

連載第 45 回 「醸造用酵母の菌株あれこれ (3) 焼酎・泡盛、ウイスキー、ブランデー、テキーラ、ラム」 text : 赤尾 健

これまでに清酒、ビール、ワインと醸造酒の製造に用いられる酵母について述べてきました。今回は、焼酎・泡盛酵母、ウイスキー酵母、その他の蒸留酒です。清酒をはじめとする醸造酒の製造においては、酵母の菌株に高い関心が寄せられていることは皆さんよくご存じだと思います。では、蒸留酒の場合はどうでしょうか。蒸留酒の製造において、品質を左右する要因として、醸造酒に加えて原料の多様さや蒸留・熟成といった工程があり、酵母はそれらの陰に隠れがちです。しかし、安全醸造や経済性のためには、発酵力の強い酵母の存在は欠かせませんし、酵母が生成する揮発成分は、製品の官能特性に影響を及ぼします。醸造酒の場合ほど菌株と品質の関係性が密接ではないにせよ、酵母菌株の選抜は品質にとって大事な要因であり、それぞれの蒸留酒の世界では、それぞれの事情や要請に基づいて優良菌株の育種改良の努力が続けられているといえるでしょう。

●▲■ 焼酎・泡盛酵母の分離史

清酒酵母の分離が初めて報告されたのは 1895 年ですが、その数年後の 1901 年に泡盛もろみからの酵母の分離について報告されています。その後も、泡盛など蒸留酒の醸造環境等からの酵母の分離の報告が続いています。表 1 に 20 世紀前半の簡単な酵母分離史を示しましたが、その時代を反映して朝鮮、台湾、インドシナからも日本人によって酵母菌株が分離されています。九州の焼酎醸造環境からの分離の報告は、1951 年になってようやく現れます(もっともこの報告で検討された酵母は 1937 年に分離されたようですが)。この中で 1917 年に報告された台研 396 号は、アルコール製造用の優良菌株として知られています。

さて、ここで一つ奇妙に思われるのは、これだけ菌株が分離されながら、これらが焼酎・泡盛の実用菌株として活用された確かな形跡がないということです。考えてみれば、焼酎・泡盛の製造場の多くは規模が大きくありませんので、当時は自社培養などが可能な製造場はごく限られていたでしょうし、また、温暖の地で培養酵母の冷却運搬も困難だったでしょう。培養酵母を導入するには、供給体

表 1 焼酎・泡盛酵母の分離史

年代	報告者	分離源	地域	報告時の分類名
1901 年	乾 環	泡盛もろみ	沖縄	<i>S. awamori</i> Inui
1901 年	宇佐美桂一郎	泡盛もろみ及び麴	沖縄	<i>S. awamori</i>
1908 年	鹿又 親	泡盛麴	沖縄	<i>S. awamori</i>
1910 年	斎藤賢道	アルコールもろみ	朝鮮	<i>S. coreanus</i>
1915 年	斎藤賢道	高粱酒麴子	朝鮮	<i>S. mandshuricus</i>
1917 年	中沢亮治	糖蜜もろみ	台湾	<i>S. formosensis</i> Nakazawa (台研 396 号)
1921 年	長西広輔	泡盛もろみ及び麴	沖縄	<i>S. awamori</i>
1930 年	大谷義夫	海没切干甘藷	熊本	<i>S. aggulutinans</i>
1932 年	斎藤賢道	甘藷焼酎もろみ	八丈島	<i>S. batatae</i> Saito
1933 年	佐藤善吉	甘藷	インドシナ	<i>S. anamensis</i>
1951 年	勝屋 登	泡盛・焼酎もろみ	沖縄・九州	<i>S. awamori</i>

西谷 (1983) より抜粋して作成。

注) 属名 "S." はすべて *Saccharomyces* の略。

注) いずれも現在の分類基準では *S. cerevisiae* に分類される。

制の面で時期が早すぎたのかもしれませんが、しかし、これらの菌株には、まだ保存されているものも多いと思われます。現代の技術と視点でこれらの菌株を再評価することにより、改めて産業利用の道が開けるかもしれません。

●▲■ 焼酎・泡盛酵母の優良実用菌株

表 2 に焼酎・泡盛の代表的な実用菌株を掲げました。焼酎・泡盛の培養酵母の実用化は、1948 年の日本醸造協会のきょうかい焼酎 1 号が初めてと思われます。この菌株は、旧通産省発酵研究所がアルコールもろみから分離した発研 1 号そのものです(分離時期は不明)。更に 1950 年代以降、宮崎酵母、鹿児島酵母、鹿児島 2 号、きょうかい焼酎 2 号などが優良菌株として分離選抜され、頒布されるようになりました。沖縄では本土復帰後、1980 年になって泡盛 1 号が分離選抜されました。これらの優良菌株は、焼酎・泡盛のもろみ環境での発酵に適した菌株として選抜されたものですから、これらの使用により発酵の安定化、アルコール収量の向上、品質の向上などがもたらされたはずで

では、焼酎・泡盛酵母に求められる要件とはどのようなものでしょうか。総じて、焼酎・泡盛もろみは、麴由来のクエン酸による低 pH 環境であり、暖地ゆえ発酵の最高品温も 30°C を超える高温になります。したがって、焼酎・泡盛酵母には、こうした多様かつ過酷な環境においても安定して発酵を継続する高い発酵力が求められます。製品の香味特性が優れていることはいまでもありません。一方で焼酎に特有の事情として、主原料が米、麦、甘藷、黒

表 2 焼酎・泡盛酵母の代表的な菌株

開発機関	菌株名 (符号)	年代	来歴
日本醸造協会	きょうかい焼酎 1 号 ※	1948 年 (頒)	旧・通産省発酵研究所より分与(発研 1 号)
	きょうかい焼酎 2 号	1965 年 (分)	球磨焼酎もろみ
	きょうかい焼酎 3 号	2001 年 (頒)	九州地方の大麦麴
熊本県産業技術センター	きょうかい焼酎 4 号	2011 年 (頒)	焼酎 2 号と清酒酵母 K1601 との交配株
	KF1	1991 年 (頒)	球磨焼酎もろみ
	KF3	1991 年 (頒)	KF1 と清酒酵母 (熊本系) との細胞融合株
宮崎県食品開発センター	CAN1	1997 年 (頒)	KF3 のカナバニン耐性変異株
	宮崎酵母 (MK021)	1954 年 (分)	県内焼酎もろみ
	平成宮崎酵母 (MF062)	2010 年 (頒)	県内焼酎もろみ
鹿児島県工業技術センター	泡盛 1 号 ※	1980 年 (頒)	泡盛もろみ
	鹿児島酵母 (Ko) ※	1952 年 (報)	泡盛もろみ
	鹿児島 2 号 (K ₂ -2)	1960 年代 (分)	"Ko" より再選抜
	鹿児島 4 号 (C4)	1994 年 (報)	県内甘藷焼酎もろみ
	鹿児島 5 号 (H5)	1994 年 (報)	県内甘藷焼酎もろみ
沖縄国税事務所	鹿児島 6 号 (Ka4-3)	2011 年 (頒)	県内黒糖焼酎もろみ
	泡盛 101 号	1988 年 (頒)	泡盛 1 号の泡なし変異株

分: 分離年、報: 報告年、頒: 頒布開始年

※: 現在は頒布されていない株

注) きょうかい焼酎 1 号の頒布開始年度は諸説があるが、醸造協会 70 年史によった。

注) きょうかい焼酎 2 号は醸造試験所によって分離。

注) 開発機関は、現在の名称を示した。

表3 焼酎・泡盛もろみの概要

原料	麴歩合	汲み水歩合 (一次+二次)	もろみ日数 (一次+二次)	最高品温	アルコール
甘藷	16 - 20%	65 - 75%	13 - 15日	30 - 35℃	13 - 15%
麦	30 - 50%	140 - 160%	16 - 19日	28 - 32℃	16 - 18%
黒糖	40 - 100%	235 - 275%	15 - 19日	30 - 34℃	15 - 17%
米	30 - 50%	150 - 170%	15 - 20日	27 - 32℃	17 - 20%
泡盛(米)	全麴	170%程度	12 - 15日	27 - 31℃	17 - 18%

本格焼酎製造技術(日本醸造協会)などを参考に作成。
注)泡盛は一次もろみのみ。

糖など多岐にわたることであり、酵母には主原料ごとに異なるもろみ環境で発酵する適応性の広さも求められますが、表3に示したような主原料ごとの仕込配合や発酵経過などの違いは、酵母への負担軽減の狙いが反映されている側面もあるといえるでしょう。

●▲■ 焼酎・泡盛酵母の多様化

表2からは、焼酎酵母については、1980年代までは菌株の選択肢はそう多くはなかったことが読み取れますが、1990年代に入ると酒質の多様化や発酵特性の改善などを目的として、主として地方公設試験研究機関などで新たな菌株の開発の動きが見られるようになります。官能特性としては、ライトタイプや香りの華やかなタイプへのニーズを踏まえたものが多いようです。そのために清酒酵母での育種手法を採り入れた例も散見されます。また、発酵改善のために新たに開発された例としては、鹿児島6号が挙げられます。これは、濃糖かつ高温と酵母にとってストレスの大きい黒糖もろみで、高発酵力を発揮できる菌株として選抜されたものです。

一方の泡盛酵母は、県の酒造組合が頒布する泡盛101号の独壇場が長く続いています。今でもそのことに大きな変化はなく、2010年頃には乾燥酵母化され、より使いやすくなっています。しかし、ここ10年ほどのあいだに酵母の多様化への関心が高まり、表2にはありませんが、パニリン前駆体である4-VGを高生成する花や果実由来の酵母、清酒酵母の育種技術を応用した酢酸イソアミル高生成酵母などによる泡盛が商品化されています。

今後も酵母菌株の選択肢は増えていくでしょうが、造り手の側も酵母を選択する際に、酵母に何を求めるのか(何を求めないのか)、ということを常に意識していくことが大事だと思います。

●▲■ 焼酎・泡盛酵母のトピックス2題

○差しもと

差しもとは、酵母がよく湧いた一次もろみの一部を汲み出し、種酵母として次のもろみに添加する方法です。蔵付きの野生焼酎酵母による自然発酵の時代の技術ですが、興味深いことに、優良菌株が実用化された後も広く行われています。仕込の最初の数本には純粋培養した酵母を用いて一次もろみを仕込みますが、以後は差しもとで植え継ぐのが一般的なようです。清酒醸造では蔵付き野生酵母の汚染を受けやすいためタブー視されているのは対照的です。とはいえ、焼酎もろみでも差しもとを繰り返すことで、蔵付き野生酵母が混入し発酵力が落ちていきますので、健全な発酵のためには定期的に純粋培養酵母で仕込むことが必要です。そのようなリスクの下で差しもとを行う理由としては、混入する蔵付き

野生酵母の個性により品質の差別化を図るため、と説明されています。差しもとにおける野生酵母の挙動の実態やその功罪については、まだ検討の余地が多く残されていると思います。

○焼酎・泡盛酵母の分類と系統

この項では、これまでにお示した、全ゲノム情報に基づく二つの系統樹(前々号の図2及び前号の図1)を併せてご覧になって下さい。さて、表1に歴史的菌株を、表2に優良実用菌株をお示しましたが、これらは現在の基準では、全て *Saccharomyces cerevisiae* に分類されます。焼酎・泡盛酵母は、*S. cerevisiae* 種全体の中では、大きくみて清酒酵母と同じ系統群に属し、その中で、焼酎・泡盛酵母の亜系統群を形成しています(アルコールもろみ由来のきょうかい焼酎1号を除く)。このことから、酵母全体の中で焼酎・泡盛酵母は清酒酵母とよく似ているが、焼酎・泡盛酵母同士ではもっとよく似ている、といえます。ただ、この亜系統群に含まれる焼酎・泡盛酵母は、ゲノム情報が明らかなきょうかい系と泡盛101号のみです。その他の各県の菌株については、分離された環境の地理的要因(九州・沖縄)や物理・化学的要因(並行複発酵もろみ)を考慮すると、これらも同じ亜系統群に位置する可能性が考えられますが、現時点は何とも言えません。これらの菌株も今後ゲノム情報が明らかになれば、系統的な位置付けが明確になるでしょう。

●▲■ ウイスキー酵母の歴史

ここでは、主にスコッチウイスキーについて述べたいと思います。スコッチウイスキー製造では、歴史的にはビール醸造で使用済みのエール酵母(上面発酵酵母)を用いて発酵を行っていました。ウイスキー製造ではビールとは異なり、麦汁を煮沸しないため、健全に発酵を進めるためには大量のもろみを添加する必要があります。そのためにビールの余剰酵母を利用するのが合理的だったのでしょう。

英DCL社(現・ディアジオ社)によって、初めてウイスキー用酵母菌株が純粋培養されたのは、1920年代半ばのことで、Standard、DCL S.C.、DCL L-3といった株が開発され、記録は残っていないようですが、グリーンウイスキーなどの製造に用いられたと考えられています。

その後、デキストリン資化性酵母 *S. diastaticus* (現在は *S. cerevisiae* に分類)を片親に持つ交雑体とされる菌株が、1952年にDCL社によって商業的に実用化されました。この菌株DCL-M(M株)は発酵力が高く、スコッチウイスキー用の酵母の代表的存在となり、20世紀後半にはほぼ全ての蒸留所で使用されていたといい、現在でも、主要な菌株として用いられています。

●▲■ 優れたウイスキー酵母とは

ウイスキーの麦汁はビールと同様に糖化後発酵ですが、上述のように糖化後に煮沸を行いません。糖化温度は約75℃であるため、乳酸菌など一部の微生物は生き残り、雑菌汚染のリスクとなります。また、発酵開始時の品温は20℃程度ですが、温度制御を行わないため品温は最終的に30 - 35℃程度まで上昇します。発酵後のアルコール分は6 - 9%です。こうした環境の下で酵母に求められる要件は以下のようなものです。

○雑菌汚染を防ぐため、発酵の立ち上がりがよく、発酵速度が

大きいこと

(菌株の要件ではありませんが、そのような酵母を大量(ビールの5倍)に添加することも重要です)

- 30°C以上の高温でも発酵力が維持されること
- マルトオリゴ糖を含む糖からアルコールへの変換効率が高いこと(>90%)
- 凝集性がないこと(凝集は発酵度の低下に繋がるため)
- 香味物質を適切なバランスで生成すること
- 低温での保存中の生存率が高いこと

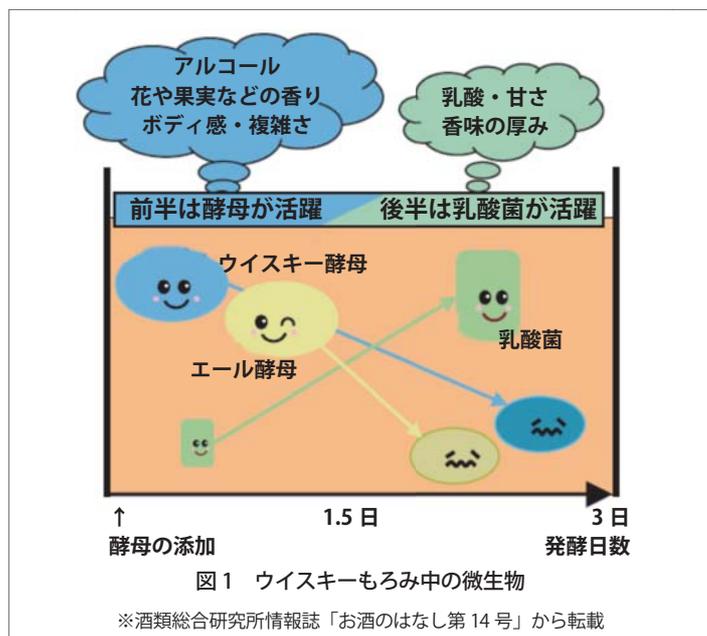
1990年代以降は、より高いパフォーマンスを目指して様々な菌株が開発されています。M株以外のモルトウイスキー用菌株としては、DCLからM株も含めて菌株を継承したケリー社のMX株、ABマウリ社のPinnacles株が代表的なものです。グリーンウイスキー用は、ラルマン社(旧・BFP社)、アンカー社が知られています。これらは、上記の要件を十分満たすものと考えられます。よりよい菌株の探求は今後も続くのですが、更なる改良については以下のような方向性が共有されているようです。

- より高温(37-38°C)での発酵能の向上
- 発酵速度の向上(=発酵期間の短縮:30時間以下)
- 濃糖耐性の向上(濃厚仕込)
- アルコール耐性の向上(グリーンで15%以上、モルトで12%以上)
- 不要な副生成物の低減(アルコール変換効率の向上)
- 改良によって製品の官能特性が変化しないこと

●▲■ ウイスキー酵母のトピックス2題

○ウイスキー酵母とエール酵母の混合発酵

優良ウイスキー酵母(M株)の登場後も、それまで使用されていたエール酵母は完全に置き換わられることなく、ウイスキー酵母とエール酵母の混合発酵というスタイルが生まれました。その後、多くの蒸留所が効率を求めてウイスキー酵母のみによる発酵に移行した後も、少ないながらも混合培養を行う蒸留所が残っています。混合培養の意義を否定する向きもありますが、今では、ウイスキー酵母単独よりもエール酵母との混合発酵によって、エール酵母の菌



体内内容物の影響などからウイスキー原酒の香味の複雑さやボディ感が増すということがわかっています。

また、ウイスキーもろみの後半に酵母の活動が弱ってくると入れ替わりで乳酸菌が増殖・活動します(図1)。乳酸菌は乳酸を生成しもろみの酸度を増加させるとともに、甘さやクリーミーなニュアンスを与えるような成分を生成します。混合発酵はここにも影響を及ぼします。混合発酵条件ではエール酵母は単独の場合よりも死滅が遅くなり、ウイスキー酵母は単独の場合よりも死滅が早くなります。混合培養時の酵母の死滅パターンが乳酸菌の増殖と乳酸の生成を促進し、乳酸は蒸留の際に華やかな香气成分の生成に影響を与えます。これらが相俟ってウイスキー原酒の香味に違いをもたらすのです。

○ウイスキー酵母の供給

イギリスの蒸留所は、酵母菌株の管理や培養を自社で行うのではなく、業者から購入する傾向にあります。以前は乾燥酵母や圧搾酵母が主流でしたが、クリーム状(=濃厚懸濁液)の酵母に移行しています。クリーム状酵母はストックする設備が必要で初期投資は要りますが、きちんと貯蔵管理でき、正確な添加が可能などの利点があります。グリーンウイスキーでは既に完全移行しているようです。とはいえクリーム状酵母も「ナマ物」ですから、便の悪い土地にある蒸留所では、復水の手間は掛かるものの可搬性や保存性に富む乾燥酵母が使用されます。なお、ウイスキー酵母と併用されるエール酵母は、リサイクルゆえか圧搾酵母の形態で供給されているそうです。

●▲■ ブランデー酵母

ブランデー酵母とは、つまりはブランデーのベースワインの発酵に用いる酵母ということになります。フランスでは、コニャックやアルマニャックのような有力な産地でも、20世紀末までは主に自然発酵を行っていました。ですから、培養酵母の添加が広まったのは比較的最近のことです。コニャックの場合では、優良菌株としてFA1、FBY、FC9、SM102などが用いられていますが、これらは酵母供給業者や国立コニャック業者協会(BNIC)などにより開発されたものです。

では、ブランデー酵母にはどのような性質が求められるのでしょうか。発酵環境をみると、ベースワイン用のマストとしては、通常のワインと比較して酸度が高いものが用いられます(糖度はコニャックで14-16%、アルマニャックで18-19%)。これを比較的マイルドな温度条件(20-25°C、理想的には22°C)で4-8日(酵母無添加では10-21日)程度で発酵させます。最終アルコール分は前者で7-8%、後者で9-9.5%とそれほど高くはありません。また、亜硫酸は、蒸留を介して品質に悪影響を及ぼすという理由でマストには添加されません。こうしたマストの条件下では、雑菌汚染の危険性が高くなるため、ブランデー酵母には発酵の立ち上がりの早さが求められます。逆に、高温・高糖濃度・高アルコール濃度での発酵能の高さや亜硫酸への耐性は、必ずしも重要ではないということになります。また、品質の良いブランデーを得るためには、アセトアルデヒド、揮発酸、高級アルコール、酢酸エチルの生成が低いことが重要とされています。

●▲■ メスカル/テキーラの発酵

メキシコ特産の蒸留酒メスカルは、リュウゼツラン(アガベ)を

主原料としており、このうち、リュウゼツランの指定品種を用い、定められた産地で蒸留されたものがテキーラと呼ばれます。これらは、かつては他の酒類と同様に自然発酵によって製造されていましたが、同じリュウゼツランを原料とした醸造酒プルケから、アルコール発酵性の細菌である *Zymomonas mobilis* (ザイモナス・モビリス) が分離され、また、この菌は嫌気条件で酵母よりも発酵が早いこともあり、*Z. mobilis* がメスカル/テキーラの自然発酵における主発酵菌とされています。しかし、(資料がないため、筆者の推察になりますが) 糖の豊富な環境での発酵ですから、アルコールが蓄積するにつれ *Saccharomyces* 属酵母ももう一つの優勢種となり、発酵や香味に少なからず寄与していたのではないのでしょうか。後述するように、リュウゼツランのジュースからは酵母も分離されています。余談ですが、*Z. mobilis* は酸素存在下ではアルコールを作りません。

以下、テキーラに関する資料に基づいて記述します。現在では、テキーラもろみの自然発酵を行っている製造場も残っているようですが、多くの製造場は培養酵母を用いています。ワイン酵母、パン酵母なども用いられますが、やはりリュウゼツランのジュースの発酵物から分離された酵母を用いる工場が多いようです。個別の菌株の情報はありませんが、おそらく各社で独自の菌株を保有していて、これらは、相互の遺伝的な関係は不明ながら「テキーラ酵母」といえる存在になっているのではないのでしょうか。なお、発酵後のアルコール度数は、リュウゼツラン 100%使用の高級タイプで 6%以上、副原料を使用したタイプで 4.5%以上の濃度が求められています。培養酵母添加の場合、発酵温度は 30 ~ 42°C、発酵期間 1 ~ 3 日です。

●▲■ ラムの発酵

ラムは中南米・カリブ諸国に起源をもち、サトウキビ(廃糖蜜または絞り汁)を原料とする蒸留酒です。ラム酒の分類で、製造方法(発酵、蒸留)に着目した場合、ライトラム/ミディアムラム/ヘビーラムという分け方になります。ライトの蒸留法は連続式、ヘビーは単式ですが、いずれもかつては自然発酵でした。廃糖蜜を自然発酵させたもろみ中の微生物叢について、*S. cerevisiae* が優勢であったことが報告されています。現在は、培養酵母が広く使用されています(特にライトラム)。ある文献によると発酵温度は 30 ~ 33°C、発酵期間は 1 ~ 2 日程度、アルコールは 5 ~ 7%ですが、製造場により幅があると考えられます。

個別の菌株についてはあまり情報がありませんが、酵母供給業者が様々な由来の菌株を醸造適性情報と共に頒布しています。発酵面での適性について少し考えてみますと、雑菌汚染のリスクの面から発酵の立ち上がりが良く、また、原料に含まれる発酵阻害物質であるフルフラールへの耐性のある株が好ましいといえます。

一方で、興味深いことにヘビーラムではまったく事情が異なります。ヘビーラムでは、今でも自然発酵が採用されています。このときカギになるのがダンダーです。ダンダーは蒸留廃液を適度に放置し、バクテリアの自然発酵により生酸させたもので、高濃度の酪酸や酢酸を含んでいます。いかにも鼻が曲がりそうですが、これをもろみに添加(量はいろいろ)し酸度を高くすることで、*S. cerevisiae* は増殖しにくくなります。代わりに、*S. cerevisiae* よりも発酵は遅いが耐酸性の強い分裂酵母 *Shizosaccharomyces pombe* が優勢となり、発酵を担います。*S. pombe* は、ラムの主要なエステルである酢酸エチルを *S. cerevisiae* よりも多く作る

ため、ヘビーラムに適しています。ダンダーのバクテリアの作用で高級アルコールも多くなり、これもヘビーラムらしさに寄与するようです。なお、ミディアムラムについては、ライトとヘビーの中間的品質になるよう、それぞれの発酵・蒸留技術などの様々な組合せにより製造されています。

さて、ダンダーの利用には、更に極端な例(ダンダーピットと呼ばれる地面に掘った穴にダンダーを捨て、何年も放置したものを発酵後のもろみに加えて蒸留する)がある一方で、近年は、発酵系を単純にするために、ダンダーの代替として生酸性の高いバクテリアが探索・利用されているようですが、酵母の話題からは離れてしましますのでこの辺で。

ところで、ホワイトリカーや発酵アルコールの製造には、ラムと同様に廃糖蜜を原料に用いますが、こちらはラムとは考え方が異なり、香気成分の生成よりも、アルコールの収量や発酵速度の面で一層優れた酵母菌株を用いて発酵を行います。

前号の本欄でビール酵母の話題を取り扱いましたが、その中で、上面酵母、下面酵母のように略して記述しておりましたところ、それぞれ上面発酵酵母、下面発酵酵母のようにきちんと記すべき、というご指摘をいただきました。英語でも“Top fermenting yeast”、“Bottom fermenting yeast”となりますから、全くとご指摘のとおりであり、反省した次第です。お詫びして訂正いたします。

(Text. T.Akao)

主な引用文献等

焼酎関連

西谷尚道：醸協，78 (3)，193 (1983)

本格焼酎製造技術，日本醸造協会，1991

ウイスキー関連

T. Strengell: <http://whiskyscience.blogspot.jp/2011/09/yeasts-pedigree-and-properties.html>

GM. Walker et al.: *Brewer and Distiller International*, 7 (9), 30 (2011)

能勢晶ら：醸協，89 (12)，983 (1994)

鱈川彰：醸協，94 (4)，241 (2003)

四方秀子：醸協，110 (5)，315 (2006)

お酒のはなし第 14 号，酒類総合研究所，2009

ブランデー関連

G. Ferrari et al.: “Distilled Spirits, -Production, Technology and Innovation”, Nottingham University Press, 2008, p.309

G. Ferrari and G. Galy: https://www.researchgate.net/publication/264894701_MANAGEMENT_OF_YEAST_ISSUES_IN_COGNAC_REGION

テキーラ関連

MG, Lopez: “Distilled Spirits, -Production, Technology and Innovation”, Nottingham University Press, 2008, p.339

日本テキーラ協会ウェブサイト: <http://www.tequila.jp.net/make.html>

ラム関連

薄井隆，根元茂：醸協，81 (6) 379-384 (1986)

アダム・ロジャース：“酒の科学”，白揚社，2016

赤尾 健 (あかお たけし)

独立行政法人酒類総合研究所 醸造微生物研究部門 副部門長

QA? 本稿に関するご質問・ご意見等は、きた産業 (info@kitasangyo.com) にご連絡ください。筆者に転送いたします。