



Gene Chip System(ジーンチップシステム)酒類総合研究所広島事務所

1 黄麹菌のゲノム解読

黄麹菌(アスペルギルス・オリゼ)は古くから醸造産業に利用されてきた「国菌」ともいえる微生物ですが、酒類総合研究所は多くの研究機関と協力してその全遺伝子=ゲノムの解読に取り組んでいます。これまでに約14,000と推定される黄麹菌遺伝子のおよそ半分について、遺伝子を特定するための「遺伝子カタログ」を作製しました。



高性能のDNAシーケンサー(塩基配列の自動解析装置)と地道な手作業できょうもゲノム解読が続けられています。

特集 遺伝子

DNA二重らせん構造の発見から半世紀、DNAの遺伝子情報を読み解くことは生物化学分野の研究者たちにとって、すっかり日常の研究手段になりました。酒類総合研究所でも、醸造関連微生物や原料植物の遺伝子情報を扱う研究を進めています。今回はその中から主に清酒製造に関わる成果の一部を紹介します。

2 cDNAマイクロアレイ

黄麹菌ゲノム解読の成果を活用して、cDNAマイクロアレイを作成し研究機関に提供しています。写真ではただのスライドガラスですが、表面に3,000種類もの黄麹菌遺伝子の一部が配置されています。これを用いれば、一度に3,000種類の遺伝子の動静を把握できます。



酒類総合研究所が作成した黄麹菌のcDNAマイクロアレイ

独立行政法人
酒類総合研究所
理事長
高橋利郎



生命現象には全て遺伝子が関与しています。

今回は遺伝子を取り上げ、解説と研究所の研究で明らかになってきた酵母や麹菌の遺伝子について、現象面と結びつけて解説します。清酒は、世界で造られている醸造酒の中でアルコール分が最も高いお酒で、それを担っているのが清酒酵母です。しかし、その清酒酵母の中にはさらに高いアルコールを造る酵母がいま

す。なぜか。酵母の遺伝子から見たメカニズムについて解説します。また、発酵時に泡を発生する酵母と発生させない酵母があります。なぜ出したり出さなかったりするの、メカニズムと酵母の遺伝子の関与について解説します。さらに、鉄分は清酒の大敵で、品質をだめにしますが、清酒造りのもう一方の主役である麹菌の遺伝子と鉄分との関わりについて説明します。

最近、テレビドラマ等で遺伝子の話がよく登場しますが、今回のNRIBにより、遺伝子に対する理解が少しでも深まり、ドラマ等が一層楽しくなることも期待します。

遺伝子を調べると醸造微生物の能力がわかる

遺伝子工学研究室 室長 伊藤 清 (いとう きよし)



醸造微生物の特性を遺伝子や分子レベルで明らかにしながら、酒造りを科学したいと思っています。

はじめに

醸造の主役は微生物です。従って、醸造物の品質を高めたり効率的な生産をするためには微生物の能力を最大限に発揮させる必要があります。微生物の性質を決定づけているものは遺伝子であり、微生物の多様性もこの遺伝子が異なることから生じます。また、香味の生産能力をはじめとする種々の機能の違いも遺伝子自体の差異や遺伝子の調節機構の違いに由来します。優れた微生物の育種も、遺伝子を変化させることにより機能を改変することによって達成されます。従って、醸造微生物の能力や可能性を最も正確に捉える一番の早道は、どういう遺伝子を微生物がもっており、それがどのような時に機能するかを理解することであるということになります。

微生物の能力はパソコンに例えるとよくわかる

皆さんパソコンは多分お持ちでしょうが、パソコンにはプログラムやデータを格納しておくハードディスク(HD)という機械が入っています。使いたいソフトウェアはここに格納しておく必要があるわけですが、逆に言えばここにどういふプログラムが入っているかでパソコンで何ができるかが決まることになります。使いたいプログラムはここから取り出してRAMに写しCPUで処理します(この部分はちょっとやっかいなので分かなければ無視して下さい)。HDは静的で、RAM以下は動的だと考えることができます。従って、RAMにどんなプログラムが転写されているかを見れば、

今どんな仕事をしているのかがわかるわけです。最終的にパソコンはディスプレイに字や絵を描き、スピーカーから音を出し、人間に役立つ仕事をします。これは酵母がアルコールや香味成分を作っている段階に相当します。大きな違いは、パソコンでのHDやディスプレイ装置(ハードウェア)は与えられたものですが、生物の場合はこれの設計図もプログラムされている点です。

遺伝子の本体はDNA

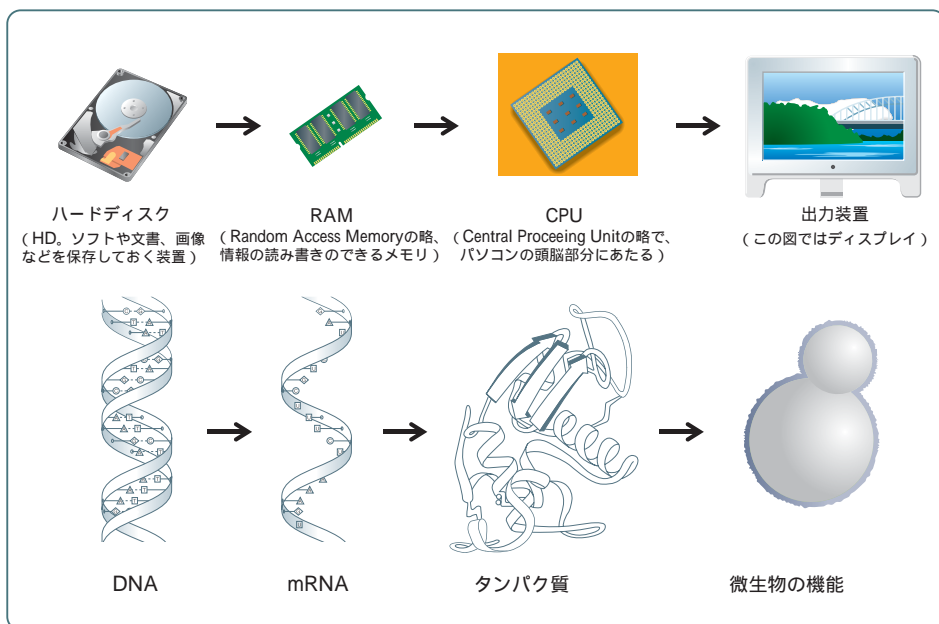
パソコンの場合プログラムの格納庫はHDでしたが、生物の場合はこれがDNAになります。RAMに相当するものがmRNAです。CPUは各種反応装置ということになりますがその主役はタンパク質です。パソコンでの出力が生物では各種機能ということになるでしょうか。もう一度整理すれば、パソコンでの情報処理の流れは、HD RAM CPU 出力となりますが、遺伝子の場合はDNA mRNA タンパク質 機能と考えればよいでしょう。また、それぞれのプログラムに相当するものが遺伝子と考えることができます。DNAはものすごく大きな分子で、有名な二重らせん構造

をしていますが、構成成分はA(アデニン)、T(チミン)、G(グアニン)、C(シトシン)の4種類だけです。これがどういう順番に並んでいるかで、遺伝情報が決定されます。

遺伝子組換え

生物の機能の大元はDNAにあると述べましたが、このことはDNAを改変すれば生物の機能が変わるということの意味します。パソコンに例えれば、プログラムを改変したり入れ替えることに相当します。DNA改変を人為的に行うのが遺伝子組換えです。極端な例を述べれば、植物や動物の遺伝子を酵母に導入することも可能です。このように、遺伝子組換え技術は大きな可能性を持っていますが、誤解して頂きたいのは、我々は遺伝子組換え技術を使って醸造微生物を育種しているのではないということです。遺伝子組換え技術を用いると、微生物の様子が良く見えてきますが、これを微生物学の道具(ツール)として用いているという点をご理解下さい。昔は顕微鏡が有力なツールでしたが、今ではそれらの手法に加えて、遺伝子組換え技術があるわけです。

パソコンと微生物における機能発現の流れの比較





DNAを全部調べるのがゲノム計画

パソコンで何ができるかを調べるには、HDに入っているプログラムを全部調べ上げればよいのですが、生物でもDNAを全部読んでやれば同じことが可能です。DNA全部のことをゲノムと言いますが、これを全部読むのがゲノム解読です。人ゲノムだとか、稲ゲノムだとか言う言葉は新聞紙上でもよく目にするはずです。酵母(実験室酵母)や麹菌(清酒用の1菌株)のゲノム解読も既に終わっています。清酒用酵母と実験室酵母間でゲノムの構造に差があれば、そこに重要な醸造機能が存在する可能性が高いこととなりますが、我々のねらいはまさにそこにあるわけです。

mRNAを調べればどの遺伝子が働いているかわかる

現在のパソコンには非常に多くのプログラムがインストールされています。ウィンドウズマシンであれば、「すべてのプログラム」の中身を見ればその多さに驚くでしょうし、マッキントッシュではもっと簡単にHDの中身をのぞき見ることができます。しかし、この全てのプログラムが常時働いているわけではないというのは容易に理解できると思います。遺伝子の場合も同じことが言えます。酵母では約6000の遺伝子があるとされていますが、常時この全てが働いているわけではありません。必要な時に必要な遺伝子が活発に働いて(mRNAに転写されて)、必要でない遺伝子は活動のレベルが低いか眠っています。中には眠りっぱなしの遺伝子もあるのかもしれない。

醸造環境は特殊なので遺伝子の動きも特殊

清酒麹を見たことはあるでしょうか。麹は米に麹菌を生やしたものです。固体の状態で培養を行います。実験室では液体培養やシャーレ培養を行います。見た目かなり異なりますが、生産している酵素も大きく違います。

両方ともにもっている遺伝子(ゲノム)は同じですから、培養条件で遺伝子の発現パターンが異なっていることとなります。シャーレ培養と麹の遺伝子発現を比較すれば、醸造に要求される微生物の機能を解くことができるかもしれません。現在ではこれを解析するための巧妙な手法が考案されています。シャーレでのmRNAには緑、麹のmRNAには赤の標識をつけます。この2つを混ぜ合わせると、色の足し算になるわけですが、マイクロアレイという装置を使って、mRNAの種類を一つ一つ見分けると、両方ともにも発現している遺伝子は「緑+赤=黄」になりますが、シャーレでより強く発現するmRNAは緑、麹でより強く発現するmRNAは赤く光るといわけです。同様な手法は、酵母における醸造条件(酵)と実験室条件(フラスコ)の遺伝子発現の比較にも使えます。

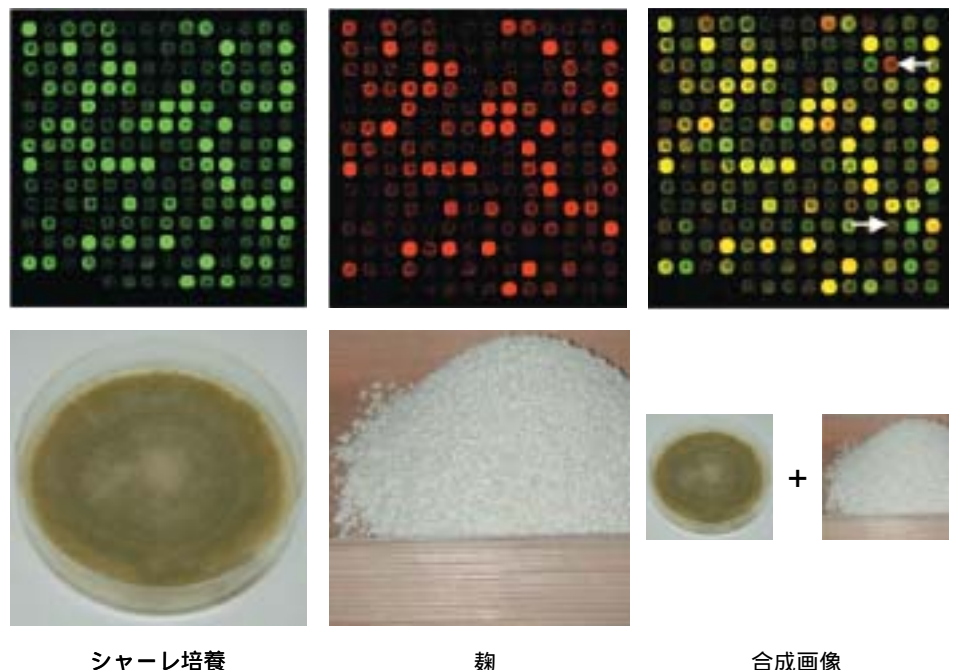
パソコンでも音楽家が使えば音楽ソフト中心に動き、小説家が使えばワープロソフト中心に動き、使わなければ宝の持ち腐れ(ただの箱)になるのと同じことです。醸造微生物

の遺伝子を語るためには、ゲノム(静的)だけでなく、醸造環境での遺伝子発現(動的)にも目を向けなければなりません。

おわりに

私たちは遺伝子組換えを醸造微生物の育種に直接利用してはいないと申しましたが、古典的な育種方法も結局は遺伝子が改変された微生物を選択していることに他ならないということも理解して頂いたものと思います。大事なことは遺伝子がどう変わると、微生物の性質がどう変わるのかと言うことを、もっと科学的に明らかにすることです。今スーパーマーケットでは商品にバーコードが付いていて、瞬時にその商品の性質や在庫等を調べることができるため、品揃えが豊富になり我々の生活が豊かになっています。醸造微生物の遺伝子解析も同様な方向に進むことを我々は期待しています。そうすれば醸造微生物の特性描写が再現性よく可能になると同時に、好みにあった微生物の選択が可能になり、多様性(個性)の拡大に繋がるものと信じます。

シャーレ培養と固体培養(麹)における遺伝子発現の比較(モデル図)



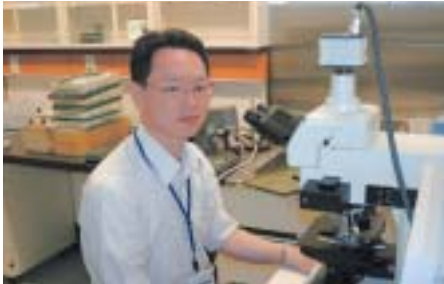
シャーレ培養

麹

合成画像

アルコールとストレス?

遺伝子工学研究室 主任研究員 下飯 仁(しらい ひとし)



DNAマイクロアレイを用いて遺伝子の活性度を見るためには、遺伝情報の全体(ゲノム)がすべてわかっている必要があります。酵母は最も早くゲノムが解読された生物のひとつです。

アルコールはストレス

このような表題ですと、「ははあ! 適量のアルコールはストレス解消に良いというつもりだな。」と思われるかもしれませんが、今回は酵母にとってのストレスのお話です。酵母は単細胞の生物ですので、人間のような精神的な意味でのストレスはありません。生物学的な意味では、増殖や生存に適さない環境のすべてをストレスと見なします。高温や低温、高圧力、低圧力などはすべて生物学的なストレスとなります。もちろん化学物質もストレスになります。その代表がお酒のアルコールです。アルコールが生物の増殖や生存に影響を与えることは、アルコールが殺菌剤として広く使用されていることからわかります。お酒の製造で酵母は糖分を発酵してアルコールを作ります。ですから、酵母にとってお酒を作るということは大変なストレスとなります。ただし、酵母は、自分自身がアルコールを作るので、他の生物に比べるとアルコールに強い性質を持っています。それでも、アルコールによって酵母の増殖は抑えられ、さらに高濃度のアルコールで酵母は死んでしまいます。ところで、清酒(日本酒)はビールやワインなどの他の醸造酒に比べて飛びぬけて高い濃度のアルコール(原酒で約20%)をつくります。これは酵母にとってはストレスの限界に挑戦しているようなもので、最終的に酵母は徐々に死んでいきます。

アルコール耐性酵母

もし、アルコールにさらに強い酵母があれば、最終的に得られるアルコール濃度をもっと高くすることができます。より小さな製造設備で同じ量のアルコールができるというわけです。これは、省エネルギーの点からも期待される技術です。そのような酵母はアルコール耐性酵母と呼ばれており、今までに何種類かが実用化されています。醸造試験所の原博士は、高濃度のアルコールでも死ににくいアルコール耐性酵母を普通の清酒酵母の突然変異株として分離しています。この酵母を使うと、22%以上のアルコールの清酒をつくることができます。しかし、今までのアルコール耐性酵母にはある弱点がありました。アルコールがない状態での増殖が遅いのです。ですから、最終的には高濃度のアルコールを作るのですが、時間がかかるということになります。

活性化した遺伝子を調べる

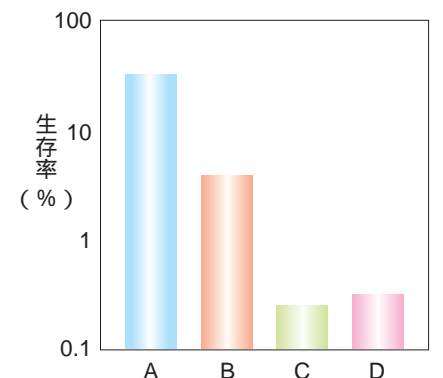
私たちの研究グループでは、アルコール耐性酵母でどのような遺伝子が活性化されているのかを調べることで、アルコール耐性の原因を調べることにしました。そのためにはDNAマイクロアレイという方法を使います。これは遺伝子工学の最先端の技術で、ある生物の中に含まれているすべての遺伝子の活性度を調べることができる方法です。たとえば、がん細胞で活性化している遺伝子を見つけることに利用されています。がん細胞で活性化している遺伝子がわかれば、その遺伝子を不活性化することで治療ができるようになる可能性もあります。アルコール耐性酵母をDNAマイクロアレイで調べた結果わかったことは、アルコール耐性酵母ではストレス適応遺伝子が活性化しているということです。

ストレス適応遺伝子の活性化

すべての生物は、環境にストレスが加わるとそれに適応するためのいろいろなタンパク

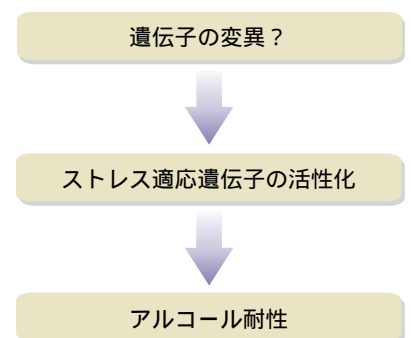
質をつくることが知られています。たとえば、高温にさらされた細胞では、高温による障害をやわらげるために、特別なタンパク質が生産されます。これらのタンパク質には高温のために生じた細胞の「やけど」を直す作用があります。これらのタンパク質をたくさん造るために生物は、それらに対応した遺伝子が活性化することが知られています。しかし、このようなストレス適応遺伝子は細胞がストレスにさらされたときのみ活性化されるのが普通です。ところが、アルコール耐性酵母ではストレス適応遺伝子が常に活性化されています。そのために、アルコールや高温などのストレスには確かに強くなっているのですが、ストレスのない状態では余計な仕事をしていることになり、増殖が遅いということになります。酵母のストレス適応についてもっと詳しく調べることで、優れた性質のアルコール耐性酵母を作ることができるようになります。

図1 アルコール耐性酵母は高濃度のアルコールでも死ににくい



18%アルコールで2日間後の生存率、A、B(アルコール耐性酵母)、C、D(普通の清酒酵母)

図2 アルコール耐性酵母のアルコール耐性の原因



泡を作る遺伝子

遺伝子工学研究室 下飯 仁(しらい ひとし)



AWA 1(アワワン)という遺伝子の名前は、実は実験を始める前から皆で相談して決めていました。グループの一人が初めて学会で発表したとき、AWA 1(アワワン)という名前を聞いた聴衆の皆さんが吹きだしそうになったことは今でも忘れられません。

清酒もろみの高泡形成

皆様は清酒(日本酒)のもろみをご覧になったことがありでしょうか。清酒工場を見学してアルコール発酵が盛んなもろみタンクを見ると、一面に泡で覆われていることがわかります。この泡の原因は酵母のアルコール発酵によって生じた炭酸ガスです。もろみでたくさん泡が出ることを「高泡形成」といいますが、かつて杜氏さんたちはこの高泡の状態を観察することによってアルコール発酵の進行を管理していました。アルコール発酵が盛んになると高泡が形成され、アルコールが十分にできると泡が消えていくというわけです。現在でももろみの泡の状態をあらわす言葉がたくさん残っているのはこの名残で、筋泡、水泡、岩泡、高泡、落泡、縮緬、地という言葉は、泡が発生して徐々に高くなり、また消えていく様子をあらわしています。

泡なし酵母の開発

しかし、高泡形成は良い点ばかりではありません。まず、発酵タンクの約3分の1が泡で占められているため製造の効率が良くありません。タンクいっぱいを作るためには泡を常に消していかなければなりません。現在では、モーター付きのプロペラを回して泡消をしますが、かつては徹夜で幕を使って泡をかき回していたということで、大変な重労働でした。また、近代的な清酒製造では糖分やアルコール濃度を分析することによってアルコール発酵を管理していますので、高泡形成の観察は必ずしも必要ではなくなっていました。酒類総合研究所の前身である醸造試験所の秋山博士は、清酒を製造しても高泡を形成しない酵母が存在することに着目しました。実は、炭酸ガスだけの泡は炭酸飲料の泡と同じですぐ消えてしまいます。清酒もろみの泡がなか

なが消えないのは、泡に酵母が結合しているからなのです。泡に結合しない酵母を使うと、泡はできてもすぐ消えてしまいます。この泡の出ない酵母は泡なし酵母と呼ばれましたが、これはいわゆる野生酵母で、品質の良い清酒を作ることは向いていませんでした。その後、同じく醸造試験所の大内博士は、泡の出ない酵母は泡に結合しないという性質に着目して、泡の出る酵母から泡の出ない変異株を開発することに成功しました。このようにして開発された泡なし酵母は、現在では広く清酒製造に用いられています。清酒製造は伝統産業ですが、突然変異株の利用というようなハイテク技術をいち早く取り入れてきた一面もあるのです。

高泡形成遺伝子

高泡形成は清酒酵母の特徴であり、ビール酵母やワイン酵母で清酒もろみを造っても高泡はできません。なぜ、清酒酵母では高泡ができるのでしょうか。私たちの研究グループではこの問題に取り組み、泡なし酵母に高泡形成を作らせることのできる遺伝子を高泡形成清酒酵母から分離することに成功しました。この遺伝子は高泡を作ることに必要なことからAWA 1と名付けました。AWA 1遺伝子の

構造を詳しく調べてみると、清酒酵母以外の酵母には同じ遺伝子が存在しないこともわかりました。この結果は、清酒酵母には清酒酵母に独特の遺伝子があるということ始めて示しました。清酒酵母からAWA 1遺伝子を取り除いてしまうと、もはや高泡をつくることができなくなり、泡なし酵母と同じ性質を示ようになります。AWA 1遺伝子の産物であるAwa 1タンパク質は酵母細胞の外側に突き出しています。酵母をウニにたとえるとAwa 1タンパク質はウニのトゲにあたります。おそらく、Awa 1タンパク質の先端部分は泡と結合することができるでしょう。

それでは、泡なし酵母はなぜ泡が出ないのでしょうか。まず、AWA 1遺伝子がうまく働いていないということが考えられます。実際に泡なし酵母のAWA 1遺伝子を調べてみると、AWA 1遺伝子に突然変異が生じていることがわかりました。泡なし酵母ではそのため細胞の表面に存在するはずのAwa 1タンパク質が無いことになり、泡と結合できないのです。私たちのグループではAwa 1タンパク質の機能解析を進めていますが、このような研究成果を利用して、新たな性質を持った泡なし酵母を開発できるのではないかと考えています。

図1 泡あり酵母と泡なし酵母

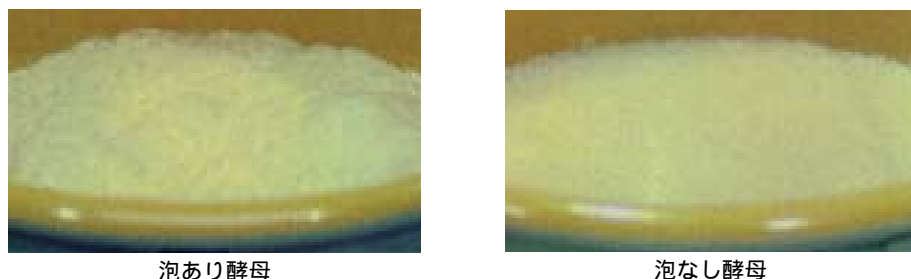
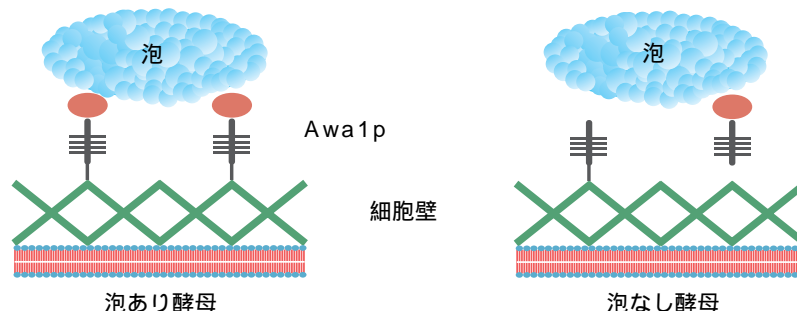


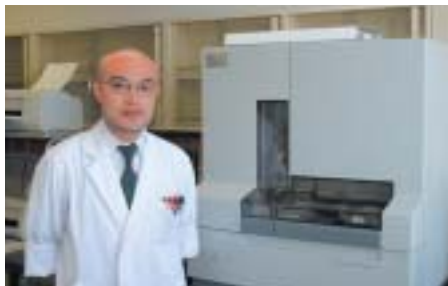
図2 泡形成酵母はAwa1タンパク質で泡と結合する



「デフェリフェリクリシン」ですか？



微生物研究室 主任研究員 山田 修(やまだ おさむ)



麹菌といえば、そう「国菌」めざせ広辞苑掲載まであと3歩!!

問題は...

「なんやその舌かみそうなもんは、宇宙人かいな。」と思う方も多いのではないのでしょうか？直訳すると「デ(ない)・フェリ(鉄)・フェリ(鉄)・クリ(黄色の)・シン(化合物)」つまり「鉄を含んだ黄色の化合物の鉄のない化合物」ということになります。ますますワケがわからないって。えーここでのキーワードは、やっぱり「鉄」です。さて、清酒でもっとも嫌われる金属って何んだかご存じですか？そう「鉄」なんです。例えば清酒メーカーでは、仕込みに使う水の鉄分はやれ0.02ppm以下でなければまかりならん、やれ清酒と鉄とを直接触れさせてはいけないなど、その嫌われ方はもの凄いです。で、その理由は鉄が紛れ込むと清酒が黄色く、さらにひどい場合は赤っぽく変色し、しかも味までイガイガおかしくなってしまふからなのです。さて、この大問題、当然その原因究明は今をさかのぼることはるか40年近く前に我々の先輩により既になされていきました。それによると、清酒中には無味無色の「デフェリフェリクリシン=鉄を含んだ黄色の化合物の鉄のない化合物」が含まれていて、これが鉄とくっついて黄色の「フェリクリシン=鉄を含んだ黄色の化合物」に変化することによってこのフェリクリシンが清酒の価値を台無しにしてしまうというのです。さらに、このデフェリフェリクリシンは、麹菌が製麹中に造って体の外へ分泌しますが、その目的は自分自身が生きるために必要な鉄分を周囲からかき集めるためであるというのです。蒸米には鉄分が少ない、でも「麹菌だって生

きていくためには鉄が欲しい...」って作ったデフェリフェリクリシンが清酒にとっては大問題というワケです。

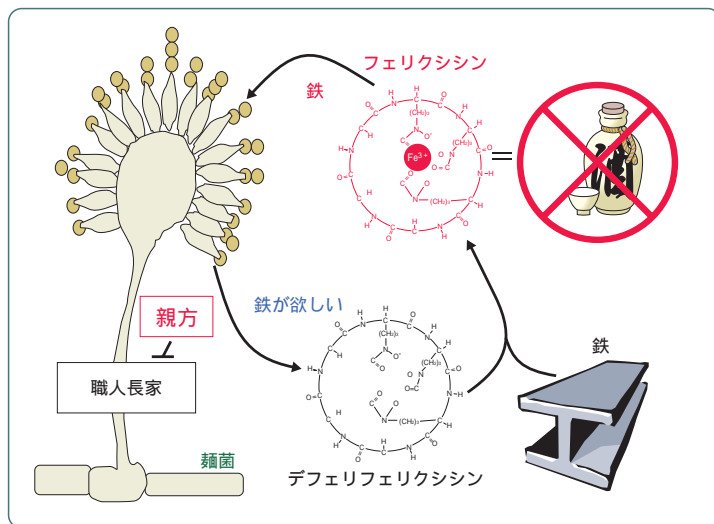
「何を今さらそんな40年も前に解ったことを解説してるんだ」とお思いでしょうが、清酒を造る人間にとっては一大関心事で、それじゃあデフェリフェリクリシンを造らない麹菌を育種してしまえという研究もやっぱりやっています、そのためには、麹菌はどんな時にどうやってデフェリフェリクリシンを作るのか？という「からくり」を解明するのが必要なワケですが、なかなか明らかになりませんでした。

遺伝子登場!!

ようやくここで今回のテーマ「遺伝子」の登場です。最近、麹菌の遠〜い親戚でトウモロコシに病気を起こす「クロボキン」というカビがデフェリフェリクリシンと似たような物質を作る、さらにその「からくり」に関わる遺伝子も見つかったということが報告されました。麹菌もクロボキンと似たからくりでデフェリフェリクリシンを作っているに違いない、それならきっと遺伝子も似てるに違いないということで、麹菌からこのクロボキンの遺伝子と似たような遺伝子を探してみると、見事ありました。こうして取ってきたのが *dffA* というデフェリフェリクリシンを作る際に最初に働く酵素の遺伝子でした。え、なんでそんなことが解ったのかって？それは、この遺伝子を壊すと麹菌がデフェリフェリクリシンを全く作れなくなることが分かったからです。実はこれ学会で発表したんですがなんと別のグループが10分前に全く同じ遺伝子について発表していたビックリ!!! いやー人間みな同じようなことを考えるものです。

しかも彼らは、デフェリフェリクリシンを作るのに関わる酵素の遺伝子が一カ所にまとまって並んでいる、いわゆる遺伝子クラスターを構成してるっていうんです。ま、職人さんが同じ長屋に住んでいるということでしょうか。考えてみればこれはデフェリフェリクリシンの生産をコントロールするにはとっても便利で、なにしろあちこち職人さんを集めて回らなくてすむんですからです。実際、鉄というのはありすぎると体の毒にもなるということで麹菌、鉄分が少ない時しかデフェリフェリクリシンを作らない。でよく調べてみると、これらの酵素遺伝子が鉄分がない時だけ働いて、普段は余分なデフェリフェリクリシンを作らないようその働きを抑える、見張りをするいわば親方さん役がいるってということも解りました。いやーさすが麹菌、実に見事、やるもんです。ということで、遺伝子という道具を使うことで麹菌のデフェリフェリクリシン生産の「からくり」が次々と明らかになり、しかもその背後には必要な時に必要なだけデフェリフェリクリシンを造る巧妙な仕掛けがあるということが解ってきたワケです。今後は、こういった新しい情報をもとに「人間にとって便利な麹菌」がどしどし育種されていくことでしょう。

論文：
dffA Gene from *Aspergillus oryzae* Encodes L-ornithine *N*⁵-oxygenase and Is Indispensable for Deferriferichrysin Biosynthesis, *J. Biosc. Bioeng.*, 95, 82-88 (2003)



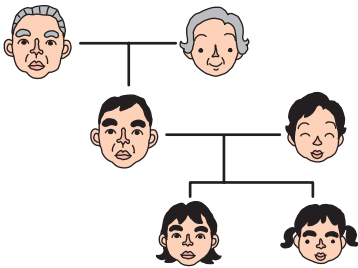
用語解説集

「遺伝子」関連の用語をまとめてみました。

1953年にワトソンとクリックによりDNAの2重らせん構造が解明されてから半世紀が経過しました。その後の遺伝子工学と呼ばれる分野の発展は目を見張るものがあります。ここではその基本となる部分をわかりやすく解説してみましょ。

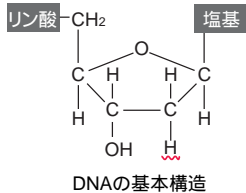
遺伝と遺伝子

ヒトで例えると目や皮膚の色や声など、ある形質(性質)が親から子へ伝わる現象を「遺伝」といいます。この遺伝形質を伝えている因子を「遺伝子」といいます。



DNAと染色体

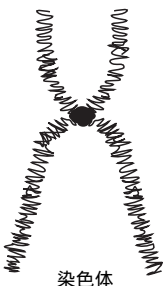
遺伝子の本体は、デオキシリボ核酸(DNA)とよばれる細長い分子のなかに存在しています。このDNAは、デオキシリボース(糖)とリン酸、塩基で構成するヌクレオチドと呼ばれる単位が連なっています。塩基にはアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)の4種類があります。2本の逆向きのDNA鎖は、相補的な塩基(AとT、GとC)が水素結合をして、全体として二重らせん構造になっています。この相補的な二本鎖構造をとることで複製が可能になり、遺伝情報を伝えていく上での重要な点となっ



DNAの基本構造



DNA分子



染色体

います。

この遺伝子を持つDNA分子と構造を支えるヒストンなどのタンパク質から染色体と呼ばれる構造体が形作られています。

染色体の数は生物種によって決まっています。ヒトなら46本、酵母なら16本、黄麹菌なら8本です。有性生殖をする生物は2倍体(同じ染色体が2本ずつある)または3倍体(同じ染色体が3本ずつある)の染色体を持っていますが、無性生殖をする生物は1倍体(同じ染色体はそれ1本しかない)の染色体を持っています。

ゲム

ももとは配偶子(ヒトで言えば卵子や精子)に含まれる染色体1組(ヒトでは23本)を指していましたが、現在では細胞の中に存在する遺伝情報を総称する言葉になっています。遺伝子(gene)と染色体(chromosome)の合成語です。

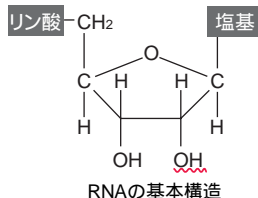
タンパク質

タンパク質は、20種類のアミノ酸が数十から数千個配列し、らせん状やジグザグ状に組み合わさった立体構造になっています。生体の重要な構成成分のひとつです。タンパク質の機能は三次構造・四次構造(立体構造)によって決定されます。たとえば狂牛病(BSE)の原因となるプリオンは、正常なプリオンとは立体構造が違うだけで、同じアミノ酸配列のタンパク質です。

RNA

リボ核酸(RNA)は、リボース(糖)とリン酸、塩基から構成されるヌクレオチドが連なった構造をしています。DNAと違い1本鎖です。また、RNAとDNAの違いは、その名前にあるように、糖の一部に酸素(オキシゲン)が無い(デ)という意味の「デオキシ」とつくつかない(酸素が有るか無いか)という点にあります。

大きく分けると3つの働きが違うRNAが存在します。代

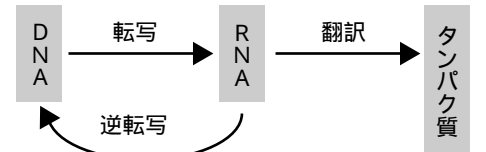


RNAの基本構造

表的なものは、遺伝情報を伝達しタンパク質合成の鋳型となる伝令RNA(mRNA)とタンパク質合成の介在をする転移RNA(tRNA)です。

セントラルドグマ

遺伝情報の発現はDNA-(複製)DNA-(転写)RNA-(翻訳)タンパク質の順で伝わるという概念をセントラルドグマ(中心教条)といいます。DNAの構造解明者の一人であるクリックの提唱した考え方で、遺伝情報の伝達は一方向にのみなされると考えられてきましたが、その後、逆転写酵素が発見され、遺伝情報はRNAからDNAへも伝達される特殊なケースが明らかになりました。このセントラルドグマの機構を明らかにしようとする取り組みがあったことで、mRNA、tRNA、遺伝暗号などが発見・解明されていったのです。



タンパク質合成

DNAの塩基の並び方3つが1個のアミノ酸の暗号になっています。例えばCCCとかAGCといった3塩基の並び方(コドン)がそれぞれ特定のアミノ酸の種類を指定しています。このコドンを読み解いていくことによってタンパク質が合成されていきます。

まず、DNA上の遺伝情報はmRNAに転写されます。このとき、DNAの2本鎖のうち、どちらか一方が鋳型となり、mRNAはそれと相補的な塩基配列となります。シトシン(C)に対してグアニン(G)が、アデニン(A)に対してはウラシル(U)が塩基対になります。このmRNAの情報をもとに細胞内のタンパク質合成工場であるリボゾームでタンパク質が合成されます。この時にアミノ酸を運んでくるのがtRNAです。tRNAは細菌細胞では約60種、真核細胞には100~120種あります。1つのtRNAには、1種のアミノ酸としか結合しませんが、1つのアミノ酸に結合できるtRNAは1種または数種あります。

1 第97回酒類醸造講習

酒類製造業者の経営者を養成するため、若年経営者及び将来経営幹部となる者を対象に酒類製造に必要な総合的知識及び製造技術の習得を目的とした第97回酒類醸造講習を、平成16年1月27日(火)に酒類総合研究所広島事務所にて開講しました。今年は、清酒コース(3月18日まで)と本格焼酎コース(2月27日まで)を設けました。将来の経営者や経営の幹部を目指し、清酒コースは9名の方が、本格焼酎コースは24名の方が講義と実習を受講されました。平成17年は、清酒コースとビールコースを開講する予定です。



2 第23回清酒製造技術講習

清酒製造業者の経験の浅い従業員を対象として、清酒の製造に関する基本的知識及び製造技術の習得を目的とした第23回清酒製造技術講習が、平成16年3月8日(月)から4月16日(金)の間、酒類総合研究所東京事務所において開講されました。今回の講習には、日本各地の清酒の蔵元から5名の方々が受講し、清酒の製造全般にわたっての講義と製造実習、きき酒を勉強され、お酒造りの専門知識を取得されました。今後のご活躍を期待しています。



3 研究発表

平成16年3月29日(月)～3月31日(水)に、広島大学キャンパス(東広島市)において日本農芸化学会2004年度大会が開催され、当研究所は「純米酒も嗜好～ラットを用いた生理面からの検討～」など21題の発表と「清酒酵母の特性及び育種技術」「醸造研究 - この100年と今後」と題したシンポジウム発表を行いました。

4 研究開発

平成15年12月26日(金)に、酒類総合研究所広島事務所において研究開発評価委員会が開催されました。特別研究2課題についての中間評価を、児玉徹会長(東京大学名誉教授)をはじめ5名の委員の皆様からいただきました。

5 酒造経営セミナーの開催

平成16年2月10日(火)に、酒類総合研究所広島事務所において、酒造経営セミナーが開催されました。講師は、財団法人流通経済研究所専務理事の寺沢利雄氏で「時代の変革とマネジメント」と題し、メーカーが主導してきたこれまでの酒類の市場形態から、卸と小売の一体化や情報基盤の整備などに伴う流通の大きな構造変化に対して、メーカーはどのように対応すべきかについてご講演をいただきました。広島県内の清酒製造会社、当研究所の酒類醸造講習講習生など約70名が参加しました。



6 呉地域産学官連携フォーラム

平成16年3月17日(水)に、呉市のビュー・ポートくれにおいて、呉市が主催する呉地域の産学官連携フォーラムが開催されました。当フォーラムは、呉地域にある14の公的試験研究機関や県内の大学等が保有する研究シーズをパネル等で説明・紹介するもので、59の展示がありました。当研究所からは、環境保全研究室の「醸造廃水処理用酵母の生産する酵素の環境保全利用」を出展しました。さまざまな分野の方からご意見やご提案をいただくとともに、酒類総合研究所の新たな関連分野の研究にも関心を持っていただきました。



7 東広島産学官マッチングフェア

平成15年12月11日(木)、12日(金)に、東広島市産業振興会館において、東広島商工会議所等が主催する「東広島産学官マッチングフェア」が開催されました。マッチングフェアとは、研究シーズと開発ニーズのマッチングを目的としたもので、当研究所は研究シーズとして環境保全研究室の「醸造廃水処理用酵母の生産する酵素の環境保全利用」を出展しました。当日は、関係者約250人が参加し、産学官交流が活発に行われました。

お知らせ

バックナンバーのお知らせ

広報誌「エヌリブ」及び情報誌「お酒のはなし」のバックナンバーはホームページ(<http://www.nrib.go.jp/sake/sakeinfo.htm#kouhou>)にPDF形式のファイルで載せてあります。著作権は当研究所にありますが、内容を改変しないで印刷してご使用いただくのは自由です。ご活用ください。

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、酒類情報室まで
企画編集 TEL : 03-3910-6237
(木下、鈴木、尾高)

平成16年6月17日 第7号 年2回 春・秋発行
2004.6.17 No.7