

伝統的な発酵技術と発酵食品 ～麹菌の利用～

京都府中小企業特別技術指導員 上野 義栄

京都府中小企業特別技術指導員の上野義栄様から、上記テーマで寄稿いただきました。

発酵食品に必要な様々な微生物

日本では、様々な発酵食品が各地で作られています。これらの発酵食品では、日本の気候風土の影響を受けた伝統的な発酵技術が用いられており、それぞれの発酵食品には様々な有用な微生物が関わっています。

特にその中でも麹菌は、2006年に公益財団法人 日本醸造協会が *Aspergillus oryzae*、*Aspergillus sojae*、*Aspergillus luchuensis* 及び *Aspergillus kawachii* を国菌に認定すると発表しました。麹菌は、日本酒や焼酎、味噌や醤油などに古くから使用されています。平安時代に編纂された「延喜式」にも記述が見られ、京都では室町時代に北野天満宮で麴を生産する組合としての「麴座」があったとの記録もあります。

その他にも、麴漬けなどの漬物や塩麴、甘酒などにも使用されていて、日本人にとって不可欠なものと言えます。

また、酵母も麹菌同様、酒、味噌、醤油、パンなどの発酵の為に使用されています。乳酸菌は漬物やヨーグルトの主発酵菌で、日本酒や味噌・醤油でも麹菌や酵母と共に使用されています。

その他、酢酸菌はお酢の製造、納豆菌は納豆の製造には欠かせない微生物です。これらの一般的な使われ方以外にも、地域独特の発酵食品があり、例えば京都では大徳寺納豆には麹菌が、鹿児島（枕崎市、指宿市）や静岡（焼津市）で作られる本枯節にはカビ (*Eurotium*) が使用されています。これらは、種菌メーカーから供給される有用菌を使用することにより、安定して発酵食品を製造することができます。一方、滋賀県のフナ寿司の様な熟れ寿司や伝統的な発酵漬物などは、原料や仕込み蔵由来の耐塩性酵母と耐塩性乳酸菌が発酵に関わっています。

上記の様に、日本では古来より様々な微生物を利用した発酵食品が作られてきましたが、それぞれの微生物の役割が明らかになると共に発酵技術も進歩してきたことにより、新しい発酵食品が見られるようになってきました。最近では、発酵食品に含まれる機能性成分が明らかになってきており、発酵食品の機能性に着目した商品も多数開発されてきています。本稿では、新たに麹菌を利用した発酵食品として、新しい醤油の製造やスーパーフードと言われているモリンガの麴化について紹介します。

様々な醤油への麹菌の利用

醤油は、日本農林規格（JAS規格）の原材料規格で、大豆や小麦などの使用が規定されています。その為、秋田県のしょつづりや石川県のいしるなど魚を原料とした発酵調味料は、醤油のJAS規格に適合しないため、魚醤油ではなく魚醤と呼ばれています。これらの魚醤は、原料の魚を塩漬けにして魚自身が持つ蛋白質分解酵素の働きで製造されます。この時、麹菌は使用されていません。また、腐敗を防ぐために20%以上の食塩を添加して発酵させますが、その高塩濃度や特有の風味により全国的には広まっていません。その様な中、麹菌を利用した魚醤油も各地で開発が行われ、鮭醤油などが現在販売されています。この様に醤油は大豆や魚などの蛋白質原料をアミノ酸に分解して製造され、鮭醤油などでは蛋白質原料の魚と、米麴などを混合する方法が用いられていますが、筆者らは魚肉や鶏肉などの蛋白質原料に、麹菌を直接培養して麴化する方法を検討してきました。これらの開発では、一般的な魚醤の作り方である、高塩分濃度で腐敗を抑えながら、原料に含まれる蛋白質分解酵素（プロテアーゼなど）で蛋白質を分解する方法ではなく、日本の醤油の作り方である麹菌を接種して原料を麴化してから分解する方法により、醤油化を行いました。米麴や大豆の豆麴では、米や大豆に種麴を接種するだけで米麴や豆麴を作ることは容易ですが、魚肉や鶏肉に対しては、種麴を接種しただけでは麹菌は繁殖しにくく、副原料を追加する必要がありました。

今までに、鰯のフィッシュミールや鰯のアラなどの魚や鶏肉などを原料として、醤油の開発を行いました。また最近では、卵白を原料とした、たまご醤油（卵白発酵調味料）の開発を行いました。これらの蛋白質原料である魚や卵白には、麹菌の培養に必要な炭素源（炭水化物など）が含まれていないため、穀物などを炭素源として加えて麹菌を培養します。

卵白発酵調味料

卵白発酵調味料の開発では、一般的な醤油原料の脱脂大豆と割砕小麦に変えて、卵白と小麦粉を原料として焼成したスポンジ状の培地に種麴 (*Aspergillus oryzae*) を接種すると、麹菌が旺盛に繁殖し、プロテアーゼやアミラーゼなどの各種酵素活性が高い卵麴

を作成することができました（図1）。この卵麴は、高酵素活性の素材として、加工食品の原料などに使用することが考えられます。更に、この卵麴に卵白と食塩を加えたもろみを作成し、約半年間発酵熟成させた後にろ過と火入れ殺菌を行い、卵白発酵調味料を作成することができました。また、原料の小麦を大麦に変えることにより、卵の風味を残したまま、色の薄い卵白発酵調味料ができあがりました（図2）。

この卵白発酵調味料は、一般的な醤油に比べて色が薄いため、素材の色を生かしたい料理への利用に適しています。約二十倍にお湯で薄めるだけで他に汁を入れなくても、美味しいお澄ましになります。また、卵かけご飯をはじめ各種卵料理によく合う調味料です。



図1 卵麴



濃口醤油 たまご醤油 薄口醤油

図2 たまご醤油（卵白発酵調味料）と各種醤油

麴菌の各種利用（モリンガ麴）

モリンガはワサビノキ科の樹木であり、アジア諸国や南洋諸島などの熱帯・亜熱帯地域に分布する樹木で、葉、さや、種子は歴史的にこれらの地域で食用として利用されてきました。モリンガの木は乾燥に強く、数年で高さ3~10mに成長する熱帯早生樹であり、葉効と栄養価が高く、劣悪な土壌条件や降水量が最小限の辺縁地でも良く育ち、日本でも温暖な地域で栽培されています。モリンガはタンパク質、ビタミンA、B、Cなどのビタミン、マグネシウム、カルシウムなどのミネラルや、ケルセチン、ルチンなどのポリフェノールを多く含み、種子には脂質を多く含むことが知られています。モリンガの葉は茶やパウダーとして、種子は搾油してオイルとして利用されていますが、日本での利用は未だわずかです。

そこで、モリンガの葉の粉末（モリンガパウダー）を原料とした麴（モリンガ麴）の製造を検討したところ、モリンガパウダーのみで、麴菌が旺盛に繁殖したモリンガ麴を製造することができました（図3）。モリンガの葉に多く含まれる蛋白質が麴菌のプロテアーゼでペプチドやアミノ酸に分解され、機能性ペプチドが作られていることが期待されます。また、一般的にポリフェノールは配糖体の状態で存在しますが、麴化することで加水分解されアグリコンになることで消化吸収率がアップし、抗酸化能などの機能が更に高まるため、モリンガ麴の各種食品原料への利用が期待されます。



図3 モリンガ麴

参考文献

莊 咲子, 上野 義栄, 八田 一, 成田 宏史: 卵白スポンジケーキを用いた麴菌の高密度培養と卵白発酵調味料（たまご醤油）の開発, 日食科工, 61, 77-84(2014), doi.org/10.3136/nskkk.61.77