

## 焼酎造りの陰のプレーヤー

宮川 博士

清酒や焼酎の製造における主たる発酵微生物は麹菌および酵母であるが、これら2種に加え、発酵中のもろみ(醪)からは他の微生物が検出される。これは、清酒や焼酎の発酵が、開放型のタンクを用いて行われることが多いため、その場合、環境中に生息する微生物は醪に比較的容易に混入しうる。しかしながら、長い醸造の歴史を通じて、雑菌汚染を防ぐための優れた技術が経験的に確立され、安定したお酒造りが可能となっている。

焼酎造りでは、クエン酸を生成する黒麹菌もしくは白麹菌 (*Aspergillus luchuensis* var. *awamori* もしくは *A. luchuensis* mut. *kawachii*) が用いられるため、醪のpHが3~4程度となる。この低pHストレスにより、混入した微生物の増殖が抑制される。一方清酒醸造では、クエン酸産性能を持たない黄麹菌 (*A. oryzae*) が用いられるため、焼酎麹と同様の雑菌汚染防止は期待できないが、乳酸菌の増殖を巧みに誘導する、あるいは特定の乳酸菌株を添加することで、生成する乳酸によって醪の腐敗を防止する伝統的手法(生酏造り)が古くから実施されている。つまり乳酸菌は、麹菌、酵母につぐ、醸造における「陰のプレーヤー」といえ、乳酸菌の性質・働きを知っておくことは、品質管理だけでなく、商品開発においてもプラスになることは確かである。そこで本稿では、お酒の醸造における乳酸菌の働き、およびその応用について紹介したい。

まず、醪中に存在する微生物(使用する麹菌・酵母以外)として、蔵付きの野生酵母があげられる。焼酎業界においては、同じ原料、麹菌株、および酵母菌株を用いても、製造場によって品質が大きく異なることはよく知られている。この差異は、各酒蔵に存在する固有の野生酵母に起因することも示唆されている。焼酎製造が開放系で行われていることを考慮すれば、個々の醸造環境に適応した「蔵付き乳酸菌」が存在し、製品品質に寄与すると推測される。実際、遺伝子解析技術の進歩により、清酒や焼酎醪、その他発酵食品中には種々の乳酸菌が存在することが示されている。たとえば遠藤らは、芋焼酎醪に特異的に生息する新規乳酸菌 *Lactobacillus satsumensis* の単離に成功した<sup>1)</sup>。焼酎醪には、高濃度のエタノールはもちろんのこと、前述のように著量のクエン酸が含まれ、これらに感受性の微生物では、その生育が阻害される。16S rRNA 遺伝子配列を指標とした菌叢解析の結果、焼酎醪中では *L. paracasei* に代表される

*Lactobacillus* 属乳酸桿菌が優勢であり、反対に *Pediococcus pentosaceus* など、乳酸球菌の存在頻度はきわめて低いことが示された<sup>2)</sup>。一般に、乳酸桿菌は上記の生育阻害物質に対する耐性が高いことが知られており、これは *Lactobacillus* 属固有の、特異な細胞壁組成に起因することが示唆されている<sup>3)</sup>。また通常、焼酎醪中には、ワインや泡盛醪と同様に  $10^3$ – $10^5$  CFU/ml の乳酸菌が存在する。しかしながら、発酵条件によっては特定の乳酸菌 (*L. fermentum* など) が  $10^7$ – $10^8$  CFU/ml まで増殖し、酸度の異常な上昇およびそれに伴う酒質の劣化(腐造)を引き起こす。腐造乳酸菌はクエン酸を資化し、酢酸やオフフレーバーであるジアセチルを生成するが、優れた醸造特性を有する菌株を使用することで、腐造を引き起こすことなく、焼酎に好ましい香味を付与することができる。たとえば、*L. plantarum* は不飽和脂肪酸代謝の過程で、不飽和結合が水和された中間代謝物を生成する<sup>4)</sup>。この中間代謝物は、桃など果実様の香りを有する  $\gamma$ -ラクトン類の前駆体でもある。金子らは、不飽和脂肪酸水和能の高い乳酸菌株を用いることで、 $\gamma$ -ラクトン香の増強された焼酎の開発に成功した<sup>5)</sup>。また Yuan らは、乳酸菌およびカプロン酸生産菌群を併用し、これらが醪中で生成する乳酸およびカプロン酸を、焼酎酵母に効率的にエステル化させることで、乳酸エチルおよびカプロン酸エチルといった、好ましい香気成分を著量含む米焼酎を開発した<sup>6)</sup>。

醸造の歴史はとても長く、奥が深い。この伝統を重んじることはもちろんのことだが、人口減少にともなう酒類消費量低下が懸念される中で、さらに業界を盛り上げていくためには、これまでの概念を覆す技術にも着目する必要がある。味の多様化が求められる昨今、原料品種や麹菌・酵母の組合せを検討するだけでなく、このような「陰のプレーヤー」に着目することで、これまでの枠に囚われない新しいタイプの商品開発につながる事が期待される。

- 1) Endo, A. and Okada, S.: *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, **55**, 83 (2005).
- 2) 高山清子ら: 日本醸造協会誌, **103**, 393 (2008).
- 3) 遠藤明仁: 日本乳酸菌学会誌, **22**, 87 (2011).
- 4) 岸野重信, 小川 順: 化学と生物, **51**, 738 (2013).
- 5) 金子健太郎ら: 日本醸造協会誌, **108**, 539 (2013).
- 6) Yuan, H. W. et al.: *J. Inst. Brew.*, **121**, 432 (2015).