

発酵食品王国いしかわ

石川県立大学 食品科学科 小柳 喬

1. はじめに

石川県は南北に長く山林・平野・海洋などの自然に恵まれた県土を持ち、様々な農林水産物が収穫される日本有数の地域である。特に、日本海側に大きく突き出て三方を海に囲まれた能登半島は、周囲に良い意味で閉ざされた地域性から他の地方に類を見ない文化的熟成がみられ、2011 年 6 月にはその豊かな農業資源と真摯な姿勢が認知され世界農業遺産に認定された。対して、金沢市を擁する加賀地域では高い文化的水準と洗練された伝統を重んじる気質に支えられて、種々の伝統食品を食する文化が今も息づいている。そのような石川県の興味深い文化を特徴づけるカテゴリーの一つとして挙げられるのが、発酵食品である。本稿では、金沢と能登の地域性を考え合せながら、どのような発酵食品がどのようにして地域に息づいているのか、大学の研究者という限られた視点からではあるが、科学的見地も含めつつあらためて記述してみたい。

2. 発酵食品の起源および発展

発酵食品の起源は古く、世界的には数千年前のアジア・ヨーロッパ地域の単発酵形式（酵母によるアルコール生成作用）で製造されるブドウを原料とした果実酒にさかのぼることができる。果実酒はアルコール発酵のために必要な糖源がもともと原料に十分含まれているため、自然に繁殖する酵母の作用を引き出しさえすれば比較的完成させやすく、製造法を確立しやすかったものと考えられる。ヨーグルトの起源も果実酒に次いで古く、紀元前 5000~3000 年頃にはヨーロッパから中央アジアにかけて乳を発酵させて食していたと考えられている。ヨーグルトも、果実酒のように酵母は使用しないが、かわりに原料である乳に乳酸菌を繁殖させる単発酵形式で製造され、ワインとともに原料に対する単一の微生物

の繁殖が鍵となっている。¹⁾

中央・西アジア圏、ヨーロッパ圏で発展したこのような果実酒発酵・乳発酵の文化と対照的に、東・東南アジア圏、そして日本では、コメの収穫圏を中心にデンプンを軸とする発酵食品文化が発展した。これらの地域において発酵食品の製造手法に大きな分岐点をもたらしたのは、「麴（こうじ）」の存在であった。麴は蒸し米（日本では一般にうるち米が、中国などではもち米が原料として使われる）に微生物である糸状（カビ）を繁殖させたものであり、菌糸がコメ粒の中に侵入してアミラーゼ・プロテアーゼをはじめとする酵素を産生し、デンプンやタンパク質を分解してブドウ糖やアミノ酸を産する役割を果たす。使われる糸状菌の菌種は文化圏によって様々であり、日本酒用の麴米作りでは黄色コウジカビ (*Aspergillus oryzae*)、沖縄の泡盛では黒コウジカビ (*A. niger*)、九州をはじめとする焼酎製造では白コウジカビが使われ、これは黒コウジカビの変異株であると考えられている。また、中国や韓国などでは、麴の製造に使用されるもち米への繁殖に性状的に適した接合菌類 (*Rhizopus* 属および *Mucor* 属の糸状菌) が使われる。これらは、紹興酒の製造に使用されるほかインドネシアの蒸大豆の発酵物であるテンペの製造に使用されるのが代表例として挙げられる。コウジカビの菌株は生やす対象の米（味噌などにおいては麦・大豆も含む）の成分の特性に応じて、アミラーゼが強いもの、プロテアーゼが強いものなどを適宜選択し使用される。石川地域は豊富に日本酒蔵を有し、手取川や犀川の岸に咲く菊花のしずくを集めて流れる水から作られたことから名付けられたと言われる「加賀の菊酒」など、東アジア地域の麴造りの土壌の中で発展した日本酒文化をひととき感じることものできる地域である。²⁾ 特に、酒母を作る際に自然に乳酸菌を繁殖させて作られる山廃酛（も

と)のお酒が各蔵で仕込まれ、特徴ある酒造りの地盤が形成されている。

3. 塩蔵発酵食品

このように、果実酒・穀物酒のようなアルコール分の存在下で発酵熟成が行われるもの、あるいはヨーグルトのように乳酸の存在下において発酵熟成が行われるものを発酵食品の代表例として挙げてきた。しかし、今一つ大きく取り上げるべき発酵食品発展の歴史の主軸となるものが、塩蔵発酵食品である。これは、高濃度の塩の存在下で腐敗微生物の繁殖を抑制して、主にタンパク質源の長期保存を可能とした保存食の側面をもつ発酵食品の一群である。日本のように四方を海に囲まれた国において、そこに住む人々のタンパク質源として食生活を支えてきたのは魚介類であり、現在も日本人は昔と変わらず水産物を中心とする食卓を愛している。しかし、現代のように冷凍庫があれば保存料も発達している時代と違い、古い時代には不漁の時もあれば冬季の食糧不足もあるなど、生活の中でどのように栄養源となる水産物その他を確保するかというのは生きていく上で大きな問題であった。その中で、食品保蔵法として自然に考え出された知恵が、10%以上の塩の存在下では物が腐りにくいということであった。塩田から取れる塩を、同じ海の恵みである水産物に混ぜて保存してみるという手法は、太古の人間が試行錯誤の中でたどり着いた帰結点として、時代を超えて自然なものに感じられる。発酵食品の発展の歴史を、塩蔵のもの、そうでないものと分けて考えることは本当は現実に即しておらず、時には別個に、また時には融合し表裏一体となって共に発展してきたものであるが、ここでは論旨を明確にするために敢えて切り離れた形で記述を進めることとする。



図1 なれずしの仕込み風景(左:米飯、アジ、山椒の葉を層状に敷き詰める様子、右:原料となる塩漬・酢漬後のアジ)

4. 能登の塩蔵水産発酵食品

石川県は前述のように三方を海に囲まれた能登半島を有しており、海に囲まれた日本の特徴をさらに縮小・凝縮したような形状を持っている。その中で、魚介類の保存性を高めて地域内部でタンパク質源を長期確保しようという塩蔵水産発酵食品の発展の下地が整えられたと考えられる。能登半島に存在する代表的発酵食品として、魚醤油「いしる(いしり)」が挙げられる。魚醤油の製法は世界的に見てもほぼ共通しており、魚の身などを20%程度の塩とともに樽に仕込み、半年あるいはそれ以上の発酵熟成期間を経て滲出したエキスを製品とする。魚醤油は東南アジア地域でナンプラー(タイ)、ニョクマム(ベトナム)などとして広く作られるほか、生産規模は小さいがイタリアにもコラトゥーラといった魚醤油があるなど、生産地域は全世界に点在している。日本では石川県のいしるが生産量において最大であり、年間200~300トンが生産されていると見積もられているほか、³⁾ 秋田県の花ハタなどを原料に作られる「しょつつる」もいしるに次いで数十トンの生産がみられる。近年は北海道での魚醤油生産の動きが活発化しており、点在する地域の産量を合計すると規模は年間数百トンに達する。いしるの興味深い点としては、輪島周辺の外浦地域では輪島港や福浦港で揚がるイワシを原料として作られ、富山湾側の内浦地域では小木港の真イカの水揚げに支えられ身を取ったあとの内臓部分が仕込みに使われるといったように、限られた産地内でも地域性が存在していることである。

また、能登地域を特徴づけるもう一つの重要な水産発酵食品として、「なれずし」が挙げられる。魚を塩蔵する時に魚醤油ではエキス部分を製品とするが、なれずしは塩蔵した際の魚の身の部分が利用される。あじやさばなどの魚の目玉と内臓(場合によっては頭全体)を取り除き、塩蔵ののち酢に漬け、樽に米飯と魚の層と山椒の葉を交互に敷き詰めていき、1~2か月もしくはそれ以上の発酵期間を経て完成する。図1に仕込みの風景を示した(協力:柳田食産株式会社)。製造地域は能登町宇出津・柳田地域を中

心に、輪島市・穴水町にみられる。⁴⁾ 類似品としては滋賀県のふなずしや和歌山県のさんまのなれずしなどが挙げられるが、数か月から半年以上の発酵期間を経て殆ど米粒の原形が無くなり“ホンナレ”に分類されるふなずしに比して、若干の米の原形を残し米飯部分も食用可能な能登のなれずしは、ナマナレ寄りあるいはホンナレとの中間に分類されると思われる。なれずしの発展の歴史は魚醤油とも深い関連があり、その起源もまた東南アジアに求めることができる。日本では該当品は見られないが東南アジアではプララー（タイ）、プラホック（カンボジア）、パーデーク（ラオス）、ンガピ（ミャンマー）、トラシ（インドネシア）などの魚と塩で漬けられたペーストが多数存在し、一部は米糠を含んでいる場合がある。タイの北部にみられるプラソムや、カンボジアのファークは日本のなれずしと同じく魚と米から作られ酷似しており、稲作と漁獲がともに豊富な日本との共通点を感じさせる。⁵⁾ 日本では弥生時代の稲作の伝来とともになれずしが大陸から伝わったと考えられており、東南アジアのような魚の塩蔵ペーストが太古に日本に存在したかは定かではないが、少なくとも米と密接に関連した形で魚の保蔵法としてのなれずしが伝来したと考えられる。日本におけるなれずし最古の記述は平安時代中期の延喜式まで約 1100 年をさかのぼることができる。

5. かぶらずし・大根ずしに見る糖化発酵と塩蔵発酵の融合

加賀地方には「かぶらずし」「大根ずし」が存在する。これら二つのずしは、なれずしと同じく伝統的な発酵ずしであるが、なれずしと異なる点は、米飯と魚から作られるのではなく、麴を利用することである。麴を利用するタイプの伝統ずしは「いずし（飯ずし）」とよばれ、なれずしと区別される。かぶらずし・大根ずし以外の代表的ないずしとしては秋田県のはたはたずしなどが挙げられるが、石川のかぶらずしのように野菜（カブ）の大きなブロックにブリの魚肉をはさむなどして発酵させたいずしは全国的に見ても大変特徴的である。

これらのいずしにおいて特筆すべきは、魚の塩漬けによる塩蔵発酵と、麴による糖化発酵を組み合わせているところである。麴をなれずしの製造に利用することは、気温の低い北陸以北の地域において発酵スピードを上げ、なるべく早く腐敗しにくい状態に到達させようという試みであったと考えられる。そのため、いずしの文化は石川・秋田など北国や日本海側に集中している特徴があり、しかも冬に漬けられるものが多い。低温でもデンプンの糖化とタンパク質の分解を進める麴の能力は発酵時間を大幅に短縮化し、かぶらずしではなれずしの数分の一以下の 4～10 日で終了する。かぶらずしは江戸時代には加賀地方ですでに作られており、庶民はカブ・ブリより安価な大根・身欠きニシンを使った大根ずしを好んで食べたと考えられている。かぶらずし・大根ずしの大きな特徴として挙げられるのは、(i) 塩蔵水産発酵食品のオリジナルの存在であるなれずしの系譜を引き継いでいること、(ii) 麴文化と塩蔵文化の融合点に位置する存在であること、そして (iii) 日本文化に極めて馴染み深い野菜の漬物としての性格も包含していることである。水産物・野菜・穀物・そしてカビの力を全て有効利用したこれらの食べ物は、我が国の発酵食品の中でも極めて多面的で先進的な存在と思われるところである。

勿論塩蔵と麴を融合した発酵食品の完成形は日本全国に味噌・醤油という形で見ることができ、石川にはこれら陸の原料の特性を十二分に引き出した大野の醤油や米味噌があり、水産物だけではなく同時に発展した大豆発酵物にも目を向ける必要がある。

図 2 に、石川の発酵食品を俯瞰する概略図を示し

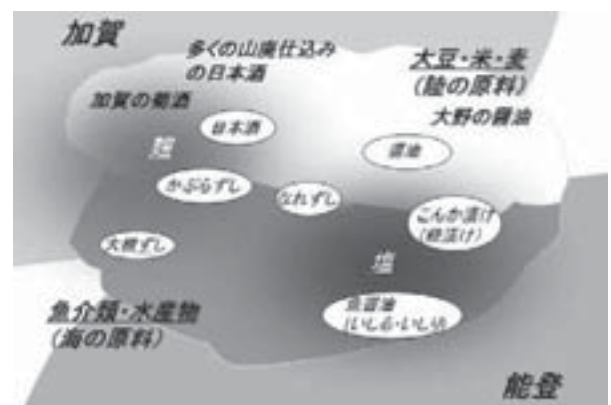


図 2 石川県に存在する発酵食品の品目・原料の俯瞰図

た。加賀の街の文化と能登の自然の文化、豊富な水産物と穀物・野菜、そして麴や伝統の塩づくりといった存在が融合し合い、あるいは対立軸となることによって、なれずし・いしりのような太古の姿を残した伝統発酵食品と、かぶらずしのような伝統を継承しながらもモダンな食品が同居しているのが、石川の発酵食品文化の妙味といえる。

6. 発酵食品中の微生物

発酵食品における熟成過程を支えるのは、一つは原料自身が持つ自己消化能であり、これにより原料中の高分子が分解され、糖化やアミノ酸の遊離が行われる。塩蔵は本来雑菌を抑制しながら自己消化のみを行わせるための処置であり、魚醤油はこれに該当する食品である。しかし、20%という高塩濃度においても耐塩性乳酸菌である *Tetragenococcus* 属細菌が繁殖する場合があります、発酵・熟成に補助的な役割を果たしていると考えられる。⁶⁾ 一方、はじめに魚肉を塩蔵し、その後米飯や麴と混合され最終的な塩濃度が数パーセント程度に収まるなれずし・いずしの中では別の事態が起こっている。この程度の塩分濃度では様々な細菌が繁殖するため、微生物による発酵・熟成に負う部分が極めて大きくなる。能登のなれずしの菌叢を最新の遺伝子解析手法で解明した結果を図3に示した。^{7,8)} 食品サンプル中からPCRで増幅した細菌由来16SリボソームRNA遺伝子配列を一挙に多数解析できる本手法により、なれずしの菌叢が経時的にどのように変化するかを窺い知ることができる。結果、乳酸桿菌である *Lactobacillus brevis* や *Lactobacillus plantarum* といった菌種が発酵中に優勢となることがわかった。興味深いのは、同じ塩漬け魚・米飯・山椒の葉を原料とした場合でも、漬け込む製造者によって優勢となる乳酸菌種がまちまちであったことである (*Lactobacillus acidipiscis*, *Pediococcus ethanolidurans*, *Lactobacillus sakei* などがみられた)。⁹⁾ しかし、どのなれずし製品においても乳酸桿菌もしくは球菌が優勢であるという傾向に変わりはなく、スターターを接種しないなれずしの自然発酵的な製造プロセス

においてどのようにしてこのような頑健性が生まれるのかは、興味の尽きない点である。しかし、世界の発酵食品の微生物叢に関する限られた知見を文献からひも解くと、*Staphylococcus* 属や *Bacillus* 属、*Micrococcus* 属といった一見雑菌や腐敗菌と考えられる細菌が優勢種として分離されていたり、^{10,11)} 韓国の塩辛である *jeotgal* のように発酵には無関係と思われてきた好塩性の古細菌が発酵に関与する可能性が示唆されたりと、¹²⁾ これまでの発酵に対する常識だけでは通用しない側面も見え隠れする。乳酸菌を自然に優勢とし発酵熟成を進行させる製造手法を伝統の中で確立してきた日本の漬物やなれずし・いずしの洗練性について科学的に解析しながら、世界の発酵食品の中でのそれらの位置づけについて考察していく必要がある。

石川県立大学では、農業短大の時代から伝統発酵食品の研究が精力的に行われており、各公設試験場・県下の多数の企業と連携しながら多くの知見を蓄積してきた。近年は、平成20～21年度に遂行された地域資源活用型研究開発事業（経済産業省）によるいしりの機能利用に関する事業、平成21～23年度に遂行された地域イノベーションクラスタープログラム（都市エリア型）（文部科学省）による発酵食品の先進的開発・利用に関する大型の事業など、発酵食品に関する研究事業も益々盛んとなっている。発酵食品の菌叢の大規模な解析も、都市エリア事業の中で多くの先生方・サンプルの供与を頂いた企業の方々の協力のもと行われたものである。伝統食品の研究は歴史を遡って対象を見つめるため先端研究

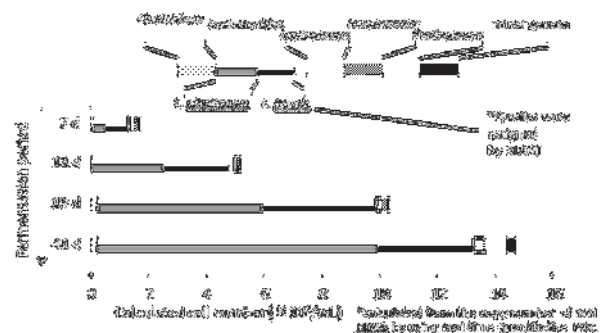


図3 なれずし発酵中の経時的な細菌叢の変化（ピロシーケンス法を用いた16S rRNA塩基配列解析法による。dは発酵開始後の日数を示す）

からは一見隔絶した感もあるが、見方を変えれば独自性も生みやすく、新事実が発見されれば成果も一般民衆に親しみやすいものとなり、インパクトも大きくなる可能性もある。プロバイオティクスとしての乳酸菌の機能を解析していく上でも、発酵食品に関する知見は必要不可欠である。そして、何より先人たちが経験的に確立してきた伝統的製造手法がどのように再現性良く発酵・熟成を導くのかをつまびらかにすることは、人間の食品製造技術の原点をひも解く重要な基礎知見となる。本学が伝統発酵食品の文化豊かな石川地域に立地し、その粋を探究する土壤に極めて恵まれていることに、あらためて感謝の意を感じる次第である。

引用文献

- 1) 雪印乳業健康生活研究所・小崎道雄. 1996. **乳酸発酵の文化譜**. 中央法規出版.
- 2) 横山理雄・藤井建夫. 1996. **伝統食品・食文化 in 金沢**. 幸書房.
- 3) 福田裕・山澤正勝・岡崎恵美子. 2005. **全国水産加工品総覧**. 光琳.
- 4) 古沢優・森真由美・谷辺礼子. 2007. **奥能登のなれずし調査報告書**. 石川県水産総合センター資料第32号.
- 5) Ruddle, K., Ishige, N. 2009. **Globalization, Food and Social Identities in the Asia Pacific Region**. Farrer, J. (Ed.) Sophia University Institute of Comparative Culture.
- 6) Satomi, M., Kimura, B., Mizoi, M., Sato, T., Fujii, T. 1997. **Int. J. Syst. Bacteriol.** 47: 832-836.
- 7) Kiyohara, M., Koyanagi, T., Matsui, H., Yamamoto, K., Take, H., Katsuyama, Y., Tsuji, A., Miyamae, H., Kondo, T., Nakamura, S., Katayama, T., Kumagai, H. 2012. **Biosci. Biotechnol. Biochem.** 76: 48-52.
- 8) 熊谷英彦・小柳喬・松井裕・片山高嶺. 2012. **食品と開発** 47: 77-80.
- 9) Koyanagi, T., Kiyohara, M., Matsui, H., Yamamoto, K., Kondo, T., Katayama, T., Kumagai, H. 2011. **Lett. Appl. Microbiol.** 53: 635-640.
- 10) Lopetcharat, K., Park, J.W. 2002. **J. Food. Sci.** 67: 511-516.
- 11) Anihouvi, V.B., Sakyi-Dawson, E., Ayernor, G.S., Hounhouigan, J.D. 2007. **Int. J. Food Microbiol.** 116: 287-291.
- 12) Roh, S.W., Kim, K.H., Nam, Y.D., Chang, H.W., Park, E.J., Bae, J.W. 2010. **ISME J.** 4: 1-16.