

## メタボローム解析はお酒をさらに美味しくするか？

織田 健

近年、質量分析技術の発達により、生物の代謝物総体（メタボローム）について網羅的に定性情報と定量情報を取得するメタボローム解析が行われている。メタボローム解析では、一般に揮発性の低分子化合物はガスクロマトグラフ質量分析計（GC/MS）により、水溶性の低分子化合物は液体クロマトグラフ質量分析計（LC/MS）やキャピラリー電気泳動質量分析計（CE/MS）などの質量分析器を駆使し、成分の変動を網羅的に捉え、多変量解析により情報を抽出する。この解析技術は、さまざまな食品の分析にも利用され、その優れた能力を遺憾なく発揮している。清酒に対しても例外ではなく、近年、メタボローム解析が行われ、徐々に清酒の成分像が明らかにされ始めている。清酒の成分は、100年を越える研究の歴史を経て、1999年には約300種類が同定された<sup>1)</sup>。個々の清酒成分の風味への影響は見いだされてはいるが、人間による酒の官能評価結果を化学成分から完全に説明することは未だできていない。清酒の香味は、当然、単純に一つの成分が一つの香味を表すわけではなく、さまざまな成分が複合的に作用し合った結果生じる。また、香味同士も互いに強め合ったり、打ち消し合ったりするなど複合的に作用し合う非常に複雑な関係を示す。そのため香味を生み出す成分の解明には、多成分を同時に検出する必要がある。昨今、メタボローム解析により清酒の官能と成分との関連性が明らかにされつつあり、本稿では特に香味と成分の研究事例について紹介したい。

現在のように一度に多成分が検出可能なメタボローム解析が一般的ではなかった時代に、岩野らは、県の清酒鑑評会の出品酒についてグルコース、香气成分、有機酸組成、アミノ酸組成などの57項目の定量分析をそれぞれ行い、パネルによる官能試験を行った。そして、成分と味の特性・官能評価との相関分析を行い、i-ブタノールが渋みに関わるなど多数の清酒成分と香味の関連を見いだす先駆けとなった<sup>2)</sup>。

一方で杉本らは、メタボローム解析技術を利用し、吟醸酒から普通酒まで幅広い市販清酒49点をCE/MSで分析し、多重回帰分析により、甘味、苦味、酸味、雑味の一般的な香味と関連ある成分を一斉に多数見いだしている。また、4つの香味を構成する成分同士の相関についても解析し、共通して味に影響を与えるなどの新たな関係を示唆している。雑味に関与する成分として、グルコサミンなど以外にも一般に清酒に多く含まれるアミノ酸の関連が多数示唆され、含有するバランスが味わいに非常に重要であることを示している<sup>3)</sup>。

さらに実際に鑑評会で使用されている官能評価項目と清酒成分の関連性についても研究が進められており、三村らは、市販清酒40点についてGC/MSをベースとした揮発性成分（香りの成分など）と不揮発性成分のメタボローム解析を行い、12項目の香味と成分プロファイルの相関を見いだしている<sup>4)</sup>。なかでも、一般的な味わいの他に「ボディ感」「後味（だれ/すっきり）」「刺激/なめらかさ」といった香味について、未同定の糖様物質などのこれまでに見いだされなかった多数の成分が示唆され、新たな清酒醸造の成分指標が示された。

また、清酒独特のより複雑な味わいと成分の関係についても研究が進められている。玉田らは、複合的な味わいの一つである「押し味」（後味にごく味があってしっかした感じの味わい）をメタボローム解析により成分的な指標に落とし込むことを試みている<sup>5)</sup>。まず、製造方法や日本酒度・酸度・アミノ酸度などの分析値も同じ製成酒の官能評価を行い、押し味の強度付けを行った後、味覚センサーにより味覚強度の数値化を実施した。さらに、GC/MS、LC/MSによる親水性低分子化合物の分析を行った。その分析値を説明変数、味覚センサーの測定値を目的変数とする回帰分析の結果、物質としては未同定であるが、味覚強度と相関の高いピークが抽出され、「押し味」を解明する一端が見いだされている。

このように一般的な香味から、より複雑な清酒特有の複合的な味わいと成分についての関係が明らかにされつつあるが、醸造家が目的とする香味のお酒を目指して醸造をコントロールするには、長く数多い製造工程中のどの段階で香味と関わる成分がどのように生じるのかを明らかにする必要がある。製造工程と成分、また最終的な製品としてのお酒の香味と成分の両方の関係が明らかになれば、味わいを成分単位でデザインした酒質を持つ清酒の醸造が自由に行えるようになるだろう。この両輪関係にある研究がますます発展し、清酒の香味のバラエティーがますます豊かになることを期待している。今宵は、微生物が醸し出すメタボロームと香味の関係に思いを馳せながら、しみじみと一献、盃を傾けてはいかがだろうか？

- 1) (財)日本醸造協会：醸造物の成分（清酒編）（1999）。
- 2) 岩野君夫ら：日本醸造協会誌，**100**，639（2005）。
- 3) Sugimoto, M. et al.: *J. Agric. Food Chem.*, **58**, 374（2010）。
- 4) Mimura, N. et al.: *J. Biosci. Bioeng.*, **118**, 406（2014）。
- 5) 玉田佳大ら：日本醸造学会大会要旨集，No. 14（2014）。