

にっぽんの発酵食品

Japanese fermented foods



農林水産省

はじめに

2013年12月にユネスコ無形文化遺産に「和食；日本人の伝統的な食文化」が登録されてから、2023年で10周年を迎えます。

農林水産省では、「食料・農業・農村基本計画」（令和2年3月31日閣議決定）および「経済財政運営と改革の基本方針2020」・「成長戦略フォローアップ」（令和2年7月17日閣議決定）において、2025年までに2兆円、2030年までには5兆円という農林水産物・食品の輸出額目標を設定し、この目標達成に向けた施策として、2020年12月に「農林水産物・食品の輸出拡大実行戦略」をとりまとめました。

海外の動向に目を向けると、海外における日本食レストラン数は、2013年の約5万5,000店から、2021年には約15万9,000店となり、日本食の需要と人気は顕著なものとなっています。その背景には、多様な日本の食のおいしさ、歴史性、健康に良い面といった要素や日本産農林水産物・食品を他国産と差別化できることが強みとなっていると考えられます。

また、健康的な食生活への関心の高まりが世界的に広がる中、和食に欠かせない味噌、醤油、納豆をはじめとする発酵食品の需要は国内外において増加し、それらの食品に関する詳細な情報が求められています。

このような中、本冊子では日本の発酵食品の基本、歴史、文化など、日本の代表的な発酵食品を多角的かつ明解にまとめ、海外の発酵文化との違いについても説明することで、日本における発酵食文化を理解いただくことを目的として作成しました。

多くの方にご覧いただき、日本の特色ある発酵食文化の保護・継承、日本の多様な食文化の認知拡大および日本産農林水産物・食品の輸出拡大の推進に役立てば幸いです。

2023年3月

農林水産省 大臣官房 新事業・食品産業部
外食・食文化課 食文化室

『にっぽん伝統食図鑑』のご案内

本冊子は、農林水産省が運営するウェブサイト『にっぽん伝統食図鑑』のコンテンツのひとつとして制作されました。

『にっぽん伝統食図鑑』では、日本の伝統食をわかりやすく17の分類に分け、各地域で選定された伝統食の特徴、歴史、レシピ、またそれらの食品を生んだ地域の背景等についてデータベースとしてまとめ、情報発信しています。知って、学んで、食べてみたくなるウェブサイトをぜひご利用ください。



Traditional Foods in Japan

『にっぽん伝統食図鑑』の英語版サイトです。



目次

1章 発酵食品の基本を知る

1-1 発酵食品とは何か

発酵とその仕組み／発酵と腐敗 3

発酵食品はなぜおいしいのか／豊かな香味は健康効果のシグナル 4

Column 土地と微生物と発酵食品の関係 4

1-2 発酵食品を生み出す微生物

麹菌／酵母 5

乳酸菌／納豆菌／酢酸菌 6

2章 発酵食品の歴史・文化を知る

2-1 発酵食品の歴史

発酵食品の誕生／微生物の発見と発酵学の始まり 7

2-2 日本人と発酵

アジアに広がる「醤」文化圏／麹と日本人 8

2-3 発酵文化の多様性—東と西の違い

掛け算と足し算の発酵文化 9

Column 日本の発酵にまつわる伝承 9

3章 日本の代表的な発酵食品を知る

3-1 発酵調味料・酒

味噌 10

醤油 12

酒 14

Column 老舗醤油蔵に学ぶ発酵食品輸出のためのヒント 14

3-2 その他の代表的な発酵食品

鯉節(かつお節) 15

納豆／みりん 16

酢／漬物 17

甘酒 18

Column 食材のうま味を引き出す発酵調味料の力 18

4章 発酵食品を科学する

日本の「発酵技術」を世界へ(東京農業大学教授 前橋健二さん)

「おいしさ」はどのようにして生まれる?／日本の発酵の中心は「麹」 19

見えない発酵、見える発酵／「麹」の技術を世界へ 20

微生物との共生が創る未来 21

Column 発酵食品の知恵に学ぶ 21

おわりに／「にっぽんの発酵」についてより詳しく知るための参考文献 22

1-1 発酵食品とは何か

パン、ヨーグルト、味噌汁、醤油、納豆、ビールやワイン、日本酒など、毎日の食生活において欠かすことができない食品やお酒。これらはすべて発酵食品である。発酵食品は穀類や大豆などの原料に、目に見えない微生物が作用することによりつくられたものであるが、そもそも「発酵」とはどのような現象なのだろう。ここではまず発酵の仕組みと、発酵と腐敗の違い、発酵食品のおいしさや機能性について詳しく紹介する。



発酵とその仕組み

発酵食品とは、カビ、酵母や細菌などの微生物の作用を利用して製造される食品をいう。発酵とは、微生物が食品中で増殖して活動を行い、人間にとって有益な食品成分の変化が起こることである。例えば、糖分からアルコールと炭酸を、炭水化物から乳酸を、アルコールから酢酸をつくる発酵などが挙げられる。

また、微生物によりつくられる酵素が作用して成分変化することも発酵の一種である。酵素の作用により、米のデンプンは糖分に分解され、大豆のたんぱく質は「うま味」成分であるアミノ酸に分解される。一方、微生物の関与に限らず、食品自体の持つ酵素や食品成分の化学変化によって有益な成分変化が起こる場合がある。その変化を「熟成」と呼び、これも発酵の一種である。

私たちが普段食べている味噌や醤油、パンやヨーグルト、ワインやお酒などは、すべてこの微生物の作用（もしくは食品自体が持つ酵素の作用）、すなわち「発酵」によって生み出された食品である。例えば味噌の場合、カビの一種である麹菌（コウジカビ）がつくり出した酵素の働きにより熟成が進む。熟成期間の長短によって、味に様々な変化が生まれる。味噌、醤油、日本酒、ワイン等に多様な種類が存在するのも、この熟成期間によるところが大きい。

発酵と腐敗

微生物が人間に有益な変化を起こす「発酵」に対し、有害な変化を起こすのが「腐敗」である。発酵と腐敗は人間の立場から有益か否かを分けただけで、現象としては同じものである。有害な微生物が食品中で増殖すると、不快な臭いを発したり、苦味や異味を感じたりする。そのため、人は味覚・嗅覚で腐敗食品の摂取を避けることができる。発酵を腐敗と区別する線引きは、成分や微生物ではなく、人が好ましいと思うか、安全性が損なわれていないかである。発酵食品は伝統的に地域で受け継がれてきたものであり、この長い食経験こそが安全性に問題ないことの証拠である。

では、発酵食品が腐りにくいのはなぜか。微生物の世界には、「拮抗作用」という現象がある。ある環境下において、ある微生物が支配的な状態になると、他の

微生物が侵入できなくなるというものである。発酵食品の保存性が高いのは、腐敗菌の侵入を防ぐこの拮抗作用によるものである。

湿度の高い日本の気候環境の中で、神棚に供えていた蒸米に大気中のカビが付着して増殖したことが、^{むしまい}米麴^{こめこうじ}¹⁾の起源となったと考えられている。西ヨーロッパや中央アジアの酪農が盛んな乳利用文化圏では、放置した乳に自然に乳酸菌が取りついて乳酸発酵を起こし、ヨーグルトなどの保存性の良い乳製品が生まれた。発酵はその土地の気候風土と密接に結びついている。地域によって増殖しやすい微生物は異なり、人間はそれらの特性を経験により学び、その土地ならではの発酵食品を生み出してきた。つまり、発酵食品とは「発酵」という技術を巧みに操ってつくられる加工食品であるといえる。

1)「米麴」は、蒸米に麴菌を繁殖させたもので、味噌や醤油、日本酒など様々な発酵食品を生み出す元となるもの。

微生物と発酵食品の関係

原料	微生物	発酵食品
小麦	酵母	パン
果実	酵母	ワイン
乳	乳酸菌	ヨーグルト、チーズ、バター
米	麹菌、酵母	日本酒、焼酎、みりん
大豆、米、麦	麹菌	味噌、醤油
米、果実	酵母、酢酸菌	米酢、ピネガー

発酵食品はなぜおいしいのか

発酵食品の魅力の一つに、そのおいしさや独特の香りがある。発酵食品の原料は、穀類や魚介類など栄養に富んでいるものが多いが、そのままでは滋味に乏しい。しかし、米からつくられる日本酒には芳醇な甘味と香りが感じられる。小麦と大豆からつくられる醤油は強いうま味と豊かな芳香を持っている。調理の際、塩麴²⁾を用いると、食材に強いうま味が増え、同時に、栄養分を吸収しやすくなる。発酵の過程を経ることにより、元の成分が分解され消化吸収の良い状態になるとともに、豊かな香味成分が生じておいしさが増すのだ。

お米にはデンプンが、大豆にはたんぱく質が豊富に含まれているが、実はデンプンとたんぱく質そのものには味はない。ご飯を食べたときにほんのり甘味を感じるのは、デンプンに含まれるブドウ糖の甘味が感じられるからである。たんぱく質を多く含む肉にうま味を感じるのは、たんぱく質に含まれるアミノ酸がうま味を持つからである。

ヒトの舌の表面には味蕾^{みらい}という味を感じる器官がある。味蕾は味を感じることに特化した味細胞が多数集まったもの

であり、さらに味細胞には物質の味を感知する5種類の味センサー(甘味、苦味、うま味、酸味、塩味)が備わっている。食品中の物質がどのセンサーを刺激するかでどのような味が感じられるかが決まる。ただし、味センサーは小さな分子は感知できるが、デンプンやたんぱく質のような大きな分子を感知することはできない。発酵食品に強いうま味が感じられるのは、発酵により原料に含まれる大きな分子が分解されることで、味センサーを刺激しやすくなるからである。

豊かな香味は健康効果のシグナル

発酵食品はおいしいだけでなく、栄養価も高い。発酵によって生まれる健康成分の一つにペプチドがある。発酵食品原料に含まれるたんぱく質は、発酵過程で分解される。ペプチドは、たんぱく質が酵素で分解された際に生じる断片であり、アミノ酸が連なった構造をしている。アミノ酸の並びが異なる様々なペプチドが発酵物には含まれており、アミノ酸の並び次第で様々な生理活性を示すことが明らかになっている。

例えば、乳たんぱく質から乳酸菌のプロテアーゼ(たんぱく質を分解する酵素

の一つ)でつくられたペプチドの中には、血圧を整える働きをするものがあり、特定保健用食品にも広く利用されている。同様の働きのペプチドは醤油にも含まれ、これは大豆たんぱく質に麹菌の酵素が働いてつくられるものである。デンプンに麹菌の酵素が働いてできるオリゴ糖は腸内細菌の栄養になるため、これを含む甘酒や塩麴は、腸内環境を整える効果が期待できる。発酵によって健康に良い効果が生じる成分が生じたかどうかを化学的に調べることは難しいが、発酵過程で生じた豊かな香味成分は、健康に良い効果が生まれたことを示唆するシグナルと捉えることができる。

発酵に関わる微生物にはたんぱく質分解酵素を持つものが多いが、日本の発酵食品に欠かせない麹菌は、特にたんぱく質分解力に優れている。麹菌のゲノム解析から、麹菌にはたんぱく質を分解する酵素の遺伝子が100種類以上存在することが明らかになった。

発酵食品には微生物がつくり出す様々な健康成分が含まれている。分析技術の進歩によって、微生物が増殖する過程で食材の成分を分解したり、代謝したりしてつくる物質には様々な機能性が見出されている。

2)「塩麴」は、米麴に塩と水をあわせて糖化熟成させた発酵調味料。麹菌の酵素の作用により、食材のうま味が増したり、柔らかくなったりする。

Column

土地と微生物と発酵食品の関係

発酵食品の成立には、その地域の気候や地形的な条件、採れる食材など様々な条件が影響している。

例えば、伝統の製法でつくられる「木桶仕込みの醤油」。木桶は微生物が棲みやすい材質であるので、長い期間使い続けられてきたことで、その土地、その蔵の環境に適した微生物(醤油の香味を生み出す乳酸菌や酵母など)が棲みついている。それらの微生物が作用することで、蔵それぞれに唯一無二の醤油ができるのである。

近年、この木桶仕込みの製法は、効率化の流れの中で醤油の生産量全体の1%以下といわれている。しかし、木桶の消滅は、同時に醤油の多様性の消滅をも意味している。その危機感から、木桶仕込みが根付く瀬戸内海の小豆島では、蔵元が自ら職人に弟子入りして木桶づくりを学び、製造からメンテナンスまで行い、その技術を後世に伝えようという試みを進めている。

発酵食品の多様性は、その土地の風土や製造環境によって育まれてきたものであり、携わる人たちの努力によって継承されようとしている。



小豆島の醤油蔵の様子。醸造に欠かせない木桶には、発酵に関与する酵母や乳酸菌をはじめとした無数の微生物が棲みついている。

1-2 発酵食品を生み出す微生物

発酵食品を生み出す無数の微生物たち。発酵には様々な微生物が関わっており、それぞれに個性があり、違う働きをしているが、ある物質を分解することによって結果として人間にとって有益な物質を生み出すという点で共通している。ここでは発酵に関わる代表的な微生物とその特徴を紹介し、発酵の過程で果たす役割などについてみていこう。

麹菌

属名 :アスペルギルス属 (Aspergillus)
代表的な菌:アスペルギルス・オリゼー (A. oryzae)



千年かけて家畜化されたカビ

麹菌はカビの一種で、日本の食文化に欠かすことのできないコウジカビの総称である。味噌、醤油、清酒、酢、みりんなど、日本古来の発酵調味料や発酵食品の多くに麹菌が用いられており、2006年に日本醸造学会により日本の「国菌」として認定された。麹菌には、清酒、味噌、米酢等の麹に使われる代表的な種であるアスペルギルス・オリゼーのほか、醤油、焼酎や泡盛の麹にそれぞれ使われる数種のアスペルギルス属カビを含む。

「麹」とは、穀類や豆類に麹菌を加えて

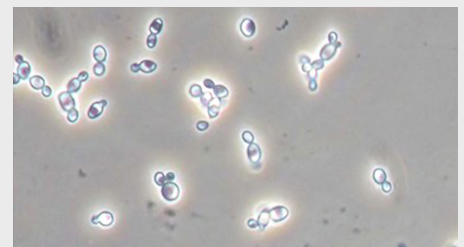
繁殖させたもので、米を原料とした「米麹」、麦を原料とした「麦麹」、大豆を原料とした「豆麹」などがある。この麹を巧みに利用することで、日本人は多様な発酵食品を生み出してきた。なお、同じく「こうじ」を表す漢字に「糶」があるが、米に麹菌の白い胞子が咲くように繁殖した様子を表したもので、日本独自の感性が生み出した漢字である。

日本には、古くから続いている種麹屋という業態があり、ここから全国の醸造業者は種麹(麹菌の胞子を集めたもの)

を入手して麹を製造している。麹菌はこのようなして専門の業者によって大切に管理されてきたものであり、人間の手によって「家畜化されてきたカビ」といえる。近年、麹菌のゲノム解析により、種麹として使われている麹菌は野生のものとは違って毒をつくる遺伝子を持たないことが明らかになった。日本で千年続く麹文化の歴史によって保障されてきた麹の安全性が、科学的にも明らかになったといえる。

酵母

属名 :サッカロミセス属 (Saccharomyces)
ジゴサッカロミセス属 (Zygosaccharomyces)
代表的な菌:サッカロミセス・セレビシエ (S. cerevisiae)
ジゴサッカロミセス・ルキシー (Z. rouxii)



和食の香りのもと

酵母は空気中、土壌中、水中、植物の葉や果実の表面など、自然界の至るところに生息している。世界中で最も広く発酵食品に利用されている酵母は、サッカロミセス・セレビシエである。

ブドウ糖をアルコールと炭酸ガスに分解する能力が高い。そのため、主にビールやワイン、日本酒などお酒の醸造に利用されるほか、パン製造において生地を膨らませ、独特の風味を生み出すのも酵母の力である。ちなみに、ビールとパンは原

料が麦芽と小麦粉で違うものの、製造工程はほぼ同じ。

また、醤油の特有の香りをつくるのも酵母である。醤油の香りを特徴付ける成分にHEMFという甘いカラメル香を持つ物質がある。これは酵母によって醤油成分からつくられる物質なので、酵母をよく発酵させてつくられる濃口醤油には特に豊富に含まれる。この酵母は味噌醸造の際にも用いられるもので、耐塩性に優れた酵母(耐塩性酵母)である。ジゴサッカ

ロミセス・ルキシーに代表される耐塩性酵母は、塩分の高い日本の発酵調味料には欠かせない。

通常、酵母といえば世界的にはお酒やパンの酵母を指し、海外で耐塩性酵母を利用することは少ない。日本独自の酵母利用技術によって生み出された醤油の豊かな香りは、和食のおいしさを支える要素として日本人の生活に溶け込み、そして日本を象徴する香りとなったのである。

乳酸菌

属名 :ラクチカゼイバシラス属 (Lacticaseibacillus)
テトラジェノコッカス属 (Tetragenococcus)
代表的な菌:ラクチカゼイバシラス・カゼイ (L. casei)
テトラジェノコッカス・ハロフィルス (T. halophilus)



発酵の歴史の始まりの菌

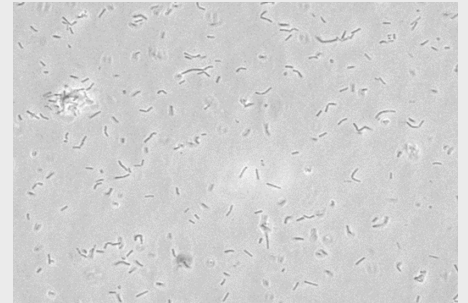
乳酸菌は糖を食べて乳酸をつくる細菌の総称で、酵母同様に自然界のあらゆる場所に存在している。発酵の歴史はおそらく、数千年前に家畜から絞った乳が乳酸菌により発酵したことから始まったと推測される。牛乳に乳酸菌を加えて

発酵させたヨーグルト、チーズ、バターなどの乳製品だけでなく、味噌、醤油、漬物の製造にも欠かせない。例えば、漬物の製造工程では、野菜の表面に付着している乳酸菌が野菜に含まれる糖分を摂取し、さらに野菜に付着している酵母が働

き、漬物らしい風味を生み出す。味噌や醤油などの塩分の高い発酵食品に欠かせない乳酸菌は、耐塩性乳酸菌のテトラジェノコッカス・ハロフィルスである。乳酸菌は空気(酸素)を嫌うので、食品の内部で発酵する。

納豆菌

属名 :バシラス属 (Bacillus)
代表的な菌:バシラス・スプチリス (B. subtilis)



特殊環境を生き抜くタフな菌

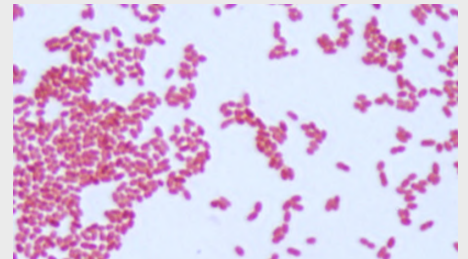
納豆菌は稲わら、枯草、落ち葉などに棲息する、繁殖力が旺盛な細菌である。高熱や低温、乾燥、栄養不足などの過酷な環境に置かれると、芽胞と呼ばれる特殊な細胞構造をつくり、休眠状態になる。そして繁殖に適した環境になると、再び発芽して菌体に戻ることができるという特性を持つ。

納豆菌によって生み出される発酵食品といえば糸引き納豆である。糸引き納豆のあの粘りのある物質の正体は、アミノ酸の一種であるグルタミン酸が特殊な繋がり方をしている高分子であり、日本の納豆を特徴付けている。納豆のうま味は、発酵中に納豆菌の持つ強力な酵素で生み出されたものである。

煮た大豆を稲わらに詰めて一定の温度に保つと、稲わらに棲む納豆菌が繁殖し、栄養価の高い糸引き納豆ができるという知恵は、納豆菌の特性を良く生かしたものであり、日本人は経験から発見したのである。

酢酸菌

属名 :アセトバクター属 (Acetobacter)
代表的な菌:アセトバクター・アセチ (A. aceti)



酸素とアルコールが好物の変わり種

酢酸菌はアルコールを酢酸に変える細菌の総称で、お酢(ビネガー)づくりには欠かすことのできない菌である。お酢の強い酸味と鼻にツンとくる匂いは酢酸によるものである。花や果実に付着していたり、空気中に浮遊している菌で、一般的に発酵には酸素を必要としないが、酢酸菌の場合、酸素がないと増殖すること

ができない。酢酸菌は酸素を使ってアルコールを酢酸に変える酢酸発酵を行う。酢酸菌は酸に強い性質を持ち、酢酸をつくって酸性環境にすることで他の微生物の侵入を防ぎ、優位に発酵を行う。日本の米酢は、お酒を酢酸菌で発酵させてつくられる。ブドウ酒を酢酸菌で発酵させてつくられるのがワインビネガーである。

酢酸菌の一種の「ナタ菌」は、発酵の過程で分厚い膜をつくる特性があり、その特性を利用しココナッツ水をナタ菌で発酵させ乳白色に固まったものが「ナタ・デ・ココ」である。紅茶を発酵した微炭酸飲料である「コンブチャ」に浮かぶ塊もナタ菌によるものである。

2-1 発酵食品の歴史

世界で最初の発酵食品は、約6,000年前に中央アジアの乾燥した草原で牛乳から偶然にできあがったヨーグルトのようなものと推定される。発酵を知った人類は、その土地の気候風土とそこに育まれた食材を用いて、世界各国で多種多様な発酵食品を試行錯誤により生み出してきた。やがて17世紀にオランダの科学者、レーウェンフックにより微生物が発見されると、発酵食品は科学の力で革新を遂げる。そこに至るまでの歴史と発見を辿ってみよう。

発酵食品の誕生

発酵食品は世界各地にみられ、その土地の食材を保存する技術と気候風土に根差して経験的に生まれ、発達してきた。酪農の盛んなヨーロッパでは乳原料の発酵食品が発達した。乳が凝固する現象が発見されたのは、砂漠を旅していたとき、山羊の胃でつくった水筒内での偶然の乳凝固であるといわれている。気候が冷涼で乳資源の豊富なヨーロッパではその現象を積極的に利用して、チーズやヨーグルトの製造技術が生まれた。ブドウの産地ではワインが生まれ、海に囲まれた島国では魚介類の発酵食品が発達した。稲作の盛んな日本では米を使った多彩な発酵食品が生まれた。

古代エジプトの壁画からは、当時すでにパンづくりが行われていたことがわかる。意図的に発酵させていたかは不明だが、小麦を練っておけば、空気中などにいる酵母の作用(糖分をアルコールと炭酸ガスに分解する)で発酵して膨らむので、自然に発酵現象に触れていたと推測できる。また、ブドウ搾汁は自然に発酵してワインとなっていたと考えられる。甘い果汁を置いておくうちにアルコール分ができて、良い香りを放ち、それを飲むと心地よい気分になることから、酒文化が始まったと推察される。ワイン醸造は、紀元前7000~5000年頃には、ジョージア(グルジア)ですでに行われていたと考えられている。世界中どんな国にも、その土地の気候風土に応じた原料を使った酒文化がある。ワインが酢酸菌で発酵した

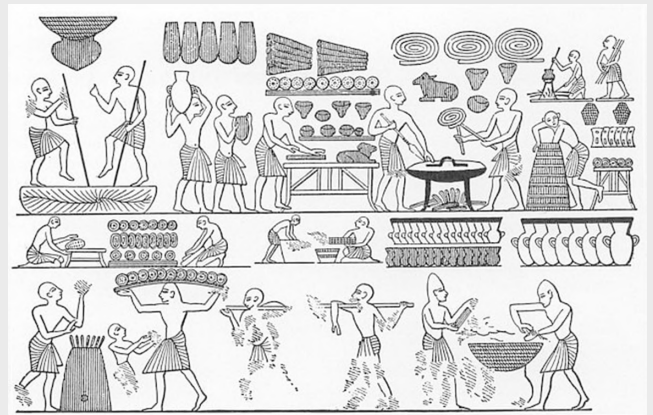
ものがビネガーとなるのだが、世界各地を見渡してみると、酒文化を持つ地域においては同じ食材からつくられたビネガーも存在する。

元々、発酵食品は貴重な食料を保存する技術から生まれた。適切に保存しないと腐敗菌が増殖してしまうが、塩を加えて保存することで浸透圧効果によって腐敗菌は生きられなくなる。しかし、まれに存在する耐塩性の酵母や乳酸菌は、高濃度食塩存在下でも活発に増殖できるので、発酵し続ける。そのため、異なった独特の風味が生まれ、味に変化が生じる。こうした先人たちの経験から発酵食品が生まれた。

微生物の発見と発酵学の始まり

発酵に微生物が関わるということが知られるようになったのは、17世紀にオランダのレーウェンフックによって微生物が発見されたことが大きい。彼は自ら製作した顕微鏡で様々な微小な生物を観察して発表した。レーウェンフックの観察によって、この世に微小な生物が存在することを人類は初めて知ったのである。これが微生物学の始まりである。

発酵学の発展に多大な貢献をしたのはフランスの微生物学者、パスツールである。パスツールは発酵現象を科学的に説明した。有名な「白鳥の首フラスコ」¹⁾



ラムセス3世(紀元前1221年頃~1156年頃)の墓に描かれたパン焼きの様子
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ramses_III_bakery.jpg?uselang=ja

を用いた実験で、外から因子が加わらないかぎり腐敗は起こらない、つまり腐敗は目に見えない因子(空気中の微生物)が引き起こすものであることを証明したのである。そのほかにも低温殺菌技術を確立し、安全なワイン製造の実現に貢献した²⁾。また、酸っぱくなったワイン、つまりワインビネガーからその原因菌として酢酸菌を初めて分離することに成功したことも、パスツールの大きな功績である。

コレラ菌や結核菌を発見したことで知られるドイツのコッホの貢献も大きい。コッホは炭疽病にかかった動物から病原菌を分離することに成功した。コッホが確立した微生物の分離方法は、その後の微生物研究において重要な手法となっている。そのほか、デンマークのハンゼンらはパスツールの理論を応用して、酵母純粋培養法を発明し、これによりビール製造の優良酵母を分離・培養するという革新を遂げた。

今日、人類が安全に発酵食品を食べることができるのは、これらの偉人たちの発見や発明によるものなのである。

1) 細く長い口が横に伸びるフラスコで、その口を白鳥の首のように途中曲げることで、空気中の微生物が侵入できないようになっている。
 2) アルコール存在下では低温でわずかな時間保つだけで殺菌効果が得られる。なお、この技術は、日本酒醸造の際に酒を殺菌し保存するための「火入れ」と同じもので、日本ではパスツールの発見に先立つこと300年も前から行われていたと考えられる。

2-2 日本人と発酵

「発酵大国」とも称される日本。東アジア特有の湿度の高い気候、四方を海に囲まれた変化に富んだ地形と豊かな自然、そして先人たちの鋭い観察眼が密接に重なり合って生まれた唯一無二の発酵文化を有している。その核となるのが神秘のカビ「麹菌」であり、麹菌を元につくられる「麹」である。日本の発酵文化の成り立ちと特徴を、歴史から紐解いてみよう。



麹づくりを行う麹室の様子 提供:福岡醤油店(三重県伊賀市)

アジアに広がる「醤」文化圏

日本の発酵食品の成り立ちには、中国から伝わった発酵技術が重要な役目を果たしている。大豆の原産地中国では大豆の発酵食品が発達した。紀元前700年頃(周王朝の頃)には、すでに食物を塩漬けにして発酵させた、醤油の原型ともいわれる「醬」(比之保とも表記される)がつくられていた。醬には、野菜を原料とした草醬、穀物を原料とした穀醬、魚を原料とした魚醬、肉を原料とした肉醬がある。元々、食材を塩漬けにしておく、塩の持つ浸透性の作用で細胞から水分が排出される。やがて、食材が発酵し、浸出液は濾して発酵調味料として利用していたのだろう。草醬は漬物のようなもの、穀醬は醤油と味噌へと進化していった。

この醬が日本に伝わったのは4~6世紀頃とされる。味噌は、当初は醬と呼ばれ大豆を塩漬けしたようなものであったが、麹の活用により米味噌が生まれ、やがて全国に広がった。ちなみに「味噌」の漢字は、「未醬(みそ)」、つまり「醬」になる前の状態から転じて、「未曾」→「味噌」へと変化したものと考えられる。醤油は、当初は味噌の表面にたまった液体(溜まり)を集めたもので、味噌の副産物的なものであったが、麹を使うことで醤油へと発展した。魚醬は小魚を塩漬けにして長期間かけて発酵させて液体化したもので、平安時代以降衰退したものの、秋田県のしょっつる、石川県のいしる、香川県のいかなご醤油などが現代にも伝わっている。

稲作と魚食を主とするアジア圏では、

日本に限らず穀醬と魚醬が古くから用いられていた。現代に伝わる、味噌に似た発酵調味料として、中国の豆板醬、甜麵醬などの各種醬類、韓国のコチュジャン、魚醬はタイのナンプラーやベトナムのニョクナムなどが挙げられる。日本の醤油と味噌と併せて、まさにアジアの発酵文化圏を代表する調味料である。

麹と日本人

稲作の盛んだった日本では、中国から伝わった発酵技術を応用して米の発酵食品を生み出した。その技術こそ「麹」であり、米でつくった米麹を使って酒や醤油をつくった。発酵作用を応用して醤油、味噌、日本酒、酢などの発酵食品をつくることを「醸造(じょうぞう)」というが、日本の醸造技術は麹を利用することに特徴がある。醸造における麹の重要性は、醤油は「一麹、二糶、三火入れ」、味噌は「一麹、二炊き、三仕込み」、酒は「一麹、二酛、三造り」ということからうかがえる。麹は日本が生んだ画期的な発明であり、日本の発酵文化の根幹を成すものなのである。

元々「麹」という漢字は中国で生まれたもので、米や麦、大豆などの穀物に発酵カビを生やしたものを指す。日本では「麹」のほかに「糶」という日本独自の漢字も用いられるが、漢字からもわかるようにこれは米に麹菌を生やしたものを指しており、米麹が日本で生まれたことの証拠ともいえよう。

中国の麹は小麦や大麦などの穀類を挽いて、それを水で捏ねて餅状に成型し

たものに発酵カビ(中国に棲息するクモノスカビやケカビ)を繁殖させてつくられるため、「餅麹」と呼ばれる。一方、日本の麹は麹菌(ニホンコウジカビ)が用いられ、米を粒のままカビを生やす「散麹」でつくられる。この違いは、菌の特性を生かした結果である。餅麹スタイルでは、深く根を生やし栄養を吸い上げるクモノスカビなどのリゾプス属のカビは繁殖しやすいが、麹菌は繁殖しにくい。麹菌は米を好み、深くは根を張らずに米の表面に取り付き表面で胞子を伸ばす。そのため日本においては、その特性を生かして米粒で麹をつくる散麹スタイルが発達することになった。

日本では、より安全に安定的に発酵させるための工夫を積み重ねてきた結果、良い麹をつくること、良い麹には良い菌が大切であることを見つけ、やがて良質な麹菌を扱う「種麹屋」という業態が生まれた。麹菌の胞子に木炭を加えることで、アルカリ性を嫌う雑菌が抑えられ、逆に木炭のカリウムを得て麹菌は繁殖する。この菌と木炭の特性を理解した方法により、純粋な麹菌胞子が得られることを先人たちは発見したのである。

自然界に存在する麹菌の種属のカビは有毒である。そのため、経験的に酒造りに使われた良い麹菌を保管しておき、それらを純粋培養して育てていくことで安全な麹菌をよりわけていくことに成功した。こうして日本では麹菌が「家畜化」されて、安全な優良麹菌だけが発酵食品製造に使われることになった。現代のバイオテクノロジーにも通じる技術が、日本では古くから連綿と受け継がれている。

2-3 発酵文化の多様性—東と西の違い

発酵はその土地の気候風土とそこに棲息する微生物、収穫される食材と密接に関係している。同じ発酵食品でも、パンやチーズ、ワインと、日本の醤油、味噌、日本酒では、微生物も、製造方法も異なる。日本の味噌や醤油は中国から伝わった発酵技術を元に生み出されたものであり、中国の発酵文化との繋がりは深い。各国ごとに発酵食品は多様だが、その背後にある発酵文化は大きく東と西に分けて、その特徴を捉えることができる。

掛け算と足し算の発酵文化

中国を中心とする東アジアと東南アジアを含む東側のエリアは、高温多湿で腐敗菌が増殖しやすく、食材が腐りやすい。そのため保存技術として、食材となる野菜や魚介類を塩漬けにしておく技術が発達した。長期間保存するうちに、食塩環境下でも活動する乳酸菌などが作用し発酵が始まる。日本の漬物、中国のザーサイ、韓国のキムチなどの漬物類、東南アジアで使われる魚醤の数々は、塩蔵と発酵の組み合わせによる発酵食品である。

次に特筆すべきは「カビ」を用いた発酵である。高温多湿な環境は、カビの繁殖には最適であり、カビが好む米や麦、大豆などの穀類も豊富に揃っており、それぞれの地域に棲息するカビを活用した日本酒、紹興酒、マッコリなどの穀物酒や、

豆板醤、コチュジャン、醤油・味噌などの調味料などが生み出された。カビに加え、乳酸菌、酢酸菌、酵母など複数の菌が関与し、塩味や酸味、そしてうま味が絡み合った、複雑で時にクセが強いともいわれる特有の味が生み出される。

一方、ヨーロッパや地中海周辺に広がる西側のエリアは、比較的乾燥した気候が特徴のため、腐敗菌を防ぐための塩漬けは必要がなかった。パンやビールなどの麦を原料とした発酵食品、果実を用いた酒、チーズやヨーグルトなどの乳製品が代表的なものだが、それらの製造には関与する菌が比較的少なく、シンプルな発酵が特徴といえる。例えば、乳の糖분을乳酸菌が分解すると、酸味のある乳酸がつくられ、それを置いておくと凝固してヨーグルトになる。ブドウの糖분을酵母が分解し、アルコールをつくり出すとワインになる、といった具合である。この食

材にこの菌を使えば、特定の発酵食品ができあがるという、明快で理論的な発酵文化が培われてきた。

総じて、西側エリアの食文化には、食材のいいところを抽出し、それらを足し算してブレンドしていくという考え方がある。一方、東側エリアの食文化は、食材そのものを活かして味を引き出し、そこに複数の菌を関与させるという、掛け算の発想でつくられる。西側地域から見ると、東側地域の発酵文化、特にカビの使い方には見えない部分が多く、神秘的にすら感じるかもしれない。こうした特徴は、その発酵食品が育まれた気候風土と切っても切り離せないものであることを示している。ワインを飲むときに、その産地の気候風土を感じ、漬物を噛みしめるとき、その土地に生きる人たちの暮らしに想いを馳せる。すべての発酵食品には物語があるのである。

Column

日本の発酵にまつわる伝承

微生物の活動によって物質が変化し、人間にとって有益なものとなる発酵。日本における発酵の歴史は奥深く、日本最古の歴史書にもその足跡を色濃く残している。

『播磨国風土記』(8世紀)には「伊和大神へのお供え物である乾飯が濡れてカビが生えてしまったので、それを醸したところお酒ができ、庭酒(お神酒)として献上し、酒宴をひらいた」という話がある。この記述が日本で麴が使用された起源として最も有力とされている。ちなみにこの場所は現在の兵庫県粟粟市にある庭田神社と考えられ、本殿裏の「ぬくみ水」で酒をつくったという言い伝えが残っている。また、同書には「女神・道主日女命には父親がいないのに子どもがおり、父親の神が誰かわからないため、見分けるために水田をつくり、酒を醸造した。男の神様を集

め、生まれた子どもにその酒を捧げると、その子が父の元へ持っていった注ぎ、父親がわかった」という話もある。

同じく8世紀初期に編纂された『古事記』には「スサノオノミコトがヤマタノオロチを退治するとき、酒に目がないヤマタノオロチに酒を飲ませて、酔いつぶれて眠ったところをスサノオノミコトが八つの頭と尾を切り落とした」という話がある。その際に飲ませたのが「八塩折(ヤシオリノ)酒」。ちなみに「八」とは「たくさん」、「塩」とは熟成させたもろみ汁、「折」は「繰り返し」という意味。8回も醸造したという記述もあることから、さぞかしおいしい酒だったのではないだろうか。日本における麴の原点はこんなにも古く、しかもそれが現代まで受け継がれてきたことを思うと発酵の偉大さを感じる。

3-1 発酵調味料・酒

日本の食卓に欠かせない調味料、味噌と醤油。ともに中国大陸から伝わった技術を起源とした大豆を主原料とする発酵調味料である。それぞれ長い歴史の中で日本各地の気候風土や味覚の嗜好に合わせて多様な種類が生み出され、今日では世界に誇る調味料となった。日本酒は、米食文化と麹菌を核とし、そこに先人たちが築き上げた微生物を操る繊細な技術が合わさった、まさに日本の「國酒」である。ここでは、それらの歴史、製造方法などを紹介する。

味噌

地域の風土が生み出す無限のバリエーション

味噌は大豆を高濃度食塩下で発酵させた固体の塩味発酵調味料である。日本農林規格(JAS)¹⁾では、味噌は「大豆を蒸煮したものに、米、麦等の穀類を元にした麴を加え(あるいは大豆そのものを麴にして)、食塩を混合し発酵・熟成させた半固体状のもの」と規定されている。

味噌の歴史

味噌のルーツは、中国で古くから知られている「ひしお 醬くさ」(煮た大豆をすり潰して塩を加えたもの)とされる。醬とは食べ物を塩漬けにして発酵させた食品のことで、野菜原料の草醬くさひしお、魚介類を原料とした魚醬うおひしお、牛や豚肉などを原料とした肉醬ししひしおなどがあるが、稲作文化圏のアジアでは大豆や豆類を原料とした穀醬こくひしおが発達した。醬をルーツとする調味料として、例えば中国では豆板醬や豆鼓、韓国ではコチュジャンが代表的な調味料として伝わっている。

日本には約1300年前に朝鮮半島経由で醬や豉を原型とする、現代の豆味噌のようなものが伝わり、これは「みそ 未醬」と呼ばれ味噌の起源とされている。平安時代に「味噌」の字も使われるようになったとされているが、「噌」という文字は日本で創造されたものであり、味噌以外の用法はなく、これが日本独自の食品であることを意味している。やがて日本の米食文化の中で、米麴を用いた日本独自の米味噌が作られるようになり、全国に広まっていった。

平安時代に、味噌はおかずとして、そのまま食べたり豆腐や野菜に塗ったりする調味料として、一部の上流階級の人々の間で愛用された贅沢な食品だった。これは「なめ味噌」または「おかず味噌」と呼ばれ、現在でも金山寺きんざんじ(径山寺)味噌、鯛味噌、いりこ味噌、山海味噌など地域の特産品や食習慣を反映した様々なものが親しまれている。

味噌汁が考案されたのは鎌倉時代である。味噌汁は日本の食文化における大発明といわれる。海外のスープとは異なり、味噌汁は単独では食さず常にご飯と一緒に食べる。炊いた雑穀に味噌汁と漬物という「一汁一菜」(あるいは一汁三菜)



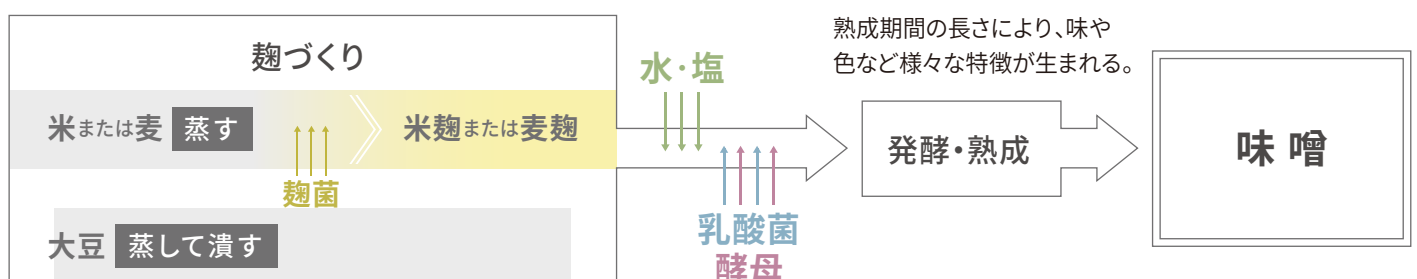
の食事が、この時代に定着した。

室町時代には、広く一般庶民の間にも普及し、次第に自家用の味噌造りが盛んになっていった。日頃食べ慣れている自分の家の味噌が一番美味しいと感じることから、「手前味噌」という表現が生まれた。

戦国時代には各地の武将が味噌の保存性と栄養価の高さに注目して兵糧として、携帯したため、各地の大名の下で味噌造りが広まった。伊達政宗が仙台青葉城下につくった「おえんそくら 御塩噌蔵」は、日本初の味噌工場といわれている。その味は「仙台味噌」として受け継がれている。また、「信州味噌」の礎をつくった武田信玄や、江戸幕府を開いた徳川家康は無類の味噌汁好きとして知られ、江戸の味噌文化

1) 日本農林規格等に関する法律(JAS法)に基づいて、食品・農林水産品やこれらの取扱い等の方法などについての規格(JAS)を国が制定するとともに、JASを満たすことを証するマーク(JASマーク)を、当該食品・農林水産品や事業者の広告などに表示できる制度。

米味噌・麦味噌の製造工程



の発展へと繋がっていった。

醤、鼓の伝来以来、少なくとも1300年を経ており、この間に各地方の原料事情、気候風土、あるいは食習慣などを織り込んだ多様な味噌が各地で生まれ、各地方の食文化の形成に大きな役割を果たした。

味噌の種類

味噌には「米味噌」、「麦味噌」、「豆味噌」、および「調合味噌」があり、これらは「普通味噌」に分類される。「米味噌」には麴と塩の使用量の違いで甘味噌、甘口味噌、辛口味噌の3種類に、色の違いで白味噌、赤味噌、淡色味噌(中味噌)の3種類に分類される。

甘味噌は、5～20日の短期間でつくり上げる味噌で、米麴による糖分で大変甘い。甘味噌には大豆の処理方法の違いにより、白と赤の色の濃淡の区別がある。

「甘味噌・赤」は、「江戸甘味噌」に代表される赤褐色で艶やかな光沢があり、麴と大豆の香ばしさが融和して独特の風味を醸し出す。一方、「甘味噌・白」は冴えた淡黄白色で、米麴に由来する風味を生かしている。京都の「西京味噌」に代表され、そのほか「讃岐味噌」(香川県)、「府中味噌」(広島県)がよく知られている。甘味噌は味噌汁用よりも、むしろ味噌料理や練り味噌用に利用されるが、長期間

の保存はできない。

甘口味噌は、中甘味噌ともいう。静岡の「相白味噌」、徳島の「御膳味噌」がよく知られ、瀬戸内海沿岸でもつくられている。

辛口味噌は醸造期間が長く、米味噌の中で最も多くつくられている。淡色と赤色があるが、色の濃淡は原料大豆の処理方法の違いによって、また、香味の差は醸造期間の長短によって生じる。「信州味噌」に代表される淡色辛味噌は明るい淡黄色で、さわやかな発酵香と軽いさっぱりした味を有する。「仙台味噌」に代表される赤辛味噌は長期間の発酵によって生じた冴えのある赤褐色と芳香を有し、うま味と塩味が調和したコク、しまりのある味が特徴である。

「麦味噌」は「田舎味噌」と呼ばれ、農家の自家用味噌としてつくられたものであるが、工業生産は九州、四国、中国地方や関東の一部などに限られている。

味噌の中で最も古くからつくられ、味噌の原型とみなされるのが「豆味噌」である。豆味噌は米や麦は使用せず、原料大豆の全量を麴にする。また、他の味噌がバラ麴であるのに対して豆味噌の麴は蒸した大豆を搗いて丸めた成型麴であるのも特徴である。食塩は10～11%で、辛味噌としてはやや少なめである。濃赤褐色で独特の香り、こくのある濃厚なう

ま味とわずかに渋味を呈する。愛知、岐阜、三重の3県に限ってつくられており、八丁味噌、名古屋味噌、三州味噌、たまり味噌などの呼び名がある。

JASの品質表示基準の対象となる普通味噌は、上記の三種の味噌と、そのいずれにも属さない味噌を一括して調合味噌と呼んでいる。調合味噌は、米味噌、麦味噌または豆味噌を混合したもの、あるいは米麴、麦麴または豆麴を混合して醸造したものである。

普通味噌以外の味噌は「加工味噌」と呼ばれ、製造方法によって「醸造なめ味噌」(金山寺味噌、醤油味噌など)と「加工なめ味噌」(鉄火味噌、鯛味噌、柚子味噌など)に分けられる。「醸造なめ味噌」は、脱皮大豆、麦、食塩および野菜類などを原料とし発酵熟成させてつくる。「加工なめ味噌」は、普通味噌に種々の野菜、魚介類、砂糖および香辛料などを加えて加熱し、練り上げたもので、その種類は多い。



豆味噌づくりに欠かせない豆麴
提供:丸加醸造場(愛知県豊田市)

味噌の分類と主な産地

味噌の種類	味や色による分類		麴の割合(%)	食塩濃度(%)	主な産地
米味噌	甘味噌	白	15~30	5~7	近畿地方、中国地方、瀬戸内
		赤	12~20	5~7	東京
	甘口味噌	淡色	8~15	7~12	静岡、九州
		赤	10~15	11~13	徳島、その他
	辛口味噌	淡色	5~10	11~13	関東甲信越、北陸、その他全国各地
		赤	5~10	11~13	関東甲信越、東北地方、その他全国各地
麦味噌	甘口味噌	淡色	15~25	9~11	九州、中国地方日本海沿岸
	辛口味噌	赤	8~15	11~13	九州、四国、関東北部
豆味噌	辛口味噌	赤	全量	10~12	中京(愛知、三重、岐阜)

代表的な味噌の色味

米味噌(辛口・赤)	
米味噌(淡色)	
米味噌(甘・白)	
豆味噌	
麦味噌	

醤油

一滴に300種の香りを含む魔法の液体

醤油は、大豆で作った麴を塩水に浸し、発酵・熟成させて得られる清澄な液体の発酵調味料である。うま味物質のグルタミン酸をはじめとする豊富なアミノ酸を含むため、料理に用いると塩味とともにうま味加わるのでおいしい味に仕上がる。醤油の中でも濃口醤油は最も香りが豊かである。醤油の香り成分は、わかっているだけでも300種類以上ある。その中には、カラメル、バニラ、バラの花、バナナ、リンゴ、松茸、燻製の香りなど、様々な香りが含まれている。醤油をほんの1滴垂らすだけでふんわりと醤油香で包まれ、香りが整うとおいしさも高まる。醤油は、あらゆる食材の香り要素を含んでいるため、料理の香りとはよくなじむのである。



醤油もろみ 提供:福岡醤油店(三重県伊賀市)

麴を食塩水に浸して「もろみ」をつくる。麴に付着していた乳酸菌や酵母が増殖して発酵が起こり、醤油特有の香味が醸成される。

醤油の歴史

醤油の起源は古く、中国の2000年以前の秦の時代に醬や鼓があり、6世紀初頭の『齊民要術』に「豆醬清」として豆醬の上澄液、すなわち、醤油の製造技術が記述されている。

日本にいつ頃伝わったかについては諸説あるが、仏教の伝来とともに伝来し、大宝律令(701年)によると宮内省に醬院があり、大豆を原料とする各種の醬がつくられていたとの記憶がある。さらに、その約200年後の平安時代の『延喜式』には、醬から分離した液汁「滓醬」、すなわち溜りのことが記述されている。

一方、鎌倉時代に禅僧覚心が広めた味噌溜り汁が醤油の起源との説もある。覚心は中国に渡り径山寺で修行し、味噌の製法も習って帰国後に紀伊国由良庄に寺(後の興国寺)を開き、布教の傍ら味噌の製法も広め、その製造の過程で桶の底に溜まった液汁がおいしく煮物の味付けに良いことが見出されたことが醤油の始まりともいわれている。室町時代には、当時の文化の中心であった関西地方で醤油の工業生産が起こった。江戸時代初頭までは関西の醤油は「下り醤油」と呼ばれ、江戸で幅をきかせていたが、江戸の発展に伴い江戸風の文化が起こり、天ぷら、うなぎ蒲焼、佃煮などの江戸前料理と合う濃口醤油が生まれた。そしてそれまで江戸の醤油の大半を占めていた下り醤油を退け、濃口醤油が江戸の調味料となった。

関東の中でも千葉県の野田と銚子は輸



醤油は調理で使っても、直接つけて食べても、食材によくなじむ。生の魚介の生臭さを消す効果もある。

送などの地理的条件の良さもあって醤油の最大の生産地として発展した。野田、銚子、竜野(兵庫県)、小豆島(香川県)など特定の産地に醸造業が集中し、品質を競い合い、今日まで醤油を日本の代表的な食品工業へと発展させた。

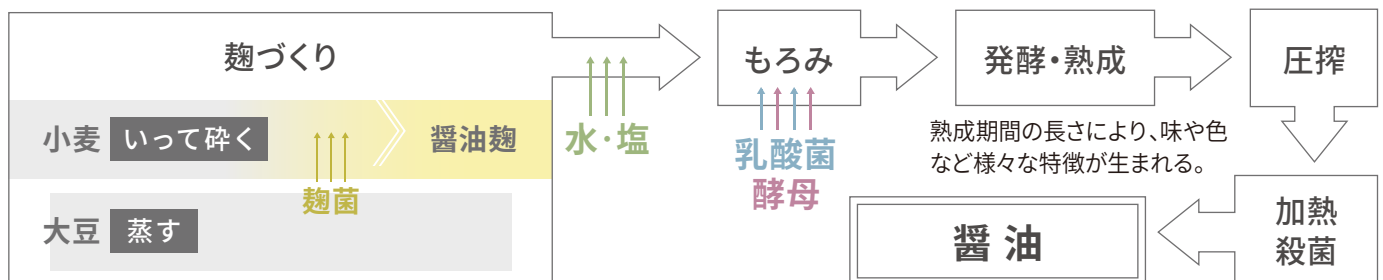
醤油は今や日本だけでなく世界の100カ国以上で販売され、「世界の調味料」となった。例えば、大豆の英語名ソイビーン語源は「醤油豆」である。また、美食家として有名なフランスのルイ14世も醤油を隠し味として愛用していたといわれる。

醤油の国際化は、先駆けであるキッコーマン株式会社のアメリカ進出など、大手企業の努力によるものである。日系のアメリカ市民や日本に駐留して帰国した軍人などにも親しまれ、Soy sauceとしてアメリカに定着した。また、醤油はTERIYAKIソースのベースとしてアメリカの食文化に溶け込んでいった。

醤油の種類

JASでは、醤油の種類としては、「濃口醤油」、「淡口醤油」、「溜醤油」、「再仕込み醤油」、「白醤油」の5種類に分けられている。

濃口醤油の製造工程



濃口醤油は、全国でつくられている醤油のうち80%以上を占めていることから、醤油といえば一般的には濃口醤油のことを指す。大豆と小麦を等量ずつ使い、これらに麴菌を生やして「醤油麴」とし、食塩水に浸して発酵させる。麴菌の酵素による原料分解が進行し、醤油麴はどろどろに溶けて、うま味がつくられていく。この間、乳酸菌が増殖するとともに酵母がアルコール発酵して豊かな香りが生まれていく。

淡口醤油は、大豆に等量の小麦を加えたものを醤油麴の原料とし、蒸米や蒸米からつくった甘酒を工程の中に加え、醤油の色が濃化しないようにして、できるだけ色の薄い製品をつくる点に特徴がある。発酵、熟成をゆるやかにさせるため食塩を濃口醤油より1割多く使用している。料理の材料そのものの味と色を活か

すように工夫されたもので、兵庫県龍野で発祥し懐石料理や精進料理などの伝統的な日本料理と深く結びついて発展した。

溜醤油は、小麦をほとんど用いず、ほぼ大豆のみを醤油麴の原料とするものをいう。愛知、岐阜、三重県の東海地方が発祥地で、東海・北陸地方が溜醤油の全国出荷量の8割近くを占める。濃口醤油に比べて熟成時間が長く、味が濃厚で独特の香りがあり、刺身や蒲焼用たれなどに用い、米菓、佃煮、麺類用の味付けとして広く用いられる。

再仕込み醤油は、大豆に等量の小麦を加えたものを醤油麴の原料とし、もろみは食塩水のかわりに「生揚げ醤油きあげしょうゆ」を加えて醸造したものである。山口県柳井地方で発祥した甘露醤油が元祖で、生揚げ醤油を加えるため、濃口醤油より食塩はやや低めで、味、色ともに濃厚で粘稠性


があり、すし、うなぎのたれ、刺身用のつけ醤油などに用いられる。

白醤油は、少量の大豆に小麦を加えたものを醤油麴の原料とし、かつ、製造工程において色と艶の濃化を強く抑制したもので、約200年前に愛知県碧南市で発祥し、現在でもこの地域で生産されている。色が極端に淡く、甘味が強く、独特の麴香と甘酒香を有する。淡泊・淡色を要求する鍋料理、汁物、めん類のつゆなどや菓子、せんべい、水産物練製品や漬物などの加工用に用いられる。



白醤油用の麴 提供:七福醸造株式会社(愛知県碧南市)

醤油の特徴と地域

種類	製造法・特徴	地域	色
濃口醤油	等量の大豆と小麦で醤油麴をつくり、麴容量の1~1.2倍量の食塩水に浸して発酵させる。発酵・熟成期間は約8か月。発酵中は時々もろみを攪拌して酵母の増殖を促す。発酵・熟成が終了したらもろみを压榨して生揚げ醤油を分離し、85℃以上に加熱殺菌して製品とする。酵母がよく発酵しているため、最も香りが高い醤油である。	全国	
淡口醤油	おおよそは濃口醤油と同じで、大豆と小麦を醤油麴の原料とする。味をまろやかにするために甘酒を添加。食塩濃度は高めにして発酵を抑え、製造工程で色の濃化を抑える工夫を凝らしている。食材の持ち味を生かすため、色、うまみ、香りが控えめだが塩分量は濃口醤油より濃い。	関西地方	
溜醤油	原料は大豆とごく少量の小麦。大豆をつぶして、味噌玉をつくって麴とし、少量の食塩水で発酵させる。濃口醤油よりも熟成期間が長い。うまみ成分が多く、濃厚で独特の香りがある。香りが高く、魚や肉の生臭さを消す働きがある。	東海地方 (愛知県、岐阜県、三重県)	
再仕込み醤油	等量の大豆と小麦で醤油麴をつくり、食塩水の代わりに生揚げ(きあげ)醤油で仕込み、長期熟成する(1.5~2年以上)。味、色、うまみが濃厚。	山口県、山陰~九州地方	
白醤油	小麦9に対し、1程度大豆を加えて醤油麴とし、濃度高めの食塩水で仕込む。発酵・熟成は約3か月。着色に繋がる工程は行わないか、ごく短期間で済ませる。色が淡く、うまみやこくは控えめだが、麴の甘みと香りが強い。吸い物や茶わん蒸しなどに向く。	愛知県	

酒

微生物を巧みに操る
バイオテクノロジーの産物

酒類は、糖分を含んだ食材で酵母がアルコール発酵すればできる。ワインは、ブドウ果汁を酵母で発酵させたもので、原料ブドウの品質が何よりも重要である。ビールは、大麦麦芽を糖化してから酵母で発酵させたものである。これらに対して日本の國酒である日本酒(酒税法では清酒という)は、より巧みに微生物の働きを操ってつくられる酒といえる。

日本酒の基本的な製造方法は、まず適当に精米した米を蒸して、これに麴菌を生やして米麴をつくる。そして少量の米麴と水に酵母を加え、さらに蒸米を少量加えて培養し、酒母をつくる。酒母に蒸米と米麴と水を3回に分けて加えて仕込み、低温で発酵させる。米デンプンが麴菌アミラーゼで分解(糖化)されてブドウ糖となり、酵母がアルコール発酵して

日本酒になる。低温で発酵させるのは、デンプンの糖化と酵母の発酵のバランスをとるためである。

酒母には、山麴やまはいもとといて、仕込み後に野生の乳酸菌がよく増殖してから酵母を添加するものと、仕込み時に市販の乳酸と酵母を同時にもろみに添加する速醸じょうもととがある。どちらの酒母も、麴や仕込み水からもろみに移行する際に雑菌を淘汰し、純粋な環境で酵母を発酵させる知恵である。

アルコール濃度はビールで5%、ワインでは12%程度だが、日本酒では20%にも達する(ただし、製品にする際は濃度を調整するため15%前後になる)。これは日本酒特有の製造方法によるものであり、水の量が米に対して1.2~1.3倍と非常に少ない濃厚仕込みであることと、蒸米や米麴などの原料を3回に分けて加え(三段仕込み)、米デンプンの糖化と発酵を同時に進行させる(並行複発酵)ことで、酵母はアルコール発酵をし続けることができる。また、日本酒の酵母はアルコール発酵能力が特に高いことと、吟



醸香と呼ばれるフルーティーな香りをつくるのが特徴である。日本酒に使う米麴は、米を溶解し、もろみ(原料を混ぜ合わせたものが発酵してどろどろになった状態)の中で、デンプンを糖化し、ブドウ糖を多くつくるための糖化酵素を十分に持つ必要がある。そうして酵母を旺盛に発酵させる。麴造りは米粒に麴菌を生やす固体培養で行われる。麴菌は液体培養では酵素を十分に生産しない。特に糖化酵素の遺伝子は、固体培養のときのみスイッチオンになることが近年の研究で明らかになっている。先人たちが経験的に行ってきた酒造技術は、微生物を巧みに操るバイオテクノロジーといえる。

Column

老舗醤油蔵に学ぶ発酵食品輸出のためのヒント

2013年に「和食」がユネスコ無形文化遺産に登録されて以降、和食への関心が高まり、また、和食は栄養のバランスが優れており体に良いことが広く世界に認知されるようになった。そこに加えて食文化に造詣の深い人たちがSNS等で発信することも手伝って、日本の発酵食品への注目が高まっている。特に醤油の輸出量は2012年の1万9,822ト¹⁾に対し、2021年は4万8,090トと倍以上に増えており¹⁾、欧米以外の国々にも需要の裾野を着実に広げている。多くは大手メーカーの製品だが、伝統的な製法でつくり続けている醤油蔵も独自の戦略で海外展開を進めている。

「大量生産品と違い、木桶仕込みの醤油は職人のセンスと誠実さが如実に現れる、とても繊細なもの。つくり手自らが世界へ出向き、直接商品の魅力を伝えることは他の商品との差別化に繋がります」と話すのは230年以上続く老舗・笹木醤油(埼玉県)の当主笹木吉五郎氏。近年は醤油の製造工程が学べる「しょうゆパーク」の運営や、醤油を使ったスイーツの開発など、伝統を守りながらも様々な挑戦を続けている。海外での販売実績は10カ国以上(2022年現在)。今後も販路拡大を目指す。「醤油の強みは、料理の隠し味として他を『活かす存在』であること。その商品なら



「しょうゆパーク」で醤油のつくり方を学ぶ子供たち。実際の醤油蔵を開放し、製造工程の見学や醤油を使った料理が楽しめる。近年は、外国人観光客の来場も増えているという。

ではの強み、そして蔵元ならではの強みを突き詰め、それを伝えていくことが大切です」(笹木氏)

こういった造り手たちの真摯な姿勢が、世界中の人々に醤油をはじめとする日本の発酵食品の魅力を知らしめ、新たな日本食ブームを生み出していくに違いない。

1) 2021年農林水産物・食品の輸出実績(品目別)より
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/e_info/attach/pdf/zisseki-23.pdf

3-2 その他の代表的な発酵食品

和食の特徴には、素材の味わいを活かす調理技術、一汁三菜を基本とする日本の食事スタイル、うま味を上手に使う健康的な献立などがあるが、それらに発酵食品は深く関わっている。ここで取り上げた発酵食品はどれも、日本の食文化の成り立ちに深く関わっており、今も日々の食生活に欠かせないものである。

鰹節（かつお節）

和食のうま味を演出する 世界一堅い発酵食品

鰹節はかつお肉を燻してよく乾燥させた後、カビ付けして発酵させた食品である。薄く削ったり粉末にして味噌汁や煮物などの料理の出汁を取るのに使ったり、冷や奴やおひたしなどにかけてそのまま食べる。鰹節が生み出すうま味と、かぐわしい香気は和食にとって欠かせないものである。

燻して乾燥させただけのものは「荒節^{あらかぶし}」と呼び、その表面を削って成型したものを「裸節^{はだかぶし}」と呼ぶ。さらに、これにカビ付けしたものは「枯節^{かればし}」、カビ付けを数回繰り返したものは「本枯節^{ほんかれぶし}」と呼ぶ。

鰹節の歴史

日本では古くからかつおが食べられており、現存する日本最古の書物である『古事記』(8世紀)に、すでに「堅魚^{かつお}」などの記述がみられる。また平安時代中期(10世紀頃)の『延喜式』に「煮堅魚^{えんぎしき}」と記載されているかつおの煮干しが登場している。この煮堅魚は天日干しだったが、室町時代になると火と煙を使って燻し乾かしてつくられるようになり、この頃には鰹節と呼ばれるようになった。室町時代中期の料理書『四条流包丁書』では「花鰹」と記述され、醤油と合わせて料理の味付けに用いられていたことがわかる。

焙乾^{ばいかん}¹⁾後にカビ付けするようになったのは1600年代半ばに土佐国(高知県)で始まったといわれる。土佐の鰹節は「土佐節」と呼ばれ1回だけカビ付けするのが特徴である。その後、カビ付けを繰り返すことによって魚臭さが減少し、うま

味が増し、特有の香気が醸し出されることがわかり、現在の本枯節が生まれた。

製造方法

鰹節の製造は、まず原料の鰹の頭と内臓を切り取り、三枚におろす。大きなものはさらに背肉部と腹肉部に分ける。切った鰹肉は籠に並べて釜に入れ、80℃くらいで60~90分間煮熟^{しやしやく}²⁾し、放冷後は手作業で骨を抜く。これを1回焙乾したものは「なまり節」と呼ばれる。焙乾は10回くらい繰り返され、培乾を終えるとタール質で覆われ真っ黒になる。この荒節表面のタール質を削って取り除き裸節とし、優良カビ³⁾を散布すると1~2週間で表面はカビで覆われる。これらのカビは脂肪分解力が強く、たんぱく質分解力が弱いのが特徴である。カビが生えた状態で、天日干ししてからブラシで表面のカビを払い落とし、再びカビ付けをする。この作業を4回行うと、本枯節となる。かつおから鰹節になるまでに60~80日を要する。

鰹節の最大の特徴はその固さにある。これは焙乾とカビ付けの繰り返しにより、水分が15%前後にまで低下するためである。極限まで乾燥させることで、微生物が生育できない環境となり、保存性が増す。また、カビ付けによって脂肪が分解除去されるため、鶏ガラや豚骨でとった出汁のように濁らない。

鰹節にはうま味物質である5'-イノシン酸が豊富に含まれる。5'-イノシン酸とグルタミン酸を合わせると、うま味の相乗効果が起こることが知られている。昆布出汁との混合出汁は、まさにその相乗効果の産物である。また、鰹節の価値は焙乾やカビ付けの工程でつくり出される香りにもある。香気成分としてアルコール



類、フェノール類、カルボニル化合物など約400種類が確認されている。

かつては一般家庭でも鰹節専用の削り器を使っていたが、最近は削られた状態のものが多く販売されている。しかし、鰹節がもつ特有の風味は代替が困難であり、鰹節が和食にとって、そして日本人にとって欠かせないものであることには変わりはない。

その他の節類

鰹節は産地により土佐節、薩摩節(鹿児島県)、伊豆節・焼津節(静岡県)と呼ばれ、形状や風味など、産地ならではの特徴がある。現在では、鹿児島県と静岡県が二大生産地となっている。かつお以外の魚を原料とした「節」も各地でつくられている。宗田節(マルソウダ、ヒラソウダ、スマソウダ)、マグロ節、サバ節、ムロ節(ムロアジ、マアジ)、ウルメ節(ウルメイワシ)、イワシ節(カタクチイワシ)がある。それぞれ色の濃淡や味の違いにより、お吸い物、味噌汁、そば、うどん、ラーメンの出汁など、様々な形で和食の味を支えている。

1) 鰹節を燻製させながら乾燥させていく工程。うま味の凝縮、腐敗防止、魚の臭みを消す効果がある。

2) 生のかつおをさばいた後に煮る工程。沸騰させないように差し水をしながら煮る。かつおの腐敗を抑え、乾燥させやすくし、うま味を閉じ込める効果がある。

3) カワキコウジカビ(ユーロチウム・ハーバリオラムやユーロチウム・レバンス)や、麹菌の仲間(アスペルギルス・グラウクス)が用いられる。

納豆

特有の匂いと味わいが クセになるバランス栄養食

日本の「納豆」といえば、ご飯にかけて食べる「糸引き納豆」がまず想起される。煮大豆を納豆菌で発酵させた無塩大豆食品で、独特の匂いと、発酵によってつくられる粘物質が特徴。栄養価は極めて高く、現代ではご飯のお供として日本中で日常的に食べられているが、昔は冬の寒さが厳しい東北地方の貴重なたんぱく源として食べられてきた。

日本には、塩辛納豆（または浜納豆や寺納豆）と呼ばれるものもあり、納豆菌を使わず、煮大豆に麹菌を植え付けて大豆麹とし、これを食塩水に漬け込んで乳酸発酵させた後、乾燥させて製品とした

ものである。塩辛納豆は、中国の塩蔵大豆発酵物で日本の味噌のルーツとされる「^{くき}鼓」が原型と考えられる。その歴史は糸引き納豆よりも古く、奈良時代にはすでにつくられていたとされる。

糸引き納豆がいつ頃からつくられていたのかは明らかでない。発祥については諸説あるが、いずれの説も時代は飛鳥時代（6～7世紀）または平安時代（9～11世紀）とされ、稲わらで包んであった煮豆が臭気を放ち、粘って糸を引く状態に変化していたのを偶然発見したというものである。室町時代（14世紀）に書かれた『精進魚類物語』には、納豆太郎糸重という明らかに糸引き納豆を擬人化したと思われる登場人物が描かれていることから、少なくともこの頃には糸引き納豆があったと考えられる。

納豆は江戸時代までは各家でつくられ、汁ものに入れて食べられていた。江戸



時代になると工業生産されるようになり、この頃から糸引き納豆はご飯にかけて食べられるようになった。糸引き納豆には、ビタミンB₁、B₂をはじめとするビタミン類、ミネラル、カルシウムが豊富で、消化吸收も良く、かつて粗食だった日本人にとって最適な食品であった。

なお、インドネシアのテンペや、ネパールやブータンなどに伝わるキネマなど、日本の納豆に似た無塩大豆発酵食品はアジアの各地で見られるが、ご飯にかけて食べられているのは日本の納豆だけである。

みりん

飲料から調味料へと 進化した酒

みりんは、約45%の糖分と約14%のアルコール分を含む液体の甘味発酵調味料である。日本酒と同じように「國酒」とされており、和食の甘味付けに欠かせない酒類調味料として、醤油とともに調理に用いられることが多い。

みりんの調理効果として、甘味付けのほか、料理に「てり・つや」を付与させること、やわらかく切れのよい甘味を付けること、調味液成分の浸透性を高めること、煮崩れを防止すること、生臭みを消すことなどが挙げられる。これらの効果は主としてアルコールと糖類によるものである。

みりんは、室町時代（14～16世紀）の頃の「練貫酒」という甘い酒や、戦国時代（15～17世紀）の頃、中国から伝わった「蜜淋」という甘い酒を起源と考えられており、1593年の『駒井日記』にはじ

めて「みりん」の名称が出現している。当初は甘い酒として飲まれていたが、江戸時代後期にもち米と米麹を焼酎に仕込む現在のような甘味の強いみりんが誕生してからは、甘味調味料として使われるようになった。江戸後期に出版された多くの料理本に、みりんを使った多様な料理が記載されており、この頃にはみりんは基本調味料として定着していたと考えられる。

みりんは、蒸したもち米と米麹に焼酎または醸造用アルコールを加えて、40～60日間発酵させてつくられる。そのため、みりん製造にアルコール発酵工程がない。防腐剤の役割を持つアルコール存在下で麹菌酵素を作用させ、デンプンの糖化で糖分をつくり、たんぱく質分解でアミノ酸をつくるものである。もち米を使うのは、もち米デンプンは^{うるちまい}粳米デンプンより老化しにくく、米麹の酵素作用を受けやすいためである。発酵を終えたもろみは圧搾されて製品となり、圧搾残渣はみりん粕として漬物粕や魚肉漬の漬け床に利用される。

みりんの甘味成分の80～90%はグルコースであるが、そのほかにイソマルト-



ス、コウジビオース、マルトース、α-エチルグルコシドなど様々な糖類が含まれていることが、みりんの複雑で上品な甘味質を特徴付けている。

みりんは「本みりん」とも呼ばれる。みりに類似した調味料として、みりん風調味料や発酵調味料（料理酒）がある。みりん風調味料はアルコールを含まず糖類をブレンドしたもので、発酵調味料はアルコール発酵させた後、約2%に加塩して不可飲処置が施されたものである。

本みりんは酒類であるが飲用ではなく調味料として用いられるものである。酒類の中に、もう一つ本みりと同様に料理に用いられる甘い酒がある。灰汁持酒^{あぐもちざけ}といい、少ない水で仕込む上に、木灰を加えて熟成させる工程があるため、濃い褐色の甘い酒となる。熊本の赤酒、鹿児島^{あぐもちざけ}の地酒、島根の地伝酒が有名である。

酢

現代の寿司を生み出した 立役者

酢とは、米や麦、果実などを原料として酢酸菌で発酵させた液体調味料である。英語で酢のことをビネガー (vinegar) というが、語源はフランス語の vinaigre (vin+aigre) つまり「酸っぱいワイン」の意味である。その語源のとおり、酢は酒に含まれるエタノールが酢酸菌で酢酸に変化して酸っぱくなったものであり、酒と密接な関係がある。

4世紀頃、中国から酒造技術とともに酢の製造技術が伝わった。日本で発達したのは米酢で、米麴、蒸米、水を桶中で混合して静置発酵させる方法が江戸時代(19世紀後半)まで続いた。

平安時代の貴族の食事では、小皿に入れた酢が塩や酒とともにお膳に並べられ、これらの調味料に料理を付けて食べられていた。食材の保存手段が乏しかった時代、調味料で消毒する意味があったのではないかと考えられている。鎌倉や室町時代になると、「なます(生の肉や魚を細切りにして酢で和えたもの)」に代表される酢料理が増えた。江戸時代になると香辛料や味噌を加えた合わせ酢としての記載が書物に多くみられる。

日本の書物に酢の製造方法が初めて出現したのは平安時代で、それから江戸時代を通じて出版された書物に記載されている酢のほとんどは米酢であり、ほかには酒酢(酒として造ったものが酸っ

ぱくなったもの)がいくつか見られる程度である。このことから、日本で古くから発達してきた酢は米酢であるといえる。

酢の製造方法

日本の食酢製造方法には大きく分けて、伝統的な製造法である表面発酵法(静置発酵法)と、工業生産される製品に用いられる深部発酵法(全面発酵法)がある。前者の代表的な例は鹿児島県福山町など一部地域に伝わる壺酢製造であり、壺の中に米麴、蒸米、水を入れ、屋外にて半年間放置しておくものである。壺の中では、乳酸発酵と糖化が起こり、アルコール発酵が始まると、やがて酢酸菌が液面に膜を張って酢酸発酵を行う。つまり壺の中で麴菌酵素の作用とともに乳酸菌、酵母、酢酸菌が順次発酵して酢となる。半年で酢酸発酵は終了するが、そのままさらに半年~3年間熟成する。その間に液色は濃い琥珀色になるため、黒酢と呼ばれる。黒酢は、原料に玄米または精白度の低い米が使われ、米の使用量が一般的な米酢と比べて4.5倍多いため、特にアミノ酸が多くなる。

一方、深部発酵法による米酢の製造方法は2段階の発酵で行われる。米を原料としてまず清酒をつくり、これに酢酸菌膜を移植して静置発酵により酢酸発酵



伝統的な表面発酵法による壺酢製造の様子(鹿児島県霧島市)
© K. P. V. B

に短期間漬け込み、食材に味を染み込ませたもので、発酵していない。一方、発酵漬物は、食材を塩漬けにして発酵させた中国の醤の一種である草醤くわじょうがルーツであるといわれている。野菜を塩ひしおに漬けて保存性を持たせて、発酵させることで風味が良くなり発酵漬物として食べられるようになった。やがてその技法が日本全国に広まり、その土地で採れる野菜を使っ



を行う。清酒製造で生じる副産物である「酒粕」を原料につくられる穀物酢は、「粕酢」と呼ばれる。酒粕を一定期間の熟成させた後、加水し酢酸菌膜を移植して静置発酵すると粕酢となる。酒粕は熟成によって糖やアミノ酸が増加するため、発酵および熟成中にメイラード反応¹⁾が進行して赤色化する。赤色の濃い粕酢は赤酢と呼ばれる。

酢の利用法

日本で江戸時代まで発達してきた酢は主に米酢で、明治時代以降になって製造技術の進歩とともに果実酢など様々な酢が広まった。米酢は、味噌、醤油、だし、香辛料などを加えた合わせ酢として日本料理に使われてきた。米酢はすし飯に利用され、粕酢は特に江戸前握り寿司によく合うとされる。米酢よりも安価な粕酢は、現代に繋がる寿司の普及に貢献し、寿司の発展とともに需要を伸ばしていった。

酢は料理に酸味を加えるとともに、食材の臭いを消したり、食材の色を発色させたり、強い殺菌力や保存性を持つなど、さまざまな調理効果や保存効果を持つ。さらに近年、研究により酢の持つ様々な機能性も明らかになり、酢の用途はますます広がりつつある。

1) 糖とアミノ酸などの間で褐色物質の「メラノイジン」などができる反応

漬物

土地の気候風土を生かした 知恵の結晶

日本の漬物には、発酵していない漬物と発酵した漬物(発酵漬物)がある。「浅漬」や「調味漬」は塩や醤油などの調味液



た様々なご当地漬物が発達した。

塩漬け等の発酵漬物は、野菜に付着し

ている乳酸菌などが塩漬けの間に増殖して発酵風味が増していく。はじめ乳酸菌が増殖すると乳酸のため水素イオン濃度(pH)が下がり、雑菌が増殖しにくくなるが、同時に乳酸菌も衰えていき、代わりに酸に強い乳酸菌(前の乳酸菌とは異なる種類)が増殖していく。発酵が進むにつれて野菜の細胞が壊れ、食感が軟らかくなったり、発酵成分が染み込んで

酸味やうま味が増したり、さわやかな発酵香が生まれる。

米ぬか(玄米から白米に精米するときに出る粉)を使ってつくるぬか漬の場合、長期間使われることにより、乳酸菌のほか酵母や様々な細菌類が世代交代を重ねてぬか漬の中で複合微生物叢をつくる。そのため、ぬか漬は複雑で独特な香りとなる。

貴重な食材を保存する知恵として発達した各地の漬物は、日本全国で600種類を超えるといわれている。漬け汁や漬け床の豊富さ、漬け込む材料の多彩さ、さらにはそれらの漬け汁や漬け床に応じた漬け方の多様さ、これらの掛け合わせにより世界一とも呼ばれる漬物大国となったのである。

甘酒

「飲む点滴」と称される発酵飲料

甘酒は、米麴または米麴と米飯に水を加え、加温により糖化させてできる甘味の強い飲料である。名前は酒だが、アルコール分を含まないので酒類に該当しない。

奈良時代の『日本書紀』に記述されている天舐酒あまのたむざけは、現代の酒よりも甘酒に近く、米麴からつくられるがアルコール濃度は非常に低く甘味の強い酒であったと考えられている。甘酒が庶民に広く飲まれるようになったのは江戸時代で、甘酒は「飲む点滴」といわれるほど栄養価が高く、人々は夏の暑さを乗り切るために甘酒を求めたため、特に夏には甘酒売りが街で多く見られたといわれている。

甘酒は、味噌用の米麴と水、あるいは

米麴と同量の炊飯米と水を混ぜて、55～60℃で一晩加温してつくられる。炊飯米にはもち米が使われることが多い。米麴さえ入手できれば家庭で容易につくることができるが、近年日本では麴ブームをきっかけに多くの醸造会社から甘酒が販売されるようになった。

甘酒製造では、米の主成分であるデンプンに、麴菌がつくるアミラーゼが作用して大量のグルコース(ブドウ糖)ができる。これが甘酒の主成分となる。そのほかには米たんぱく質が麴菌のプロテアーゼの作用で分解してペプチドやアミノ酸が生じる。

また、甘酒には麴菌の代謝物であるビタミンB群や、麴菌体や米の成分である食物繊維も含まれている。大量のグルコースに加えて糖代謝に必要なビタミンやミネラルが含まれるため、甘酒は疲労回復に即効性の高い飲料といえる。

さらに、米由来のグルコシルセラミドや



麴菌のN-アセチルグルコサミンは、皮膚の保水性に関わるコラーゲンやヒアルロン酸の合成を促進するため、美容効果も期待できる。

甘酒は米麴でつくるほかに、酒粕でつくる方法もあり、米麴でつくる甘酒を「麴甘酒」、酒粕でつくる甘酒を「酒粕甘酒」と呼び、区別している。酒粕甘酒は、酒粕をお湯で溶いて砂糖を加えてつくるもので、酒粕に含まれる若干のアルコールが残っている。製造に発酵工程はないが、酒粕は清酒醸造の副産物であるので酒粕甘酒も発酵飲料といえる。

Column

食材のうま味を引き出す発酵調味料の力

日本で使われている基本調味料の多くは発酵調味料であり、これらをつくるには麴が欠かせない。麴は主に食材の成分を分解する役割を担っている。例えば甘酒製造では、麴菌のつくったデンプン分解酵素によって米デンプンが分解してブドウ糖となり、濃厚な甘味生まれる。また醤油製造では、麴菌のつくったたんぱく質分解酵素によって大豆たんぱく質や小麦たんぱく質が分解され、やがてアミノ酸となることで豊かなうま味が生まれる。一般的にたんぱく質やデンプンは味を持たない。酵素で分解されてアミノ酸やブドウ糖となることでうま味や甘味を現す。

しかし、味は複雑なものである。たんぱく質というのは、20種類のアミノ酸がある特定の並び順で一直線に結合した鎖が折り

畳まった構造を持つ巨大分子である。この結合はペプチド結合といい、数個のアミノ酸がペプチド結合で連なったものがペプチドである。ペプチドは発酵食品には必ず含まれている。麴菌のたんぱく質分解酵素は、このペプチド結合を切断してたんぱく質を断片化することができる。20種類のアミノ酸にはグルタミン酸のうま味だけでなく、グリシンやアラニンの甘味、バリンやロイシンの苦味など多様な味があるが、アミノ酸がペプチド結合で連なると全く別の味になる。ペプチドはアミノ酸の並び順によって複雑な味の厚みやコクを与える。発酵食品の豊かで複雑な味は、このペプチドに由来するものであり、それをつくり出す麴菌こそ発酵食品の源泉なのである。



日本の「発酵技術」を世界へ

前橋 健二さん 東京農業大学応用生物科学部醸造科学科教授

1969年生まれ。東京農業大学大学院農学研究科博士後期課程満期退学。博士(農芸化学)。食生活を豊かにする調味料、おいしさや味などをテーマに研究。発酵による食材の変化、発酵調味料、味の解析や味覚の仕組みなど、「発酵」と「味」について、多方面から科学的アプローチを続けている。著書に『旨みを醸し出す麴のふしぎな料理力』(共著、東京農業大学出版会)、『砂糖の代わりに糀甘酒を使うという提案』(共著、アスコム)など。

「おいしさ」はどのようにして生まれる？

私は醸造科学の中で特に発酵食品を専門に研究していますが、主軸として「味」つまり「おいしさ」に一番重点を置いています。食品であるからにはおいしくなければ食品として成り立ちません。「おいしい」という感覚、その「おいしさ」への喜びこそが人を幸せにできる、人類みな共通に味わえる幸福ですね。その方向として、特に調味料、発酵の力を借りて食べ物をおいしくする「醸造調味料」に注目しています。人間が味を感じる仕組みと食品側の成分の変化の両面からアプローチすることで、「おいしさ」がどのようにして生まれるのかがわかってきました。

例えば、卵白中にあるリゾチームというたんぱく質が「甘い」ということが研究からわかりました。リゾチームとは、卵白のほか哺乳類の母乳の中にも含まれている免疫たんぱく質です。風邪薬にも含まれています。ではどのようにしてその甘みは生まれているのでしょうか。それはリゾチーム分子表面のプラスマイナスの働きによって、舌の甘味を感じるセンサーに近づくことで甘みを感じるのです。つまり、人間が物質の味を感じるためにはその分子構造が重要なのです。ある決まった構造を持った分子だけが味を示します。分子と分子が相互作用を起こすことで、苦味を感じなくさせたり、甘味やうま味を引き出したりといったこともあります。食品を味わうということは大変複雑で、そこからつくられる味は無限であり、人間の想像を超える味ができる可能性があるのです。

また、古くから盛んに研究されている

味成分の一つに、たんぱく質が分解してできるペプチドという物質があります。これは味の主役ではありませんが、味をおいしくする役割があります。ペプチドは20種類のアミノ酸がいくつか繋がった構造なので、アミノ酸の種類と数、並び順の違いで構造は無限にあるといえます。ある構造を持つペプチドは、抗酸化作用や血圧低下作用などの機能性があることがわかっています。わずかな構造の違いで生理活性は変わりますが、味も変わります。たんぱく質分解物を豊富に含む発酵食品の味には、まさにこのペプチドが関与しており、多様な味の無数のペプチドが組み合わせることにより、発酵食品特有の複雑なうま味がつくられておいしくなるのです。

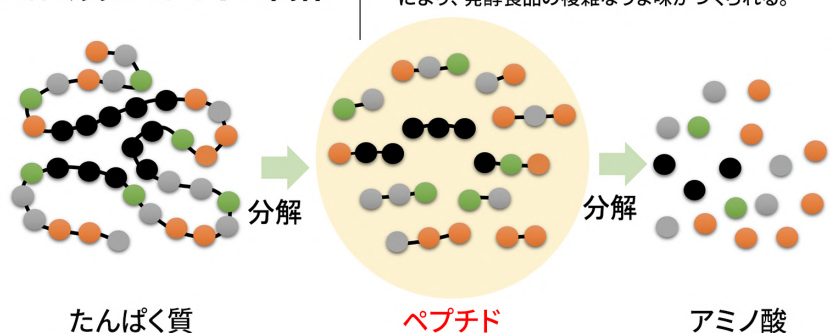
たんぱく質に限らず、でんぷんや他の様々な成分についても同様です。微生物の酵素で成分を分解して、一つの分子から無数の分子へ分離させることで、味の幅を広げることはもちろん、しっかりとした厚みのあるうま味が生まれるところが発酵のすごさでしょう。具体的な分子はまだまだ見つけきれませんが、これら一つ一つを解明していくことが私の課題であり、日本の発酵食品の奥深さを世界に認知してもらうために必要不可欠だと考えています。

日本の発酵の中心は「麴」

2013年に和食がユネスコ無形文化遺産に登録されて以降、日本の発酵文化や個々の発酵食品への注目が高まりました。中でも日常に手軽に取り入れられる塩麴が話題になり、今では調味料の一つとして定着しています。豊富に酵素を持つ麴がうま味をつくることは発酵学の世界では常識的なことですが、これまで醤油や味噌をつくるための縁の下の力持ち的な存在であった「麴」が世間に注目される良いきっかけになったと感じています。「手前味噌」という言葉があるように、江戸時代の頃から味噌づくりほどこの家庭でも行われていました。その際、余った麴に野菜を漬けていた、つまり昔からすでに塩麴の技術は存在していたのです。余った麴を大切に工夫する……日本人らしい知恵と感じます。

実は塩麴そのものは、うま味成分を多く含んでいるわけではないのですが、成分分析の結果、甘酒と同様に甘味を主成分としていることがわかりました。塩の影響でそのままでは甘味は感じませんが、料理に使うとほどよい塩味加減とともに甘味がおいしいうま味として感じられるのです。そして、「麴」の酵素が食材に作用

たんぱく質とペプチドの関係



してうま味を生み出し、おいしくなるというわけです。素材から「麴」の力で味を引き出す。これは日本の発酵調味料の特徴の最たるものといえるでしょう。塩麴の効果調べることで、日本の発酵食品の中心は「麴」であることを再認識できました。

日本では、海外に負けない独自の発酵文化が発達してきました。その一番の特徴は、様々な発酵食品が「麴」を中心としてつくられることと、これら発酵食品を調味料として利用していることでしょう。「麴」の発酵調味料で調味することで、日々のあらゆる食事から発酵の恩恵を受けることができます。まさに、日本の食事を支えているのは「麴」といえます。



塩麴は、食塩およそ10%で米麴と水を合わせて糖化させた塩味発酵調味料。粥状またはペースト状であり、まれに粉末状や液体状のものもみられる。米麴は、蒸した米に麴菌を生やしたものであり、麴菌が生育する際につくった様々な消化酵素を含んでいる。特にデンプン分解酵素は豊富に含まれ、米麴に水を加えて加温することで米デンプンは消化されて高濃度のブドウ糖ができる。塩麴は、製品化後も麴酵素が残存しているため、料理に使うと酵素作用で食材に変化を与える。

見えない発酵、見える発酵

日本の食技術では、滋味に乏しい素材からでもうま味や甘みを引き出して、調味料と食材を絶妙に調和させてきました。多彩な包丁さばきと茹でる、蒸す、煮る、焼くといった調理法との組み合わせで、食材そのものが持つ酵素の力で食材から味わいを引き出して和食の繊細な味をつくり続けてきました。そして、食材の味を活かす調理技術に加え、麴の酵素も働かせて和食特有の複雑なうま味を引き出すのです。一方、西洋の考え方は科学的かつ機能的で、食材それぞれの良い成分を抽出して、それに塩や砂糖などの単一の味物質を足していくことで風味を重ね

ていく調理法が一般的です。

日本の伝統的な発酵工程における微生物の働かせ方は非常に複雑かつ繊細です。見えない微生物を操る技術は、神秘的といってもいいかもしれません。これは穀物や野菜、魚介類を中心とした食文化に加え、それらの食材を高温多湿な環境の中で保存する技術として、塩を大量に入れて漬けておくという古代中国^{ジャン}の醬的発酵がベースにあると考えられます。塩漬けしておけば、腐敗することなく有益な微生物だけが働いて、自然に発酵が起こるからです。

一方、西洋における発酵はもっとシンプルで合理的です。例えば、牛乳に乳酸菌を入れることでヨーグルトができる、ブドウ汁に酵母を入れてワインができるといったように、過程が明確でなければなりません。常温で食品を置くことで得体の知れない微生物を増やすなんてことには、衛生面に不安を感じるでしょう。

日本は古来、微生物の存在を知らずに、失敗と成功を繰り返して経験的に発酵技術を培ってきました。現代ではこの神秘を科学の力である程度解き明かすことができるようになってきました。例えば、麴づくりでは米の蒸し方や麴の混ぜ方・温め方など麴の扱い方すべてに科学的な意味があります。巧みな発酵技術によって、高い品質と優れた健康効果を持つ発酵製品が得られているのです。この複雑な仕組みを解明することは、研究者として興味深いことであり、より安全な発酵を世界に広げることができると確信しています。そしてゆくゆくは、分子レベルで明らかにすることで体にどんな影響を与えているかを解明し、発酵がより具体的な形で健康に寄与することになるでしょう。

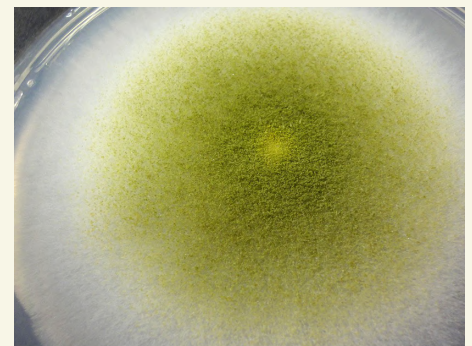
「麴」の技術を世界へ

日本の発酵の素晴らしさを世界に広めるために必要なことは、今ある発酵食品を積極的に広めるというのも一つですが、もう一つの道は日本式の発酵の“技

術”を広め伝えることです。そのためにはまず、この国、この民族、この地域ではどんなものが食べられているのか、どんな生活をしているのかといったように地域の文化を理解しなければなりません。味の嗜好性というのは香りも含め人間にとって後天的に形成されるもので、その味を好きか嫌いかは生きていく上で学んでいくものですし、生まれた地域・人種によって好むものも千差万別です。その土地で食べられている食材に微生物を作用させて、その土地ならではの発酵食品を生み出す、その手助けとなるのが「麴」の技術なのです。どんな食材でも、麴菌を使った発酵技術で麴化できれば、特有の風味が引き出された発酵物ができます。また、その麴発酵物にさらに微生物を作用させて発酵を広げることができるでしょう。

最近では海外でも日本の発酵食品に関する研究が増えてきていますが、しばしば、日本ではかなり昔からわかっていることが改めて研究されている報告も見受けられます。これは、国内では情報が共有されてきたものの、海外に向けて十分に発信されてこなかったことが要因かもしれません。

しかし、これまでの「日本の発酵=見えないもの」という概念の転換期が今まさに訪れようとしています。それは遺伝子や成分の分析技術が飛躍的に進歩したことで、発酵現象や微生物の性質等についての科学的解明が進んでいるからです。例えば、本来カビは毒をもっていますが、日本人が長年にわたり“家畜化”して



シャーレで培養される麴菌のジャイアントコロニー。研究により、日本式発酵技術の「見える化」が進んでいる。

きた麹菌は毒がない安全な菌であることが麹菌のゲノム解析から証明されました。エビデンスがとれれば、体にどんな影響を与えているかを医学、食品学、栄養学の各方面から示すことができますし、伝統発酵食品の効果は医食同源といえることが証明されるのではないのでしょうか。

微生物との共生が創る未来

今後起こるであろうといわれている食

糧危機、つまりたんぱく質不足にも発酵の技術が利用できるのではないかと考えています。たんぱく質の材料であるアミノ酸は、微生物によって大量生産することができます。これに代表されるグルタミン酸発酵は、日本人によって発明され現在では世界中で行われている技術です。また、微生物の中には、たんぱく質を大量生産できるものがあります。地球上にはまだ人類の知らない微生物が無数に存在しますし、伝統発酵食品にさえ未知の微

生物が含まれていますので、今後新たな能力を持つ微生物が発見される余地は大いにあります。微生物の発酵の力を有効に活用することができれば、未来の食糧危機の解決の糸口になるかもしれません。

人類よりもはるか昔から存在してきた微生物。微生物と人類の本当の意味での共生が、これからの未来を大きく変えていくことになるかもしれない—と考えたとき、改めて発酵の神秘の偉大さにわくわくさせられます。

Column

発酵食品の知恵に学ぶ

日本の各地に無数に存在する発酵食品。その土地の気候風土と多種多様な食材、そしてそこに暮らす人々の知恵により、唯一無二の食品が生まれ、今日まで継承されてきた。ここでは、この冊子で取り上げられなかった個性豊かな発酵食品の中から、監修者が注目する3品を紹介する。

大徳寺納豆 / 京都府



味噌と醤油の原型を残す醤

京都の大徳寺に伝わっていることからこう呼ばれ、塩辛納豆とか寺納豆とも呼ばれる。納豆といっても糸引き納豆のようなネバネバはなく、納豆菌ではなく麹菌で大豆を発酵させてつくられる。高濃度食塩で漬け込むので塩分濃度が高く、このとき耐塩性乳酸菌の発酵も起こるので、製品には強い塩味とともにうま味と酸味が感じられる。中国の豆鼓とよく似ており、味噌の原型のようなもので、製造方法は豆味噌やたまり醤油と似ている。そのままお茶請けとして食べたり、調味料として料理に使う。

かぶら寿司 / 石川県、富山県



世界でもめずらしい魚のお漬物

石川県や富山県の伝統発酵食品である。スライスしたカブにブリの切身を挟みこんで発酵させたものである。寿司というが酢飯は使っておらず、寿司というより漬物の類である。カブが飯のかわりのようなものかもしれない。塩漬けたブリをカブと米麹とともに漬け込むことで、乳酸発酵が起こり酸味が付くので、なれずしの一種ともいえる。しかし、なれずしのような独特の風味はなく、くせがないので食べやすい。

みき / 鹿児島県



野性味溢れる乳酸発酵飲料

奄美諸島で伝統的に飲まれている発酵飲料である。材料は米粉やさつまいもだったり、米麹や麦麹を使ったりと島によって異なる。麦麹と米粉でつくるみきは、ほのかな酸味を持ったさわやかな甘酒のよう。材料に水を加えて練り、常温で置くことで乳酸菌が発酵し、乳酸の酸味が生まれる。

発酵食品は知れば知るほど奥深いものですが、毎日の食生活の中で、そのおいしさを実感してこそそのものです。しかも健康効果も期待できるわけですから、取り入れない手はありません。最後に、簡単につくれて毎日続けられる発酵食品を紹介しましょう。

気軽に酢とはちみつを混ぜ、水で薄めて飲む「オキシメル」という飲料があります。ごく軽い酸味でほのかな甘みもあり、酢の効果も日々手軽に得られる飲料といえるでしょう。夏には炭酸水で割って飲むのも良いと思います。オキシメルとは、医学の祖と呼ばれるかのヒポクラテス（紀元前400年頃）が推奨していたとされる飲料です。

古代ギリシャの時代には酢は薬用としての用途がよく知られていて、ヒポクラテスは、一般的な風邪や咳などほとんどの疾患に対

する治療薬として酢を処方していたといわれています。そのヒポクラテスの書籍には、はちみつを煮沸し、それに等量の酢を混ぜ、19倍の水を加えて薄めるというオキシメルのレシピも記載されています。

現代では、酢の健康成分について研究が進んでおり、主成分の酢酸が血圧降下作用や内臓脂肪減少効果などの機能性をもつことや、製造に使われる酢酸菌やその菌体成分に免疫調節作用があることなどが報告されています。

先人たちの知恵と経験の蓄積から生まれ、現代に伝わる発酵食品。私たちはその素晴らしさを存分に享受し、未来に伝えていく使命があるのです。

「にっぽんの発酵」についてより詳しく知るための参考文献

<発酵全般>

- 『発酵 ミクロの巨人たちの神秘』（小泉武夫著、中公新書）
- 『発酵食品学』（小泉武夫編・著、講談社）
- 『発酵食品礼讃』（小泉武夫著、文春新書）
- 『食と日本人の知恵』（小泉武夫著、岩波現代文庫）
- 『発酵文化人類学』（小倉ヒラク著、角川文庫）
- 『発酵はおいしい!-イラストで読む世界の発酵食品-』（おのみさ、ferment books著、パイ インターナショナル）
- 『日本の伝統食品事典』（日本伝統食品研究会編、朝倉出版）
- 『麴（もと）人間の文化史138』（一島英治著、法政大学出版局）
- 『改訂 醸造学』（野白喜久雄ら編、講談社）

<味噌、醤油、他>

- 『醤油・味噌・酢はすごい 三大発酵調味料と日本人』（小泉武夫著、中公新書）
- 『味噌・醤油入門』（山本泰・田中秀夫著、日本食糧新聞社）
- 『味噌大全』（渡邊敦光監修、東京堂出版）
- 『みその文化誌』（みそ健康づくり委員会編、全味連・中央味噌研究所）
- 『醤油（もと）人間の文化史180』（吉田元著、法政大学出版局）
- 『しょうゆの不思議』（日本醤油協会）
- 『日本の酒』（坂口謹一郎著、岩波文庫）
- 『酒の話』（小泉武夫著、講談社現代新書）
- 『鯉節（もと）人間の文化史97』（宮下章著、法政大学出版局）
- 『漬け物大全』（小泉武夫著、講談社学術文庫）

関連Webサイトのご案内

本冊子で紹介した発酵食品を使用した郷土料理や、発酵食文化が根付く地域の情報を掲載しています。海外向けに多言語化サイトも作成していますので、ぜひご活用ください。

うちの郷土料理



各地域で選定された47都道府県、1,365品目の郷土料理の歴史・レシピ・郷土料理を生んだ地域の背景等を紹介しています。

Our Regional Cuisines



「うちの郷土料理」の多言語化サイトです。5か国語（英語、簡体字、繁体字、スペイン語、タイ語）で閲覧可能です。

- ・本冊子に掲載されているすべての内容の著作権は、農林水産省に帰属するか、農林水産省が著作権者に許諾を得て使用しているものです。
- ・本冊子の一部およびすべてについて、複写、複製、転載、転用、編集、改変、送信、放送、配布、貸与、翻訳、変造等する際には、引用元（農林水産省「にっぽんの発酵食品」）を明記の上、ご利用ください。
- ・本冊子または本冊子を加工・編集等したものを販売することを禁じます。

にっぽんの発酵食品

2023年3月7日発行

発行 農林水産省 大臣官房 新事業・食品産業部 外食・食文化課 食文化室
〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1 TEL:03-3502-8111(代表)

監修 前橋 健二

編集・制作 「ぐるなび和食文化・伝統食品 検討委員会」事務局

本冊子はどなたでも自由に活用いただけます。

本冊子は、令和4年度訪日外国人対応による輸出促進連携支援事業のうち日本の食文化の多角的な価値の整理・情報発信委託事業において作成されたものです。