

## さまざまな微生物によって造られるお酒の香りと味わい

高橋 正之

酒類の製造において、生育する微生物の種類や消長はその味や香りに対して、非常に大きな影響を与える。酒類の製造に関与する微生物は多く存在するものの、良くも悪くも主体的な役割を果たすものとして、酵母と乳酸菌があげられる。酒類の製造とは、米や麦などに含まれるでんぷん質や、ブドウなどに含まれる糖質を、エタノールを含んだ飲料へと変換するプロセスであり、その糖質をエタノールへと変換するステップは主として酵母が担っている。酵母は発酵中にエタノールのみを生成するわけではなく、有機酸類やアミノ酸類、脂肪酸類やエステル類などさまざまな成分を生成するため、酵母の種類や醸造条件などが最終的な酒類製品の香味に特徴を与えている。また、ワインにおいては、特定の乳酸菌群によるマロラクティック発酵を酵母によるエタノール発酵の後に行うことで、リンゴ酸が乳酸へと代謝され、“酸味が丸くなる”ような味の変化が得られる場合もある。これ以外にも、酒類製造中にはさまざまな微生物が生育・発酵しており、その代謝によって、酒類の複雑な香味がもたらされていると言える。

微生物が酒類の香味に与える影響として、野生酵母や酢酸菌群、乳酸菌群に関しては、これまでさまざまな検討がなされてきた。たとえば、野生酵母に関していえば、*Brettanomyces*属酵母がワインでフェノール臭を生成したり、*Hansenula*属酵母や*Pichia*属酵母がビールやワインにおいて産膜臭（酢酸エチル臭）を生成することが知られている。また、酢酸菌群、乳酸菌群に関していえば、ワインやビールにおいて、酢酸菌である*Acetobacter*属細菌や*Gluconobacter*属細菌の生育により高濃度の酢酸が生成したり、乳酸菌である*Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus buchneri*などの生育が製品中に混濁を生じさせる上、グリセロールのアクロレインへの代謝による苦味の強化や、ジアセチル（バター様臭）の生成に関与しているとされる。一方、上述した微生物以外についての研究報告は少なく、ワインやビールにおける*Bacillus*属細菌やビールにおける*Pectinatus*属細菌、*Megasphaera*属細菌のように限られた微生物に関してのみであった。醸造環境が特殊な環境下であるため、生存しているもののコロニー形成できない状態（Viable But NonCulturable; VBNC状態）である可能性もあり、これまでの培養法のみでは検出できていない微生物も存在していると考えられる。しかしながら、近年、PCR-DGGE法や次世代型のシーケンサーを用いた微生物叢解析が一般に用いられるようになり、乳酸菌群、酢酸菌群以外の微生物を含めた酒類中の微生物叢解析が進められてきている。ワインに関しては、製造工程にお

けるPCR-DGGE法による微生物叢解析が行われた結果、乳酸菌以外の原核微生物もいくつか検出されており、詳細な微生物叢に関する知見が蓄積されてきている<sup>1,2)</sup>。また、これまでワインなどで土臭の原因とされてきた2-methylisoborneol, (-)-geosminなどの*Streptomyces*属細菌による生合成経路も明らかとなるなど、各微生物に関する新たな知見も増えてきている。今後、これらの知見を活かし、野生酵母や乳酸菌群、酢酸菌群以外の微生物の香味への寄与に関する研究が進むことを期待したい。

また、これまでの野生酵母に関する研究は、野生酵母単独での汚染による影響評価のほか、*Saccharomyces*属酵母と併用して発酵スターター微生物として使用することによりワインの品質に複雑さをもたらすための手段としても進められている。たとえば、*Torulaspora delbrueckii*や*Candida stellata*などと*Saccharomyces*属酵母の併用では、ワインの香味に一定の特徴を出すことが可能であったことが示されており、すでに産業利用もされている。しかしながら、*non-Saccharomyces*属酵母についてはいまだ不明な点も多く、さらなる研究が望まれている<sup>3)</sup>。

酒類の香りのうちオフフレーバー（異臭）の存在は官能評価上の大きな欠点となるため、その生成抑制は従来重要な課題とされてきた。前述のとおりさまざまな微生物が香氣成分の生成に寄与していることが知られており、それらの微生物によるオフフレーバーの生成や生育自体の抑制についても研究されてきた。清酒においてはジアセチルなどのオフフレーバーを産出する原因微生物として特に知られているのは、火落菌（エタノール耐性を持つ乳酸菌）であるが、Taniguchiらは、火入れによる殺菌が不可能な生酒中の火落ち菌を、*Lactococcus lactis*が生産するバクテリオシンを用いて生育抑制する手法を検討しており、*Lactobacillus fructivorans*などの火落菌を減少させることに成功している<sup>4)</sup>。

もちろん酒類の香味はすべて微生物のみによって決定される訳ではなく、原料の状態や醸造環境などにも大きく影響を受けるが、今後、微生物と官能の関係および微生物管理に関する研究がより進み、原料から醸造環境管理、微生物管理まで含め総合的に管理し、製造者が理想とする香味を持った酒類の製造が可能となるよう期待したい。

- 1) Renouf, V. et al.: *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **75**, 149 (2007).
- 2) Ruiz, P. et al.: *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **86**, 1555 (2010).
- 3) Ciani, M. et al.: *FEMS Yeast Res.*, **10**, 123 (2009).
- 4) Taniguchi, M. et al.: *J. Biosci. Bioeng.*, **109**, 570 (2010).