

塩麴が創る旨み

前橋 健二

東京農業大学応用生物科学部醸造科学科 教授

1. 和食における発酵の意義

日本食文化が「和食;日本人の伝統的な食文化」と題されてユネスコ無形文化遺産に登録されたのは2013年12月のことであるが、その際、日本の食文化の特徴として次の4つが強調された。①多様で新鮮な食材と素材の味わいを活用、②バランスがよく、健康的な食生活、③自然の美しさの表現、④年中行事との関わりである。和食には伝統的な調味料である味噌、醤油、酢、みりんが欠かせないが、これらはいずれも発酵食品であり、和食の味付け＝発酵によって生まれる味と言える。発酵の力で、素材から味わいが引き出されるとともに栄養や健康効果が高まる。和食のすばらしさを考えたとき、和食を支える発酵の魅力に注目が集まった。

発酵とは、微生物が関わる食品成分変化であるが、こ

れは同じ現象の腐敗とは異なり、芳香や美味が生じる現象である。よって発酵食品とは微生物の働きを利用して製造される食品ということになる(図1)。身の回りの発酵食品としては、清酒、醤油、味噌、納豆がすぐに思い浮かび、これらは食品で微生物が増殖するタイプの発酵食品である。甘酒や塩麴は製造工程がカビを増殖させる製麴工程と酵素により消化させる熟成工程の2段階に区切られ、家庭で麴を購入して作る場合には微生物の増殖がないから発酵食品ではないと誤解されることが多いが、麴から作るとしても微生物由来の酵素が働くので立派な発酵食品である。また、紅茶やバニラビーンズは、微生物酵素ではなくて食品由来の酵素が働くタイプなので、酵素反応も発酵に含めた場合の広義の発酵食品である。

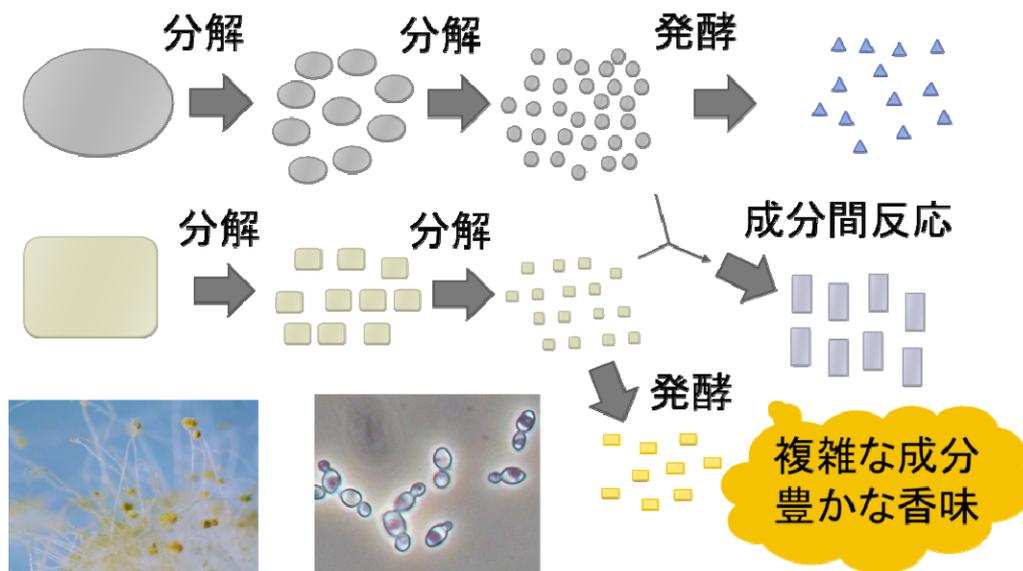


図1. 発酵食品の製造メカニズム

微生物は、酵素作用と代謝活動によって食品に成分変化をもたらす。

生鮮食品であれば放置しておくだけで内在する酵素作用によって成分変化が起こってくるものであるが、微生物が増殖すればその酵素作用と代謝活動によって成分変化は著しいものとなる。例えば、大豆たんぱく質から麴菌酵素の作用によって多様なペプチド断片を生じ、さらに酵素で分解されて低分子ペプチドやアミノ酸を生じる。デンプンからは麴菌酵素の作用でデキストリンを経てグルコースやオリゴ糖が生じる。さらにアミノ酸やグルコースは酵母や乳酸菌によって高級アルコールやエタノール、炭酸ガス、乳酸などをはじめとする様々な代謝産物に変換される。また生じた物質同士で成分間反応も起こる。こうして食品に微生物が増殖することで実に複雑な成分が生じ、豊かな香味となる。

2. 米麴

清酒、焼酎、みりんという酒類から味噌、醤油、食酢という調味料や納豆、塩辛、漬物、甘酒などの副菜・飲料に至るまで日本には数多くの伝統発酵食品がある。それらの多くは製造過程で「麴」を利用している点が日本の発酵食品の特徴である。

米麴は蒸したお米に麴菌を増殖させたもので、麴菌培養物であり、清酒や味噌・塩麴製造の要である。米の内部にまで菌糸が伸びており、全体の1割くらいが麴カビの菌糸なので、味噌や塩麴は麴菌そのものを食べることになる。麴カビは消化酵素を分泌して米を溶かしながら菌糸を伸長させていくので、麴には豊富に酵素が蓄積されることになる。

麴カビは酵素生産能が優れており、大量の消化酵素を菌体外に分泌する。デンプン分解系、タンパク質分解系、脂質分解系、組織崩壊系など様々な消化酵素を分泌するが、中でもデンプン分解系酵素であるα-アミラーゼの生産量は著しく、次いで各種プロテアーゼ生産量が高い。生産される酵素の種類も豊富であり、分子の内部からランダムに切断するもの、分子鎖の端から順に切断していくものなど、分解様式の異なる様々な酵素が存在することによって食品成分を効率よく低分子にまで分解することができる。このように豊富に酵素を含む麴の能力を巧みに利用して、清酒や味噌など日本の伝統発酵食品は作られてきた。

3. 塩麴という発酵調味料

塩麴は米麴に食塩と水を加えて糖化熟成させた塩味発酵調味料であり、塩の代わりに料理に使う。大分県佐伯市の麴屋が、江戸時代の書物に書かれている麴の使われ方を再現して調味料として製品化し 2010 年ごろから販売を始めたところ、徐々に広まり 2012 年には全国で塩麴ブームとなった。現在では大手メーカーも参入して新たな市場を形成し、塩麴は基本調味料の一つとして消費者に浸透している。

塩麴の製造法は極めてシンプルである。味噌用・甘酒用米麴に食塩と水を混合して任意の温度で糖化させる。温度が 30℃であれば 7 日間程かかるが、55℃であれば 1~2 日間で出来上がる。

4. 塩麴の成分の特徴

塩麴ブームの頃は多くの塩麴製品が市場に現れたため、14 点を集めて成分を調べた¹⁾。多くの製品が粥状であり、水分はおおよそ 50%であった。これは味噌より若干多い。保存料として酒精を加えているものと加えていないものがあり、加えているものにはおおよそ 2%のアルコールが検出された。

表 1 に塩麴と他の麴調味料の呈味成分比較を示す。塩麴の食塩濃度は米味噌とほぼ同じ 11%であったが、還元糖濃度は 22%でありこれは米味噌と比べるとおおよそ 2 倍といえる。また、大豆を使用している米味噌のグルタミン酸濃度が 0.3%なのに対して米しか用いていない塩麴では味噌のおおよそ 1/10 である。これらの呈味成分比較から、塩麴は味噌や醤油と同じ塩味付けの調味料であるが、塩麴は味噌や醤油と違って甘味も同時に付与できる調味料といえる。塩麴はうま味成分が乏しいにも

表1. 塩麴と他の麴調味料の呈味成分比較

	塩麴	みそ	しょうゆ
塩味(食塩)	11% (2 g)	12% (2 g)	16% (3 g)
甘味(還元糖)	22% (4 g)	10% (2 g)	2% (0 g)
うま味 (グルタミン酸)	0.04% (0 g)	0.3% (0.1 g)	1% (0.2 g)

()内は大きじ1杯あたり

みそは辛口米味噌²⁾、しょうゆは濃口醤油の平均値³⁾。

かかわらず、塩代わりに使うと塩以上に料理をおいしく
できる理由の一つに甘味の役割が欠かせない。尚、塩
麴は食塩と糖の割合が1:2という法則がみられた。

塩麴の大きな特徴は、米麴の酵素活性が残存してい
ることである。市販塩麴の場合、製造は甘酒製造に準じ
た方法であると予想される。またはもっと低い温度であつ
ても、最終的に何らかの方法で殺菌していると思われる。
米麴の酵素活性と比べると塩麴の残存活性はデンプン
分解系の酵素活性がやや低下しており、相対的にタン
パク質分解系の酵素活性が高くなっている。

5. 塩麴の残存酵素活性

塩麴に酵素活性が残存していることにより、調理にお
いて塩麴を食材に加えたときは食材の成分に酵素が作
用して様々な成分変化が生じることが予想される。実際、
粕漬けや味噌漬けなどで魚や肉が柔らかくなったりうま
味が高まるが、これは麴由来の残存酵素の作用で肉の
繊維が、タンパク質が切断されたり筋肉タンパク質が分
解してアミノ酸やペプチドが生じることによる。

麴菌のゲノム解析の結果、麴菌はタンパク質分解に
関わる遺伝子だけでも100種類以上を持つことがわかっ
た。麴菌酵素の研究は古くから盛んにおこなわれてきて
おり、多種類のタンパク質分解酵素の存在も明らかにな
っている。タンパク質内部から切断してペプチドをつくる
プロテイナーゼとペプチドを分解してアミノ酸をつくるペ
プチダーゼに分類されるほか、作用する至適 pH 域によ
って大まかに酸性、中性、アルカリプロテアーゼと分類さ
れている。これら多様な切断様式や最適条件を持つ酵
素群が共同で作用することによりタンパク質は効率よく
低分子にまで分解されることになる。

個々のプロテアーゼを精製して性質を調べた例が多
数報告されており、至適温度や温度安定性に幅がある
ことがわかる。また、食塩の影響についても10%食塩の
存在で大幅に活性が低下する⁴⁾ものもあれば12%食塩
でも影響のないもの⁵⁾もあることから、これらの酵素が残
存していれば調理の漬け込む・蒸す・煮るといった工程
で酵素が作用していると考えられる。

6. 塩麴の酵素活性の安定性

塩麴製造の過程で酵素活性が60°C加温や食塩によ

ってどのような影響を受けるかを調べたところ、還元糖は
食塩の有無にかかわらず増加したが、ホルモール窒素
の値は食塩存在下(塩麴)では食塩なし(甘酒)と比べ
て半分ほどの増加にとどまった。これは食塩の存在でタ
ンパク質分解酵素の活性が抑制されていたためと考え
られる。 α -アミラーゼ活性は塩麴の方が、活性が大きく
低下し、酸性カルボキシペプチダーゼ活性は塩麴、甘
酒いずれでも大きな活性低下はみられなかった。

次に麴抽出液を用いて食塩および糖が酵素活性の
熱安定性に及ぼす影響を調べた。その結果 α -アミラー
ゼ活性は食塩が存在しない方が、熱安定性がよく、プロ
テアーゼ活性は食塩または糖が存在する方が、熱安定
性がよいことがわかった。これらの結果から、50°Cであ
れば概ねどの酵素も大きく活性低下することなく、残存酵
素活性の高い塩麴が製造できることが期待される。

家庭で塩麴を作る場合、炊飯器を使う方法がよく紹
介されているが、炊飯器では60°C以下の温度を維持す
るのが難しいため残存酵素活性はかなり低下すること
になる。最近では温度調節が自在な様々なヨーグルトメ
ーカーが比較的安価に市販されているため、そういったも
のを利用するのが簡便でよい。

7. 塩麴酵素と生鮮食品酵素の共同作用

魚肉、食肉、野菜、果実など、生の食材には細胞内
に酵素活性が保持されている。それが食材の傷みやす
さの大きな原因であるが、新鮮なうちに調理する場合は
食材自身の酵素作用を利用して成分変化を引き起こし、
美味しさを向上させることができる。加熱調理することは
食品成分の消化性を良くすることだけが目的でなく香味
を高めることであることは言うまでもない。多くの場合、
麴酵素の活性は食材の酵素活性を大きく上回るため、生
食材に塩麴を加えて調理することにより食材に大きな成
分変化をもたらすことが期待される。

8. 塩麴の酵素による調理効果

塩味をつける調味料としては味噌、醤油、ソース、マヨ
ネーズ、ケチャップなど様々なものがある。いずれも塩味
付けプラス α の効果で料理をおいしくするものであり、プ
ラス α 効果によってそれぞれ特徴的な〇〇味となる。こ
れは食材の味に調味料の味を被せる効果である。一方、

塩麴自身は際立つ個性的な風味をもたないため食材の味を覆い隠すことはなく、甘味のコクに支えられたやさしい塩味を付与しつつ素材の味と調和しやすい。そして肉、魚、野菜など下ごしらえとして塩麴と混ぜ合わせれば時間と温度に応じて酵素作用による成分変化が起こる。(図 2)つまり食材自身から香味成分が生じる。塩麴が他の調味料と異なる点はこの酵素作用が関与することであって、食材の味に塩味等を付与するだけでなく食材から香味を生み出すことにある。塩麴や味噌・醤油などの醸造調味料そのものが原料素材から生み出された香味成分、発酵風味を含んだものであるが、酵素作用を持った塩麴を食材に働かせることによってその食材固有の発酵風味が生まれるのである。これこそが和食の旨み、発酵の旨みであり、塩麴が創る旨みなのである。



図 2. 塩麴の調味効果

文献

- 1) 前橋健二、大戸亜梨花、山本達彦、浅利妙峰、柏木豊、塩麴製造での熟成温度が残存酵素活性に及ぼす影響、日本食品科学工学会誌、62:290-296

(2015)

- 2) 山本泰、田中秀夫、味噌・醤油入門、p46、日本食糧新聞社、東京(2013)
- 3) 山本泰、田中秀夫、味噌・醤油入門、p169、日本食糧新聞社、東京(2013)
- 4) Nakadai, T. et al.: Purification and properties of neutral proteinase I from *Aspergillus oryzae*. *Agric. Biol. Chem.* 37: 2695-2701 (1973)
- 5) Nakadai, T. et al.: Purification and properties of leucine aminopeptidase I from *Aspergillus oryzae*. *Agric. Biol. Chem.* 37: 757-765 (1973)

講演者略歴

前橋 健二(まえはし けんじ)

東京農業大学応用生物科学部醸造科学科教授。1994年東京農業大学大学院農学研究科醸造学専攻修士課程修了。同大学応用生物科学部醸造科学科で副手、助手、講師、准教授を経て、現在に至る。1999年博士(農芸化学)号取得。2003年から2004年米国ペンシルバニア大学モネル化学感覚研究所客員研究員を務める。調味食品科学研究室で発酵と味覚について研究しており、世界一受けたい授業出演をはじめテレビでも活躍している。所属学会は日本食品科学工学会、日本農芸化学会、みりん研究会、日本味と匂学会。1969年生まれ。

主な著書

- ・前橋健二、浅利妙峰著「旨みを醸す 麴のふしぎな料理力」(東京農大出版会 2012年出版)など。