわやか	調和	なれがよい、調和のとれた 調和のよい香  やわらかい香 さわやかな香  芳醇 香りがよい 特長あり
	指摘	不足・乏しい くどい・過多				乏しい	不調和  異臭味 異臭 異味	味不調和
原料	特性	原料特性(香)		原料特性	原料特性 柑橘香 蒸し芋* 焼き芋* 紅茶* パッションフルーツ* ドライフルーツ* にんじん様* 小豆(豆様)* 花様* ハーブ様* カラメル様*			原料の風味あり
	指摘	原料不良	原料不良		原料不良  糠臭	糠臭	芋不良 黒斑臭 やに臭 芋臭 ぬか臭	黒斑臭 ヤニ臭  ぬか臭 古米臭 モミガラ臭 蒸米臭
麴・発酵	特性	エステル香			エステル香	エステル香		
	指摘	エステル臭 高級アルコール アセトアルデヒド  酸臭  ジアセチル 硫化物・酵母臭  フェノール臭	エステル臭  酸臭  硫黄系	エステル臭  アルデヒド臭  酸臭	エステル臭 高級アルコール臭 アルデヒド臭 青臭  酢酸 酪酸 ジアセチル臭  漬物臭  もろみ臭	麴臭 酢エチ臭  アルデヒド臭  酸臭  漬物臭	こうじ臭 こうじ不良 エステル臭  アルコール臭  木香 酸臭 酪酸臭 ダイアセチル	麴臭 酢エチ臭(エステル臭)  アルデヒド臭 青クサイ ハッカ臭 木香様臭 酸臭 酪酸臭 ツワリ香  漬物臭 味噌臭 醤油臭 もろみ臭 甘臭  ドブ臭 ムレ臭 ワラ臭 カビ臭

表1 焼酎の官能評価用語（続き）

	主催者等 年	酒類総合研究所 2017	東京局 2016	福岡局 2016	熊本局 2017	沖縄事務所 2016	宮野信之ら 1981	西谷尚道 1980
蒸留	特性	香ばしい		香ばしい	香ばしい	こげ香		
	指摘	初留臭 未だれ臭 こげ臭	未ダレ臭 こげ臭	初留臭 未だれ臭	未ダレ臭 こげ臭	初留臭 未だれ臭 こげ臭	未だれ臭 こげ臭	初ダレ臭 未ダレ臭 コゲ臭 アメ臭 生グサ臭
貯蔵・ 移り香	特性	油香 樽香・かめ香 熟成香 バニラ香		熟成香	適度な油香	樽香 カメ香 古酒香	古酒香 古酒様	
	指摘	油臭 樽臭・かめ臭 ガス臭 ゴム臭・樹脂臭 カビ臭	油臭 ろ過臭	油臭 容器臭	油臭 ガス臭 ゴム臭 樹脂臭 紙臭 カビ臭 土臭	油臭 カメ臭 ろ過くせ 紙臭 カビ臭 泥臭	油臭 容器臭 若い ガス臭 ろ過綿臭 ろ過過ぎ ろ過不足 炭臭 ゴム臭 紙臭 かび臭	油臭 フーゼル臭 容器臭 木香 金ケ臭 ガス臭 硫香 ろ過ぐせ 炭素臭 ゴム臭 樹脂臭 ビニール臭 薬品臭 カビ臭 泥臭
味	特性	きれい すっきり なめらか 濃醇 甘い 熟成(味) 原料特性(味)	きれい 軽快 まろやか 重厚 甘味	なめらか 適度な甘さ	きれい 軽快 切れが良い 後味良い なめらか ボディ 旨みある 甘い	きれい 軽快 まろやか 濃醇 甘い	きれい 軽い 丸い 濃い 旨味 甘い 古酒味	淡い、すっきりしている さわりがよい、切れがよい 軽くやわらかい 丸い、丸味がある こい、コクがある おし味がある 旨い 甘い、甘味がある
	指摘	くどい もたつく あらい からい うすい 酸味過多 苦味過多 渋味過多	あらい うすい 酸味 苦味 渋味	雑味 あらい からい うすい 苦味 渋味	くどい 雑味 あらい 辛い うすい 酸味 苦味 渋味	雑味 重い あらい 辛い 淡白 酸味 苦味 渋味	雑味 重い 甘のこる あらい 刺激味 辛い うすい 酸味 苦味 渋味	くどい、おもい 雑味、すっきりしない 荒い 刺げき味 辛い うすい、特長のない 酸い 苦い 渋い、収れん味

\*：甘藷製焼酎用の試験的評価項目

表2 焼酎の官能評価用紙

焼酎の官能評価用紙 (Shochu Sensory Evaluation Sheet)							
試料番号 (Sample number)	審査員 (Adjudicator)						
<b>評価 (Assessment)</b>							
総合評価 (Overall balance)	非常に良くない (Very poor)	良くない (Poor)	比較的良くない (Somewhat poor)	比較的良い (Somewhat good)	良い (Good)	非常に良い (Very good)	
<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>							
<b>香り (Nose)</b>							
エステル香・果実香 (Ester/Fruity)	感じない (None)	非常に弱く感じる (Very slight)	弱く感じる (Slight)	感じる (Moderate)	強く感じる (Strong)	非常に強く感じる (Very strong)	参照物質 (Substances for reference) 酢酸イソアミル, カプロン酸エチル, 酢酸エチル (Isoamyl acetate, Ethyl caproate, Ethyl acetate)
<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>							
柑橘香・花香 (Citrus/Floral)	<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>						リナロール (Linalool)
甘い香り (Sweet)	<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>						バニリン, ソトロン (Vanillin, Sotolon)
高級アルコール様 (Similar to higher alcohols)	<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>						イソアミルアルコール, イソブチルアルコール (Isoamyl alcohol, Isobutyl alcohol)
アルデヒド様 (Aldehydic)	<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>						アセトアルデヒド (Acetaldehyde)
香ばしさ・焦げ臭 (Spicy/Burnt)	<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>						
油香・油臭 (Oily)	<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>						
<b>味 (Palate)</b>							
濃さ (Body)	とても淡い (Very light)	淡い (Light)	比較的淡い (Somewhat light)	比較的濃い (Somewhat full)	濃い (Full)	とても濃い (Very full)	
<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>							
後味・きれ (Aftertaste/Finish)	とてももたつく (Very lingering)	もたつく (Lingering)	比較的もたつく (Somewhat lingering)	比較的すっきり (Somewhat crisp)	すっきり (Crisp)	とてもすっきり (Very crisp)	
<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>							
甘味 (Sweetness)	感じない (None)	非常に弱く感じる (Very slight)	弱く感じる (Slight)	感じる (Moderate)	強く感じる (Strong)	非常に強く感じる (Very strong)	
<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>							
苦味 (Bitterness)	感じない (None)	非常に弱く感じる (Very slight)	弱く感じる (Slight)	感じる (Moderate)	強く感じる (Strong)	非常に強く感じる (Very strong)	
<input type="checkbox"/> ————— <input type="checkbox"/>							
コメント (Comments)							

表3 官能評価用参照物質

番号 No.	参照物質 Reference substance	CAS番号 CAS number	濃度 (mg/l) Content (mg/l)	試薬会社 Reagent manufacturer
1	酢酸イソアミル (Isoamyl acetate)	123-92-2	5.4	Tokyo
2	カプロン酸エチル (Ethyl caproate)	123-66-0	0.42	Wako
3	酢酸エチル (Ethyl acetate)	141-78-6	700	Wako
4	リナロール (Linalool)	78-70-6	0.4	Wako
5	バニリン (Vanillin)	121-33-5	5	Wako
6	ソトロロン (Sotolon)	28664-35-9	0.031	Tokyo
7	イソアミルアルコール (Isoamyl alcohol)	123-51-3	1400	Tokyo
8	イソブチルアルコール (Isobutyl alcohol)	78-83-1	3300	Tokyo
9	アセトアルデヒド (Acetaldehyde)	75-07-0	180	Wako

試薬会社：東京化成工業株式会社 (Tokyo)、和光純薬工業株式会社 (Wako)  
Reagent manufacturer: Tokyo Chemical Industry Co., LTD. (Tokyo), Wako Pure Chemical Industries, Ltd. (Wako)

各用語の英訳も付けた。

官能評価は8名で実施した。あらかじめ参照物質 (表3) の匂いをかいでもらい、匂いを記憶してもらった。参照物質の濃度は、Leeら<sup>7)</sup>、大石ら<sup>8)</sup>、神渡ら<sup>9)</sup> 及び宇都宮ら<sup>10,11)</sup> の各文献で報告のあった各成分の閾値の10倍濃度を目安に設定した。

官能評価には、米製焼酎2点 (減圧蒸留製品及び常圧蒸留製品)、麦製焼酎2点 (減圧蒸留製品及び常圧蒸留製品)、泡盛2点 (減圧蒸留製品及び常圧蒸留製品)、甘藷製焼酎2点 (減圧蒸留製品及び常圧蒸留製品)、黒糖製焼酎2点 (減圧蒸留製品及び常圧蒸留製品)、そば製焼酎1点 (減圧蒸留製品)、酒粕製焼酎1点 (減圧蒸留製品)、以上合計12点を用いた。試料焼酎のアルコール度数は、25度が11点、20度が1点であった。焼酎の種類とアルコール度数は評価者へ提示した。

集計の際は各項目の左端を1、右端を6として集計した。統計解析には、SAS Institute Japan株式会社のソフトウエアJMP12.0を使用し、各尺度項目について、Wilcoxon (ウィルコクソン) 検定 (ノンパラメトリック法) により2群間の差の検定を行った。また、各尺度項目と「総合評価」との相関をSpearman (スピアマン) の順位相関分析により調べるとともに、各尺度項目を説明変数とし「総合評価」を目的変数とした重回帰分析を行った。

## 結果及び考察

### 1. 焼酎の官能評価用語

焼酎の評価用語を表1にまとめた。

尺度評価項目では、焼酎の品質の良否を判断す

るため「香り」、「味」、「調和」、「総合評価」及び「原料特性」に関する項目が使用されていたが、これらの項目は各焼酎の特徴をより具体的に捉えるものではない。そこで、研究所では焼酎の特徴をとらえるため、平成29年より「濃淡」及び「甘味」に関する尺度評価 (5段階) を試みている。

評価用語は、「豊か」、「ソフト」、「上品」、「不足・乏しい」、「くどい・過多」等、調和に関する項目を中心に抽象的な表現が使用されており、酒質を具体的にイメージすることが難しいと考えられる。今後は、抽象的な表現ではなく、より具体的な酒質表現を用いていくことが必要であると思われる。

また、焼酎は使用原料にはバラエティがあり、原料ごとの香味の特徴が異なるにもかかわらず、原料特性に関する具体的な評価用語がほとんどない状況にあった。甘藷焼酎については、熊本国税局において原料特性を表す評価項目として「蒸し芋」、「焼き芋」、「紅茶」、「パッションフルーツ」、「ドライフルーツ」、「にんじん様」、「小豆 (豆様)」、「花様」、「ハーブ様」、「カラメル様」という用語が試験的に導入されていた (表1)。それぞれの原料の焼酎について、甘藷焼酎のように原料特性を具体的に表現していくことが必要であると考えられる。

### 2. 焼酎の尺度評価

試料焼酎12点の官能評価結果の平均値及び中央値を表4に示した。Wilcoxon検定を行ったところ、試料全体と個別の試料との間で有意差がみられた項目があり、「エステル香・果実香」は酒粕製減圧蒸留製品で、「柑橘香・花香」は甘藷製減

表4 官能評価結果

番号	原料区分	蒸留方法	統計量	総合評価	エステル香・果実香	柑橘香・花香	甘い香り	高級アルコール様	アルデヒド様	香ばしさ・焦げ臭	油香・油臭	濃さ	後味・きれ	甘味	苦味
1	米	減圧	平均値	4.88	4.00	1.38	1.38	3.50	2.38	1.38	1.38	2.75	4.25	3.63	2.63
			中央値	5.00	4.50	1.00	1.00	4.00	2.50	1.00	1.00	3.00	4.50	4.00	3.00
2	米	常圧	平均値	4.38	2.50	1.38	3.88	2.75	1.75	3.50	2.63	4.00	3.63	3.75	3.38
			中央値	4.00	2.50	1.00	4.00	3.00	2.00	4.00	2.50	4.50	3.50	3.50	3.50
3	麦	減圧	平均値	4.13	3.75	1.75	1.88	3.50	1.88	2.13	2.38	3.63	3.25	3.38	2.75
			中央値	4.00	4.00	1.00	2.00	3.50	2.00	2.00	2.00	4.00	3.00	4.00	3.00
4	麦	常圧	平均値	4.38	1.50	1.00	2.25	2.63	1.38	4.63	2.63	4.25	3.25	3.63	3.63
			中央値	4.00	1.00	1.00	2.00	2.50	1.00	5.00	3.00	4.00	3.00	3.50	3.50
5	泡盛	減圧	平均値	4.13	3.75	1.50	1.50	3.63	2.38	1.88	2.63	2.88	4.00	3.38	2.75
			中央値	4.00	4.00	1.00	1.00	3.50	2.00	1.50	2.50	2.50	4.00	3.50	3.00
6	泡盛	常圧	平均値	4.63	2.50	1.50	3.88	2.63	1.75	3.50	3.13	4.50	3.50	3.38	2.88
			中央値	4.50	2.00	1.00	4.00	2.50	1.50	3.50	3.00	4.50	3.50	3.50	3.00
7	甘藷	減圧	平均値	4.00	3.38	5.25	1.75	2.50	2.00	1.25	1.38	2.75	4.25	3.88	2.75
			中央値	4.00	3.00	5.00	1.50	2.50	2.00	1.00	1.00	3.00	4.00	4.50	2.50
8	甘藷	常圧	平均値	4.63	1.88	2.88	2.63	2.00	1.50	4.13	1.88	4.50	3.38	3.88	3.25
			中央値	4.50	1.50	3.00	2.00	2.00	1.00	4.50	1.50	4.50	3.50	4.00	3.00
9	黒糖	減圧	平均値	3.75	2.88	1.88	3.00	2.88	3.75	2.00	1.50	3.13	4.00	3.50	2.25
			中央値	3.50	3.00	1.50	2.50	3.00	4.00	2.00	1.00	3.00	4.00	3.50	2.00
10	黒糖	常圧	平均値	3.50	2.25	1.38	3.38	2.75	2.13	3.25	3.38	4.38	3.13	3.13	3.75
			中央値	4.00	2.00	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00
11	そば	減圧	平均値	4.75	3.38	1.75	1.75	3.25	2.75	2.00	1.88	3.25	4.00	3.63	3.00
			中央値	5.00	3.50	1.00	2.00	3.50	3.00	1.50	2.00	3.00	4.00	3.50	2.50
12	酒粕	減圧	平均値	4.25	5.38	1.63	1.63	3.25	2.38	1.25	2.50	2.88	4.13	3.50	2.25
			中央値	4.00	5.50	1.00	1.50	3.50	2.00	1.00	2.50	3.00	4.50	3.50	2.50
全 体			平均値	4.28	3.09	1.94	2.41	2.94	2.17	2.57	2.27	3.57	3.73	3.55	2.94
			中央値	4.00	3.00	1.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	4.00	3.00

Wilcoxon検定にて、試料全体と個別の試料との間で有意差（p値が0.05以下）がみられた項目は網掛けした。濃いグレーの網掛け箇所は数値が高いこと、薄いグレーの網掛け箇所は数値が低いことを示している。

表5 各評価項目と総合評価との相関分析結果

変 数	スピアマンの順位相関係数	p 値	判定
甘味	0.3554	0.0004	**
後味・きれ	0.2701	0.0078	**
高級アルコール様	0.2193	0.0318	*
甘い香り	0.0943	0.3609	—
濃さ	0.0767	0.4577	—
エステル香・果実香	0.0724	0.4834	—
油香・油臭	0.0716	0.4883	—
柑橘香・花香	0.0429	0.6781	—
香ばしさ・焦げ臭	-0.0443	0.6683	—
アルデヒド様	-0.0687	0.5062	—
苦味	-0.1355	0.1880	—

\*\*：危険率1%で有意に相関あり。

\*：危険率5%で有意に相関あり。

圧蒸留製品で、「甘い香り」は米製常圧蒸留製品、泡盛常圧蒸留製品及び黒糖製常圧蒸留製品で、「アルコール様」は黒糖製減圧蒸留製品で、「香ばしさ・焦げ臭」は麦製常圧蒸留製品及び甘藷製常圧蒸留製品で、「油香・油臭」は泡盛常圧蒸留製品で、「濃

表6 重回帰分析結果

項 目	回帰係数	t 値	p 値
定数項	2.6657	6.72	<.0001
甘味	0.2192	2.87	0.0051
後味・きれ	0.2244	2.63	0.0101

決定係数：R<sup>2</sup>=0.1582

自由度調整済決定係数：R<sup>2</sup>=0.1401

さ」は泡盛常圧蒸留製品、甘藷製常圧蒸留製品及び黒糖製常圧蒸留製品で、「苦味」は黒糖製常圧蒸留製品でそれぞれ有意に評点が高かった。これらの尺度評価項目は、焼酎の原料特性、発酵特性及び蒸留特性等に対応しており、焼酎の特徴を評価するのに適応できる可能性があることが示唆された。また、各尺度項目と「総合評価」との相関を調べたところ、「甘味」及び「後味・きれ」が危険率1%で有意に相関がみられ、「アルコール様」が危険率5%で有意に相関がみられた(表5)。さらに、「総合評価」を目的変数とする重回帰分析を行ったところ、「甘味」及び「後味・きれ」

の2項目が選択されたが、自由度調整済決定係数R2は0.14と高くはなく、他の要因の影響も考えられる(表6)。「甘味」及び「後味・きれ」といった項目は、焼酎の「総合評価」を決める上で重要な判断項目である可能性が考えられるが、今後、審査員数や試料数を増やして検証していきたい。

## ま と め

研究所及び国税局の焼酎の鑑評会で使用されている審査カードや過去の文献から焼酎の官能評価用語を収集、整理した。尺度評価項目として、全体としての評価を行う「総合評価」、香りは「エステル香・果実香」、「柑橘香・花香」、「甘い香り」、「高級アルコール様」、「アルデヒド様」、「香ばしさ・焦げ臭」及び「油香・油臭」の7項目、味は「濃さ」、「後味・きれ」、「甘味」及び「苦味」の4項目の合計12項目を選定し、それぞれ6段階で評価する評価用紙を作成した。審査員8名で焼酎12点の官能評価を行ったところ、個々の焼酎の特徴が明らかとなった。また、「甘味」、「後味・きれ」が「総合評価」との相関が高く、これらの項目は焼酎の「総合評価」を決める上で重要な判断項目である可能性があり、今後、審査員数や試料数を増やして検証していきたい。

## 謝 辞

東京、福岡、熊本及び沖縄の各国税局(国税事務所)の方々に焼酎の鑑評会で使用している審査カードをご提供いただきましたことに感謝いたします。また、尺度評価による官能評価用紙の作成にあたり、熊本国税局平成29年酒類鑑評会の品質評価員の方々に多大なご助言をいただきましたことに感謝いたします。さらに、福岡国税局鑑定官

室及び熊本国税局鑑定官室の方々に焼酎の官能評価にご協力いただきましたことに感謝いたします。

## 文 献

- 1) ビール酒造組合同際技術委員会(分析委員会)編:「BCOJ官能評価法」, 財団法人日本醸造協会(2002)
- 2) 宇都宮仁、磯谷敦子、岩田 博、中野成美: 酒類総合研究所報告, 178, 45-52(2006)
- 3) 宮野信之、岩田 博、新里修一、高宮義治、藤田正邦、志垣邦雄、忍頂寺晃嗣、中尾俊幸、田中康: 醸協, 76, 22-27(1981)
- 4) 西谷尚道: 醸協, 75, 641-649(1980)
- 5) 倉光潤一、丸山新次: 醸協, 97, 27-38(2002)
- 6) Yohei Shiraishi, Yumiko Yoshizaki, Toshifumi Ono, Hiroaki Yamato, Kayu Okutsu, Hisanori Tamaki, Taiki Futagami, Yoshihiro Sameshima and Kazunori Takamine: *J. Inst. Brew.*, 122, 381-387(2016)
- 7) K.-Y. Monica Lee, Alistair Paterson and John R. Piggott: *J. Inst. Brew.*, 106, 203-208(2000)
- 8) 大石雅志、猫垣加奈子、梶原康博、高下秀春、下田雅彦、岡崎直人: 醸協, 108, 113-121(2013)
- 9) 神渡 巧、瀬戸口眞治、高峯和則、緒方新一郎: 醸協, 100, 520-526(2005)
- 10) 宇都宮仁、磯谷敦子、岩田 博: 醸協, 99, 652-658(2004)
- 11) 宇都宮仁、磯谷敦子、岩田 博: 醸協, 99, 729-734(2004)