

独立行政法人酒類総合研究所 理事長

## 平松 順一

今日では、「環境」という言葉をメディアなどから聞かない日はないほどです。



当研究所では、「環境保全」を重点化研究分野の一つとして取り上げています。酒類製造においては、洗米排水や焼酎の蒸留粕などが排出されますが、当研究所ではこれらの有効利用や環境への負荷低減の研究に取り組んでおります。

前回のNRIBでは、お酒造りのアルコール発酵に酵母が大切な役割を果たしていることを紹介しました。今回は、「環境保全」分野においても、酵母が大変活躍していることを2つの研究テーマによりご紹介したいと思います。

また、ぜひ注目していただきたいのは、その研究の要所には、私たちがこれまで取り組んできた醸造技術研究などで得られた知識やノウハウがまさに活かしていることです。日本の貴重な財産である「醸造」というものの奥深さを改めて感じます。

これらの「環境保全」に関する研究の中で、さらに微生物の機能や生態を明らかにし、醸造技術の発展や新しい分野に役立てていけるよう、研究を進めていきたいと思っております。また、それらの研究内容が皆様に広く理解していただけるようこれからも活動してまいります。

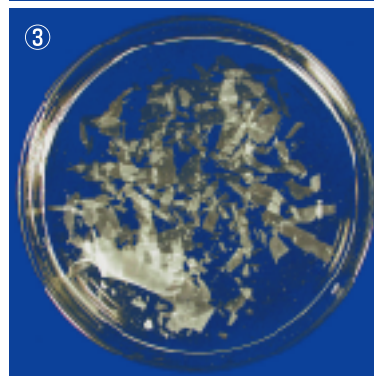
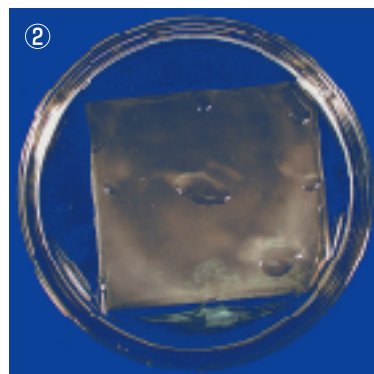
## 特集 環境保全

酒類総合研究所では、酒類に関する幅広い研究等を行っています。酒類製造では多様な洗浄水や蒸留残渣などが排出されますので、その処理が必要です。

そこで、当研究所では、これらの有効利用や環境保全のための研究に取り組んでいます。また、この研究を行う中で興味深い酵素の機能も明らかになっています。今回は環境保全に関する、最近の研究成果を紹介します。



酵母による排水処理槽 (TDE写真提供)



酵母の酵素によるバイオプラスチックフィルムの分解



左上の写真は当研究所が開発した酵母による排水処理槽です。この排水処理槽の中からも、環境保全に役立つ優れた機能を持つ微生物が多く見いだされています。排水処理槽は様々な働きを持つ微生物の宝の山なのです。これらの研究を行う過程で、バイオプラスチックを強力に分解する酵素を持つ酵母や分解しにくい生デンプンなどの多糖類を分解する酵素を分泌する酵母などを見つけました。写真(右下)のバイオプラスチックフィルムに、排水処理用酵母が生産するプラスチック分解性酵素を作用させると、12時間で写真(右下)のように分解されます。また、20時間後には形がなくなります。写真(左)はこのプラスチック分解性酵素の立体構造図です(X線結晶解析図)。

# 黒糖焼酎粕の酵母処理

醸造技術応用研究部門 主任研究員 藤井 力(ふじい つとむ)



日本のバイオテクノロジーの源流といわれる醸造研究。その百年の蓄積を「これから」に活かしていきたいと思えます。

## 排水処理にも酵母?

意外に思われるかもしれませんが、食品工場などの排水を酵母で処理する方法があり、これを「酵母処理」といいます。

もちろん、使われる酵母は、酒造用酵母とは種類が異なっており、酒造用酵母では食べられない排水中の物質をガツガツ食べることができます。また、酵母処理は開放された処理槽で行いますので、雑菌汚染を防ぎ目的の菌を維持するために様々な工夫も必要です。

排水処理に酵母を利用するには2つの方法があります。一つは、特殊な能力を持つ酵母を単離し主にその能力で処理する方法です。もう一つは、類似の排水処理槽の酵母集団(複数の酵母が生活しています)を新しい排水環境に馴らして(馴養といいます)利用する方法です。馴養では、処理対象の排水に優先して増殖できる、処理に適した種類の酵母が濃縮されると考えられています。

今回は、株式会社西原環境テクノロジーとの共同研究で、食品排水の処理に用いていた酵母集団を黒糖焼酎の排水で馴養して排水処理を行う研究成果<sup>1)</sup>について紹介します。

## 固形分を除去せず、希釈せずに処理試験

黒糖焼酎製造場から排出される主なものは、蒸留の残渣(焼酎粕)と洗米排水の2つです。そこで処理試験では、モデル排水として焼酎粕と洗米排水の割合が実際の排出比になるように混合したものを用いました。このモデル排水で15日間、毎日、処理水引き抜きとモデル排水の添加を繰り返して馴養しました。

処理前の排水では、負荷の指標であるBOD(生物が分解できる負荷量の指標)、CODcr(化学的に分解できる負荷量の指標)及びSS(懸濁物質)はとても高濃度です(図1の青色の棒)。しかし、馴養期間を終え、処理が安定した時期になると負荷は著しく低くなり、BODはほぼ100%除去できました(図1の赤色の棒)。この試験により、酵母処理が黒糖焼酎製造場の排水処理に大変適していることがわかりました。

ところが、この処理排水にはCODcrが、まだ2,000mg/L程度残存しています(図1)。この成分は、処理後の排水を黒褐色(図2)にしている色素などです。この色素は、通常の方

法では除去されないため、新たに除去できる菌を探索するなど、脱色についての研究も現在進めています。この色素は、黒糖焼酎粕のみならずサトウキビを用いたバイオエタノールを蒸留する際の排水にも含まれていることから、バイオエタノール生産における排水処理にも貢献できるものと考えております。この脱色菌の研究結果の紹介については、日をあらためたいと思います。

## 酵母処理の有用性

酵母処理には、多くの利点があります。例えば、酵母処理は、酸性排水を好み、負荷の変動にも強く、小規模な施設でも可能なうえ、ある程度の懸濁物質も除去せずに処理できます。また、清酒をはじめ多くの食品排水で使われてきた実績もあります。

酵母処理は、排水が酸性で、排出量の季節変動があり、懸濁物質の多い焼酎製造場の排水一般にも有効な方法と思われるのですが、まだまだあまり広まっていません。日本で生まれ、酒類醸造のノウハウが活かされている「酵母処理」の有効性が焼酎粕処理プラントで証明されることを期待しています。

(文献1)「酵母による黒糖焼酎粕の排水処理試験」尾林ら 平成19年度日本醸造学会大会

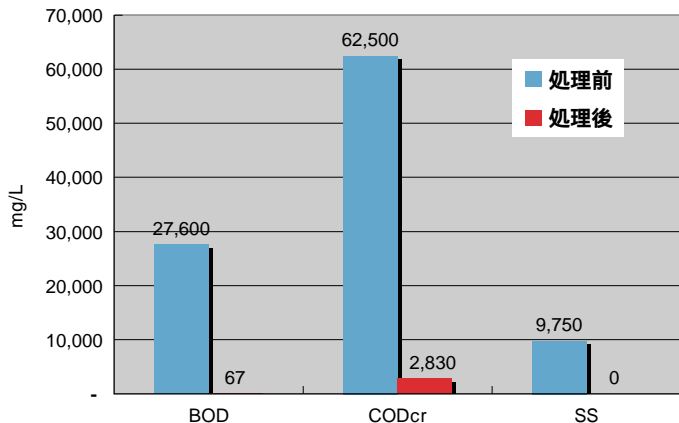


図1 処理前と処理後(遠心分離後)の水質試験結果  
除去率:BOD 99.8%、CODcr 95.5%



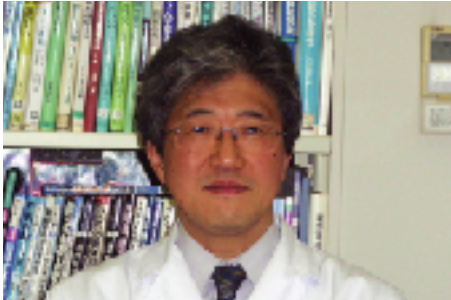
液体(処理排水)  
強く着色しており、生物分解されていない色素成分があることが分かる。

排水処理酵母群  
速やかに沈降

図2 排水と酵母の混合液(24時間処理後)の固液分離の様子(30分静置後)

# リン高取込酵母の育種

醸造技術応用研究部門 部門長 家藤 治幸(いえふじ はるゆき)



醸造技術の応用展開により、地球環境、エネルギー問題などへも幅広く貢献できることを目指しています。

## 微生物とリンの取り込み

リンは、湖沼や閉鎖性海域を富栄養化させ、アオコや赤潮の発生などを引き起こすとしてその排水規制が厳しく行われるようになりました。一方、リンは核酸の構成物であるなど生物にとって必須の元素です。

一般的に、酵母はじめ微生物は外界のリン酸濃度を鋭敏に感知し、環境中にリンが少ない時は外界よりリンを懸命に取り込もうとし、一方リンが多くなると取り込みを停止します。微生物が必要以上のリンを体内に取り込まないことは理にかなっていますが、排水中のリンの処理に利用する観点からは困ったことです。

もし、外界のリン酸濃度に関係なくリンを取

り込み続ける微生物が育種できれば、高リン含有排水の処理への利用が期待できます。そこで、従来の排水処理用酵母から、このようなリン高取込酵母の育種を試みました。

## リン高取込酵母の育種

どうすれば育種できるのでしょうか？ その参考となったのは、お酒造りにも利用される酵母 *Saccharomyces cerevisiae* のリン取り込みについての詳細な研究でした。

*S. cerevisiae* は、外界にリンが少ない時には、菌体内にリン酸を取り込むためのポンプとなるリン酸透過酵素を高発現すると同時に、有機態リンからリン酸を遊離するための酵素である酸性ホスファターゼを菌体外に分泌し、より積極的に外界のリンを取り込もうとします。また、リン酸透過酵素と酸性ホスファターゼの発現は、同じ因子により同時に制御されているのです。

排水処理用酵母である *H. anomala* J224 及び *H. fabianii* J640 は、外界リン酸濃度に対する酸性ホスファターゼの生産と分泌が *S. cerevisiae* と同様な挙動であることを見いだしました。そこで、これらの酵母に変異をかけ、膨大な数の酵母から、高リン酸状態でも酸性ホスファターゼを分泌する株を数十株

取得し、さらにその中からリンを効率良く取り込む株を取得しました(図1)。

これらの株の菌体当たりのリン含量は、高リン酸条件下において、親株の2.2~3.5倍もありました。

## リン処理酵母としての能力

育種酵母の実用性を明らかにするため、リンを高濃度に含む焼酎粕液部(実排水)の処理試験を行いました。その結果、親株のリン除去率が半分程度であったのに対し、これらの変異株は90%以上の除去率を示しました(図2)。無機リン酸のみならず、排水中に多く存在する有機態リンの除去能力も向上していたのです。

育種酵母は、リン以外の物質の処理能力に関しては従来のものと遜色がないので、リン高取込排水処理酵母としての実用化が十分に期待されます。

さて、日本で使われているリンのほとんどは外国から輸入されているものですが、世界のリン鉱石は将来的な枯渇が危惧されています。リンは貴重な鉱物資源なのです。我々が育種した酵母は、排水中のリン除去と同時に、リンの高蓄積によるリンの回収にも役立てることができると考えています。

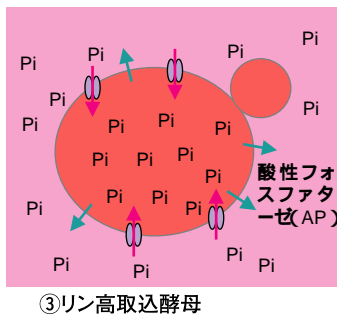
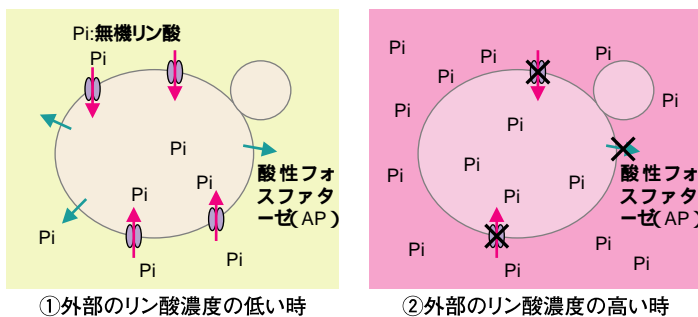


図1 育種されたリン高取込酵母  
通常の酵母(上段)は、外部のリン酸濃度が低い場合(①)はリンを積極的に取り込み、酸性ホスファターゼ(AP)も分泌する。逆に高い場合(②)は取り込みをやめ、APの分泌も停止する。  
今回紹介したリン高取込酵母(下段)は、外部のリン酸濃度が高くてもAPを分泌しながらリンを過剰に取り込み、菌体内に蓄積する(③)。

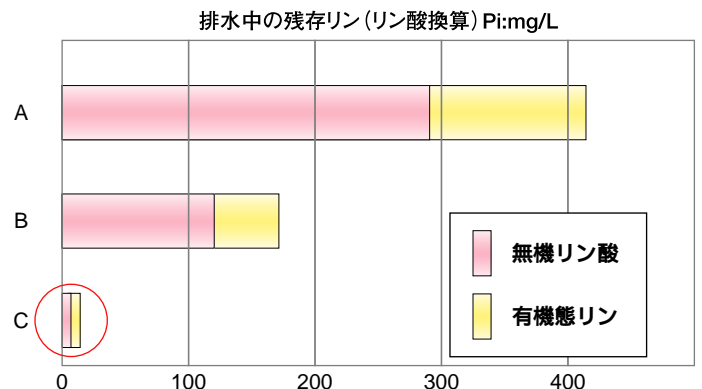


図2 リン高取込酵母による実排水処理試験  
A: 無処理  
B: *H. fabianii* J640 親株 (通常の酵母) による処理  
C: *H. fabianii* J640PFW 変異株 (リン高取込酵母) による処理  
リンを高濃度含む芋焼酎粕ろ過液を用い、親株と取得株のリン取り込み試験を行った。  
Cについては、無機リン酸だけでなく有機態リンも分解し、吸収している(吸収率96%)。

## 1 研究発表

平成19年9月4、5日に北とびあ(東京都北区)において、日本醸造学会大会が開催され、当研究所では今回紹介した2つの研究を含む6題の研究発表を行いました。



当研究所の「清酒の品質評価法の研究」に対し日本醸造協会伊藤保平賞が授与され、情報技術支援部門の宇都宮仁副部門長が受賞講演を行いました。

また、独立行政法人製品評価技術基盤機構バイオテクノロジー本部と当研究所が参加した麹菌ゲノム解析コンソーシアムによって、平成13～17年に実施された「麹菌のゲノム解析」が日本醸造学会から特別表彰されました。なお、同学会は、麹菌をわが国の「国菌」に認定しており、ゲノム解析を契機として、今後さらに醸造のみならず、バイオテクノロジー産業の幅広い分野で麹菌が活用されていくことに高い期待が寄せられています。

## 2 清酒官能評価講習

清酒に関する官能評価分析の専門家の養成を目的として、清酒官能評価講習を昨年から開始しました。



第1回は平成19年10月9日～12日、第2回は平成19年10月30日～11月2日、東京事務所において開催し、計24名の方が受講されました。

当講習のすべての試験に合格し、清酒の官能評価に関する経験等を証明するレポートを提出いただいた方を、清酒の官能評価分析における専門評価者として認定します。

## 3 洋酒・果実酒鑑評会

第45回洋酒・果実酒鑑評会が行われました。

出品酒230点の審査は平成19年11月19、20日の2日間に51名の審査員により、広島事務所でを行いました。



公開き酒会は平成19年12月7日に広島事務所において行いました。

## お知らせ

### 酒販サポートニュースの発行について

これまでの酒類販売管理研修通信を改め、「酒販サポートニュース」を発行しています。

酒類販売管理者の皆様、並びに酒類流通業者の皆様に対して「酒類販売管理情報」「研究所からのお知らせ」「国税庁からのお知らせ」等、酒類販売管理に役立つ情報をわかりやすく提供しています。是非ご活用ください。

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



### 講習開催のお知らせ

酒類醸造講習 - 清酒上級コース-(広島)

第102回 平成20年5月29日(木)～平成20年6月27日(金)

清酒製造技術講習(東京)

第35回 平成20年5月12日(月)～平成20年6月20日(金)

第36回 平成20年8月18日(月)～平成20年9月26日(金)

詳細につきましては、ホームページをご参照下さい。

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

### 欧州連合向け輸出ワインの証明・分析について

欧州連合(EU)域内に向けて1貨物あたり100Lを超えるビン詰ワイン等を輸出する場合には、当該ワイン生産国の公的機関が発行した証明及び分析報告等を添付することとされています。

当研究所は、このたび証明書及び分析報告書発行機関として欧州委員会に登録され、これらの書類の発行業務を開始しました。

発行を希望される方は、東京事務所(担当:橋爪)までお問い合わせ下さい。また、ホームページも併せてご覧下さい。

[http://www.nrib.go.jp/annai/eu\\_wine/eu\\_wine\\_info.htm](http://www.nrib.go.jp/annai/eu_wine/eu_wine_info.htm)

### 「うまい酒の科学」出版のお知らせ

当研究所が豊富な資料をもとに、造り方から楽しみ方までお酒についてわかりやすく解説した本が、ソフトバンク クリエイティブ株式会社より出版されました。



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: 03-3917-7345(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、柳谷)

「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>