

麴と麴菌

日本の伝統食品である清酒や焼酎、味噌、醤油の製造には麴が使われ、それらの品質を決める重要な役割をしています。麴とは、蒸米や麦などの固体に麴菌を増殖させたもので、培養方法は固体培養と呼ばれています。固体培養は液体培養に比べて、多量のタンパク質を生産できる、安価な設備で製造できる、高密度培養ができるなどの利点があります。麴中に蓄積した酵素で原料中のタンパク質やデンプンなどを分解し、旨味・甘味の形成及び酵母がアルコール発酵するために必要なブドウ糖の供給を行います。

麴を使うのは、日本を始めとした東洋の製法であり、西洋では麦芽がこの役目をします。ビールでは、大麦を発芽させて麦芽とし、そこに蓄積された酵素でデンプンを分解します。麴を使うか麦芽を使うかが醸造における東洋文化と西洋文化の違いとなっています。麴菌は醸造に欠かせない大事な微生物として日本醸造学会で「国菌」として認定されています。

今回は、醸造食品の中でも清酒と焼酎を中心に麴と麴菌について紹介します。

清酒製造に使用する麴菌は、黄麴菌 (*Aspergillus oryzae*) です。味噌・醤油製造などにも使われる最も代表的な麴菌ですが、同じ黄麴菌でも、味噌・醤油製造に使用するものはタンパク質を分解して旨味成分であるアミノ酸を生成するタンパク質分解酵素（プロテアーゼ、ペプチダーゼ）を多く生産する性質が求められます。一方、清酒製造においては、アミノ酸は雑味となるため、タンパク質分解酵素の生産量は少なく、デンプンから酵母のアルコール発酵、香气成分生成に重要なブドウ糖を生産するデンプン分解酵素（ α -アミラーゼ、グルコアミラーゼ）を多く生産する性質が求められます。また、酵素

バランスも重要で、 α -アミラーゼ活性に対してグルコアミラーゼ活性の割合が高い麴が求められています。それぞれの醸造食品に適した麴菌株は、種麴として販売されています。

麴造りでは、温度・湿度・原料水分によって増殖・酵素生産量も大きく変わるので、その管理は最も重要です。黄麴菌は、タンパク質分解酵素を多く生産する温度とデンプン分解酵素を多く生産する温度が異なります。そこで、製麴（麴を造る）工程においては、タンパク質分解酵素を多く生産する温度（35℃付近）をできる限り短時間にしてグルコアミラーゼを多く生産する温度（40℃付近）を長く維持することが重要です。しかし、麴菌を十分に増殖させなければなりませんので、最初から 40℃付近で製麴を始めるわけにはいかないのです。

麴菌はブドウ糖だけでなく、ビタミン類を生産し、酵母に栄養源として供給する重要な役割を担っています。そのため酵素剤だけで米を分解した糖化液に酵母を増殖させようとしても、栄養不足で増殖はあまり良くありません。

焼酎製造に使用する麴菌は、黒麴菌 (*Aspergillus awamori* など) と白麴菌 (*Aspergillus kawachii*) です。これらの麴菌は、黄麴菌と異なり他の醸造食品製造にはほとんど使用されていません。ここでは、黒麴菌と白麴菌の共通な性質について述べるので、これらをまとめて焼酎用麴菌と呼ぶことにします。

焼酎用麴菌の特徴は、クエン酸を多く生産することです。清酒製造は、酒母（優良酵母を増殖させた酒の種）に由来する乳酸によってもろみ（発酵中の固液混合物）の pH が低下し、雑菌の生育を抑えています。一方、焼

酎製造では、焼酎用麹菌の生産するクエン酸によって、もろみの pH が低下し、雑菌の生育を抑えています。焼酎用麹菌の生産するプロテアーゼは、耐酸性が強いのも特徴です。また、黄麹菌に比べてセルロースやヘミセルロースを分解するためのセルラーゼやヘミセルラーゼも多く生産します。芋や麦は米に比べると繊維質が多いため、これらの酵素の生産能が高いことは麦焼酎、芋焼酎製造にとっては都合が良いのです。

製麹温度も清酒麹においては、温度を徐々に上昇させて造るのに対し、焼酎麹では、前半 40℃、後半 35℃のように温度を下げていきます。後半に温度を下げるのはクエン酸を多く生産するためです。

清酒製造では香り形成において酵母が重要な役割をしますが、焼酎製造では麹が重要な役割をします。例えば、芋焼酎の香気成分（モノテルペンアルコール類）は、芋中ではブドウ糖が結合した配糖体として存在しています。この配糖体が焼酎用麹菌の酵素（β-グルコシダーゼ）により加水分解されることによって特徴のある香りが生成するのです。

このように麹菌は日本の清酒・焼酎の製造にはなくてはならない重要な微生物です。当センターでは麹菌が持つ能力を十分に引き出すために、麹菌の遺伝子解析や麹菌を活用した新規醸造食品の開発などの研究を行っています。

発酵技術室：山本晃司

研究テーマ：黒麹菌発酵小豆（小豆麹）を利用した新規小豆発酵食品の開発

担当分野：発酵食品（清酒・食酢）

愛産研食品工業技術センターニュース

（平成22年12月15日発行）

編集・発行

愛知県産業技術研究所食品工業技術センター

〒451-0083 名古屋市西区新福寺町2-1-1 TEL 052-521-9316 FAX 052-532-5791

URL: <http://www.aichi-inst.jp/shokuhin/> E-mail: shokuhin@aichi-inst.jp