第６章　発酵食品総論



はじめに

食品に付着した微生物の作用によって、ヒトに有益な物質が生成して、食味や香気が改善される過程は発酵とよばれる。一方、有害な物質が生成し、食品が不可食化される過程は腐敗とよばれる。発酵食品は、このような微生物の働きを利用して製造される食品のことで、貴重な食料を保存する技術から誕生した。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ている。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。例えば、酵母を利用してワイン、ビール、パンが製造され、みそ、しょうゆは麹菌、酵母および乳酸菌の作用により製造される。微生物の種類や温度と湿度などの条件が、発酵食品の味、香り、食感に大きく影響する。

水産物を原料とする発酵食品も数多く見られる。中には「くさや」や「ふなずし」のように腐敗臭に似た独特の臭いを有するものもあるが、これらも地域ごとの嗜好によって受け継がれてきた伝統的な発酵食品である。

水産加工品図鑑では水産漬け物（**第７章**）、塩辛類（**第８章**）、および魚醤油・エキス（**第９章**）を個別に紹介している。紹介される加工品の中には、発酵を伴うものと伴わないものがある。例えば、水産漬け物に分類される糠漬けは発酵を伴う製品であるが、酢漬けは発酵を伴う製品ではない。**第６章**では、加工品の製造過程で、味や風味のような品質の形成に微生物が大きな役割を果たす加工品を発酵食品として、**第７章～第９章**に掲載の製品から抜き出してまとめた。ここでは、熟成過程があっても、微生物の関与が小さいと考えられる加工品や人為的な酵素分解によって製造される製品は、除外した。本総論では、**第６章**に抜き出した製品を中心に、ルーツや加工技術の原理、原料と製法、生産の現況と課題および栄養成分と機能性成分について解説する

発酵食品のルーツ

１．水産漬け物

水産漬け物に分類される発酵食品は、魚介類を塩漬けにして脱水後、米飯、糠、麹、酒粕などとともに長期間漬け込んだ保存食である。この中でなれずしは、樽の中で魚を塩と炊いた米で乳酸発酵させた、独特の匂いと酸味が特徴の保存食である。これはタイの北部から中国雲南省にかけての地域に起源を持ち、弥生時代に稲作が中国から伝わったのと同じルートでもたらされたものとされている。なれずしの一種であるふなずしは奈良時代の平城京出土の木簡に「鮒鮨」と記載されている。

魚の糠漬けはイワシ、ニシン、フグなどを塩蔵し、麹とともに糠に漬け込んで熟成したものである。石川県ではいわし糠漬けを「こんかいわし」と呼び、これは明治時代中期に北海道方面からの北前船 が本吉港 (現在の美川港) に入港した際、陸揚げされた塩魚 (主にフグ、ニシン) を米糠に漬込み、冬場や魚のとれない時期の食料としたのがはじまりとされている。

２．塩辛・魚醤油

石毛 (1987) の定義によれば、魚醤とは、魚介類、小エビを原料として、塩を加えることによって腐敗を防止しながら発酵、保存し、主として原料に含まれる酵素の作用によって筋肉の一部、あるいは大部分が溶けて構成要素のアミノ酸に分解した一群の食品であり、塩辛、塩辛ペースト、魚醤油、小エビペースト、小エビ醤油などが含まれる。これらのうち塩辛は魚介類に塩を混ぜて発酵・熟成させたもので、最終製品に魚介類の形状がいくぶんなりとも残っているものである。一方、魚醤油は、塩辛を長期間発酵させて、原料のほとんどの部分をどろどろに（ほとんどの部分の形状がなくなるまで）分解させてしまい、その液体部分だけを取り出して調味料としたものである。

日本の塩辛は、弥生時代に海水から藻塩を製造するようになったことに起因している。江戸時代初期の『日葡（にっぽ）辞書（1603年～1604年）』には、「塩辛」という名前で紹介され、日本で初めて「塩辛」が文献に登場した。明治・大正時代に、冷蔵・冷凍技術が開発され、昭和時代に冷蔵庫が普及したため、昭和時代の後期には、低塩化が進み、イカの塩辛等の塩分は約6%になり、現在もイカ塩辛は低塩化した製品が製造・販売されている。

魚醤油については、江戸時代の末に穀物醤油が大量に作られ全国的に流通するようになると、魚醤油の製造量が減少し、秋田のしょっつる、能登のいしる、香川のイカナゴ醤油など限られた地域で製造される状態が続いた。しかし、1990年代にエスニック料理ブームで東南アジアの料理が人気となると、料理に多く使用される魚醤油の輸入量が増え、それに伴い国内生産量も増加した。また、同時期に酵素分解で製造する魚醤油も登場し、魚醤油の需要の増加につながった。

加工技術の原理

本稿では保存性を持たせるための自然発酵型の水産発酵食品について述べる。この中には**漬物型**（なれずし、糠漬けなど）と**塩蔵型**（塩辛や魚醤油）がある。なお、くさやとかつお節も微生物が関与する加工品であるが、本図鑑ではそれぞれ乾燥品と燻製品に分類しているので、本稿では触れない。以下、発酵をともなう水産漬け物、塩辛類、および魚醤油の加工原理について解説する。

１．水産漬け物

発酵をともなう水産漬け物は、なれずしや糠漬けのように、米飯または糠、麹等に漬け込んで十分発酵させることによって貯蔵性を持たせ、独特の風味を付与した漬物型の製品である。

なれずしや麹付けは、前処理としての塩漬け工程と自然発酵による本漬けの工程で製造される。塩漬け工程では、魚体を大量の食塩とともに漬け込んで、脱水を促し、塩分を高めて魚体を収縮させることで肉質が固くなる。この操作で腐敗菌の増殖が抑制される。次に本漬け工程では、米飯や糠床の乳酸発酵が進行し、pHが急激に低下することで熟成が進む。本漬け工程では重石を乗せて魚体が水分に十分浸かった状態を保持することで嫌気的発酵が維持され、腐敗菌の増殖が抑制される。

２．塩辛類

伝統的なイカ塩辛では細切りにした胴肉および頭脚肉を樽に入れて、これに肝臓と食塩を加えて十分に撹拌・混合する（**仕込み**）。仕込み後、次第に生臭みがなくなり、肉質も柔軟性を増し、塩辛らしい味や香りが増強される（**熟成**）。用塩量10数%では、気温10℃では仕込み後10～15日頃に、気温25℃では仕込み後５日頃に食用最適となる。これは原料のタンパク質、核酸、糖質などの成分が分解されて、多種類の呈味成分や香気成分に変化するためと考えられる。塩辛の呈味成分はグルタミン酸、ロイシン、アルギニン、プロリンなどの遊離アミノ酸、乳酸や酢酸などの有機酸などが検出されている。また、揮発性成分としてはプロピオン酸、イソ酪酸、アンモニア、イソブチルアミンなどが検出されている。塩辛の熟成工程における微生物と酵素の役割については、呈味に関与する遊離アミノ酸の生成は主に自己消化酵素、有機酸の生成は微生物によると考えられている。３種類の試醸塩辛の細菌叢の調査では優勢菌群は90%以上が*Staphylococcus* 属であり、*S. xylosus, S. saprophyticus, S. equorum, S. warneri* などが主要な菌種であると報じられている。塩辛中に食中毒細菌である黄色ブドウ球菌が検出されない理由は、イカ肝臓成分やトリメチルアミンオキシドの関与が考えられている。近年、食塩10%以上の伝統的塩辛は少なくなり、塩分が４～７%程度の低塩化塩辛が増えている。低塩化塩辛は、発酵を伴なわないので、腐敗細菌の増殖を抑制できないだけでなく、呈味成分も生成しない。このため、防腐剤の添加や水分活性の調節によって腐敗を防止するとともに、調味料による味付けが行われている。低塩化塩辛は保存性が低いため冷蔵保管が必須である。

３．魚醤油

伝統的な魚醤油は、一般的に新鮮な魚介類に塩を加えて約20～30%の食塩濃度に調整し、常温で腐敗を抑制しながら約数か月から2年の時間をかけ熟成し製造する。熟成中に魚介類の持つ自己消化酵素によりタンパク質がペプチドやアミノ酸に分解され濃厚で複雑な呈味を有する発酵調味料となる。

このような伝統的な製法では熟成期間が長いため、近年では、熟成期間の短縮と歩留まりを上げるための技術開発も行われている（**第９章 魚醤油・エキス総論参照**）

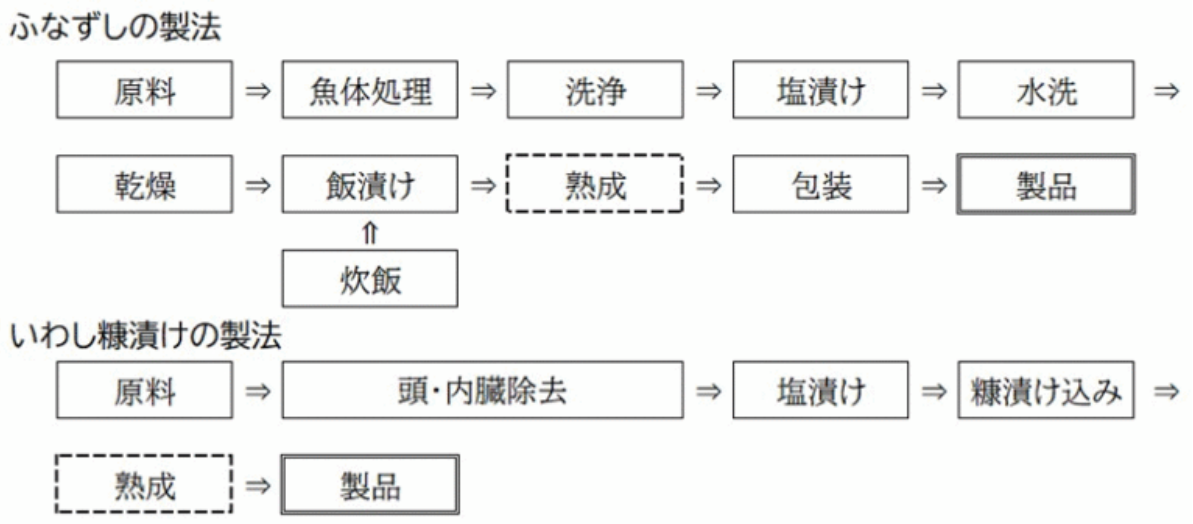
原料と一般的な製造方法

国内の水産発酵食品の主な原料と製法は下記のとおりである。種類が多いため本稿では製造方法は一例を紹介する。詳細は各製品の説明を参照されたい。

１．水産漬け物

原料：ニゴロブナ、アジ、サケ、ニシン、身欠きニシン、ハタハタ、マサバ、ゴマサバ、コノシロ、サクラマス、ブリ、ウルメイワシ、ゴマフグ、サバ、イワシ、キダイ、シラエビ、ママカリ、ウニタケ、メバチ、シロカジキ、サワラ、クルマエビ、タチウオ、サワラ、ホタルイカスルメイカ、マコンブ、スルメイカ、サザエ、コンブ、カニなどが使用されている。

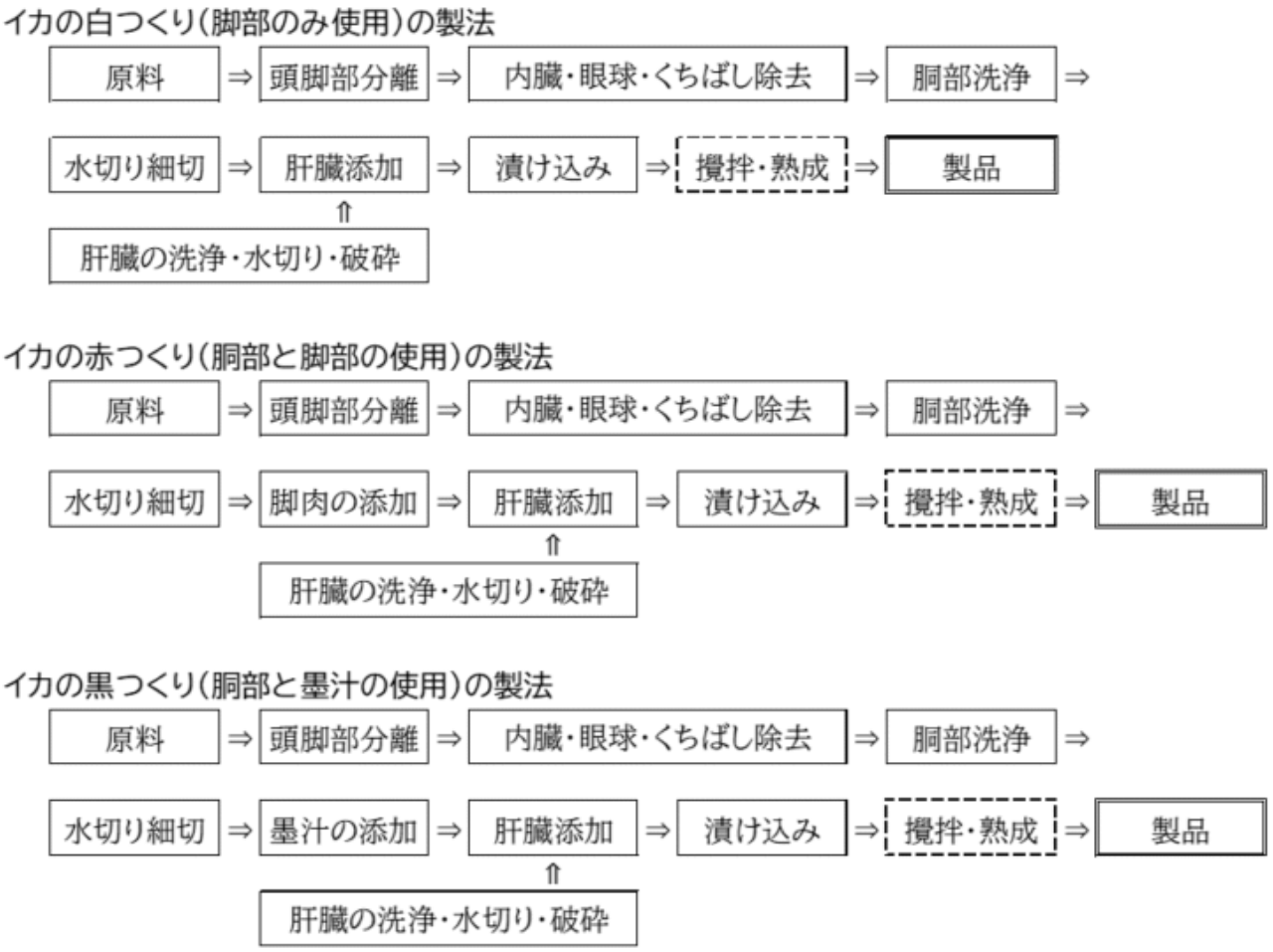
ふなずし (なれずし) といわし糠漬け (糠漬け) の製法は以下のとおりである。



２．塩辛類

原料：スルメイカ、ヤリイカ、ケンサキイカ、マイワシ、カタクチイワシ、エビ、アミ、シオマネキ、アイゴ、ニシン、カツオ、サケ、アワビ、アユ、ウニ等が使用されている。使用部位は魚全体（イカ、エビ、アミなど）、魚肉のみ（ニシン、イワシなど）、内臓のみ（サケ、アワビ、アユなど）、生殖巣（ウニ、アユの卵巣など）である。

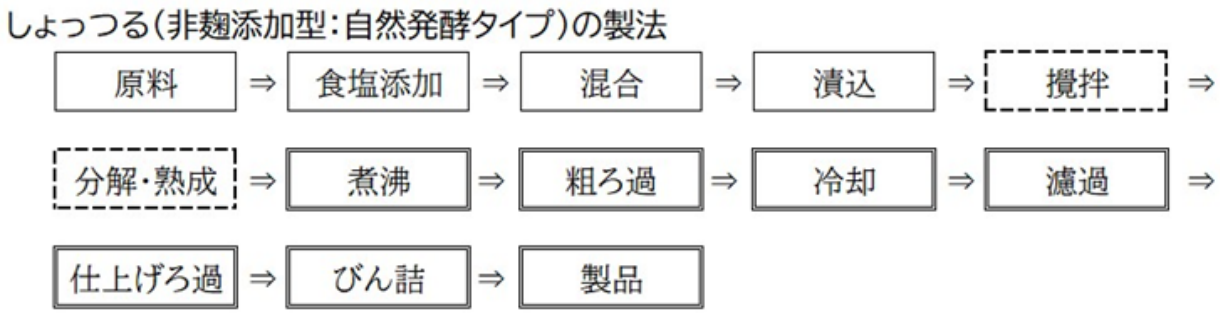
イカ塩辛の製法は以下のとおりである。



3．魚醤油

原料：ハタハタ、サバ、ニギス、ブリの内臓、イカの内臓、サケ、ホッケ、サンマ、イカ、ミズダコ、ホタテガイ、ウバガイ、ホッコクアカエビ、バフンウニなどが使用されている。

しょっつるの製法は以下のとおりである。



製品の種類

現在製造されている主な外国産および国産の水産発酵食品はそれぞれ**表1**と**表2**のとおりである。外国産水産発酵食品を24種類、国産水産発酵食品を23種類記載した。

表1　外国産水産発酵食品の種類

大分類	中分類	小分類	地域	原料
水産漬け物	オリーブオイル漬け	アンチョビ	イタリア	カタクチイワシ
魚醤油・エキス	魚醤油	コラトゥーラ	イタリア	カタクチイワシなど
	魚醤油	ナンプラー	タイ	カタクチイワシなど
	魚醤油	ニョクマム	ベトナム	カタクチイワシなど
	魚醤油	パティス	フィリピン	サバ
	魚醤油	魚露	中国	雑魚
	魚醤油	カナリエキス	韓国	イカナゴ
	魚醤油	イワシエキス	韓国	イワシ
	魚醤油	マグロエキス	韓国	マグロ、カツオなど
塩辛類	魚類塩辛	シュールストレミング	スウェーデン	ニシン
発酵肉		ハカール	アイスランド	サメ
発酵肉		ホンオフェ	韓国	ガンギエイ
塩辛類	その他塩辛	シュリンプペースト	東南アジア各国	
	その他塩辛	トラシ	インドネシア	エビ
	その他塩辛	バゴオン	フィリピン	エビ
塩辛類	魚類塩辛・その他塩辛	チョッカル	韓国、北朝鮮	魚介類
	その他塩辛	セウジョッ	韓国	アミ
	その他塩辛	トハジョッ	韓国	淡水小海老
	魚類塩辛	ミョルチジョッ	韓国	カタクチイワシ
	その他塩辛	クルジョッ	韓国	牡蠣
	その他塩辛	ミョンナンジョッ	韓国	スケトウダラの卵
	その他塩辛	チャンナンジョッ	韓国	スケトウダラの腸
	魚類塩辛	カルチジョッ	韓国	タチウオ
	魚類塩辛	ファンソゴジョッ	韓国	イシモチ

表2 国産水産発酵食品の種類

大分類	中分類	小分類	地域	原料
水産漬け物	なれずし	ふなずし	滋賀県	ニゴロブナなど
		あじのすす	石川県	アジ
	なまなれずし	いずし	北海道	サケ、ニシンなど
		はたはたずし	秋田県	ハタハタ
		ねずし	岐阜県	マス
		かぶらずし	石川県	ブリ
	麹漬け	にしんずし	福井県	身欠きニシン
	糠漬け	いわし糠漬け	石川県	ウルメイワシ
		ふぐ卵巣糠漬け	石川県	ゴマフグなど
		さばへしこ	京都府など	サバ、イワシ
	粕漬け	うみたけ粕漬け	福岡県など	ウニタケ
		ふぐ肉・卵巣粕漬け	新潟県	ゴマフグ
	その他漬物	なまぐさごうこ	新潟県	イワシ
塩辛類	魚類塩辛	酒盗	高知県	カツオの内臓
		うるか	岐阜県など	アユの内臓
		えたりの塩辛	長崎県	カタクチイワシ
		すくがらす	沖縄県	アイゴ
	その他塩辛	黒作り	富山県	スルメイカの肝臓
魚醤油	魚醤油	いしり	石川県	イカ肝臓、イワシなど
		しょっつる	秋田県	イワシ、サケ、マタラなど
		ぶなざけ魚醤油	富山県	サケ
		鱒醤	富山県	ブリ
		ほたるいか醤油	富山県	ホタルイカ

栄養成分と機能性成分

1．水産漬け物（ふなずしの例）

水産発酵食品の栄養成分をみると、水産漬け物の中でふなずしは、タンパク質を豊富に含み、脂質や炭水化物も比較的多く含まれる。また、ロイシン、リシン、トレオニン、バリン、アルギニン、アラニン、アスパラギン酸、グルタミン酸、グリシン、プロリン、セリンなどの遊離アミノ酸が、オレイン酸、アラキドン酸、α-リノレン酸、エイコサペンタエン酸 (EPA)、ドコサヘキサエン酸 (DHA)などの不飽和脂肪酸が含まれている。さらに、カルシウム、リン、鉄、亜鉛、銅、マンガン、セレンなどのミネラル、レチノール、α-トコフェロール、ビタミンB_2、B_6、B_{12}、葉酸、パントテン酸、ビオチンなどのビタミンが含まれている。ふなずしには大量の乳酸菌が含まれるため、人々の腸内環境を改善するプロバイオテクス食品や有用乳酸菌分離源として注目されている。ふなずしから分離された*Lactobacillus*属 (*Lb. buchneri, Lb. parabuchineri, Lb. plantarum, Lb. alimentarius, Lb. faciminis, Lb. acidipiscis, Lb. casei*など) の細菌は、腸由来のプロバイオテクス乳酸菌よりも炎症性腸疾患に対して高い抗炎症効

果を示すことや、γ-アミノ酪酸 (GABA) 生産能が優れていることが明らかされている。また、ふなずしの水溶性画分がラットの血中脂質濃度を減少させ、糞便中にトリグリセリドやコレステロールを排出させることや、抗血栓効果を有することも報じられている。

２．塩辛（いか塩辛の例）

塩辛類の中でいか塩辛は、比較的タンパク質を多く含む。また、イソロイシン、ロイシン、リシン、トレオニン、バリン、アルギニン、アラニン、アスパラギン酸、グルタミン酸、グリシン、プロリン、セリンなどの遊離アミノ酸が、パルチミン酸、ステアリン酸などの飽和脂肪酸、パルミトレイン酸、イコセン酸、EPA、DHAなどの不飽和脂肪酸が含まれている。さらに、カリウム、リン、鉄、亜鉛、銅、マンガンなどのミネラル、レチノール、α-トコフェロール、ビタミンB_6、B_{12}、ナイアシン、葉酸、パントテン酸などのビタミンが含まれている。これまでに石川県産発酵食品由来の乳酸菌株約220株のうちイカ赤作り由来の*Enterococcus faecium* I106株の生産する抗菌物質がバクテリオシン様物質(BLS)であることが見出されている。この物質はリステリア属細菌、腸球菌、一部の*Bacillus*属細菌、乳酸桿菌*L. sakei*に対して抗菌性を示し、幅広いpH領域で抗菌活性を有することや酸性域での耐熱性に優れることなどから食品利用の観点から好ましい特長を有していると報じられている。

３．魚醤油（いしるの例）

魚醤油の中でいしるの栄養成分をみると、比較的タンパク質が多い。また、アラニン、グルタミン酸、グリシン、アスパラギン酸、リジンなどの遊離アミノ酸、乳酸、ピログルタミン酸、酢酸、ギ酸、コハク酸、リンゴ酸などの有機酸、カリウム、カルシウム、リン、鉄、亜鉛、銅、マンガン、セレンなどのミネラル、ビタミンB_2、B_6、B_{12}、葉酸、パントテン酸、ビオチンなどのビタミンが含まれている。さらに、アンギオテンシンⅠ変換酵素 (ACE) 阻害ペプチドLeu-Ala-Arg (LAR) が含まれており、高血圧自然発症ラットに経口摂取した結果、血圧上昇抑制作用が認められている。

生産の現況と課題

１．水産漬け物

2024年の水産漬け物全体の生産量は約3.7万トンで、生産に占める割合は北海道20%、青森県17%、宮城県17%、新潟県15%、岩手県４%、静岡県４%、千葉県３%、愛知県３%で、これらで全生産量の約83%を占めている。伝統的な仕込みの優れた部分を残し、現代の消費者の健康志向に対応した食品産業の事情に即した産業生産形態を維持するため近年、発酵食品産業において微生物を積極的に利用して将来の新規発酵食品の開発につながる研究も増加している。例えば、自然発酵型の水産漬物であるアジのなれずしから分離された乳酸菌株において、コレステロール低下作用や炎症性腸疾患 (ＩＢＤ) 発症マウスにおける組織損傷改善や抗炎症作用がみられると報じられている。また、魚介類のなれずし系食品

から分離された乳酸菌を利用した乳酸発酵甘酒などが開発されている。

２．塩辛

2024年のいか塩辛の生産量は約9.8千トンで、生産に占める割合は北海道56%、宮城県26%で、これらで全生産量の約82%を占めている。近年、冷凍・冷蔵技術の発達と消費者の減塩嗜好に伴い、塩分濃度が５%程度の低塩分塩辛が生産・流通されている。低塩分塩辛では、塩辛自体の塩分濃度が微生物の増殖に好適であるうえ、この塩分での防腐効果は見込めないが、消費者の健康志向により合成保存料等の添加物は使用されていないため、消費期限は短く、要冷蔵で流通販売する必要がある。すなわち、適切な条件で保存しなければ腸炎ビブリオ等による食中毒を起こす可能性もあり、数時間でも室温放置されると食中毒発症菌量 (10 g食べる場合で10^5〜10^6/g) に達することになるため、温度管理には十分留意する必要がある。

３．魚醤油

2021年時点で日本の醤油年間生産量が約70万klであるのに対し、魚醤油 (公的機関による聞き取り調査) は約950klである。このうち北海道地域は600klの生産量である。この理由は、4種類 (食塩のみ、酵素利用、麹利用、麹とスターター利用) の製法があり、製造現場の状況に応じて選択し、手短な機材を用いて製造することで初期投資額を減らすことで普及が進んだことなどが一因である。

参考文献

・永田恵里奈他. 嗜好性の高いふなずしの生産管理に向けた香気成分と細菌叢の評価. におい・かおり環境学会誌 2023; 54: 347-358.
・辻篤史他. 石川県産発酵食品からの抗菌物質生産乳酸菌の選抜および抗菌物質の特性評価. 石川県工業試験場研究報告 2020; 70: 24-29.
・大島直子他. ふなずし中乳酸菌のラット腸内細菌叢に及ぼす影響. 日本食品微生物学会雑誌 1994; 11: 129-132.
・Tsuda, H. et al. Isolation and identification of lactic acid in traditional fermented sushi, Funazushi, from Japan. Food Sci. Technol. Res. 2012; 18: 77-82.
・磯部由香他. ふなずしの微生物相. 日本家政学会誌 2002; 53: 61-64.
・Tanabe, K. et al. Lentilactobacillus buchneri domination during the fermentation of Japanese traditional fermented fish (funazushi). Food Sci. Nutr. 2022; 10: 4073-4079.
・Okada, Y. et al. Novel probiotics isolated from a Japanese traditional fermented food, Funazushi, attenuates DSS-induced colitis by increasing the induction of high integrin av/β8-expressing dendritic cells. J. Gastroenterol. 2018; 53: 407-418.

・Komatsuzaki, N. et al. Production of γ-amino butyric acid (GABA) by Lactobacillus pracasei isolated from traditional fermented foods. Food Microbiol. 2005; 22: 497-504.
・Ito, K. et al. Hypolipidemic effect of water-extractive components from funazushi: A fermented product of crucian carp. J. Food Biochem. 2018; 12: e12077.
・Ito, K. Effect of water-extractive components from funazushi, a fermented crucian carp, on a activity of fibrinolytic factors. J. Sci. Food Agri. 2020; 100: 2482-2487.
・小柳喬. 伝統的発酵食品技術から学ぶ新しい微生物利用展開. 食品と開発 2026; 61: 4-7.
・Kuda, T. et al. In vitro cholesterol-lowering properties of Lactobacillus plantarum AN6 isolated from aji-narezushi. Lett. Appl. Microbiol. 2013; 57: 187-193.
・Yokota, Y. et al. Lactobacillus plantarum AN1 cells increase caecal L. reuteri in an ICR mouse model of dextran sodium sulphate-induced inflammatory bowel disease. Int. Immunopharmacol. 2018; 56: 119-127.
・藤井建夫. いか塩辛による食中毒について. 月間フードケミカル 2007; 11: 12-16.
・藤井建夫. 魚介類の保蔵から生まれた発酵食品. 日本食品保蔵科学会誌 1999; 25: 245-252.
・舩津保浩, 竹田保之, 加藤淳編著. 「食べ物と健康Ⅲ　食品加工と栄養 (第3版)」三共出版. 2021.
・石毛直道. 魚醤起源と伝播　－魚の発酵製品の研究（8）－. 国立民族学博物館報告1987; 14: 199-250.
・太田静行. 「魚醤油の知識」幸書房. 1996.
・文部科学省. 食品成分表データベース. 2023；https://fooddb.mext.go.jp/ (2026年1月9日参照).
・Sasaki, T. et al. Purification and antihypertensive activity of a novel angiotensin-1 converting enzyme inhibitory peptide from fish sauce, ISHRU. IJCAM. 2013 March; 10, 45-49.
・菅原久春. 魚醤の歴史. 日本海水学会誌 2016; 70: 283-288.
・道畑俊英ら. イシル（魚醤油）の遊離アミノ酸、オリゴペプチド、有機酸、核酸関連化合物. 日本食品科学工学会誌 2000; 47: 241-248.
・吉川修司. 北海道の魚醤油とその将来展望. 日本醸造協会誌 2013; 108: 164-171.

（著者：酪農学園大学　食と健康学類　舩津 保浩）

最終更新日:2026.04.13

© 2025 suisankakohin.zukan