

1gの玄米からの醸造特性予測

成分解析研究部門 小林 拓嗣

1. はじめに

原料米の性質は、品種や栽培地、気象条件などの違いにより変動し、清酒醸造においては製造工程での作業性や製麴、発酵、最終的には清酒の品質に大きな影響を与えることから、原料米の醸造特性を評価することは重要です。そのため長年にわたり研究が行われ、様々な分析法が開発されてきましたが、分析には労力と時間がかかります。原料米分析を品種の評価に用いる場合、まず育種での利用が考えられます。新たな原料米品種の開発では、多くの候補株から優れた性質を持つものを10年ほどかけて選抜しますが、圃場の面積に限りがあります。そのため、最初の4年間は多くの候補株をポット栽培により自家受粉させ世代促進を行い、そこから1年ごとに候補株を選抜してさらに栽培量を増やし選抜するという過程を経ます。初期選抜ではサンプル量が限られることから、栽培特性や玄米の千粒重、心白の発現等の外観による選抜が一般的です。清酒の香味を評価するためのプラントレベルの醸造試験は最終段階に行うことが多く、目標の酒質にならないこともあります。そこで、なるべく候補株の多い段階で醸造特性の評価が望まれますが、実験室レベルの小仕込みでも機器やマンパワーの制約があり、醸造試験するのは現実的ではありません。次に、その年の原料米の醸造特性を知るために、原料米分析が行われます。原料米の醸造特性は、気候など栽培環境が年ごとに变化するため、同様に变化します。そのため、酒造期に入る前に短期間で醸造特性を評価する必要がありますが、上記のとおり分析には時間と労力がかかります。以上のように、原料米の分析は重要で、少量かつ多種類のサンプルを短時間処理可能な分析法が求められます。また、製麴や発酵時の情報、米麴、製成酒の特性も得られる分析法があればより良いと考えられます。本研究では、1gの玄米から醸造特性を予測する方法を検討しました。

2. 玄米メタボロームからの醸造特性予測

近年、醸造酒メタボライト分析法により清酒中の成分を一斉分析することで、原料米品種や精米歩合、酵母菌株が清酒メタボロームに影響することが明らかにされました¹⁾。そこで我々は、醸造酒メタボライト分析法を用いて、玄米中に含まれる低分子の代謝物（玄米メタボローム）を分析する方法を検討しました。玄米メタボロームは、デンプンやタンパク質などの素材なることや米粒を作り上げる過程で生成されると考えられ、米の遺伝的背景や生理状態を反映している可能性があります。そして、原料米中のデンプンの構造やタンパク質や細胞壁の構成など、米粒の化学的、物理的特性は麴菌や酵母の活動に影響を与え、最終的に清酒成分に反映されると考えられます。このことから、少量の玄米からメタボロームデータを得て、米麴の酵素活性や製成酒の成分も含めた醸造特性を予測することが可能かもしれないと考え、玄米メタボロームから原料米の醸造特性を予測する方法を開発しました。また、今回の発表では、本予測法を複数の原料米品種を用いて検証した結果をご紹介します。

平成28年産の5品種31サンプルの原料米を検証に用いました。それぞれの玄米0.1gから50%メタノールで調製した抽出液を醸造酒メタボライト分析法で分析し(n=3)、再現性の高い739個のピークを選抜し玄米メタボロームデータとして使用しました。玄米メタボロームデータを主成分分析により解析したところ、品種や栽培地の違いが見られました(図1A)。同じ玄米サンプルに対して、酒米統一分析法による原料米分析に加え、精米歩合70%と50%で、一定条件かつ再現性の高い精密制御製麴法および小仕込み法により試験を行いました。これらの結果、原料米分析値や米麴の酵素活性、小仕込み試験の発酵経過、製成酒の一般成分、一般香气成分など、合計54項目の醸造特性データを取得しました。これらの分析値について確認したところ、品種や栽培地の違いが見られました(図1B)。

続いて、得られた 54 項目の醸造特性データを目的変数、玄米メタボロームデータを説明変数として、重回帰分析の一つである OPLS 解析を用い、各項目で予測モデルの構築を試みました。その結果、原料米の消化性や米麴の α -アミラーゼ活性（精米歩合 50%）、小仕込み試験の炭酸ガス減量の積算値（精米歩合 50%）、小仕込み製成酒のカブロン酸エチル濃度（精米歩合 50%）など 32 項目が予測可能であることが示されました。つまり、1 g 以下と極少量の玄米から、原料米分析値や米麴の酵素活性、発酵経過、製成酒の特性を予測することが出来ました。これは、一度の分析で、多くの項目を予測可能な新たな原料米評価方法として利用可能であることを示します。（図 2）。

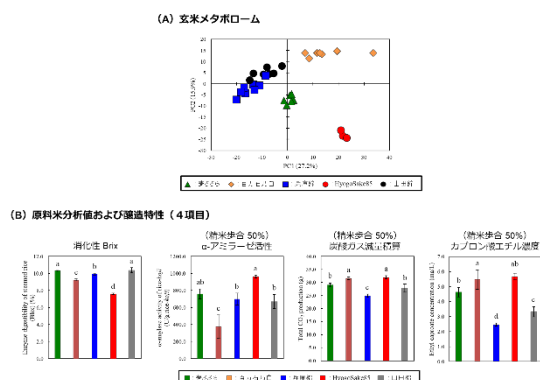


図 1 原料米の分析結果

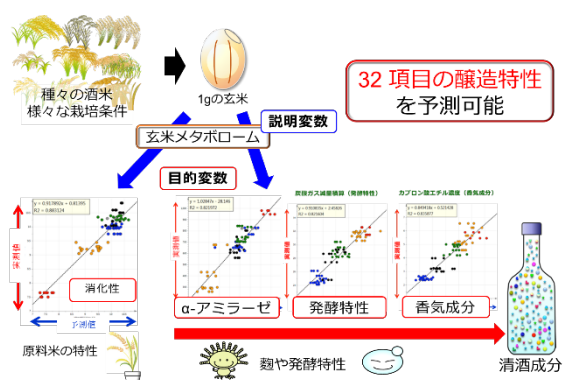


図 2 玄米からの醸造特性予測法

3. おわりに

我々は 1g の玄米から原料米の醸造特性を予測する方法を開発しました^{2,3)}。本方法により、育種の初期段階から醸造特性による選抜が可能になったと考えられます。また、実際に平成 30 年度に酒造期前の予測を実施しました。この年は原料米の収穫が 2 週間以上も遅れたものの、本格的な酒造期前の 1 月 8 日までに 85 点の原料米について醸造特性予測を行うことが可能で、各原料米の仕込みでの注意点や対応方法を提示することが出来ました。本方法では、原料米分析値や醸造特性データが具体的な数値として示されるため、各現場のデータと比較し情報を蓄積することで、各現場での応用がこれまでより容易かつ的確に行えると考えられます。今後は、さらに実証を重ねるとともに、現場への応用を進めるため、サンプル収集や分析、情報還元を行う体制作りが必要であると考えられます。

4. 謝辞

玄米メタボロームからの醸造特性予測法の検証は、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」の支援を受けて実施しました。原料米をご提供いただきました次世代酒米コンソーシアムの皆様、実製造にご協力いただきました各酒造メーカー様に御礼申し上げます。

5. 参考文献

- 1) Yazawa et al., *J. Biosci. Bioeng.*, 128, 183–190 (2019)
- 2) 岩下和裕、小林拓嗣：特許第 7064739 号
- 3) Kobayashi et al., *J. Biosci. Bioeng.*, 134, 116–124 (2022)