

お酒の酵母じゃない酵母！？

山田 亮祐

酵母と聞くと、多くの人はパンやお酒を思い浮かべるかもしれない。実際に酵母は古代より、お酒造りなどに利用されており、メソポタミアや中国の遺跡などからもお酒を醸造していたと考えられる証拠が見つまっている。現代では、その酵母の利用範囲は、お酒の醸造や発酵食品生産などの食品分野に限らず、異種タンパク質生産などの産業分野、真核のモデル生物として分子生物学などの研究対象など多岐にわたっており、非常に重要な微生物となっている。その酵母の中でもこれまでは特に、エタノール生産酵母 *Saccharomyces cerevisiae* が主役として活躍してきた。しかし今、酵母の世界において、主役である *S. cerevisiae* に代わって、さまざまな特徴を持つ酵母が活躍し始めているようである。本稿ではこれまでに注目されてこなかった新たな酵母の活躍ぶりを紹介したい。

はじめに紹介したいのは、*S. cerevisiae* と同じ、エタノール生産が得意な酵母 *Kluyveromyces marxianus* である。古くから、お酒の醸造に利用されてきた *S. cerevisiae* は糖からエタノールを効率的に生産し、そのエタノール収率は理論収率に対し90%以上を示す。近年、化石資源の枯渇や地球温暖化などの環境問題を背景に、植物バイオマスから生産され、カーボンニュートラルの特性を有する石油代替燃料であるバイオエタノールが注目されている。バイオエタノールを生産する上では、そのコストの高さがもっとも大きな問題となっており、そのコストを削減するためにさまざまな研究が行われている。その中の一つに発酵時に発生する熱の冷却に必要なコストを削減するため、高温で発酵を行うという試みがある。通常、酵母 *S. cerevisiae* を用いた発酵は30°C付近で行われる。しかしながら、*K. marxianus* は高い耐熱性を有しており *S. cerevisiae* では発酵不可能な45°C付近でも、*S. cerevisiae* と同程度の収率でエタノール発酵を行うことができる。一見無謀な挑戦のように思えるが、この耐熱性エタノール生産酵母 *K. marxianus* はバイオエタノール生産という舞台上で *S. cerevisiae* に代わって主役の座を狙っている。赤田らはタイにおいて単離された49°Cでも増殖可能な *K. marxianus* を用いて、40°Cで発酵を行うことにより、発酵熱の冷却に必要なコストなどを削減し、バイオエタノール生産コストを大幅に削減可能であることを示したり、近い将来、この魅力的な酵母 *K. marxianus* がエタノール生産という舞台上で主役となる日がやってくるのかもしれない。

次に紹介したいのは、油脂生産酵母である。前述のバイオエタノールと同様に、さまざまな環境問題を背景にバイオディーゼル燃料が注目されている。バイオディーゼル燃料とは一般的に、菜種などの油脂作物を原料とし、アルコールと反応させて得られるアルキルエステルのことを指す。このバイオディーゼル燃料はカーボンニュートラルの特性を有し、ディーゼルエンジンの燃料となる。しかしながら、日本を含めた多くの国では気候や栽培面積の問題から、その原料である油脂作物を大量に生産することがきわめて困難である。そこで、植物と比較して増殖速度が非常に早く、気候などの影響を受けずに、容易にスケールアップを行える油脂生産酵母を原料としたバイオディーゼル燃料用油脂の生産が注目されている。油脂生産酵母とは、菌体内に、油脂を概ね乾燥菌体重量の20%以上蓄積する酵母を指し、*Yarrowia*, *Rhodospidium*, *Cryptococcus*, *Lipomyces* 属などが知られている²⁾。Zhaoらは油脂生産酵母 *Rhodospidium toruloides* を用い、15 lのリアクターで繰り返し発酵を行い、60%以上の油脂含有率、単位時間あたりの油脂生産量0.55 g/l/hを達成している³⁾。この結果は酵母を用いたプロセスは比較的容易にスケールアップが可能であり、繰り返し発酵などの応用にも充分に対応可能であることを示しており、酵母による油脂生産が非常に有用なプロセスとなり得る事を示している。従来の酵母 *S. cerevisiae* は多量の油脂を生産することは困難であるため、この油脂生産酵母が活躍する可能性は十分にある。今後さらに研究が進展すれば、近い将来、油脂生産酵母から作られるバイオディーゼル燃料がより強い脚光を浴びる日が来るのかもしれない。

本稿ではこれまでにあまり注目されてこなかった新たな酵母の得意技を利用したモノ作りを紹介した。この他にもタンパク質を多量に生産する酵母や、有用な有機酸類を生産する酵母など、現在あまり注目されていない酵母にもさまざまな魅力的な特徴を持つものが存在する。今後、それらの新たな酵母が脚光を浴び、さまざまなモノ作りの場面で活躍するスターとなることを期待したい。

- 1) Abdel-Banat, B. M. et al.: *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **85**, 861 (2010).
- 2) Ageitos, J. M. et al.: *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **90**, 1219 (2011).
- 3) Zhao, X. et al.: *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, **38**, 627 (2011).