

独立行政法人酒類総合研究所 理事長

木崎 康造

大切なお酒を何かのお祝いに飲もうと保管しておいて、香りや味が変わってしまった経験はないでしょう



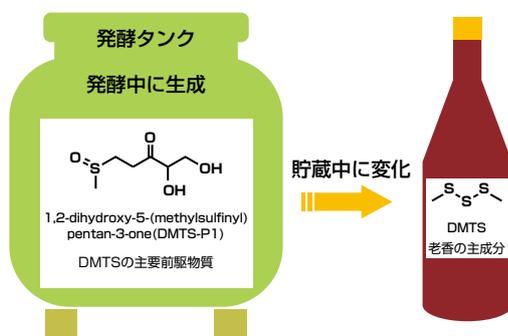
か？清酒は、生酒などを除き、火入れと呼ばれる熱殺菌が行われていますが、保管温度などの条件で変化しており、管理が悪ければ劣化してしまいます。このような劣化を防止するプロジェクトを数年前に立ち上げました。今回は、それらの研究成果をお伝えします。

清酒の貯蔵によって生成してくる香りの1つに「老香（ひねか）」と呼ばれる香りがあります。この香りは複数の成分で構成されますが、老香を制御するにはその主要成分であるジメチルトリスルフィド（DMTS）を減らせばよいことが、これまでの研究で分かっています。今回は、酵母の遺伝子レベルでの研究を行い、DMTSの前駆物質が酵母によって生成されることを明らかにするとともに、DMTS前駆体やDMTSをあまり作らない酵母株を作成することに成功したお話です。また、もう1つは、DMTSを造る酵母でも清酒の発酵工程中の管理の工夫により、その生成量を低減できないか研究した結果のお話です。

これらの研究成果は、清酒の品質向上に寄与し、消費者の皆様により美味しいお酒を飲んでいただくとともに、クールジャパンの施策の1つでもある日本産酒類の海外輸出にも貢献できることを期待しています。

老香と熟成香

一般的に、清酒の貯蔵・流通過程で生じる香りは「老香」と呼ばれます。老香は複数の成分からなる香りと考えられますが、たくあんのようなにおいのDMTSという物質が特に大きく寄与しています。一方、数年、数十年の単位で長期間熟成させた清酒（長期熟成酒）の香りは「熟成香」と呼ばれます。熟成香にはカaramelのような香りのソトロンという物質が大きく関わっています。「老香」と「熟成香」は、ともに清酒の貯蔵中に生じる香りですが、成分の組成は異なります。これらの化合物についての詳しい説明は、当誌17号（H22.2発行）「清酒の『老香』とその前駆物質」をご参照ください。



DMTS生成ポテンシャル

「老香」が発生する仕組みは大変複雑でまだ完全にわかっていません。その解明や発生の制御にあたって、「DMTS生成ポテンシャル」という指標を考案しました。特定の条件下に置いた清酒又はもろみから生成されるDMTSの量であり、将来その清酒に老香が出やすいかを予測するための指標となります。

特集 美味しさを保つために

当研究所では、酒類の品質を長期にわたって保持するため、様々な角度から研究しています。最近の研究によれば、酒類の美味しさを保つために、醸造時や流通時そして消費者が購入した後も、DMTSと呼ばれる成分に注意しお酒を適切に管理する必要があることがわかってきました。



お酒の劣化要因

光、熱、酸素が酒質を劣化させる三大要因です。例えば、清酒に日光が当たると、けものような不快なお酒の味が出たりして、香気を悪くします。それは、アミノ酸などの清酒に含まれる成分が日光により変化してしまうのが原因です。

ガラスビンの色

酒類の劣化は紫外線によって起こりますので、日光だけでなく照明灯も影響を与えます。青色ビンや無色透明ビンなどは、中身がみえるので買いやすいという声もありますが、茶や黒色のビンよりも紫外線などを通しやすい性質もあります。特に紫外線はエネルギーが高く、お酒に当たると多くの化学変化を引き起こし品質劣化の原因となります。詳しくは、当誌10号（H18.9発行）の「光からお酒を守るガラスびん」をご参照ください。

清酒の「老香」の生成に関わる酵母遺伝子

品質・安全性研究部門 主任研究員 磯谷 敦子 (いそがい あつこ)



清酒の香味に関わる成分を明らかにし、それらの制御につなげていきたいと考えています。

「老香」の主要成分DMTS

表紙でも紹介している「老香」は様々な成分からなる複合的な香りといわれています。私達は、これまでの研究により、たくあん漬けのようなにおいを示すジメチルトリスルフィド (DMTS) という物質が老香の主要成分のひとつであること、清酒の中にはDMTSの元になる物質 (前駆物質) が存在し、それは主に 1,2-dihydroxy-5-(methylsulfinyl) pentan-3-one (以下「DMTS-P1」と略します。) という物質であること、さらに、DMTSは新酒にはほとんど含まれず、貯蔵中にDMTS-P1からDMTSに化学変化して増加することを明らかにしました (図1)。

前駆物質の生成に関与する酵母遺伝子

今回はさらにDMTS-P1はどうやってできるのかを調べました。DMTS-P1は清酒発酵中に増加することから酵母の関与が考えられ、また、代謝経路から生じる物質と構造が似ていることから、酵母のメチオニン再生経路の関与が推察されました (図1)。そこで、どの遺伝子がDMTS-P1生成に関係しているかを調べるため、メチオニン再生経路遺伝子をひとつずつ破壊した13種類の酵母を使って、清酒醸造試験を行いました。その結果、*MRI1*、*MDE1*又は*SPE2*という遺伝子を破壊した酵母で醸造した場合に、DMTS-P1とDMTS生成ポテンシャルがともに低くなって老ねにくいことが明らかになりました (図2)。つまり、酵母のこれらの遺伝子はDMTS-P1の生成に重要な役割を果たしており、これらの遺伝子を破壊すると清酒中のDMTS-P1が大きく減少し、DMTSの生成が抑えられることがわかりました。なお、これらの遺伝子を破壊しても、DMTSの生成以外の増殖能やアルコール発酵能など酒

造りに必要な酵母の能力には影響がありませんでした。

酵母の育種により老香の制御を目指す

これら遺伝子を破壊した清酒酵母を用いれば、貯蔵中のDMTSの生成が抑えられます。しかし、遺伝子組換え酵母の利用は、消費者の方の安全性への懸念から実用化が難しいのが現状です。そこで現在、遺伝子組換えによらない方法で、DMTS-P1を生成しない酵母を育種しようと試みています。具体的には、自然突然変異又は変異の誘発処理によってDMTS-P1を生成しない酵母を選び出すのです。ある特定の遺伝子が変異する確率は理論的には1億分の1程度であり、非常に大変な作業ですが、現在、無数の候補の中から目的とする変異株を選び出すスクリーニング手法を開発しています。

今回の研究は、多様で複雑な老香の生成機構の解明に向けた新たな一歩となりました。本研究の成果を生かし、酵母を用いた醸造時の制御という新たな視点からの老香制御の方法を確立したいと思います。

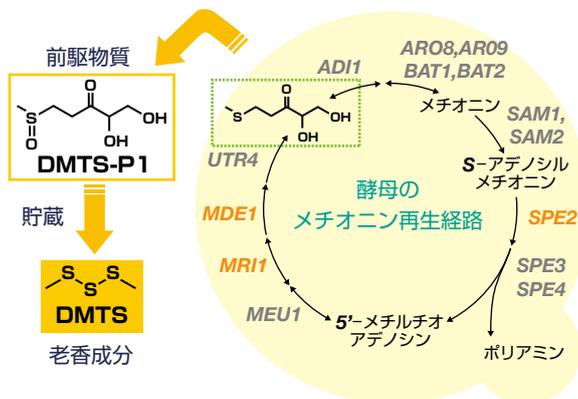


図1 DMTSの前駆物質DMTS-P1と酵母のメチオニン再生経路

老香の主成分であるDMTSの前駆物質であるDMTS-P1はメチオニン再生経路という代謝経路から生じる物質と構造が似ており、その生成には酵母のメチオニン再生経路の関与が推察されました。

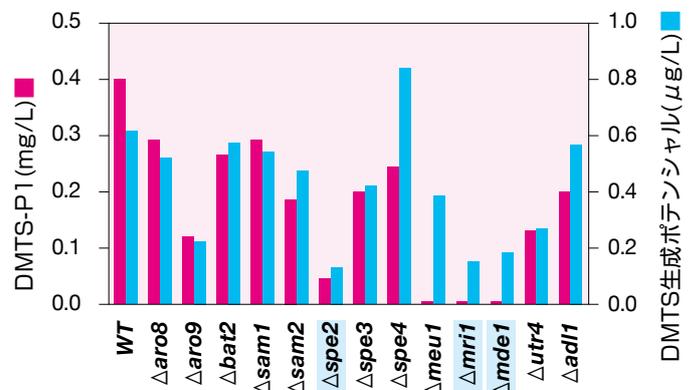


図2 メチオニン再生経路遺伝子破壊株を用いて醸造した清酒のDMTS-P1濃度とDMTS生成ポテンシャル

メチオニン再生経路遺伝子のうち、*MRI1*、*MDE1*又は*SPE2*という遺伝子が破壊された酵母を使用した場合に、清酒のDMTS-P1濃度とDMTS生成ポテンシャルがともに大きく減少し、貯蔵しても老ねにくくなりました。

死んだ酵母は忘れた頃に・・・

品質・安全性研究部門 部門長 藤井 力 (ふじい つとむ)



飲む人が「大虎」にならない程度、美味しいお酒に貢献したいと思います。

老香抑制に向けて

清酒の貯蔵によって生成してくる「老香（ひねか）」の主要成分であるジメチルトリスルフィド（DMTS）は劣化臭と呼ばれ、品質を低下させます。本稿では、清酒の製造工程に着目して研究した結果を紹介します。一言で言うと、製造工程で酵母が死なないように管理することで清酒中のDMTSを低減できることがわかりました。

酵母が死ぬと将来老ねやすくなる

清酒は上手に造らないと酵母が死滅します。実験室規模のいろいろな仕込みを解析したところ、清酒をしぼる（上槽する）日にメチレンブルー染色率※が高い

（＝酵母がたくさん死んでいる）とDMTS生成ポテンシャルが高く（＝老ねやすい）、メチレンブルー染色率が低い（＝酵母があまり死んでいない）と老ねにくいことがわかりました（図1）。

実際に、酵母が死ぬことと清酒の老ねやすさに関連があるのか実験的に確認するため、清酒もろみから酵母を単離し、機械的に破碎して酵母の中身（酵母構成成分）を清酒に添加し、15℃で保存しました（図2）。酵母構成成分を添加した日（図2の0日目）は老ねやすさに影響はありませんでしたが、添加後3～7日経過すると、添加量によって老ねやすさに違いがでることがわかりました。これは酵母構成成分が将来老ねやすくなる原因であることを示しており、図1が示す酵母がたくさん死ぬと将来老ねやすくなるという結果も、酵母が死んで酵母構成成分が酒に漏れ出したためと理解できます。

ところで、我々は、以前カリウムやリン酸、マグネシウムを添加して仕込むことにより、貯蔵後も老ねにくい清酒の仕込み法を開発しました。この時もろみ中の酵母の死滅率は著しく低くなっていましたが、これも酵母があまり死ななくな

ることの効果だったのではないかと考えています。

そこで教訓です。死んだ酵母は忘れた頃に化けてでる。発酵中の酵母は大切にしましょう。

老ねやすくするもの

酵母構成成分のうち、一体何が清酒を老ねやすくしているのでしょうか。解析したところ、分子量が大きくて熱に弱い物質であることがわかりました。我々は酵母内の酵素が保存中に将来DMTSになるものをつくり出し、清酒を老ねやすくしているのではないかと考えています。

清酒が老ねやすくなる反応は複雑で、まだまだ分からないことがたくさんありますが、蔵元が意図する品質の清酒が当たり前に消費者に届くような技術を開発できるよう努力していきたいと思えます。

※ メチレンブルー染色率

死滅した酵母細胞がメチレンブルーという試薬によって青く染まる性質を利用し、染色率を測って発酵中の酵母がどのくらい死んでいるかを調べる方法です。

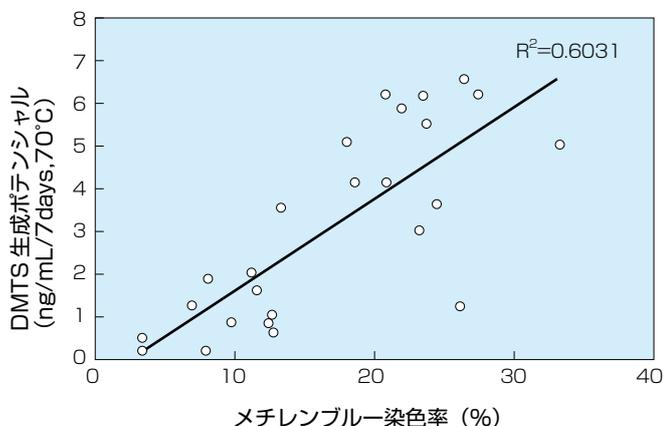


図1 清酒をしぼる日の酵母死滅率と清酒の老ねやすさの関係

酵母死滅率はメチレンブルー染色率で、清酒の老ねやすさはDMTS生成ポテンシャルで示しました。数字が大きいほど将来老ねやすいことを示します。

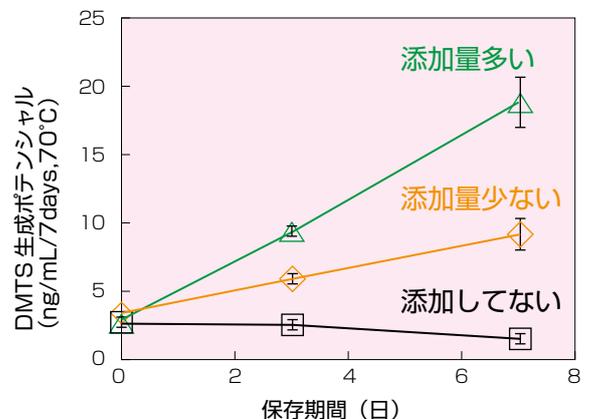


図2 酵母構成成分添加量と15℃での保存期間と清酒の老ねやすさの関係

酵母構成成分を清酒に添加した場合、酵母構成成分が多ければ多いほど、保存期間が長ければ長いほど、将来清酒は老ねやすくなりました。

1 第49回 酒類総合研究所講演会

平成25年5月21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49回独立行政法人酒類総合研究所講演会を開催しました。

木崎理事長による「酒類総合研究所の現状」に関する説明に引き続き、当研究所の成果「なぜ清酒酵母はアルコール発酵力が高いのか？」ほか3題の講演、続いて（独）国立文化財機構 奈良文化財研究所の玉田芳英講師による「考古学からみた酒造り」の特別講演が行われ、多くの参加者の方に熱心にご聴講いただきました。

なお、各講演の要旨は当研究所ホームページに掲載していますので、是非ご覧ください。

<http://www.nrib.go.jp/kou/49kouen.htm>



2 平成24酒造年度全国新酒鑑評会 公開きき酒会等

当研究所と日本酒造組合中央会が共催して開催した平成24酒造年度全国新酒鑑評会は、明治44年の開催から通算101回を迎えました。

この鑑評会で入賞したお酒がきき酒できる「公開きき酒会」と「全国日本酒フェア」が組み合わされたイベント「日本酒フェア2013」が平成25年6月14日にサンシャインシティ（東京都豊島区）で開催されました。

当イベントは、年に一度の日本酒の祭典として多くの方に注目されていますが、昨年に引き続き今年も5,500名もの大勢の方にご来場いただきました。公開きき酒会では入賞酒のお披露目、全国日本酒フェアでは全国各地の銘酒の紹介、そのほか様々な催しなどがあり、日本酒の魅力を十分堪能していただきました。これらの様子は、日本酒造組合中央会のホームページに紹介されています。

<http://www.japansake.or.jp/sake/fair/index.html> (日本酒造組合中央会)



3 第36回 本格焼酎鑑評会

当研究所と日本酒造組合中央会が共催して開催した第36回本格焼酎鑑評会は、全国25都道府県の焼酎製造場81場から190点が出品され、審査は平成25年6月4、5日の2日間23名の審査員によって行われました。酒類製造者等が出品酒のきき酒を行う製造技術研究会は6月28日に広島事務所で行われ、82名の方にご参加いただきました。

4 講習

当研究所と日本酒造組合中央会が共催して開催した第107回酒類醸造講習－清酒上級コース（広島事務所）と第45回清酒製造技術講習（東京事務所）は平成25年6月に無事修了式を迎えました。講習生のみなさん、お疲れ様でした。今後益々のご活躍を期待しています。

お知らせ

1 日本酒ラベルの用語事典について

当研究所では、日本酒ラベルの用語事典について、これまでに日本語、英語、中国語（繁体字、簡体字）、韓国語版の小冊子（A5版）及び電子版を発行しています。

また、平成24年3月にはドイツ語・フランス語、平成24年12月にはイタリア語・スペイン語・ポルトガル語の試行版（電子版）を作成しました。これらの「日本酒ラベルの用語事典」の電子版は、以下のアドレスからダウンロードしてご利用いただけます。なお、利用に際しては、注意事項、利用条件の厳守をお願いします。是非、日本酒の輸出や振興等にご利用ください。

<http://www.nrib.go.jp/sake/nlzeiten.htm>

2 マスカット・ベリーA種のOIV品種登録について

EU諸国へ輸出・販売するワインのラベルにブドウ品種を表示するためには、ワイン用ブドウ品種の国際ブドウ・ワイン機構（OIV）への登録及び生産国による表示規則が必要です。当研究所はこのOIVへの品種登録申請業務を行っています。

この度、山梨県ワイン酒造組合から「マスカット・ベリーA」種について品種登録の依頼を受け、OIVへの登録申請を行ってまいりましたところ、平成25年6月にOIVの「国際ブドウ品種及び同義語リスト」に掲載されました。当研究所は、平成22年に「甲州」種の登録を行っており、今回はそれに続いての2つ目の登録となります。

詳細は当研究所ホームページをご覧ください。

<http://www.nrib.go.jp/info/infopdf/250621info.pdf>

3 酒総研メールマガジン登録のお願いについて

当研究所では、情報誌などの更新情報やイベント情報など、最新情報をお知らせするため、メールマガジンを配信しています。ふるってご登録ください。

登録方法の詳細は当研究所ホームページをご覧ください。

http://www.nrib.go.jp/gui/nrib_mmmz.htm



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、下記までお願いします。なお、ご意見やご感想も是非お寄せください。

企画編集 TEL：03-3910-6237

メールアドレス:joukou@nrib.go.jp

（小野、坂本、高村、鎌田）

◆「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>