

清酒酵母の共生とアルコール発酵

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 バイオサイエンス領域 准教授

博士 (生命科学) 渡 辺 大 輔

はじめに

発酵食品の製造に欠かせない代表的な微生物の一つが酵母 *Saccharomyces cerevisiae* である。*S. cerevisiae* は、アルコール発酵によって原材料中の糖分をエタノールに変換する。しかしながら、その生物学的意義について我々はどれほど正確に理解できているのだろうか。人類から見ると酒類やバイオエタノールの製造に貢献していることは述べる必要もないが、おそらく酵母は人類のためにエタノールを生産しているのではない。通説では、酵母はアルコール発酵によって自らが生きるためのエネルギー(ATP)を獲得し、その副産物としてエタノールを生じると考えられている。一方、他の多くの生物は、単にエネルギーを得ることを目的として、エタノールのような自らを死滅に追いやるような毒性の高い物質を生み出すことはしない。ATPに加えてエタノールを生産することが、酵母にとって何らかの意義を有するにちがいない。その答えを探すための鍵は、酵母を単離して純粋培養する従来の微生物学では容易に見出されることはなかった。本稿では、近年の微生物間相互作用の研究から明らかにされつつあるアルコール発酵の新しい意義について考察を深めていきたい。

1. 清酒酵母の研究の歴史と新しい展開に向けて

我が国の伝統的な発酵産業の一つである清酒醸造において中心的な役割を果たす清酒酵母の発見は、明治時代にまで遡る。1895年に矢部規矩二博士により発表された論文の中で、清酒もろみの顕微鏡観



察により多数の酵母細胞が見られること、また、清酒もろみから分離された酵母が優れたアルコール発酵力を有することが報告されている¹⁾。このように、微生物学においては、微生物を単離・同定し、その純粋培養を通してキャラクターゼーションを行うことが常法である。この最重要発見があったからこそ清酒酵母のもつ様々な性質が明らかにされてきた。そして21世紀の現代では、清酒酵母きょうかい7号の全ゲノム解析²⁾

というエポックメイキングな研究成果を経て、醸造特性に関与する遺伝子や変異が続々と見出され³⁻⁶⁾、さらなる改良のための育種法の開発にもつながっている。しかしながら、清酒酵母の謎の全て—清酒酵母が清酒醸造においてどのような生きざまを示し、そこにはどんな因子がどのように関与しているのか—が解明し尽くされたのかというと、いまだに十分とは言えない。現代の微生物学の基盤である単離／純粋培養技術は、微生物を解析する上で欠かせないものである一方、微生物を本来の複雑な生育環境から引き離してしまうため、我々は再現の容易な実験系における挙動ばかりが注目されてしまう。発酵食品の製造のように様々な成分・環境要因が存在し、時間をかけてダイナミックな変化をしていく中での微生物の本来の生きざまは、従来の研究手法では見落とされがちであった。清酒醸造における杜氏や蔵人のような発酵食品の製造者は、発酵に携わる微生物の生態を経験的・体感的に熟知している。だからこそ微生物の個性に合わせて製法を最適化し、理想とする商品を生み出すことに成功している。我々微生物学者は、科学というツールを使って微生物を自