



## 酸味を活かした清酒

大場 孝宏

清酒はワインと同様、原料を酵母によりアルコール発酵させてそのままの状態で飲まれる醸造酒である。醸造酒の味の構成要素は、エタノール、各種の有機酸、糖、グリセリン、アミノ酸などである。さまざまな有機酸が含まれているが、これらは清酒やワインの味に関する重要な要素である。酒石酸はワインにのみ多く含まれるが、コハク酸、リンゴ酸、乳酸、クエン酸、酢酸などは清酒とワインに共通して含まれている。

しかし、それらの由来は大きく異なる。ワイン中の有機酸濃度は一般的に0.5～0.7%であるが、そのうちの酒石酸、リンゴ酸は原料のぶどうに由来し、乳酸、コハク酸、酢酸などは酵母や乳酸菌の発酵によって作られる<sup>1)</sup>。それに対して清酒中の有機酸濃度は一般的に0.2%程度であり、主に清酒酵母により作られる。乳酸の半分以上とリンゴ酸、コハク酸の大部分が発酵期間中に作られ、これら3種類で全有機酸の約80%を占める<sup>2)</sup>。

リンゴ酸は爽やかではあるが強い酸味を持つ。甘みが少ない赤ワインの製造において、乳酸菌によるマロラクティック発酵という工程をとることがあるが、その目的のひとつは、ぶどう由来のリンゴ酸を乳酸と二酸化炭素へ分解することである。酸味が際だつリンゴ酸を減らし、カルボキシル基がひとつであり穏やかな酸味を持つ乳酸を増やすことにより、ワインの酸度が減少するとともに、微量芳香成分も付与される。このように、ワインではどちらかというところ厄介者のようなリンゴ酸であるが、最近では、消費者の嗜好の変化に伴い清酒の味の多様化が求められており、その解決方法の一つとして爽やかな酸味を示すリンゴ酸に注目した有機酸組成の異なる新しいタイプの清酒を提供する試みが行われている。前述のように発酵期間中に清酒中のリンゴ酸の大部分が作られるため、リンゴ酸の生産性が向上した酵母を育種することで、清酒の味の多様化が図られている。たとえば、有機酸を合成するトリカルボン酸回路 (TCA回路) の中の酵素であるコハク酸デヒドロゲナーゼの阻害剤 (ジメチルコハク酸) に感受性のある株を取得するとリンゴ酸のみ高生産され、この酵母を用いて清酒を製造すると、リンゴ酸が3倍増加することが報告されている<sup>3)</sup>。また、真核生物のリボソームに作用してタンパク質合成を阻害するシクロヘキシミド耐性株を取得することで、親株よりリンゴ

酸を5倍多く生産する酵母が得られることが報告されている<sup>4)</sup>。さらに、マルトース低資化性株からリンゴ酸を親株の約7倍生産する株が分離され、リンゴ酸に加えてコハク酸も多く生産する変異株が $\alpha$ -ケトグルタル酸耐性株から取得されている<sup>5)</sup>。

以上の例は変異処理を用いているため、醸造特性を損失する危惧がある。それを回避する方法として、清酒もろみからのリンゴ酸高生産酵母の分離も検討されている。仕込水に清酒を使った濃厚芳醇な新しいタイプの酒である貴醸酒の製造を目的として、有機酸生産能力の増大した多酸性酵母を清酒もろみから分離したところ、そのほとんどが清酒酵母協会9号 (K9) よりアルコール耐性に優れ、かつリンゴ酸生産性が高かったという報告がある<sup>6)</sup>。また、K9系酵母を使用した清酒もろみから有機酸生産性に特徴のある清酒酵母を分離し、親株に対して2倍以上のリンゴ酸を生産する酵母を数株得た例も報告されている<sup>6)</sup>。このような状況の中、日本醸造協会も多酸性酵母のニーズに応えて、リンゴ酸とコハク酸を多く生産する清酒酵母KT901を育種し、頒布を始めたところである。

では、清酒中のリンゴ酸を含め有機酸はどのようにしてつくられるのだろうか？ 近年、遺伝子破壊などの遺伝子組換え技術、ノザン解析などの技術を利用した解析結果から、清酒もろみの初期においては、清酒酵母がミトコンドリアに存在する酵素を利用してTCA回路の酸化方向でコハク酸の約半分近くを生成すると考えられている<sup>2)</sup>。それに対して、中後期は嫌気的な環境であるため、主にTCA回路の還元方向でリンゴ酸およびコハク酸を生成すると考えられている<sup>2)</sup>。

最後に、今回紹介した酸味、特に有機酸に注目した清酒の味の多様化が新たな清酒の需要開拓につながり、「清酒の復権」に貢献できることを願っている。

- 1) [http://www.winery.or.jp/howto/knowledge/wine\\_elements.html](http://www.winery.or.jp/howto/knowledge/wine_elements.html)
- 2) 浅野：生物工学, **85**, 63 (2007).
- 3) 相川ら：醸酵工学, **70**, 473 (1992).
- 4) 吉田ら：醸協, **88**, 645 (1993).
- 5) 宮岡ら：醸協, **96**, 115 (2001).
- 6) 大場ら：醸協, **103**, 949 (2008).