

独立行政法人酒類総合研究所 理事長  
**平松 順一**

明治37年の創立以来、当所は酒類醸造を常に先端科学の目でとらえ、その研究成果を新しい酒造技術として普及して来ました。



今回は、清酒醸造の「製麴」と「もろみ」という清酒の品質に大きく影響する大切な工程の研究を紹介します。

まず一つ目の課題は製麴方法です。麴造りには2日間かかりますが、環境条件をほんの少し変えるだけでまるで違った麴ができ、さらには最終的に清酒の味わいに大きく影響します。まさに麴造りは杜氏の技量が発揮される奥深い工程です。我々は今、麴菌の生育環境等が麴の特性に及ぼす微妙で複雑な関係を、最新の手法で解き明かそうとしています。

もう一つの課題は、清酒もろみにおける酵母の役割です。並行復発酵といわれる複雑な発酵過程を、精巧なモデル清酒もろみを開発して丹念に調べています。これによって一段と深い次元の解明ができるものと考えています。

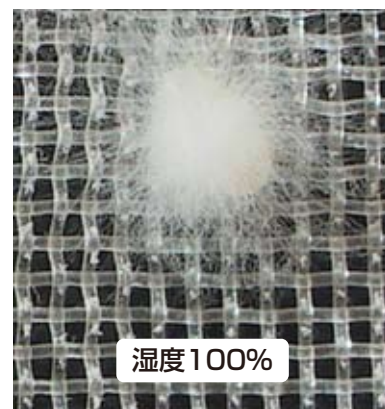
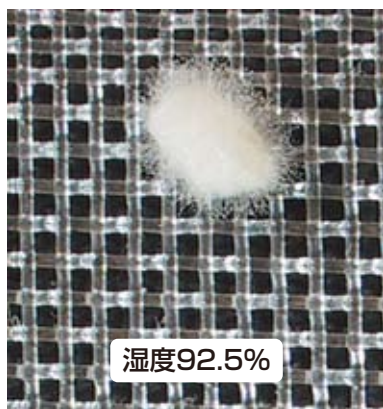
これら研究成果は、まだ完全に解析できていない伝統的な「酒造り」の技に光をあて、未来の酒造技術へと導く鍵の役割を果たすと期待しています。



第103回酒類醸造講習(清酒上級コース)製麴実習の様子(平成21年6月広島事務所)

## 特集 清酒醸造工程の徹底解析

原料である良い水と米、そして発酵の主役である良い微生物がそろえば、簡単に目指す清酒ができるわけではありません。毎年変化する米や気候に対応し目に見えない微生物を操るために、これまで人の「経験」と「勘」に頼ってきた酒造工程を科学的に解き明かし、新しい時代の技術として、発信すべく研究を行っています。



### 湿度と麴菌の気中菌糸の菌体量の関係

蒸米から離れて空気中に成長している菌糸を麴菌の「気中菌糸」、蒸米の表面・内部に栄養を求めて増殖する菌糸を「基底菌糸」と呼びます。1粒ずつバラバラに並べた蒸米に麴菌の胞子をふって培養すると表面から気中菌糸が広がりますが、気中菌糸には麴に必要な酵素の活性がありません。酵素の生産という面では無駄な気中菌糸は、高湿度で顕著に増加します(写真)。

# 麴造りの制御技術の開発

醸造技術応用研究部門 部門長 小林 健(こばやし けん)



科学の力は杜氏の技をどこまで解明できるのか? 新たな技術開発のためにも古来の醸造法の意味を調べたいと考えています。

## 一麴、二酏、三造り

「一麴、二酏、三造り」というのは清酒醸造にまつわる格言の中でも有名なものです。製麴・酒母(酏)・もろみ(造り)は清酒醸造の主要な工程なのですが、酒造りでは製麴が一番重要ですよということをこの格言は意味しています。では、何故製麴は重要なのでしょうか。清酒は米のでんぷんを分解したブドウ糖を酵母がアルコールに変換することで出来上がります。このでんぷんを分解する働きを受け持つのが麴です。麴の出来具合でブドウ糖の出来方が変わってしまいます。それが清酒の出来方に大きく影響することから、清酒の形を決める一番の要素が製麴にあると考えられてきたのでしょう。

麴は蒸米に麴菌を生やしたのですが、製造条件によって実際に品質が大きく変化し、麴の品質を表す言葉が昔から多く使われています。蒸米に麴菌が繁殖して白く見える部分を「破精」といい、破精の状態等から出来上がった麴を「総破精・突破精・バカ破精・塗り破精・破精落ち・金平糖・スベリ麴」などと呼んで品質を評価していました。良い麴を造る条件を製麴中ずっと保つのは大変なことで、現在でも、高級酒の代名詞になっている吟醸酒の製麴では、多くの酒造場で麴菌が増殖する丸2日間、最適な環境で麴菌が育ち、目標どおりの麴ができるように昼夜となく辛苦を厭わずに製麴管理を行っています。

このような麴造りは麴の反応を見ながら経験に頼って作業を行う職人芸の世界です。我々はこの様な製麴を、簡単な設定で目標とする品質に応じて造り分けることを可能にするよう研究を行ってきました。

## 製麴方法と品質の関係は?

醸造技術は各地の杜氏集団によってそれぞれ特徴を持って発達してきました。このために麴の造り方にも多様性があり、製麴方法についても熱心に研究されていますが、まだこれで万全という方法はありません。

製麴工程では麴菌の生育に合わせて麴の

温度と水分含量を変化させるのですが、条件設定が複雑で系統的に製麴操作の影響を調べた例はありませんでした。そこで我々は複雑な製麴工程を実験室で正確に再現する方法を工夫して、製麴条件と麴の品質との関係を調べました(図2)。その結果、どのような製麴条件が麴の品質に強く影響するのかということが明らかになってきました。例えば、製麴前半の温度を3℃低くする・後半の温度を4℃高くする・蒸米の水分を2%多くするといった具合に変化させると麴の品質はどう変化するのかということが分かるようになりました。つまり、どんな製麴方法を取ればどんな麴になるのか分かりかけてきました。

## 製麴装置を現在開発中

実験室での製麴は少量でとても実用にはなりません。しかし、この製麴では安定して目指す品質の麴を造ることができます。そこで、この方法を応用して実用的な製麴装置を開発することを試んでいます。分量が増えても熱の伝わり方や水分の蒸発速度を設定どおりに制御する方法を工夫して、このまま装置を大型化すれば実用的な製麴ができるところまで開発が進みました。この装置によって、人手を掛けずにきめ細かな制御によって多様な品質の麴を簡単に造り分けることを目指しています。



図1 開発した製麴装置で製造した清酒麴

- ① 総破精麴  
米粒全体に破精が広がっています。
- ② 突破精麴  
米粒の中で破精の白い部分が斑に見えています。

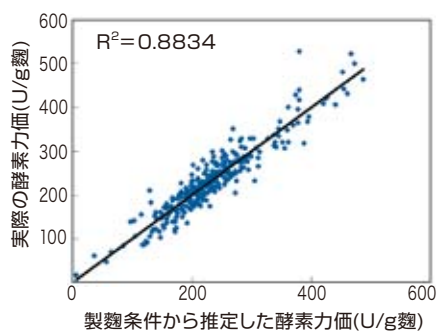


図2 製麴中の条件から推定したグルコアミラーゼ力価の推定精度

製麴温度や水分含量等の製麴条件から高い精度で酵素力価を推定できます。



図3 製麴中の製麴装置

コンピューターによる自動制御でほとんど人手を掛けずに麴が上がります。

# 酵母の役割を解析するためのモデル清酒もろみ

醸造技術開発研究部門 主任研究員 日下 一尊(くさか かずたか)



お酒の美味しさは秘密のベールに包まれています。酵母のはたらきのさらなる理解を通しておいしいお酒作りのお役に立ちたいです。

## 酵母がつくる清酒の美味しさ

吟醸酒のフルーティーな香りや、清酒の酸味となる有機酸は、清酒原料の米や麴に直接含まれていませんが、もろみ中で酵母が長い日数をかけて造り出しています。

清酒以外の醸造酒、例えばワインの場合、原料ぶどうが香味の特徴に大きく影響します。またビールは、麦芽の種類とホップの配合で多種類のビールのタイプを造り分けています。

清酒では、その香味に酵母の影響が大きいといえるでしょう。そのため清酒では、酵母がより良く発酵するための環境がとても重要なのです。麴や蒸米、仕込水は酵母がおいしいお酒を作るための重要な要素になっているのです。

## 並行複発酵のジレンマ

清酒もろみの発酵は「並行複発酵」と呼ばれ、特徴的なものです。これは、蒸米が麴の酵素で分解され糖やアミノ酸が作られる反応と並行して、酵母の働きでこれらがアルコール分や香味成分になる発酵が同時に進行するものです(図1)。

独特の高いアルコール生産やその香味を可能にしている「並行複発酵」ですが、その内容は複雑で、酵母の役割を解析することは容易ではありません。

例えば、もろみを暖めると、麴による蒸米の分解が進んで、酵母は多くのアルコール分を作り、また香味成分の生成量も変化します。この時、生成したアルコール分の影響を受け、蒸米の分解の速さ、同時に酵母の発酵の速さが変わります。このように並行複発酵では、様々な要素が互いに影響するため、結局、酵母の発酵が作り出す香味成分の組成が変わっても、その原因が単純に分からず、もろみの調節をどのようにしたらいいのか判断しにくいのです。そのため、現在でも清酒もろみの発酵管理の多くは、杜氏さんの経験に頼っています。

## モデル清酒もろみシステム

私達はこの課題を解決するために、並行複発酵の麴による蒸米の分解と酵母による発酵を切り離したモデル清酒もろみシステムを開発しました(図2)。蒸米の分解によって作られるのと同じ成分を連続的に供給することができる発酵装置で、清酒もろみの環境を再現したものです。

これにより、もろみ環境を自在に調節・設定でき、酵母の生育場所としてのもろみ環境の変化により酵母の作る香味成分がどのように変わるかを直接調べることができるようになりました。例えば、図2のように酵母によって作り出される酸味成分の一つである乳酸の量はぶどう糖の濃度に応じて変化することがわかりました。現在、これらのデータを解析しながら、清酒発酵のメカニズム解明やよりおいしい清酒のための製造技術の研究に取り組んでいます。

当モデル清酒もろみシステムで作られた酵母の発酵液は、成分も香味も清酒に近づいてはいるのですが、美味しさではまだ本物の清酒にはかないません。なぜかが分かれば複雑な清酒の美味しさの秘密にまた一步近づけると思い研究を進めています。

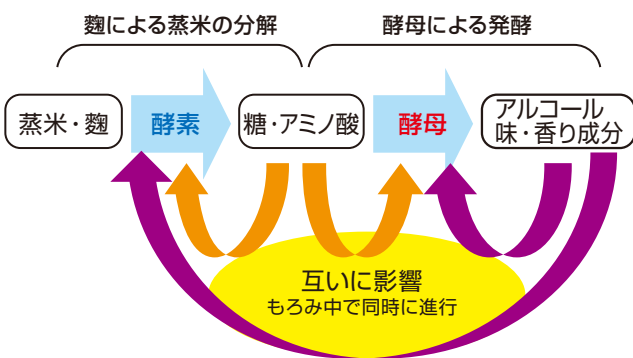


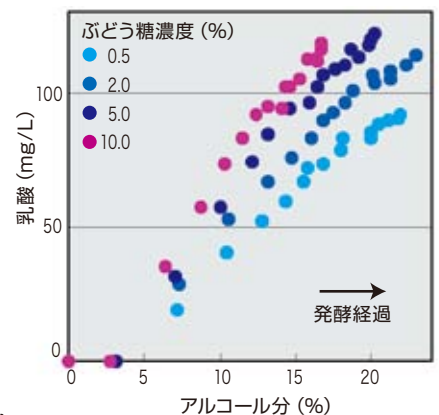
図1 並行複発酵

清酒の並行複発酵では蒸米の分解と酵母による発酵が互いに影響し合います。



図2 モデル清酒もろみシステム

(左) もろみ環境を麴の酵素や酵母の発酵の影響を受けずに自在に調節できます。  
(右) ぶどう糖の濃度だけを変えてもろみの発酵を再現すると、酵母によって作り出される酸味成分の一つである乳酸の量がぶどう糖の濃度に応じて変化します。



## 1 第45回 酒類総合研究所講演会

平成21年5月26日に東広島市市民文化センター（東広島市西条西本町）において、第45回独立行政法人酒類総合研究所講演会を開催しました。当日は、平松理事長の挨拶に続き、最近の当所の研究成果5題の講演とシステム・インテグレーション株式会社多喜義彦先生による特別講演「新しい時代の酒（もの）づくり～見直そう、伝統の技と味～」が行われました。また、ポスター説明では参加者の方々から熱心な質問が寄せられました。なお、各講演の要旨はホームページ（<http://www.nrib.go.jp/kou/45kouen.htm>）に掲載しています。



## 4 お酒の教養講座

平成21年4月4日に東京事務所赤レンガ酒造工場において、お酒の教養講座「第30回清酒の香り・味の科学」と「第31回はじめての清酒講座」を開催しました。講義ときき酒実習の2部構成で行われた両講座には、多数の応募者の中から抽選で選ばれた計71名の方が受講されました。



また、4月18日には金沢市において日本酒造組合中央会北陸支部との共催により「お酒の教養講座」を開催し、88名の方が受講されました。

## 2 全国新酒鑑評会公開きき酒会

平成21年6月17日にサンシャインシティ（東京都豊島区）において当所と日本酒造組合中央会との共催により、「平成20酒造年度全国新酒鑑評会公開きき酒会」が行なわれました。当公開きき酒会と同時間帯開催された「第3回全国日本酒フェア」を併せたイベント「日本酒フェア2009」では、約3,700名の方が入賞酒や各地の自慢の銘酒をきき酒されました。



## 5 本格焼酎鑑評会

第32回本格焼酎鑑評会には全国37都道府県の焼酎製造場141場から325点が出品されました。審査は平成21年6月4、5日の2日間に36名の審査員によって、広島事務所で行われました。公開きき酒会は6月26日に広島事務所で行われ、156名の方が参加されました。



## 3 講習

### (1) 清酒造りの講習

第103回酒類醸造講習-清酒上級コース（広島事務所）及び第37回清酒製造技術講習（東京事務所）が6月末に終了しました。受講生のご活躍を期待しております。

### (2) 清酒官能評価講習

清酒官能評価講習を平成21年10月20日～23日（第7回）と平成22年2月16日～19日（第8回）に実施します。（第7回の募集は終了しました。）当講習を受講され、基準を満たした方を「清酒の官能評価分析における専門評価者（清酒専門評価者）」として認定しています。平成21年6月末までの認定者は16名です。詳しくはホームページをご覧ください。

<http://www.nrib.go.jp/kou/kouinfo.htm#kou>



みんなで止めよう温暖化

チーム・マイナス6%

## 技術相談窓口案内

酒類に関する質問にお答えします。

TEL：082-420-0800（広島事務所）

TEL：03-3910-6237（東京事務所）

発行

独立行政法人酒類総合研究所

National Research Institute of Brewing (NRIB)

ホームページ <http://www.nrib.go.jp/>

〒739-0046 広島県東広島市鏡山3-7-1

TEL：082-420-0800（代表）

〒114-0023 東京都北区滝野川2-6-30

TEL：03-3910-6237

◎本紙に関する問い合わせは、下記まで

企画編集 TEL: 03-3910-6237

（橋爪、宇都宮、坂本、阿部）

◆「エヌリブ」はホームページでもご覧になれます。

<http://www.nrib.go.jp/sake/sakeinfo.htm#kouhou>