

# 全国地ビール品質審査会2019出品酒の分析について

伊藤 伸一・日下 一尊

Analysis of Beer Components Presented to Craft Beer Contest  
of Japan Brewers Association in 2019

Shinichi ITO and Kazutaka KUSAKA

## 緒 言

全国地ビール品質審査会2019（以下、「審査会」という。）は、地ビールの醸造技術向上及び品質改善を目的として、全国地ビール醸造者協議会（Japan Brewers Association、以下、「JBA」という。）の主催により、平成31年3月13日（水）及び14日（木）に、日本醸造協会赤レンガ酒造工場（東京都北区滝野川）（以下、「赤レンガ酒造工場」という。）において実施された。審査会には47社から110点の出品があり、出品酒全点が官能評価による審査に供された。出品酒については、事前に独立行政法人酒類総合研究所（以下、「酒総研」という。）において成分分析及び微生物検査を実施した。

本報では、出品酒の成分分析、微生物検査及び官能評価の結果について報告する。

## 方 法

### 1. 出品酒

出品酒は自社の製造場において製成した、ビール及び発泡酒とした。容器は瓶、缶又はペットボトルとした。1社からの出品点数は前回より増加し3点までとした。出品は、成分分析及び微生物検査分は平成31年2月8日（金）、審査会分は平成31年3月12日（火）を送付期限として、それぞれ行った。出品酒は、審査会分は審査会まで、成分分析及び微生物検査分は分析及び微生物検査が行われるまで、8℃及び4℃でそれぞれ保管した。

出品は、酵母（上面発酵酵母又は下面発酵酵母）、色の濃さ（淡色、中濃色又は濃色）及びアルコール分（5%未満、5%以上8%未満又は8%以上）

の組み合わせによる18のカテゴリーに分類して行った。また、カテゴリー以外の出品酒に関する情報について、出品者から、商品名、タイプ並びにアルコール分及び苦味価の自社分析値又は設計値（以下、「出品者申告値」という。）が記載された出品票を得た。

官能評価による審査、成分分析及び微生物検査の結果については、出品者に対して自社製品の結果及び全出品酒の平均値をフィードバックした。

### 2. 成分分析

#### (1) 比重、アルコール分及びエキス関係

比重及びアルコール分は、BCOJビール分析法<sup>1)</sup> 8.4.3及び8.3.6（いずれもアルコライザー法）により、それぞれ測定した。これらの測定値を使用してBCOJビール分析法8.5エキス関係計算法により、エキス関係の計算を行った。

#### (2) 一般分析値

ガス圧及び酸度は、国税庁所定分析法<sup>2)</sup> 8-3及び8-8-2B（pH計による方法）により、それぞれ測定した。pH及び苦味価は、BCOJビール分析法8.7及び8.15（International Method）により、それぞれ測定した。

#### (3) 有機酸

クエン酸、コハク酸、リンゴ酸、酢酸及び乳酸は、高速液体クロマトグラフ有機酸分析システム（株式会社島津製作所製）により、以下の方法で測定した。

#### イ 機器構成

検出器：CDD-10Avp

ポンプ：LC-10AD  
 システムコントローラー：SCL-10ADvp  
 オートインジェクター：SIL-10AD  
 カラムオープン：CTO-10Avp  
 カラム：SCR-102H（ガードカラム）及び  
 Shim-pack SCR-102H × 2（300 ×  
 8 mm I.D.、分析カラム、連結）

ロ 分析条件

注入量：50 μL  
 カラム温度：40℃  
 流速：0.8 mL/min  
 移動相：5 mM p-トルエンスルホン酸  
 緩衝液：5 mM p-トルエンスルホン酸、  
 0.1 mM EDTA、20 mM Bis-Tris  
 分析時間：50 min

ハ 分析操作

脱気した試料 1 mL に内部標準液（5,000 mg/L イソ吉草酸）0.1 ml を添加・攪拌後、0.2 μm シリンジフィルター（濾材：親水性アクリル共重合体）ろ過を行い、分析に供した。

3. 微生物検査

一般細菌の検出は、試料0.1 mLをシクロヘキシミド（和光純薬工業株式会社）10 mg/L を含む Difco™ Universal Beer Agar（UBA Medium）

（Becton Dickinson and Company）の平板培地に塗布し、25℃、好気条件下、5日間培養後、出現したコロニー数から、菌数（cfu/mL）を算出した。

乳酸菌の検出は、試料0.1 mLをシクロヘキシミド 10 mg/L を含むラカーレイ寒天培地（関東化学株式会社）及びDifco™ Lactobacilli MRS Agar（Becton Dickinson and Company）の平板培地にそれぞれ塗布し、25℃、アネロパック・ケンキ（三菱ガス化学株式会社）による嫌気条件下、7日間培養後、出現したコロニー数から、菌数（cfu/mL）を算出した。出現したコロニー数が1,000を超えた場合は、10,000 cfu/mL超とした。結果は、「不検出（10 cfu/mL以下）」、「10～1,000 cfu/mL」及び「> 1,000 cfu/mL」の区分で集計した。

4. 官能評価

官能評価による審査は、審査員24名（国税局3名、ビール酒造組合4名、日本地ビール協会2名、地ビール醸造技術者12名及び酒総研3名、審査委員長 酒総研理事長 後藤奈美）により、平成31年3月13日（水）、14日（木）に実施した。官能評価による審査は、審査員を6名ずつの4グループに分けて、出品酒の約4分の1ずつを各グループが分担して実施した。出品酒は、銘柄を伏せて、カテゴリ及び出品票記載のタイプに近いものを

Beer No. (ビール番号) _____		Beer Judging Sheet (ビール評価票)		Judge No. (審査員番号) _____	
	Score (点数)	Comments (コメント)			
Appearance (外観)	/4 Color (色)	_____	negative	positive	
	Clarity (透明度)	_____	<input type="checkbox"/> Acetaldehyde (アセトアルデヒド)	<input type="checkbox"/> Estery (エステル)	
	Foam (泡)	_____	<input type="checkbox"/> Astringent (渋み)	<input type="checkbox"/> Hoppy (ホップ香)	
Aroma (香り)	/6 Malt (麦芽)	_____	<input type="checkbox"/> Diacetyl (ダイアセチル)	<input type="checkbox"/> Malty (モルティアー)	
	Hop (ホップ)	_____	<input type="checkbox"/> DMS	<input type="checkbox"/> Smooth (なめらか)	
	Others (その他)	_____	<input type="checkbox"/> Estery (エステル)	<input type="checkbox"/> Sweet (甘味)	
Flavor and Body (味とボディ)	/7 Malt (麦芽)	_____	<input type="checkbox"/> Grassy (青臭さ)		
	Hop (ホップ)	_____	<input type="checkbox"/> Light-Struck (日光臭)		
	Condition (熟成)	_____	<input type="checkbox"/> Metallic (金属臭)		
	Aftertaste (後味)	_____	<input type="checkbox"/> Musty (カビ臭)		
	Balance (バランス)	_____	<input type="checkbox"/> Oxidized (酸化臭)		
	Others (その他)	_____	<input type="checkbox"/> Phenolic (フェノール臭)		
	Body (ボディ)	_____	<input type="checkbox"/> Solvent (有機溶剤臭)		
Technical Quality (醸造技術品質)	/3 Off flavor (オフフレーバー)	_____	<input type="checkbox"/> Sour/Acidic (酸味)		
	Others (その他)	_____	<input type="checkbox"/> Sulfur (硫黄臭)		
Total (合計)	/20	_____	<input type="checkbox"/> Sweet (甘味)		
		_____	<input type="checkbox"/> Yeasty (酵母臭)		
	To the Brewer (ブルワーへの言葉)	_____			
		_____			
		_____			

第1図 官能評価様式

まとめて、各回5～8点で計12回実施した。室温は設定温度22℃とし、品温8℃で官能評価を開始した。評価者は210 mL容のプラカップを都度交換しながら使用して官能評価を行った。官能評価は「官能評価様式」(第1図)によるプロファイル法で行った。官能評価の結果について、合計点の平均値が12.0以上の出品酒を「入賞」とした。また、各回の審査において、総合評価が上位の出品酒1点ずつを投票により選出し、その内成分分析及び微生物検査で問題のなかった14点について、決審として審査員全員で再度官能評価を実施して総合評価が最も優れた出品酒1点を投票により選出し、「最優秀賞」とした。

## 結 果

### 1. 出品状況

47社から110点の出品があった。前回<sup>3)</sup>と比較して1社増加し、1社あたりの出品点数を増やしたことにより、全体の出品点数は大幅に増加した。

出品票記載のカテゴリー別出品数は第1表のとおりであった。出品票記載のタイプが近いものを第2表のとおりにまとめた。製品数の多いエール(40点)、ラガー(27点)及びヴァイツェン(16点)については、それぞれのタイプにおける分析値等の解析を行った。

### 2. 成分分析

エール、ラガー、ヴァイツェン、その他及び出品酒全体について、成分分析値の平均値及び標準偏差を第3表から第5表に示した。

#### (1) 比重、アルコール分及びエキス関係

比重及びアルコール分の測定値から、原麦汁エキス分、外観エキス分及び外観発酵度が算出される。原麦汁エキス分は、仕込時に確定する

第1表 カテゴリー別出品数

発酵形式	色 調	アルコール分			合計
		5%未満	5%以上 8%未満	8%以上	
下面発酵	淡 色	3	20	0	23
	中濃色	0	4	0	4
	濃 色	0	2	0	2
上面発酵	淡 色	10	36	0	46
	中濃色	3	21	2	26
	濃 色	0	9	0	9
合 計		16	92	2	110

麦汁の濃さを表す値である。外観エキス分及び外観発酵度は、アルコール分とともに、アルコール発酵の程度を表す値として、製造工程上、重要な管理指標である。

製品数の多いエール、ラガー及びヴァイツェンと比較すると全項目でエールは標準偏差が大きく、製品の多様性を反映していた。一方、ヴァイツェンは外観エキス分が高く外観発酵度が低かった。ヴァイツェンにおいては、ボディ感

第2表 タイプ別出品状況

タイプ	出品数
エール	40
ラガー	27
ヴァイツェン	16
スタウト	6
アルト	5
ケルシュ	1
ホワイト	7
ポーター	1
フルーツビール	4
上記以外	3
合 計	110

- (注1) エールは、出品票記載のIPA、アメリカン・アンバーエール、アメリカンIPA、アメリカンペールエール、アンバーエール、イングリッシュスタイル・ペールエール、イングリッシュペールエール、インペリアルIPA、ゴールドエール、ゴールド・ブロンドエール、セッションIPA、ストロングエール、ブラウンエール、ペールエール、フリースタイル・ライトエール、ライスエール/酒米エール及びボトルコンディショニングビール並びに上面、上面タイプ及び上面発酵(出品票記載のビール名等からエールであることが明らかなもの)を含む。
- (注2) ラガーは、出品票記載のIPL、アンバーラガー、アメリカンスタイルアンバーラガー、フリースタイルラガー、ライトラガー、ライスラガー、ピルスナー、ジャーマンスタイルピルスナー、ピルスナー(ジャーマン)、ボヘミアンピルスナー、ピルスナー(ボヘミアン)、バンベルグスタイルラオホビア、デュンケル及びミュンヒナーデュンケルを含む。
- (注3) ヴァイツェンは、出品票記載のヘーフェヴァイツェン、南ドイツスタイルヴァイツェン、南ドイツスタイルヘーフェヴァイツェン及び南ドイツスタイル・デュンケルヴァイツェンを含む。
- (注4) スタウトは、出品票記載のファリニスタウト及びドライスタウトを含む。
- (注5) アルトは、出品票記載のジャーマンスタイルアルト、デュッセルドルフアルト及びアルトタイプを含む。
- (注6) ケルシュは、出品票記載のケルシュタイプを含む。
- (注7) ホワイトは、出品票記載のホワイトエール、ベルジャン・ウィット、ベルジャン・ホワイト及びライトアメリカンウィット並びに上面(出品票記載のビール名等からホワイトであることが明らかなもの)を含む。
- (注8) ポーターは、出品票記載のロブストポーターを含む。
- (注9) 上記以外は、酒イースト、ベジタブルエール及びオリジナルを含む。

第3表 出品酒の一般成分（アルコール分、比重、エキス分及び発酵度）分析値

タイプ	点数	アルコール分 (20℃, v/v%)		比 重 (20/20℃)		原麦汁エキス (w/w%)		外観エキス分 (w/w%)		外観発酵度 (%)	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
エール	40	5.45	1.07	1.00824	0.00320	12.75	2.20	2.58	0.82	79.90	5.15
ラガー	27	5.17	0.40	1.00893	0.00245	12.44	0.79	2.75	0.62	77.93	4.39
ヴァイツェン	16	5.35	0.56	1.00938	0.00198	12.86	1.14	2.87	0.50	77.69	3.36
その他	27	5.12	0.68	1.00859	0.00320	12.26	1.46	2.67	0.82	78.41	5.70
全出品酒	110	5.29	0.79	1.00866	0.00287	12.57	1.62	2.68	0.73	78.73	4.92

第4表 出品酒の一般成分（ガス圧、苦味価、pH及び酸度）分析値

タイプ	点数	ガス圧 (20℃, km/cm <sup>2</sup> )		苦味価 (IBU)		pH		酸 度	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
エール	40	2.21	0.38	37.8	12.3	4.68	0.20	1.71	0.36
ラガー	27	2.36	0.31	29.9	7.9	4.73	0.11	1.88	0.28
ヴァイツェン	16	2.16	0.38	14.7	5.9	4.54	0.19	2.02	0.27
その他	27	2.45	0.32	22.1	7.1	4.51	0.26	1.93	0.62
全出品酒	110	2.30	0.36	28.6	12.5	4.63	0.22	1.85	0.42

第5表 出品酒の有機酸分析値

タイプ	点数	クエン酸 (mg/L)		コハク酸 (mg/L)		リンゴ酸 (mg/L)		酢 酸 (mg/L)		乳 酸 (mg/L)	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
エール	40	305.1	59.0	127.3	47.8	215.7	47.9	71.4	64.2	211.1	91.1
ラガー	27	272.6	27.3	101.1	33.4	187.8	40.3	173.5	44.3	156.4	72.0
ヴァイツェン	16	228.4	26.1	116.3	39.4	152.8	29.2	255.2	83.4	186.2	88.7
その他	27	333.4	309.5	174.6	59.3	226.6	229.6	94.6	77.4	210.4	118.1
全出品酒	110	292.9	159.8	130.9	53.5	202.4	120.5	128.9	93.1	193.9	95.7

が特徴となることから、仕込工程において非発酵性糖の比率を意図的に高くした製品が多いと推測された一方で、可溶性窒素含有量の低い小麦麦芽の多用により麦汁中のアミノ酸が不足した結果、酵母の発酵が不十分となり発酵性糖が意図せず残留した製品が含まれている可能性も考えられた。

## (2) 一般分析値

ガス圧は、炭酸ガスの爽快感、キレ及び泡持ちに大きく影響する。一般に、ヴァイツェン、ラガー、エールの順に高い設計値であるが、出品酒ではラガーが高めであるのに対し、エールとヴァイツェンが同程度の平均値であった。

苦味価は、一般にビールを主要な苦味物質であるイソ $\alpha$ 酸の濃度を反映する。ヴァイツェンは設計値が低いものが多く、エールはインディアペールエール (IPA) のような設計値が高いものが含まれる。出品酒の傾向はこれらと一致

していた。また、エールは標準偏差が大きく、多様性の大きさを反映していた。

pHは、ビール中の抗菌性物質であるイソ $\alpha$ 酸の抗菌性に大きな影響を与える。pHが高いとイソ $\alpha$ 酸の抗菌性が十分に発揮されないため、微生物汚染のリスクが高くなる<sup>4)</sup>。また、乳酸菌等による汚染が見られる場合に低い異常値となることがある。ラガーでやや高い傾向が見られた。

酸度は、有機酸の濃度を反映し、乳酸菌等による汚染が見られる場合に高い異常値となることがある。製品数の多いエール、ラガー及びヴァイツェンで大きな違いは見られなかった。

## (3) 有機酸

ビール中の有機酸の由来は、麦芽から移行するもの、発酵中に酵母が生成するもの及び発酵・貯蔵中に汚染微生物が生成するものに大別される。クエン酸は、主に麦芽由来する。そ



の他の有機酸は主に発酵中に酵母が生成する<sup>5)</sup>。乳酸菌等による汚染が見られる場合に、酢酸及び乳酸が高い異常値となることがある。この場合、クエン酸、コハク酸及びリンゴ酸が汚染微生物により酢酸及び乳酸に変換されることにより、低い異常値となることがある。

なお、今回の出品酒のうち、微生物検査においていずれかの培地で1,000 cfu/mLを超えたものの7点の各有機酸の平均値は、クエン酸288.7 mg/L、コハク酸178.7 mg/L、リンゴ酸175.7 mg/L、酢酸62.9 mg/L及び乳酸241.0 mg/Lであった。今回の出品酒においては、乳酸に関しては全体の平均値193.9 mg/Lと比較して高い傾向が見られたものの、酢酸は全体の平均値が128.9 mg/Lであり、むしろ低くなっていた。これは、今回検出された微生物汚染に関しては、酢酸菌の関与が少なかった可能性が推測される。

品酒の大半は不検出であったものの、1000cfu/mlを超えるものが7点検出されるなど、微生物汚染を受けたものが一定の割合で存在した。なお、好気培養であるUBA培地並びに嫌気培養であるラカーレイ培地及びMRS培地について、タイプ別の傾向は特に見られなかった。

微生物汚染に対する国内地ビール特有の要因として、微生物抵抗性に影響する特性（原エキス分、苦味価、発酵温度、使用酵母、真正エキス分等）の異なる多種の製品が設備を共用して製造されており、いずれかで発生した汚染が伝播する可能性があること、高温多湿な気候、小規模設備に散見される開放発酵により環境からの汚染などが考えられる。全国規模の調査を継続的に実施することにより、微生物汚染の要因と考えられる事項を把握し、効果的な対策の構築することが必要であると考えられる。

### 3. 微生物検査

出品酒の微生物検査結果を第6表に示した。出

### 4. 官能評価

今回出品のあった110点について、図1の官能

第6表 微生物検査のタイプ別集計結果

使用培地（内訳）		点数	不検出 (10 cfu/mL以下)	10~1,000 cfu/mL	>1,000 cfu/mL
UBA	エール	40	27	11	2
	ラガー	27	22	5	0
	ヴァイツェン	16	12	4	0
	その他	27	17	6	4
	全出品酒	110	78	26	6
MRS	エール	40	37	2	1
	ラガー	27	25	2	0
	ヴァイツェン	16	16	0	0
	その他	27	23	2	2
	全出品酒	110	101	6	3
ラカーレイ	エール	40	27	11	2
	ラガー	27	22	5	0
	ヴァイツェン	16	12	4	0
	その他	27	15	7	5
	全出品酒	110	76	27	7

第7表 官能評価評点のタイプ別平均値及び標準偏差

タイプ	点数	Appearance (外 観)		Aroma (香 り)		Flavor and Body (味とボディ)		Technical Quality (醸造技術品質)		Total (合 計)	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
エール	40	4.04	0.68	4.65	0.63	2.15	0.47	0.53	0.06	3.19	0.38
ラガー	27	4.13	0.60	4.95	0.62	2.15	0.31	0.58	0.05	3.49	0.33
ヴァイツェン	16	3.82	0.63	4.44	0.76	2.18	0.36	0.49	0.09	2.96	0.55
その他	27	4.05	0.60	4.64	0.62	2.03	0.41	0.57	0.05	3.39	0.31
全出品酒	110	4.03	0.64	4.69	0.66	2.12	0.40	0.55	0.07	3.28	0.42

第8表 タイプ別指摘項目及び指摘を受けた出品酒数

タイプ	点数	negative															positive						
		Acetaldehyde (アセトアルデヒド)	Astringent (渋み)	Diacetyl (ダイアセチル)	DMS	Estery (エステル)	Grassy (青臭 <sup>※</sup> )	Light-Struck (日光臭)	Metallic (金属臭)	Musty (カビ臭)	Oxidized (酸化臭)	Phenolic (フェノール臭)	Solvent (有機溶剤臭)	Sour/Acidic (酸味)	Sulfur (硫黄臭)	Sweat (甘味)	Vegetal (野菜臭)	Yeasty (酵母臭)	Estery (エステル)	Hoppy (ホップ香)	Malty (モルティー)	Smooth (なめらか)	Sweat (甘味)
エール	40	7	25	15	2	3	11	1	2	1	16	8	6	6	8	10	6	17	12	15	18	14	3
ラガー	27	8	9	9	15	2	3	3	2	0	17	2	0	9	9	10	7	7	5	10	16	12	5
ヴァイツェン	16	3	10	5	2	3	4	1	5	1	3	2	3	6	3	4	2	6	13	2	5	7	5
その他	27	8	12	10	1	2	9	0	2	3	10	5	3	13	6	7	6	12	12	5	9	6	2
全出品酒	110	26	56	39	20	10	27	5	11	5	46	17	12	34	26	31	21	42	42	32	48	39	15

(注) 1名以上から各指摘を受けた出品酒の点数を集計したものである。具体的には、エールの「Acetaldehyde (アセトアルデヒド)」が「5」は、エールにおいて「Acetaldehyde (アセトアルデヒド)」の指摘を1名以上から受けた出品酒が5点であったことを示す。

評価様式によって官能評価を行った。

Appearance (外観)、Aroma (香り)、Flavor and Body (味とボディー)、Technical Quality (醸造技術品質) について、それぞれ4点、6点、7点及び3点満点で0.5点単位の尺度評価を行い、これらの合計値をTotal (合計) とした。Appearance (外観) はColor (色)、Clarity (透明度) 及びFoam (泡) とした。Aroma (香り) はMalt (麦芽)、Hop (ホップ) 及びOther (その他) とした。Flavor and Body (味とボディー) はMalt (麦芽)、Hop (ホップ)、Condition (熟成)、Aftertaste (後味)、Balance (バランス)、Others (その他) 及びBody (ボディー) とした。Technical Quality (醸造技術品質) はOff flavor (オフフレーバー) 及びOthers (その他) のそれぞれ総合的な評価と定義した。また、Technical Quality (醸造技術品質) の評価は他の尺度評価に影響し得る。

タイプ毎の平均値及び標準偏差を第7表に示した。今回はヴァイツェンにおいてAroma (香り) 及びTechnical Quality (醸造技術品質) 及びTotal (合計) が低く、一部の製品に製造技術上の課題があることが考えられた。既述のとおり、成分分析値 (外観発酵度及びガス圧の低さ) から、製品設計、製造技術面で問題があった可能性が推測される。

指摘項目は、1名以上から指摘を受けた出品酒の数を第8表に示した。好ましくない項目 (negative) では、Astringent (渋み)、Oxidized (酸化臭) 及びYeasty (酵母臭) は全体的に指摘が多

く見られた。渋みは、主に麦芽の穀皮及びホップの苞から溶出するポリフェノールに由来し、糖化及び濾過工程における過剰な溶出や煮沸工程における凝集の不足によりビール中に多く残留する。酸化臭は、主として脂肪酸の酸化によるトランス-2-ノネナールの生成に由来し、麦汁への脂質の混入、仕込工程及び製成後の酸素の混入等により増加する。酵母臭は、発酵・貯蔵期間からパッケージングにおける不適切な管理により、酵母が自己消化を起こしたことに由来する。多くの地ビールはろ過を行わず、酵母の入った状態で流通することから、酵母を必要以上に残存させないとともに、細心の取扱を要すると考えられる。これらは地ビールの品質改善において今後解決すべき技術的課題と考えられた。Diacetyl (ダイアセチル) の指摘については、一般にエールではダイアセチルはある程度許容されることから、一部出品酒で設計値が高かった可能性がある。一方、ダイアセチルが厳密に忌避されるピルスナーが含まれるラガーでも、Diacetyl (ダイアセチル) の指摘があった出品酒があり、ダイアセチルの低減が不十分であった可能性がある。

好ましい項目 (positive) では、Estery (エステル) の指摘がヴァイツェン及びエールでそれぞれ多く見られた。また、Hoppy (ホップ香)、Malty (モルティー) 及びSmooth (なめらか) の指摘については、エール及びラガーで多く見られ、多くの出品酒で特徴が良く出せていることが認められた。

## 文 献

- 1) ビール酒造組合国際技術委員会：改訂BCOJ  
ビール分析法，日本醸造協会（2013）
- 2) 国税庁所定分析法：改正平成29年国税庁訓令  
第1号（2017）
- 3) 日下一尊，神本真紀，武藤彰宣：酒類総合研  
究所報告，**190**，35（2018）
- 4) Simpson, W.J.: *J. Inst. Brew.*, **99**, 405（1993）
- 5) Whiting, G.C.: *J. Inst. Brew.*, **82**, 84（1976）