

発酵調味料 “味噌” を知る

北川 学

味噌とは

発祥と歴史 味噌の起源は古代中国の食品「醬(しょう/ひしお)」「豉(し/くき)」だと考えられている。『大宝令』(701年)に記載されてから、これまでに1300年を超える歴史がある。この間、日本の食文化に深く溶け込み、毎日の食事において重要な食材となっている。基礎調味料である「さしすせそ」の「そ」にあたり、微生物の力で作り出される発酵調味料である。

定義 味噌は、「食品表示基準」¹⁾(旧：みその品質表示基準)により定義されているが、一般的に、大豆、米、麦などの穀類に、麹菌を培養し、これに蒸煮した大豆などの穀類と食塩もしくは食塩のみを混合し、発酵、熟成させた半固体状のものである²⁾。

分類 味噌は、麴にする原料の違いにより、米味噌、麦味噌、豆味噌、調合味噌の4種類に分類されている¹⁾。その中で現在生産されている約8割が米味噌である³⁾。米味噌は、「米、大豆、塩」を原料として作られる。その際、米は米麴として製麴され仕込まれる。麦味噌は、「麦(大麦または裸麦)、大豆、塩」を原料とし、麦は麦麴として製麴され仕込まれる。一方、豆味噌は、「大豆、塩」を原料として作られ、大豆は大豆麴とされ仕込まれる。調合味噌は、これらの味噌を2種類以上調合したもの、または、米麴、麦麴、大豆麴を2種類以上混合した味噌である。このようにいずれの味噌も、少なくとも原料には大豆、食塩を含む。

一方、一般的には、味による分類、色による分類がされる。まず甘口、辛口というように味によって分けられる。辛さは、食塩の量によるが、もう一つの決め手は、麴歩合である。麴歩合とは、原料の大豆に対する米麴や

麦麴の比率のことで、[米(麦)の重量/大豆の重量×10]で表す。塩分が一定なら、麴歩合が高い方(米麴、麦麴の割合が多い)が甘くなる。米味噌であれば、15~30が甘味噌(食塩5~7%)、8~15が甘口味噌(食塩7~13%)、5~10が辛口味噌(食塩11~13%)と呼ばれる目安である²⁾。また、出来上がりの色によって、赤味噌、淡色味噌、白味噌などに分けられる。

地域性 南北に長いその地形や気候によって日本全国各地の味噌の種類はさまざまである。北海道では赤い色の中辛口が主流で、仙台では仙台味噌と呼ばれる伊達政宗時代から引継がれている赤色辛口味噌が有名である。全国的にその大半のシェアを占めるのが長野県で生産される信州味噌(いずれも米味噌)である(図1、社内資料から転用)⁴⁾。中部地方では豆味噌が、九州や四国・中国地方の一部の地域では麦味噌が生産されている。

製造工程 代表的な米味噌の製造工程を図2に示した(社内資料から転用)。大豆を蒸すか煮るかしたものに、米を蒸して麹菌を接種し製麴した米麴、食塩を混合し(仕込み)、発酵・熟成させる。一般的には、25~30°C程度で仕込みがされる。酵母や乳酸菌は、仕込みの際に添加される。乳酸菌は乳酸を生成し、pHを低下させ、酵母が生育しやすいpH環境を作り出す。仕込み時のpHは5.7~6.0程度であるが、発酵・熟成に伴い低下し、製品となる際は5.0前後となる。アミノ酸や乳酸の生成、着色による褐変物質が関与している。酵母は、発酵により各種の揮発性成分を生成し、味噌の香味形成に重要な

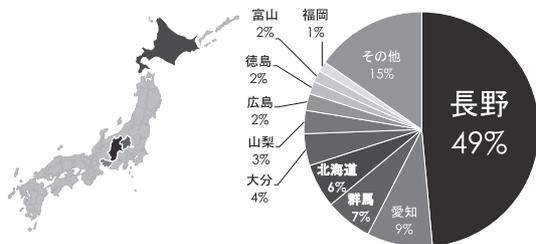


図1. 県別味噌の出荷量⁴⁾

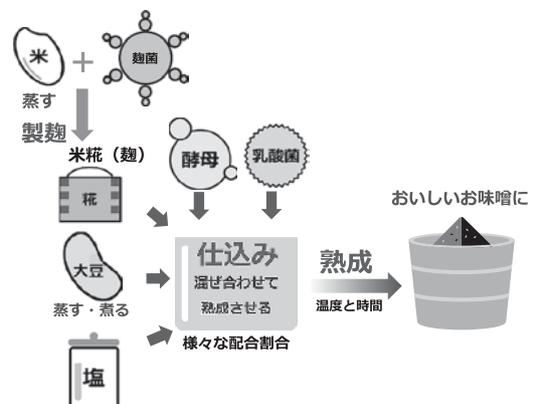


図2. 米味噌の製造工程

役割を果たしている。原料が同じ配合であっても、熟成期間が短いと淡色であり、熟成期間が長くなるほど赤味が濃くなる。熟成日数は、品温経過、発酵タンクの大きさ・材質、大豆の脱皮の有無、麴歩合、麴の酵素活性などによって異なり、目的の味噌の色（Y値）まで熟成させる²⁾。短い味噌で1か月程度、長い味噌で年単位である。味噌の色や風味が目的とするものになったら、そこで加温を停止し以後は20°C前後で後熟させた後、15°C以下にして発酵を止める。発酵、熟成途中に味噌を掘り出して、別のタンクに移すことを切返しまたは天地返しといい、その目的は、①タンク内の発酵・熟成を均一にすること、②酸素の供給により酵母の増殖を促進すること、③発酵による熱を放熱することである。切返しの時期と回数は種類により異なるため一概にはいえないが、仕込み後7～15日後に実施し、天然醸造の場合は夏場に実施することが多い。出来上がった味噌は、味噌の性状で粒を残す粒味噌タイプ、粒を残さない漉し味噌タイプがある。漉し味噌タイプは、チョッパーなどの味噌漉し機を使用する。その際、さまざまなサイズの網を通す。網目は目開き0.8～1.2 mm程度である。

味噌を製品として容器に詰める場合、味噌中の酵母が再発酵し、二酸化炭素を発生してしまうと容器変形の危険性がある。そのため、酵母を容器充填前に死滅させるか、二酸化炭素を放出可能な容器の選定が必要である。死滅させる方法としては、加熱またはアルコール（エタノール）の添加がある。酵母は60°Cで10分、80°C以上では1分程度で死滅する。アルコールは、食品用エタノールを使用し、味噌中のアルコール量が2%（W/W%）以上になると酵母による再発酵を防止できる。

味噌の発酵微生物 味噌の製造には、麴菌（*Aspergillus oryzae* など）、酵母（*Zygosaccharomyces rouxii*）、乳酸菌（*Tetragenococcus halophilus*）が用いられる。味噌は、通常12%程度の食塩を含むため、仕込み時に添加される酵母、乳酸菌は、耐塩性であることが特徴である。

一般的な米味噌（信州味噌など）を例にすると、その麴作りには主に *Aspergillus oryzae* が用いられるが、使用される麴菌株はさまざまであり、目的とする味噌の味、風味により使い分けられる。麴菌から分泌されるアミラーゼ、プロテアーゼ、リパーゼなど種々の酵素により、原料である米のデンプン、大豆のタンパク質、脂質などが分解され、甘味や旨味を作り出すため、その酵素バランスが重要である。そのため、味噌作りでは、麴菌株の選択に加え、製麴における温度制御も重要である。約42～48時間の製麴期間の中で、アミラーゼ、プロテアーゼなどの生産を促す温度推移プログラム（およそ30～

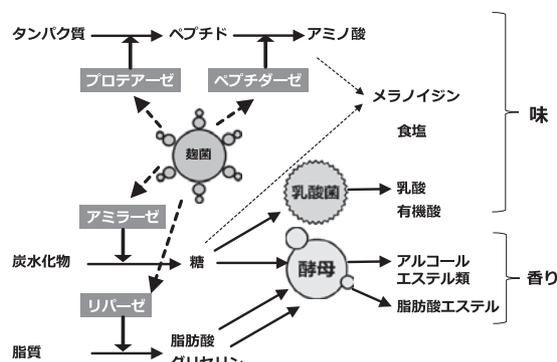


図3. 味噌の発酵過程概念図

40°Cの範囲)が製造各社でさまざま検討されている。アミラーゼ、プロテアーゼの両方の酵素をバランスよく必要とする点は、清酒や醤油などの他の発酵食品における麴作りとは異なる点である。味噌仕込み後、原料である米や大豆が、麴の酵素により分解され、糖やアミノ酸となり、甘味、旨味の素となる。また、それらは、酵母や乳酸菌の発酵に使われ、アルコール類、エステル類、乳酸などが生成されて味噌らしい風味を形成する。生成された糖とアミノ酸などによるメイラード反応で生成されるメラノイジンは味噌の着色に寄与する他、味噌らしいコクを付与する。麴菌だけでなく、酵母、乳酸菌も目的とする味噌の味、風味に応じてさまざまな株が使用されている。このように、味噌は仕込み後に、麴の酵素、酵母、乳酸菌による並行複発酵により、さまざまな味、風味が形成される。味噌の発酵概念図を図3に示した。

以上が発酵型の味噌の概念である。発酵、熟成の過程から、味噌は、発酵型と分解型に分類される。分解型の味噌の例として「京都の白みそ」で代表される「白甘味噌」と、「江戸甘味噌」で代表される「赤甘味噌」の二系統がある²⁾。これらは、麴歩合が15～20程度、塩分が5～7%の甘味噌である。熟成温度は、50°C程度に保たれ、数日間で麴の酵素のみで熟成（高温消化）される。この際、酵母、乳酸菌の発酵はあまり行われぬ。

味噌製品のこれまでの変遷とこれから

ライフスタイルの変化、食の欧米化、食品流通の変化に応じて、味噌の製品形態も変化してきた。量り売りからスーパーなどの販売に適した容器詰め製品へ、また、より簡便で美味しい製品を求める生活者のニーズに応えるために、だし入り味噌、即席味噌汁、フリーズドライ味噌汁、液状化味噌などが開発された。味噌には麴菌由来のホスファターゼなどの酵素が含まれるため、だしの旨味が分解されてしまう。それらの酵素を失活させるため、だし入り味噌の製造工程用に、半固形状の味噌を大

量に、連続的に急速加熱、急速冷却する設備が開発された。これにより味噌の風味を損なわず、だしの旨味・風味が活かされただし入り味噌の生産が可能になった。だし入り味噌が発売されて約35年であるが、市場に流通する味噌の約25%がだし入り味噌である(社内データ、イメージSRIデータ：2016年1月～12月)。さらに、液状化されただし入り味噌が開発されたことで、味噌汁サーバーが普及し、外食チェーン店、海外の日本食レストランなどで、簡便で品質の良い味噌汁の供給がなされている。

このように社会情勢の変遷に沿って、味噌も、より簡単・便利な製品が支持されてきた傾向にある。しかし、昨今は、よりピュアで、健康、手作り感、個人好みというキーワードが食の分野で注目される傾向もある。その傾向は、味噌においても、即席味噌汁の市場が拡大する一方で、無添加味噌、有機味噌などのカテゴリが支持されていることに表れていると考えられる。昔は家庭での手作りが盛んであった味噌も、今ではどのように作られているかを知らない生活者が増えている。食の近代化や多様化によって味噌の発酵・熟成の過程に触れる機会が少なくなっているのが現状と考えられる。しかし、自分たちで安心安全な味噌を手作りするコミュニティーは各地に多くみられる。さらに、個人で手作り味噌ができるキット製品も販売されており、注目されている。和食文化を支える発酵食品の一つとして、味噌を例に、微生物や酵素の働きで、味や色、香りが変化していく味噌の熟成過程を観察することのできる手作りキットのような製品は、子供をもつ家庭を中心に夏休みの自由研究の教材として支持されている。また、「食」+「テクノロジー」=「フードテック」という潮流の中で、温度センサーを付けて味噌の発酵をIoTでモニタリングし、AIが発酵を予測、失敗せずに味噌の手作りができる、スマートで健康的な味噌ライフが楽しめるキットデリバリーサービス⁵⁾のようなコンセプトも提案されている。個人の手作り味噌や工場における大量生産の発酵管理において、いずれもAI・IoT化の流れは、今後加速することが予測される。味噌の輸出は順調に拡大しており、和食は海外からも注目をされている。上述の通り、味噌はその時代の生活者の要望に合わせて姿を変えながら、1300年の歴史の中で支持を得てきた発酵調味料である。国内で日本古来の発酵食品の低迷が続く中、新しい技術の導入により、古くて新しい、発酵調味料“味噌”の可能性を広げる今後の取組みに期待したい。

味噌の機能性研究

味噌と血圧 ユネスコ無形文化遺産に登録された「和食」は、「一汁三菜」が基本である。その一汁を担うのが味噌汁である。日本の食文化に深く溶け込み、和食にはなくてはならない食材となっている。しかし、味噌、味噌汁には塩分が含まれるため、なんとなく「塩分が多く、血圧が上がりそう」と思われることが少なくない。しかし、成分分析、動物試験やヒト試験を実施した結果、「味噌は血圧を上げる」という一説は事実とは異なっていることが報告されている。まず、味噌汁は塩分を含むため、なんとなく摂取を控えられがち傾向にあるが、味噌汁1杯の塩分は約1.5～1.9gと他の食品と比較して多くはない(塩分例:たくあん2切れ1.5g、ハム3枚1.5g、カレーライス1人前3.3g、銀ざけ1切れ3.5g、きつねうどん1人前5.3g、カップめん1個5.5g)⁶⁾。

むしろ、成分分析からは、味噌には血圧を下げる効果のある降圧物質が複数存在することが報告されており、低分子領域のアングiotenシン変換酵素(ACE)阻害活性成分(ペプチドなど)や分子量3～5kDaにも複数の降圧特性の異なる物質が存在すると考えられている^{7,8)}。

食塩感受性ラット(Dahlラット)を用いた研究で、長期味噌摂取では食塩摂取に対する感受性が30～50%減弱され、食塩感受性高血圧の発症が抑制されることが報告されている^{9,10)}。また、高血圧自然発症ラット(SHRsp/Izm)、および、食塩感受性ラット(Dhalラット)を用いた研究で、味噌摂取群では対照群と比較して血圧上昇が有意に抑制されることが報告されている。さらに麴菌株や熟成温度、熟成日数などを変えて作製した味噌を与えた場合、血圧上昇抑制効果が強化されることも報告されている¹¹⁾。長期の味噌摂取がヒトの血圧に与える影響は、疫学調査を除き検討されていなかったが、近年、正常血圧からステージI高血圧を対象に、普段の食生活にプラスして味噌汁2杯(食塩として3.8g)を摂取させた介入試験が実施されている¹²⁾。大規模疫学調査の結果¹³⁾からは、1日3.8gの食塩摂取量の増加で収縮期血圧は約6mmHg上昇すると予想された。しかし、当該介入試験において、全対象者(正常～正常高値者、ステージI高血圧者)の血圧への影響を検討した結果、味噌汁2杯の摂取はいずれも12週目の収縮期および拡張期血圧に影響を与えなかったと報告されている¹²⁾。すなわち、2杯程度の通常の味噌汁摂取の安全性は実証されたといえる。これまで、懸念されていた味噌摂取と血圧上昇との関連性がこれらの研究により否定されている。

味噌と肌 「味噌は三礎(みそ)」という諺がある。三礎とは、「味礎」味の基となり、「身礎」健康維持の基

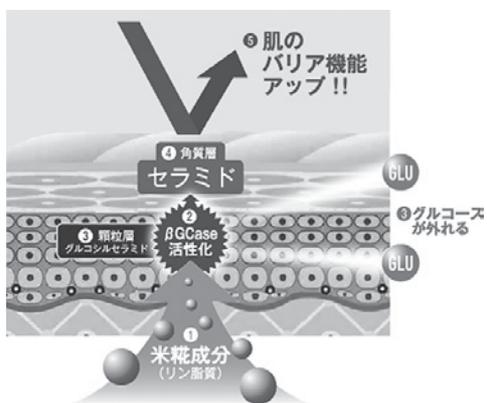


図4. 米糈中の成分がセラミドを増やすメカニズム^{16,17)}

であり、「美礎」美しさの基であるという意味である。女性を対象に味噌汁（信州味噌）を1日3杯飲んだ場合、摂取前と比較して肌の角質層水分量が増え、肌のキメが改善されたことが報告されている¹⁴⁾。また、20～40代の女性を対象に、麴割合の高い味噌を味噌汁として1日2杯4週間摂取することによって、飲んでいなかった女性と比べ、シミの減少、頬のメラニン量の減少が認められ、しみやくすみ改善することが報告されている¹⁵⁾。考えられるメカニズムの一つとしては、ヒト表皮角化細胞を用いた試験により、米糈由来の成分がセラミド合成酵素（βGCase）を活性化し、グルコシルセラミドからグルコースが外れて、角質層のセラミド量を増やし、肌のバリア機能を高め、肌の水分量が増えることが報告されている（図4，社内資料から転用）^{16,17)}。

その他 厚生労働省研究班によると、女性約2万人を10年間追跡調査した結果、味噌汁を1日3杯以上摂取していると、乳がんの発生リスクが40%低下することが報告されている¹⁸⁾。また、国立がんセンター研究所によると、味噌汁を毎日摂取する人は、摂取しない人と比較して、男女ともに胃がん死亡率が低いと報告されている¹⁹⁾。

最後に

味噌は、その多様性こそが最大の特徴である。味噌ほど地域性のはっきりした調味料は少ないであろう。その土地ごとの風土や食文化を示すのが味噌である。本稿では、米味噌を中心に述べたが、豆味噌、麦味噌も非常に多様性があり、各地の歴史とともに現在まで生産されてきている。

和食の基本は旬の食材を取り入れることである。味噌はその食材の味付けに使用される調味料の一つであり、一汁三菜の一汁である味噌汁を担う調味料でもある（図



図5. ユネスコ無形文化遺産「和食」

5，社内資料から転用)。日本古来の発酵食品、味噌、味噌汁を通じて、また、和食を通じて、バランスが良く、健康的な食生活が見直されることを期待したい。

文 献

- 1) 消費者庁 食品表示法 食品表示基準：https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/food_labeling_act/pdf/food_labeling_act_180921_0001.pdf (2019/4/3).
- 2) 全国味噌技術会：新・みそ技術ハンドブック (2006).
- 3) 全国味噌工業協同組合連合会 種類別出荷数量 (2000～2017) 全味工連集計：<http://zenmi.jp/data/seisansyukka/2000-2017syuruibetusyukkaHP.pdf> (2019/1/23).
- 4) 全国味噌工業協同組合連合会 各県別味噌の仕込量・種類別出荷量 (2019/12) 全味工連集計：<http://zenmi.jp/kaiin/pdf/toukei/2018/seisansyukka-kenbetu201812.pdf> (2019/4/3).
- 5) パナソニック株式会社 Ferment 2.0：<http://gcatapult.panasonic.com/ideas/ferment2.php> (2019/1/15).
- 6) 日本高血圧学会「さあ、減塩（減塩委員会から一般の皆様へ）」：https://www.jpns.jp/general_salt.html (2019/1/15).
- 7) Shimizu, N. *et al.*: *Food Nutr. Sci.*, **6**, 693 (2015).
- 8) 高橋砂織ら：中央味噌研究報告, **35**, 129 (2014).
- 9) Yoshinaga, M. *et al.*: *Nutrition*, **28**, 924 (2012).
- 10) Du, D. *et al.*: *Clin. Exp. Hypertens.*, **36**, 359 (2014).
- 11) Sakuyama, H. *et al.*: *Hypertension Res.*, Doi: 10.1038/s41440-018-0197-z.
- 12) 北川 学ら：薬理と治療, **44**, 1601 (2016).
- 13) Mente, A. *et al.*: *N. Engl. J. Med.*, **371**, 601 (2014).
- 14) Maeda, K. *et al.*: *J. Nutr. Food Sci.*, **8**, 660 (2018).
- 15) 前田憲寿ら：日本栄養・食糧学会大会講演要旨集, p. 291 (2014).
- 16) Maeda, K. *et al.*: *Foods*, **7**, 94 (2018).
- 17) マルコメ株式会社 研究開発の成果 糈の力で、美しく糈の美肌効果：<https://www.marukome.co.jp/rd/result06/> (2019/1/17).
- 18) 厚生労働省：「日本における大豆、イソフラボン、乳がんリスクの関係」(2013).
- 19) Hirayama, T.: *Nutr. Cancer*, **3**, 223 (1982).