

# 全国地ビール品質審査会2023出品酒の分析について

日下 一尊・岸本 徹・神本 真紀・寺本 聡子

Analysis of Beer Components Presented to Craft Beer Contest  
of Japan Brewers Association in 2023

Kazutaka KUSAKA, Toru KISHIMOTO, Maki KAMIMOTO and Satoko TERAMOTO

## 緒 言

全国地ビール品質審査会2023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）の主催により実施しており、本年で7回目となる。今回は37社から107点の出品があり、品質審査会を令和5年3月8日（水）及び9日（木）に、独立行政法人酒類総合研究所（広島県東広島市）（以下、「研究所」という。）で実施した。出品酒については、令和5年2月から4月の期間において、研究所において成分分析及び微生物検査を実施したので、そ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。品質評価及び成分分析・微生物検査に使用する出品酒については、使用直前まで4℃でそれぞれ保管した。

### 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、エキス関係を計算した。

#### (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）により測定した。

#### イ 機器構成

検出器：CDD-10Avp

ポンプ：LC-40D

システムコントローラー：CBM-40

オートインジェクター：SIL-40C

カラムオープン：CTO-40C

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：10 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：40 min

#### ハ 分析操作

脱気した試料1 mLを攪拌後、0.2 mmシリンジフィルター（濾材：親水性アクリル共重合体）によるろ過を行い、分析に供した



#### 4. 官能評価

官能評価による審査は、審査員18名（国税局3名、ビール酒造組合4名、日本地ビール協会1名、地ビール醸造技術者6名及び研究所職員4名、審査委員長 研究所理事長）により、令和5年3月8日（水）及び9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3グループに分けて、出品酒の約3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、出品者の申告に基づく出品票記載の分類カテゴリに基づき審査グループ化し、各回5～7点で計18回実施した。室温は設定温度20℃とし、審査員個別のブースにおいて官能評価を行った。評価酒は審査直前まで冷蔵庫（4℃）に保管し、審査直前に審査場に移した上で、審査員が自ら210 mL容のプラカップに3分の1程度注いだものを各審査員の自席で審査した。官能評価開始時の品温は6℃前後、審査終了時10℃前後であった。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、そのうち成分分析及び微生物検査で問題のなかった18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た。その結果、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

37社から107点の出品があった。前回<sup>3)</sup>と比較して4社減少し、出品点数は同数であった。出品票記載の分類カテゴリ別出品数は第1表のとおりであった。

第1表 分類カテゴリ別出品数

カテゴリ	出品数
①ラガー	16
②ウィートビール	10
③ペールビール（ペールエール、ケルシュなど）	24
④ダークビール（スタウト&ポーターを含む）	19
⑤フレーバードビール（フルーツ系を含む）	9
⑥サワー&ワイルドビール	1
⑦IPA	18
⑧スペシャリティビール（①～⑦に当てはまらないもの）	10
合 計	107

第2表 タイプ別出品状況

タイプ	出品数	
エール（上面発酵）	43	
うち	ペールエール（注1）	16
	アンバーエール（注2）	4
	ゴールデンエール（注3）	5
	インディア・ペールエール（IPA）（注4）	18
ラガー（下面発酵）	23	
うち	ピルスナー、ライトラガー（注5）	14
	アンバーラガー（注6）	3
	デュンケル、シュバルツ（注7）	6
ヴァイツェン（注8）	8	
スタウト（注9）	8	
フルーツビール（注10）	8	
アルト（注11）	4	
ケルシュ	3	
セゾン（注12）	3	
ベルジャンホワイト（注13）	2	
ポーター（注14）	1	
上記以外（注15）	4	
合 計	107	

注1～15については、出品票記載の以下のタイプを含む。

- (注1) イングリッシュスタイルペールエール、ストロングエール、アメリカンペールエール、クラシック・イングリッシュスタイル・ペールエール、ベスト・ピター、アメリカンスタイル・エクストラ・スペシャルピター、ジャーマンペールエール、イングリッシュブラウンエール、フリースタイル・ライトエール
- (注2) アメリカンスタイルアンバー、アメリカンスタイル・アンバーエール
- (注3) ゴールデン、プロンドエール
- (注4) Hazy Row IPA、インベリアルIPA、セッションIPA、エマージングIPA、アメリカンスタイル・インディア・ペールエール、ジューシーIPA、ヘイジーIPA、English IPA、スペシャリティレッドIPA
- (注5) ライスラガー、ミュンヒナースタイルヘレス、ボヘミアンスタイルピルスナー、ホッピーラガー、ジャーマンスタイル・ピルスナー、イタリアンピルスナー、ボヘミアン、ジャーマンピルスナー、ケラービール、ドルトムンダー、ボヘミアンピルスナー
- (注6) バンベルグスタイルメルツェンラオホ
- (注7) ボック、フリースタイルダークラガー、ミュンヒナーデュンケル、ブラックラガー
- (注8) 南ドイツスタイルヘーフェヴァイツェン、ヘーフェヴァイツェン、酵母入りライトアメリカン・ウィートビール
- (注9) エクスポート・スタウト、ドライスタウト、American Imperial Stout、アメリカンスタウト
- (注10) Fruit Table Wheat、フルーツウィート、フルーツゴールデンエール、ワイルドビール
- (注11) デュッセルドルフアルト
- (注12) ヘイジーセゾン
- (注13) ベルジャン・ウィート（ウィートビール）
- (注14) ロブストポーター
- (注15) Spice Bragot、スペシャリティビール（サケイーストビール）、スペシャリティビール

また、出品票記載のタイプやスタイルに基づき分類したものを第2表のとおりにまとめた。昨年度までの分類カテゴリーを考慮し、エール、ラガーについては内訳を記載した。

なお、出品数の多いエール（43点）、ラガー（23点）に加え、原料及び酵母に特徴のあるヴァイツェン（8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6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

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	43	5.86	1.08	1.00960	0.00454	13.35	2.45	2.46	1.15	82.09	6.43
ラガー	23	5.57	0.56	1.00994	0.00240	12.95	1.19	2.55	0.61	80.39	3.81
ヴァイツェン	8	5.44	0.24	1.01051	0.00167	12.87	0.65	2.69	0.43	79.13	2.58
その他	33	5.82	1.52	1.01011	0.00523	13.38	3.18	2.59	1.33	81.17	8.12
全出品酒	107	5.75	1.12	1.00990	0.00423	13.24	2.41	2.53	1.07	81.22	6.36

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℃, kg/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	43	2.21	0.40	41.30	14.43	4.46	0.23	1.99	0.54
ラガー	23	2.29	0.32	28.66	6.97	4.59	0.13	2.00	0.41
ヴァイツェン	8	2.34	0.33	16.98	4.47	4.40	0.09	2.09	0.27
その他	33	2.24	0.45	28.08	9.77	4.31	0.24	2.26	0.60
全出品酒	107	2.25	0.39	32.69	13.48	4.43	0.23	2.08	0.53

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	43	301.1	56.1	142.8	59.0	202.4	64.0	59.9	46.0	177.0	95.9
ラガー	23	262.4	34.1	86.2	21.1	156.0	40.1	152.0	39.2	131.8	80.6
ヴァイツェン	8	202.9	79.4	121.3	78.0	126.5	43.3	274.4	128.7	245.4	202.1
その他	33	309.7	177.4	187.4	95.3	245.0	213.2	118.0	93.2	178.7	78.0
全出品酒	107	288.1	110.9	142.8	77.2	199.9	131.4	113.7	91.2	172.9	101.5

第6表 モノテルペンアルコール分析値

タイプ	点数	リナロール (μg/L)		シトロネロール (μg/L)		ゲラニオール (μg/L)	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
エール	43	274.1	204.2	38.0	23.6	128.0	114.2
ラガー	23	74.8	112.0	8.1	7.0	16.9	43.8
ヴァイツェン	8	8.3	5.8	3.0	1.6	11.2	5.3
その他	33	200.5	373.2	16.1	16.0	29.6	28.4
全出品酒	107	188.7	263.5	22.2	22.2	65.0	92.4

ガー及びヴァイツェンで比較するとエールで外観エキス分及び外観発酵度の標準偏差が大きく、高発酵度でドライな酒質と反対に非発酵性糖によるボディを重視した酒質といった多様な酒質設計が行われていると推察した。

また、ヴァイツェンは他の出品酒と比較して原麦汁エキス及び外観発酵度が低い一方、外観エキス分は高めであり、ライトでありながらエキス分に由来するふくよかさを併せ持つ酒質を意図した出品酒が多いと推察した。

## (2) 一般分析値

ガス圧は一般に、ヴァイツェン、ラガー、エールの順に高い設計値であり、出品酒も同様の傾向であった。

炭酸ガスの爽快感や泡持ちの良さを狙ってガス圧を高めにしたことが考えられるが、中には、3.0 kg/cm<sup>2</sup>を超える高いガス圧の製品もあった。ガス圧が高過ぎると、噴きの原因となりうる<sup>4)</sup>ことから、製造・品質管理上の問題がないか確認する必要があると考えられる。

苦味価は、ビールの主要な苦味物質であるイソ $\alpha$ 酸の濃度を反映する。一般にヴァイツェンは設計値が低く、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が、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。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が、極端に高い場合にはpH矯正（仕込湯の加工、酸麦芽使用、もろみ又は麦汁への酸添加）、製品中の残留発酵性糖低減等、製造管理上の対応を要する。

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。一般にホップの苦味と酸味は双方が高いと調和が難しいため、ホップの多いエールやラガーではやや低め、ヴァイツェンでやや高めの傾向が見られた。その他区分においては、pH及び酸度の平均値及び標準偏差が大きかつ

たが、フルーツビールが原料由来の有機酸を多く含むためと推察した。

## (3) 有機酸

ビール中の有機酸の由来は、主に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、主に麦芽に由来する。その他の有機酸は主に発酵中に酵母が生成する<sup>5)</sup>。酢酸及び乳酸は微生物汚染にも由来するが、ヴァイツェンで高い特徴がみられた（後述）。その他区分においては、クエン酸及びリンゴ酸の平均値及び標準偏差が大きかったが、フルーツビールの原料果実に由来すると推察した。

## (4) モノテルペンアルコール

ホップの香りの強度指標として、リナロールが用いられる。リナロールの平均値はヴァイツェンで8.3  $\mu\text{g/L}$ と最も低く、エールで274.1  $\mu\text{g/L}$ と最も高かった。シトロネロールは元々ホップ中に含まれないが、発酵中にゲラニオールより変換され生成される。カスケード、シトラ、モザイクなどの米国産のホップにおいてはゲラニオール、シトロネロール、チオール類濃度が高くなり、これらの香気成分の相乗効果によってトロピカルな香りが増強されることが報告されている<sup>6)</sup>。近年これらのホップは米国のクラフトビールにおいても強い人気を博しており、出品ビールの「エール」においてはその平均値が非常に高い傾向が見られた。またリナロールやシトロネロールはユズなどの果汁やコリアンダーを用いた場合にも高く付与される<sup>7)</sup>。ことから出品ビールの「その他」においてもリナロールの平均値が高くなる傾向が見られた。

## 3. 微生物検査

### (1) 微生物分析結果

微生物分析の結果を第7表に示した。UBA培地（好気条件）ではビール中に生育する一般細菌、MRS培地及びラカーレイ培地（嫌気条件）では主に乳酸菌が生育する。乳酸菌をはじめとする微生物汚染は、ビールの香味に悪影響を及ぼす懸念があり、1 mlあたり1,000個を超える微生物が検出されたものは、品質管理上大きな問題があるといえる。本年度においても、昨年

第7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)	10~1,000 cfu/mL	$>1,000$ cfu/mL
UBA	エール	43	32	9	2
	ラガー	23	19	4	0
	ヴァイツェン	8	6	1	0
	その他	33	20	13	0
	全出品酒	107	77	27	2
MRS	エール	43	37	6	0
	ラガー	23	20	3	0
	ヴァイツェン	8	7	0	1
	その他	33	26	7	0
	全出品酒	107	90	16	1
ラカーレイ	エール	43	42	1	0
	ラガー	23	22	1	0
	ヴァイツェン	8	6	1	1
	その他	33	28	5	0
	全出品酒	107	98	8	1
いずれかの 培地で検出	エール	43	31	10	2
	ラガー	23	18	5	0
	ヴァイツェン	8	6	1	1
	その他	33	19	14	0
	全出品酒	107	74	30	3

第8表 微生物検出区分別の有機酸分析値

	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
不検出 ( $<10$ cfu/mL)	74	293.6	116.06	129.5	68.72	185.7	69.09	110.8	80.18	159.9	94.14
10~1,000 cfu/mL	30	282.7	90.54	176.5	90.40	239.8	218.02	103.5	89.84	186.2	72.40
$>1,000$ cfu/mL	3	207.3	174.63	132.0	38.20	150.3	127.00	286.3	206.67	360.3	292.18
合計	107	288.1	110.94	142.8	77.22	199.9	131.37	113.7	91.22	172.9	101.54

同様に出品酒の約3割からいずれかの培地で微生物が検出されており、うち3点から1,000 cfu/mLを超える微生物が検出された。うちヴァイツェン1点はMRS培地及びラカーレイ培地(嫌気条件)でも検出され、個別に実施した顕鏡で桿菌と認められたことから、*Levilactobacillus brevis* (*Lactobacillus*属の再分類<sup>8)</sup>に伴う学名変更前の*Lactobacillus brevis*)等の典型的なビール汚染乳酸桿菌と推察した。

その他、タイプ別の傾向は特に見られなかった。

## (2) 微生物検査と有機酸分析値の関連

2(3)で実施した有機酸分析値を、微生物検出区分ごとに抽出した結果を第8表に示した。

1,000 cfu/mL超の区分において酢酸及び乳酸含有量が高い値を示しているが、主に前述のヴァイツェン1点の分析値の影響である。

なお、日本に特徴的な微生物汚染の要因として、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)や微生物抵抗性の異なる多種の製品が設備を共用して製造されていることや高温多湿な気候が考えられる。高い原エキス分及び苦味価、高発酵度酵母品種並びに低い発酵温度及び真正エキス分により微生物抵抗性は向上する。

## 4. 官能評価

今回出品のあった107点について、第1図の官能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)、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Others (その他) とした。Flavor and Body (味とボディ) 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) 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9表に示した。ラガーはTotal (合計) の平均値がやや高かった。

指摘項目は、1名以上から指摘を受けた出品酒の数を第10表に示した。好ましくない項目 (negative) では、Astringent (渋み)、DMS、Oxidized (酸化臭) 及びSweet (甘味) において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生じるが、製成後の酸化劣化にも起因する。特にエールで多くの指摘が見られ、煮沸後の多量のホップ添加に伴うホップ由来のポリフェノールの残留によるものと推察した。

DMSは、麦芽に含まれる前駆体であるS-メチルメチオニンが麦汁の煮沸中に熱によってDMSに変換されることで生成するが、同時に煮沸の沸騰によって揮散するため、十分な煮沸により煮上がり麦汁中のS-メチルメチオニンを十分に低下できれば製品には移行しない。しかし、不十分な煮沸や煮沸後の麦冷に長時間を要した場合

第9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	43	3.42	0.44	4.41	0.66	4.80	0.59	2.12	0.39	14.75	1.70
ラガー	23	3.57	0.44	4.61	0.64	5.03	0.51	2.23	0.32	15.45	1.64
ヴァイツェン	8	3.54	0.32	4.57	0.33	5.02	0.62	2.17	0.31	15.30	1.47
その他	33	3.43	0.39	4.57	0.57	4.75	0.53	2.16	0.30	14.91	1.35
全出品酒	107	3.46	0.42	4.51	0.61	4.85	0.56	2.16	0.34	14.99	1.57

第10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 (青臭さ)	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)	Sweet (甘味)	Vegetal (野菜臭)	Yeasty (酵母臭)	Estery (エステル)	Hoppy (ホップ香)	Malty (モルチニー)	Smooth (なめらか)	Sweet (甘味)
エール	43	5	35	12	16	5	15	2	1	0	15	7	7	13	9	13	11	10	16	28	21	9	11
ラガー	23	2	12	6	13	2	4	2	2	0	8	3	2	2	7	9	11	3	5	8	13	10	5
ヴァイツェン	8	1	3	0	1	2	0	0	0	1	1	6	0	2	0	1	3	1	2	0	1	4	0
その他	33	4	21	7	7	8	3	2	1	1	8	5	6	10	3	12	6	5	12	1	13	7	6
全出品酒	107	12	71	25	37	17	22	6	4	2	32	21	15	27	19	35	31	19	35	37	48	30	22

(注) 1名以上から各指摘を受けた出品酒の点数。例えば、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。

は、麦冷までにDMSが多量に生成する。

酸化臭は、麦汁への脂質の混入、仕込工程及び製成後の酸素の混入、高い貯蔵温度等により増加する。

好ましくない甘味は、主に不十分な発酵による発酵性糖の残留に由来する。

タイプ別では、エールでHoppy（ホップ香）の評価が多く見られ、エールの特徴をうまく構築できていると考えられた。

好ましい項目では、エール及びラガーでMalty（モルティ）の評価が多く、クラフトビールとしてモルティさを重視した製品設計がなされ、それが実現できる醸造技術が発揮されたものと推察した。

## 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：改正令和4年国税庁訓令第8号（2022）
- 3) 日下一尊、寺本聡子、江村隆幸：酒類総合研究所報告，**194**，35（2022）
- 4) Peter W. Gales: *Brewing Chemistry and Technology in the Americas*, 185（2007）
- 5) Whiting, G.C.: *J. Inst. Brew.*, **82**, 84（1976）
- 6) 蛸井 潔：醸協，**112**，737（2017）
- 7) 蛸井 潔：醸協，**109**，874（2014）
- 8) Zheng J, Wittouck S, Salvetti E, Franz CMAP, Harris HMB, Mattarelli P, O'Toole PW, Pot B, Vandamme P, Walter J, Watanabe K, Wuyts S, Felis GE, Gänzle MG, Lebeer S.: *Int J Syst Evol Microbiol.*, **70**, 2782（2020）