

乳酸菌は悪玉？善玉？—モルトウイスキーの場合—

サントリー(株)洋酒事業部研究所 前村 久

ウイスキーに限らず、ビール、ワイン、清酒など、お酒の製造では酵母が発酵の主役であるが、乳酸菌も脇役として、さまざまな場面で登場する。清酒の *L. sake* や高級赤ワインでマロ・ラクティック発酵(MFL)と呼ばれるリンゴ酸を乳酸に変換する乳酸菌(MFL菌)が有名である。

では、モルトウイスキーの場合はどうか。ウイスキーはビールと同じく麦芽を原料として造られる。ビールの場合は、ホップとともに麦汁を煮沸する工程があり、雑菌は完全に排除され、発酵では、酵母が唯一の微生物であるのに対し、モルトウイスキーの場合は63~65°Cで糖化された麦汁は、ろ過後ただちに冷却されて殺菌されることなく発酵槽に送られる。このため、原料あるいは工程由来の微生物(主に乳酸菌)が発酵工程に移行する。さらに、伝統的な木桶発酵槽の場合には、長年の使用による発酵槽固有の乳酸菌の棲み付きがある。このためモルトウイスキーの発酵では、酵母のみならず、乳酸菌も主要な微生物として発酵に関与している。モルトウイスキーでのこれら乳酸菌の存在は、アルコール収率を低下させる原因であり、極力排除すべきであるという悪玉説¹⁾と、ウイスキーの香味の向上に寄与しており、なくてはならないものであるとする善玉説^{2,3)}とがあり、乳酸菌の立場は曖昧なものであった。

それでも、どちらかという、これまでは乳酸菌悪玉説が優勢であった。というのは、アルコール収率の低下は明確に数字で結果が示されるのに対し、善玉説では、乳酸菌の働きは香味が改善されるといった定性的な主張にとどまり、しかも発酵工程の後に初留、再溜という2度の蒸溜を経るため、乳酸菌の働きが香味成分の形で見えにくいという問題があるからである。しかし、悪玉説にしても、これまでの知見は断片的でモルトウイスキーの醪からは *Lactobacillus fermentum*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. casei*, *Streptococcus lactis*, *Leuconostoc paramesenteroides* などの検出が報告されているが、酵母と乳酸菌あるいは乳酸菌間の相互作用について論じた報告はほとんど見当たらなかった。

一方、近年、乳酸菌の挙動に関して興味ある知見が得られ、乳酸菌善玉説が盛り返してきている。その1つが、糖源から見た微生物相の変遷である。ウイスキーの発酵の各フェーズごとに乳酸菌を分離し、それらの挙動とオリゴ糖との関係について調べた結果、微生物相の変遷とその機構が明らかとなった。すなわち、発酵開始時には、乳酸菌の優勢種として *L. casei* が酵母と共存しているが、植菌された酵母の数が通常は圧倒的に多いことと、*L. casei* は環境の変化(pHの低下など)に追従できないために増殖できない。したがって、発酵初期から中期は、酵母によるアルコール発酵が旺盛に進行するが、資化性糖が枯渇すると、酵母は死滅していき、替わって *L. fermentum* が主要な微生物となる。*L. fermentum* は酵母が資化できなかった2糖類を主な糖源として0.2%程度の乳酸を生成する。やがて、これらの糖源も枯渇し、酵母の autolysate がもろみ中に溶出してくると *L. acidophilus* が3糖類以上のオリゴ糖を主要な糖源として増殖し、さらに乳酸を0.2~0.3%程度生成するというマイクロフローラの変遷が明らかとなった。ここで注目すべきは、*L. fermentum* は3糖類以上のオリゴ糖の資化能がないのに対し、*L. acidophilus* では、3糖類以上のオリゴ糖の資化能がある。しかし、その増殖に、酵母が死滅する際に溶出される autolysate を栄養源として要求することである。

麦汁は、酵母のみならず乳酸菌にとっても栄養豊富で快適な培地ではあるが、適切に制御された発酵では、酵母と乳酸菌の競合は起こらないのである。そればかりか、酵母が食べ残したオリゴ糖をきれいに食べ尽くし、醪のpHを下げ、ウイスキーの品質の向上に寄与することが明らかとなった。さらに Fergus⁴⁾ は、乳酸菌の活躍の有無により、ウイスキー中の揮発性香気成分に差があるとしている。ウイスキーにとって乳酸菌は悪玉か、善玉か？ その答えは、主役(酵母)と競合する乳酸菌は悪玉であり、主役の退場後、つつましくやかに登場する乳酸菌は名脇役の善玉と言うことになる。

- 1) Priest, F. G. and Pleasant, J. G.: *J. Appl. Bacteriol.*, **64**, 379 (1987).
- 2) Geddes, P. A.: *Distilled Beverage Flavour*, p. 193, Ellis Horwood Ltd., Chichester, England (1989).
- 3) Berry, D. R.: *The Physiology and Microbiology of Scotch Whisky Production*, Elsevier Science Publishers (1984).
- 4) 前村ら: 日本生物工学会シンポジウム講演要旨集, p. 88 (1993).
- 5) Priest, F. G.: *Distilled Beverage Industry Fermentation Technology Conference*, Fifth Lalvin Conference (1993).