

魚介類の保蔵から生まれた発酵食品

藤井建夫*

Fermented Seafoods

FUJII Tateo*

*Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Fisheries
4-5-7 Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477

1. 水産加工品の特徴

昔から水産の分野では漁獲された魚をいかに保蔵して品質劣化を防止するかということが最重要の問題であった^(注)。魚介類は農産物や畜産動物のように計画的に生産することが難しく、漁獲量の変動も大きいので、捕れるときに捕り、冬場や不漁の時のために貯蔵しておく必要があることや、死後の自己消化や腐敗が早いので、漁獲後速やかに何らかの手段を講じる必要があるからである。

(注：本学会の名称にも取り入れられている保蔵という用語を創出されたのが水産微生物学の木保正夫先生であることや、最初に公的な部局名に保蔵という言葉が用いられたのが水産庁の東海区水産研究所であったというような事例¹⁾も水産における保蔵の重要性の反映であろう。)

水産加工品を製造原理の面からみると、缶詰や魚肉ソーセージは魚に付着している微生物を加熱殺菌し、その後の外部からの微生物の汚染を密封容器(包装)によって防いだものであり、一方、塩蔵品や干物、佃煮、酢漬けなどは魚の塩分や水分、pHなどを微生物の増殖に不適当な条件にすることによって微生物の増殖を抑制したものであるというように、これら水産加工品はほとんどが腐敗防止のために生まれたものといえる。

一方、水産加工品の中には、塩辛、くさや、ふなずしのように、微生物や自己消化酵素の働きをむしろ積極的に

に利用して作られていると考えられる発酵食品があるが、これらの加工品も魚介類を保蔵するために生まれたと考えることができる。たとえば、イカを塩蔵している間に自己消化酵素や細菌の働きで独特の旨味や臭いが生じるようになったものが塩辛、塩干魚を作る際の塩水を数百年間、取り替えずに繰り返し使用してきたのがくさやの干物である。ふなずしも塩蔵しておいたフナを夏の土用の頃に米飯と一緒に漬け込み、乳酸発酵を起こさせることで保存性と風味を付与したものである。

2. 発酵と腐敗

水産発酵食品の中には、くさや、ふなずしのように、腐敗臭と似た臭気を持つものがあり、これを発酵食品と呼ぶことに疑問があるかもしれないので、ここで発酵と腐敗の違いについて触れておきたい。

発酵も腐敗もともに微生物の作用によるという点では共通している。このうち、発酵は糖類が分解されて乳酸やアルコールなどが生成されるような場合が分かりやすい。一方、タンパク質やアミノ酸などの食品成分が分解され、硫化水素やアンモニアのような腐敗臭を生成し、最後には食べられなくなってしまう現象は腐敗と呼ばれる。それでは、糖類が分解される場合が発酵で、タンパク質やアミノ酸が分解される場合が腐敗かというところではない。

腐敗はタンパク質を多く含む食品で顕著であるが、それだけでなく、米飯や野菜、果実類などでもふつうにみ

られる。また原料が同じでも、蒸した大豆に枯草菌を生やして納豆が作られる場合には発酵とよばれるが、煮豆を放っておいてネトやアンモニア臭がしたときは腐敗と呼ばれる。また、代謝産物の違いで発酵と腐敗が区別されるわけでもない。牛乳に乳酸が蓄積して凝固したものは、ある時は発酵と呼ばれ、ある時は腐敗と呼ばれる。それでは特定の菌群の違いによって区別されるのかというとそうでもない。同じ乳酸菌でもヨーグルトや味噌が作られる場合は発酵であるが、これが清酒中で増殖する場合は火落ちといって腐敗を意味する。

発酵と腐敗という言葉は、結局、人間の価値基準によって便宜的に使い分けられているものであり、一般に、微生物作用のうち人間生活に有用な場合を発酵、逆に有害な場合を腐敗といっているのである。したがって、くさややふなずしなども、製造過程で微生物の有用性が認められるのであれば発酵食品と呼ぶことができる。

3. 水産発酵食品の種類と特徴

水産の発酵食品は、水産物の消費量が農産物、畜産物と同程度である割には少ないようである。最もよく知られている塩辛でもせいぜい年間4万トン台の生産規模で、味噌、醤油、ヨーグルトなどにはとうてい及ばない。しかし、各地の伝統食品の中には、塩辛のほか、くさや、魚醤油（しょつつる、いしるなど）、馴れずし（ふなずしなど）、糠漬けなどのように発酵食品と考えられるものがある。これらの製品は、その化学的・微生物学的特徴や製造原理が解明されているものは少なく、今後解明

すべき課題が多いのが実状であるが、製造法などから考えて次の2つに整理することができる。

(1) 塩蔵型発酵食品

腐りやすい原料魚を塩蔵している間に特有の風味をもつようになったもので、塩辛、くさや、魚醤油など。

(2) 漬物型発酵食品

魚自体は糖質が少ないため、発酵基質として米飯や糠を用い、これに塩蔵しておいた魚を漬け込んだもので、馴れずし、糠漬けなど。この場合も保存性の付与が大きな目的と考えられる。発酵を促進させるために多量の麴に漬け込んだものは麴漬けといわれる。

表1に代表的な水産発酵食品の概要を示す。これらのうち本稿では塩蔵型の発酵食品（くさや、塩辛、魚醤油）についてその特徴や、製法、製造過程における微生物・酵素の役割などについて述べる。ここで取りあげなかったその他の水産発酵食品については拙著²⁾を参照されたい。

4. く さ や

くさやは伊豆諸島（新島、大島、八丈島など）で、独特の塩汁に漬けてつくられている魚の干物の一種で、おもに関東地方で酒の肴として重宝されている。この製品の特徴は独特の臭気と風味を持つことと普通の干物よりも腐りにくいという点である。

くさやの発祥については必ずしも明かではないが、かつて江戸時代に、伊豆諸島は天領として塩年貢が課せられており、塩が貴重品であったため、近海でとれた魚を

表1 代表的な水産発酵食品の概要

種類	原料魚	製法	発酵原理	主な微生物
くさや	ムロアジ、アオムロ、トビウオ	2枚に開いた原料魚を血抜き、1晩くさや汁に漬けたのち、水洗、乾燥する	汁中細菌の産生する抗菌物質による保存性の付与・嫌気性菌によるおおいの付与	"Corynebacterium", 嫌気性菌, らせん菌
いか塩辛	スルメイカ	細切りした胴・脚肉に肝臓約5%と食塩10%を加え、2~3週間仕込む	食塩による防腐と自己消化酵素によるうま味の生成、微生物によるおおいの生成	Staphylococcus, Micrococcus, 酵母
しょつつる	マイワシ、ハタハタ	原料魚に25~30%の食塩を加え、1年以上仕込む	食塩による防腐と自己消化・うま味の生成	Micrococcus, Bacillus, その他好塩菌
ふなずし	ニゴロブナ	塩蔵フナを塩出し後、米飯に1年以上漬け込む	食塩による防腐（塩蔵中）と米飯の発酵による保存性と風味の付与（米飯漬け中）	乳酸菌, 酵母
いわし糠漬け	マイワシ	塩蔵イワシを糠、麴などととも1年以上漬け込む	食塩による防腐と糠の発酵による保存性と風味の付与	乳酸菌, 酵母

塩干魚にする際に、やむなく同じ塩水を繰り返し使っているうちに、塩水は微生物の作用を受け独特の臭気を持つようになり、これにつけて作られる製品も強い臭いを持つようになったといわれる。島では貴重な保存食品として定着していったのであろう。

くさやの原料には、アオムロ、ムロアジ、トビウオなどが用いられる。なるべく新鮮であぶらの少ないものがよい。製造法は島によって異なる点もあるが、新島の例について記す次の通りである。

原料魚を開いて内臓を除去し、充分水洗、血抜きを行って水切りしたのち、独特のくさや汁に浸漬する。10～20時間ほど浸漬した後、魚体をざるに取り出して汁を滴下後、水洗し、天日乾燥または通風乾燥する。

くさやが普通の塩干魚と異なる製法上の特徴は、塩水の代わりにくさや汁を用いる点である。このくさや汁は同じ液が百年以上にわたって繰り返し使用されているもので、粘性を有し、強い臭いのする茶色味を帯びた液である。浸漬時のくさや汁の塩分や浸漬時間は魚体の大きさ、鮮度やあぶらの乗り具合などにより調節される。伊豆諸島のくさや汁成分の分析例(表2)をみると、

pH(中性)、総窒素(0.40～0.46mg/100ml)、生菌数(10^7 ～ 10^8 /ml)などには島の間大きな差異はみられないが、食塩濃度は八丈島のくさや汁は8.0～11.1%であるが、他島のものでは2.7～5.5%と低い。また、トリメチルアミンは新島のくさや汁からは検出されないという特徴がみられる。

また、くさや汁の微生物相(表3)は新島、大島、三宅島、式根島、神津島ではいずれも"*Corynebacterium*"が優勢であるが、八丈島のものではこれらと異なっている。くさや汁中に活発に運動する螺旋菌が認められることは各島のくさや汁に共通する特徴である。これらの螺旋菌は形態や培養性状、遺伝学的性状が既知の菌群とは異なるため、新属として*Marinospirillum*が提唱されている³⁾。

くさや汁をDAPI染色により直接計数すると 7.6×10^{11} /mlのいわゆるVBNC細菌(viable but nonculturable bacteria)が見られることから、くさや汁より直接DNAを抽出し、16SrRNA遺伝子塩基配列を用いて細菌相を検討したところ、*Bacteroides*-*Cytophaga*群、wall less spirohaeta群、Thermotogales、

表2 伊豆諸島のくさや汁の成分

	新 島		大 島		八 丈 島				三 宅 島		式根島
	M	N	O	P	A	B	C	I	F	G	L
pH	7.12	7.01	6.93	7.10	7.06	7.02	7.55	7.04	7.20	6.75	7.16
灰 分 (%)	2.7	4.0	3.1	3.9	9.5	12.3	10.7	9.6	5.1	3.7	5.8
水 分 (%)	95.7	94.3	93.3	93.5	86.3	86.4	86.7	85.3	92.5	94.4	93.0
食 塩 (%)	2.7	3.6	3.3	3.7	8.9	11.1	8.0	9.5	4.5	3.2	5.5
粗脂肪 (%)	0.7	0.8	1.2	0.8	0.9	—*	0.8	—	—	—	—
総窒素 (mg/100ml)	397	467	419	447	457	—	440	403	534	545	441
トリメチルアミン (mg-N/100ml)	0	0	4.4	3.2	3.4	3.3	2.9	—	2.7	2.8	0.4
生菌数 (cells/ml)	2.7×10^7	1.7×10^8	1.2×10^8	2.5×10^7	3.4×10^7	—	9.4×10^7	6.5×10^7	6.5×10^7	1.1×10^8	1.3×10^8

—*: 測定せず

表3 伊豆諸島のくさや汁の細菌相

細菌群	新 島	大 島	八 丈 島		三 宅 島	式 根 島
	M (144) *	O (107)	A (20)	I (40)	G (30)	L (26)
<i>Corynebacterium</i>	0	0	5.0	1.7	0	0
" <i>Corynebacterium</i> "**	56.8	56.4	15.0	3.3	80.0	57.7
<i>Pseudomonas</i>	36.7	21.8	15.0	56.6	6.7	19.2
<i>Moraxella</i>	2.2	7.9	65.0	38.3	13.3	23.1
<i>Acinetobacter</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Flavobacterium</i>	0	2.0	0	0	0	0
<i>Micrococcus</i>	1.4	1.0	0	0	0	0
<i>Staphylococcus</i>	0.7	3.0	0	0	0	0
<i>Streptococcus</i>	0	5.9	0	0	0	0
<i>Oceanospirillum</i>	2.2	0	0	0	0	0

* () は分離株数。 ** 寒天平板上でのコロニーが微小な菌群で暫定分類。

Eubacterium, *Paracoccus* などと相同性の高い菌群が認められた⁴⁾。

くさや汁中の微生物の主な役割としては、これまでにくさやの臭気成分の生成と保存性への寄与が知られている。

くさやの誰にも分かる大きな特徴は独特の臭気であるが、嫌いな人は食べる前にあの強烈な臭いに参ってしまうようである。くさやの臭気成分は、酢酸、プロピオン酸、イソ酪酸、n-酪酸、イソバレリアン酸、プロピオンアルデヒドなどのほか、揮発性イオウ化合物が重要である。これらの臭いの生成にはくさや汁中の *Clostridium*, *Peptostreptococcus*, *Sarcina* 属の嫌気性細菌の関与が大きいと考えられる。くさやのにおいは強烈だが味は格別だとよくいわれるが、その良さが何によっているのかについてはほとんどわかっていない。

くさやのあまり知られていない特徴は腐りにくいということである。くさやの保存性が優れていることは古くから言われており、このことはまた実験的にも証明されている。同じ原料魚から、水分や塩分がほぼ同じくさやと塩干魚を試作して比較してみると(図1)、不思議なことにくさやの方が倍近く日もちがよい⁵⁾。これは実はその原因がくさや汁の中にある微生物の働きによるのである。先にくさや汁中の生菌数は $10^7 \sim 10^8$ /mlと述べたが、その大部分を占める "*Corynebacterium*" 属の細菌が抗菌物質を生産しているため、それに漬けて作ら

れるくさやでは腐敗しにくい⁶⁾というわけである。しかし、この菌は通常の培地では増殖が極めて弱く、抗菌物質も不安定であるためその性質はまだ十分明らかではないが、単純タンパクと考えられ、幅広い抗菌性を有する。くさやの加工に従事している人は手に怪我をしても化膿しないとか、下痢をしたときにくさや汁を薄めて飲むと治るといわれていることも、この考え方が正しいことを裏づけていて興味深い。なお、くさやの防腐性の原因については汁のpHが高い値に維持されるためとする説⁷⁾が提唱されたことがあるが、これは誤りである²⁾。

なお、くさや汁中の微生物は以上のほか、新島と他島のくさや汁のトリメチルアミン含量の違いにも関与しており、新島のくさや汁には *Penicillium* 属のカビが存在し、これがトリメチルアミンを消費することが知られている²⁾。くさや汁の生菌数はこれまで考えられていたより1~2桁程度高いことが最近分かったが、これらの細菌群もくさやの製造に何らかの役割を果たしていると考えられる。いずれのくさや汁にも存在する螺旋菌の意義についても興味もたれるところである。

くさや汁は臭いや見かけが好ましくないため、食品衛生面での危惧もたれるが、汁中からは大腸菌、腸炎ビブリオ、ブドウ球菌などの食品衛生細菌は検出されず⁸⁾、アレルギー様食中毒の原因物質であるヒスタミンのような腐敗産物もほとんど蓄積していない⁹⁾ので、これらによる食中毒の心配はなく安全であるといえる。

くさやについて不思議に思うことは、それが微生物の存在も知られていなかった頃から引き継がれてきた技法であるにもかかわらず、製造上のいろいろな言伝えや工夫が科学的にうまく説明できることである。

例えば、加工場では、くさや汁を連続して使うと良いくさやができないと言われているが、これは連続して用いると汁の中で抗菌物質をつくる有用微生物の比率が減少するためと説明できるのである。この有用菌はくさや汁をしばらく休ませると回復するため、加工場では汁を二分して一日交替で用いるようにしている。また、汁は数カ月間使わずにおくと死んでしまうといわれているが、これは長期間の放置中に他の微生物が増殖して、ふつうは中性付近にある液のpHも8.5付近にまで上昇してしまい、有用菌に不適当になるためであろう。さらに、汁をしばらく使わないときにはときどき魚の切身を入れるようにしているが、これは微生物に栄養を供給しているのであろう。汁の保管についても、温度や通気などに工夫がなされているが、このような経験的な知恵によってくさや汁の微生物管理がおこなわれてきたものと考えられる。

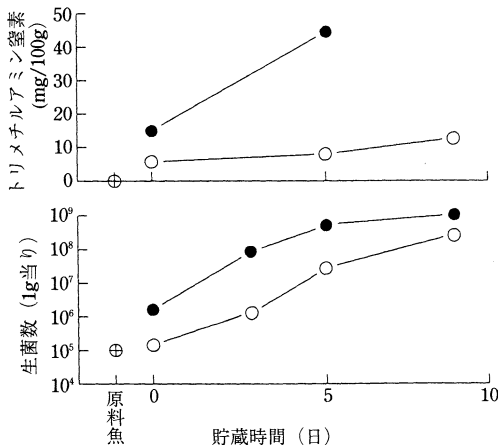


図1 くさやと塩干魚の保存性の比較(20°C貯蔵)

○: くさや, ●: 塩干魚, ⊕: 原料魚

塩干魚は、くさや汁とほぼ等しい食塩濃度(約3%)の塩水に浸漬して作ったもので、その他の製造条件はくさやと同じ。製品の水分はともに約50%、貯蔵0日目にも両方で差があることは、製造中(浸漬および乾燥中)にすでに差があることを示している。

5. 塩 辛

塩辛は魚介類の筋肉、内臓などに食塩を加えて、腐敗を防ぎながら旨みを醸成させたものである。塩辛の起源については、平安時代の書物にその記録が残っているというが、おそらくそれよりも前から、捕れた魚介類を保存するための手段として塩漬けにしていたのが始まりであろう。その頃は各地でいろいろな魚介類が塩漬けにされていたと思われる。そのうちあるものは、塩漬け中に原料の味とは異なった独特の旨みを持つようになることが分かり、それらが塩辛や魚醤油として伝えられてきたのであろう。現在、イカの塩辛の他、カツオの塩辛(酒盗)、ウニの塩辛、アユの卵・精巢・内臓の塩辛(うるか)、ナマコの内臓の塩辛(このわた)、サケ内臓の塩辛(めふん)など多種類のものがつくられている。ここでは最も一般的なイカの塩辛について述べる。

イカ塩辛の主産地は北海道と青森、岩手、宮城の各県である。塩辛のつくり方は比較的簡単で、細切りしたイカに肝臓と10数%程度の食塩を加えて時々攪拌しながら漬け込んでおくのが昔からの一般的な製造法である。

原料には近海産のスルメイカ(マイカ)が用いられる。最近は外国産のイカも用いられているが、その場合も肝臓はマイカのものを用いている。まず、墨袋を破らないようにして、内臓、くちばし、軟甲を除去、頭脚肉と胴肉を分離して水洗する。十分に水切りした後、細切りした胴肉および頭脚肉を大型の樽に入れ、これに肝臓(皮を除いて破碎したもの)および食塩を加えて十分に攪拌・混合する。食塩はふつう肉量の10数%であるが、最近は減塩の傾向にある。肝臓の添加量は3~10%程度である。毎日充分に攪拌し、大体10~20日後、製品とする。

細切り肉は仕込後、次第に生臭みがなくなり、肉質も柔軟性を増し、元の肉とは違った塩辛い味や香りが増強されるようになる。このような変化を熟成と呼んでいる。用塩量10%の場合、気温10℃では仕込後10~15日目頃に、また気温25℃では5日目ごろに食用最適となる。これは原料のタンパク質や核酸、糖質などの成分が分解されて、多種類の呈味・香気成分に変化するためである。塩辛の遊離アミノ酸は、タウリン、グルタミン酸、ロイシン、アルギニン、プロリンなどが量的に多い。また、おもな有機酸として乳酸、酢酸などが検出される。その他の揮発性成分としてプロピオン酸、イソ酪酸、アンモニア、イソブチルアミンなどが検出される。

塩辛の熟成における微生物・酵素の関与については、そのアミノ酸(旨味成分)の生成と有機酸(におい成

分)の生成がおもに調べられている。このうち前者についてはおもに自己消化酵素によるものであり、微生物の役割は小さいと考えられており¹⁰⁾、これまで熟成中の微生物の役割については不明であったが、最近、自己消化作用と細菌作用を区別するため、抗生物質添加と無添加のイカ塩辛(食塩10%)について、熟成中の有機酸量の変化を調べたところ、後者でのみ酢酸、乳酸などの蓄積が認められ、その生成が微生物によっていることが明らかとなった¹¹⁾(図2)。

塩辛の細菌相に関する過去の研究例は、*Staphylococcus*および*Micrococcus*属の球菌が多く検出される点では一致している。しかしその群別はほとんどの場合O/Fテスト(グルコースの発酵性)によっているが、それによって得られる結果が必ずしも本来の属と一致せず、その群別にはSK agarおよびFP agarが有効と考えられたので、筆者らが最近3種の試酸塩辛について、この方法で調べた結果では、塩辛の優勢菌は90%以上が*Staphylococcus*であり、*S. xylosus*、*S.*

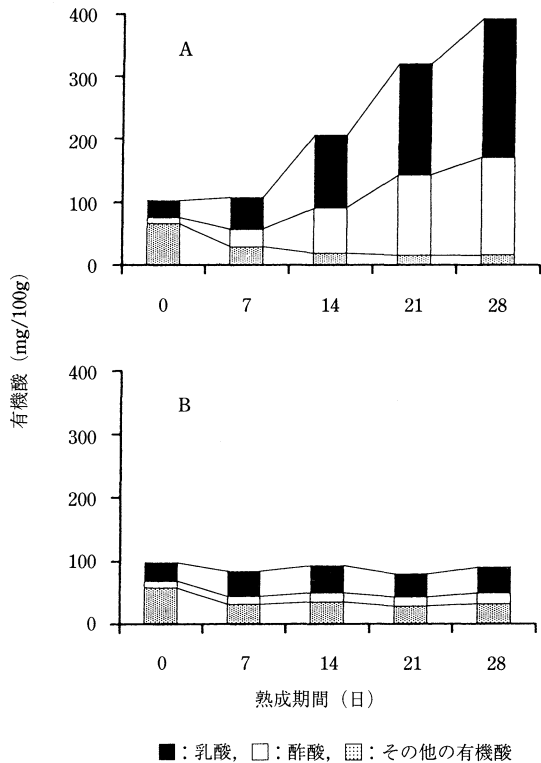


図2 熟成中の塩辛(食塩10%, 25℃)における有機酸量の変化

A: 抗生物質非添加, B: 抗生物質添加
有機酸の生成がA区でのみ見られることから、その生成は主に微生物によっているといえる。

saprophyticus, *S. equorum*, *S. warneri*などが主要な菌種であった¹²⁾。興味あることに、塩辛中では *Staphylococcus*属細菌が多く存在するにもかかわらず、これと同属の食中毒菌である黄色ブドウ球菌 (*S. aureus*) は全く検出されないが、この原因にはイカ肝臓成分やトリメチルアミノオキドが関与していると考えられている^{13), 14)}。また、黒作り (イカ墨を加えて作る塩辛で富山の特産) では赤作り (普通のイカ塩辛) に比べて賞味期間が長い、この原因としてはイカ墨中の耐熱性成分に細菌抑制効果があることが知られている¹⁵⁾。

塩辛は熟成期を過ぎるとやがて肉痩せが進み、遊離水も出やすくなり、アンモニア臭の混じった刺激臭が感じられるようになり、腐敗にいたる。塩辛の熟成と腐敗の境界を明瞭にすることは難しいが、この両者に微生物の面からどのような差異があるのか興味あるところである。

塩辛の生産量は、1970年頃までは長いあいだ1万t未滿で横這いであったが、1970年代以降は、1975年1万3千t、1985年2万4千t、1992年には4万t台を超えるというように急増の傾向にある。その原因は塩辛が低塩化したことによる (図3)¹⁶⁾。最近では、食塩10%以上の伝統的塩辛は少なくなり、代わって塩分が4~7%程度の低塩化塩辛が主流となっており、これら2種の塩辛の特徴は表4の通りである。この低塩化塩辛の製造法が15~20年くらい前に行われていた伝統的な方法と大きく異なる点は、用量が著しく減少したこと、肝臓のみを熟成させて (または熟成せずに調味して) 細切り肉に加えていること、熟成期間が短縮されたこと、多種類の添加物 (ソルビット、グルタミン酸ソーダ、グリシン、防腐剤、甘味料、麴など) が多量に用いられていることである。

もともと塩辛に10%以上の食塩を用いるのは、腐敗細菌の増殖を抑えながら熟成を促進させるためであるが、低塩化塩辛では腐敗細菌の増殖を抑えきれないため、長期間の仕込みはできず、熟成による旨みの生成ができない。そのため、調味料で味付けし、また食塩添加以外の手段で保存性を維持する必要があるため、低温貯蔵の併用とpH・水分活性の調整、種々の添加物による保存性の付与などが行われている。塩辛の熟成機構や風味の本質などが未解明な段階でのこのような安易な改変は慎むべきであろう。

近年、多くの食品が低塩化の傾向にあり、塩辛もその例外ではない。しかし塩辛の場合、消費者がこのような質的な違いについて承知しているかという点と問題である。しいて高塩分のを求める必要はないが、現に低塩化塩辛による食中毒事例も報告されていることから、今後

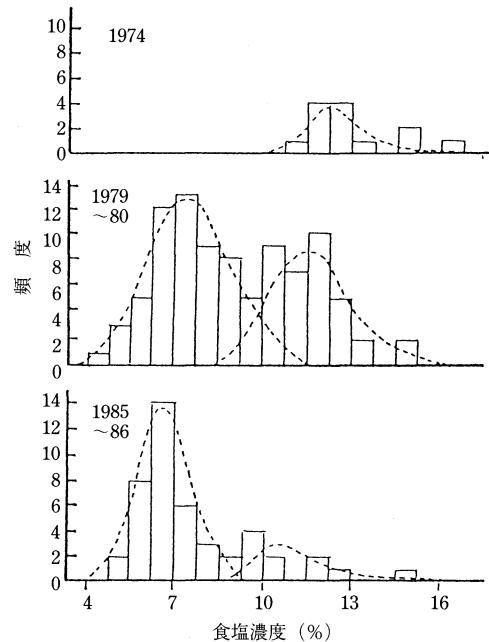


図3 イカ塩辛の塩分濃度分布の変化

表4 伝統的塩辛と低塩化塩辛の比較

	伝統的塩辛	低塩化塩辛
食塩濃度	約10~20%	約4~7%
仕込期間	約10~20日	約0~3日
旨味の生成	自己消化によるアミノ酸の生成	調味料や調味料による味付け
腐敗の防止	食塩による防腐	防腐剤・水分活性調節による防腐
保存性	高 (常温貯蔵可)	低 (要冷蔵)
製品の特徴	保存食品	あえもの風

食品衛生の面からも注意が必要である。

6. 魚 醬 油

魚醬油は魚介類を高濃度の食塩とともに1~数年間熟成させて製造される調味料で、わが国では秋田のしょっつる、能登のいしるが有名である。塩辛と魚醬油はともに、魚介類と食塩を主原料として作られる点は共通している。食塩濃度や熟成期間等が異なるが、利用形態からみると、魚体が分解するまで熟成させて液化部分を用いるものが魚醬油、原料魚介の形を残しており、その固形部分を食用としたものが塩辛であるといえる。魚醬油は最近では、めんつゆやたれの隠し味としての需要が伸びている。

しょっつるの原料にはハタハタ、マイワシ、アジ、カタクチイワシ、小サバ等が用いられる。製造法は、一例²⁾

表5 市販しょっつるの化学成分と生菌数

試料	F	H	I	J
pH	5.56	5.02	5.35	4.54
食塩 (%)	26.2	28.9	28.8	30.4
総窒素 (mg-N/100ml)	301.3	406.4	1,598	406.4
揮発性塩基窒素 (mg-N/100ml)	36.2	40.0	170.3	77.4
グルタミン酸 (mg/100ml)	377.5	436.2	1,081	572.0
乳酸 (mg/100ml)	87.6	160.1	460.7	66.8
酢酸 (mg/100ml)	33.2	+	79.5	178.9
レブリン酸 (mg/100ml)	—	102.4	—	+
ヒスタミン (mg/100ml)	0.94	6.06	16.6	0.20
生菌数 (cells/ml) 2.5%食塩加培地	1.3×10^5	1.5×10^3	8.3×10^4	< 10
20%食塩加培地	5.9×10^5	9.6×10^3	2.0×10^3	< 10

を示すと次のとおりである。原料魚に対し約20%量の食塩をまぶし、汁が浸出して脱水した魚体を1週間くらいの間に他の桶に移し、これに新たに塩をかけながら、煮沸濾過した先の浸出液を張り、重石をして漬け込む。1～数年すると魚体は液化するので、これを汲み出して釜で煮込み、浮いた油を除いて麻袋で漉す。濾液を数日間放置して澱を除き、海砂で濾過後びん詰めして商品とする。製造法としては、ほかに最初から魚を食塩とともに漬け込む方法、10～20%相当の麴を用いる方法、熟成後の溜りだけを用いて煮沸する方法などがある。

しょっつるは、原料や製造法がかなり多様であると考えられ、その成分(表5)も、たとえば総窒素が約300～1600mg/100ml、グルタミン酸が380～1080mg/100ml、乳酸が67～460mg/100mlというようになり異なる。このような違いは製品の呈味や保存性にも大きく影響すると考えられる。

しょっつるは食塩濃度が高いため一般には長期保存の可能な調味料であるが、貯蔵中に白濁して悪臭を放つようになることがある²⁾。腐敗品では揮発性塩基窒素、トリメチルアミン、揮発酸などが正常品に比べて高く、生菌数も $10^7 \sim 10^8$ /mlに増加している。主要な腐敗菌は*Halobacterium*である。しょっつるの腐敗防止には低温貯蔵やpHの調節、濾過方法の改良、濾過後の製品の再加熱などが有効であろう。

魚醬油は、熟成中の菌数が一般に少なく、また高塩分であるため微生物の役割は少なく、その熟成は自己消化酵素によるところが大きいと考えられている。しかし熟成期間が長いこと、とくに魚醬油の主産地である東南アジアでは年中気温が高いこと、また魚醬油中の細菌には20%以上の高塩分下でもよく増殖できる細菌が存在すること等を考慮すると、再検討の余地があると思われる。

魚醬油は調味料として使われるのが一般的であるが、

少し変わった魚醬油として飛鳥(酒田)のいか魚醬油があるので触れておきたい。この魚醬油はイカの肝臓を高濃度の食塩とともに漬け込んで1年以上熟成させて作られるもので、他の魚醬油のように調味料として使われることはほとんどなく、大部分がイカ、サザエ等の塩辛を作るためのタレとして用いられている。魚醬油の塩分は24～25%、最終製品の塩辛の塩分濃度は14～17%である。品質改良の目的で煮沸殺菌した魚醬油にイカ肉を漬け込んだところ、そのまま(非加熱)の魚醬油に漬け込んだ場合よりも早く腐った(図4)という。そこで、その原因について調べたところ、非加熱の魚醬油中には抗菌性を示す乳酸菌が存在し、保存性に寄与していることが明らかとなった¹⁷⁾。飛鳥の魚醬油におけるこのような微

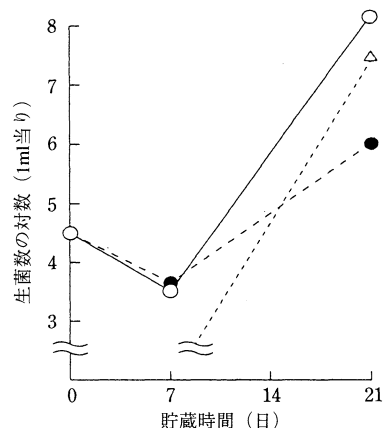


図4 加熱および非加熱の魚醬油にイカ肉を漬け込んだ際の生菌数の変化

- : 加熱魚醬油中の腐敗細菌数
- : 非加熱魚醬油中の腐敗細菌数
- △: 非加熱魚醬油中の乳酸菌数

非加熱魚醬油中では乳酸菌が増殖し、イカ肉の腐敗が抑制されている。

生物の役割は、くさや汁におけるそれと似ていて興味深い。なおこの魚醤油中からは従来1属1種であった *Tetragenococcus* 属の新種として *Tetragenococcus muriaticus* が発見されている¹⁸⁾。

7. おわりに

表6には本稿で取りあげた塩蔵型発酵食品を用途別に整理してみた。新島のくさや汁と飛島の塩辛とは地理的にも主要微生物の種類も異なるが、いずれも発酵産物に魚介類を漬け込むことで風味と保存性が付与されるという点でよく似ており、微生物利用という点から興味を持たれる。またイカの塩辛では、これまで微生物の役割が不明であったが、乳酸や酢酸を生成することでその風味と保存性に寄与している可能性が示唆される。

表6 塩蔵型発酵食品の用途別比較

製 品	形 状	用 途	最終製品
塩辛	固 形	おかず	——
魚 醤	液 体	調味料	——
飛島の魚醤油	液 体	漬け汁	塩 辛
くさや汁	液 体	漬け汁	くさや

このように、水産発酵食品も農産発酵食品と同様、巧みに微生物・酵素を利用していることがうかがえる。しかし、上に述べたように、塩辛では嗜好の変化や製法の簡略化、量産化などのためにその製法が改変されつつあり、従来のように微生物を活用して作られる塩辛は少なくなっている。その発酵食品の品質上の特色や発酵の機構などが明らかなる場合にはある程度の品質改良や省力化は可能であろうが、それらがよく解明されていないものを改変することは無理であり、それをしようとすると、見かけだけ似ていて中身は別のものを作ることになりかねず、結果的に昔からの伝統的な技法が失われることになる。

また、くさやや飛島の魚醤油は極めてローカルな伝統食品であるが、驚くべき微生物利用が認められるにもかかわらず、残念ながら後継者の問題などを含めその存続が危ぶまれる。

伝統食品は人間の英知の結晶であるといわれるように、そこには科学的で合理的な知恵や工夫が潜んでいることが多い。水産発酵食品の場合も、上に述べた以外にも、様々な微生物・酵素利用の知恵が含まれていることは十分期待される。その保持・継承のためにも、早急にそれらの調査・研究を進め、そこに含まれる科学的意義を明らかにしていく必要があろう。

文 献

- 1) 野中順三九：食品衛生学雑誌，**19**，411～416 (1978)
- 2) 藤井建夫：塩辛・くさや・かつお節——水産発酵食品の製法と旨味，p. 121 (恒星社厚生閣，東京 (1992))
- 3) SATOMI, M., KIMURA, B., HAYASHI, M., SHOUZEN, Y., OKUZUMI, M. and FUJII, T.: *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **48**, 1341～1348 (1998)
- 4) SATOMI, M., KIMURA, B., TAKAHASHI, G. and FUJII, T.: *Fisheries Science*, **63**, 1019～1023 (1997)
- 5) 藤井建夫：日本水産学会誌，**46**，1137～1142 (1980)
- 6) SIMIDU, U., AISO, K., SIMIDU, W. and MOCHIZUKI, A.: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **35**, 109～115 (1969)
- 7) 小菅卓夫・横田正実・大場 浩・永野博正：日本水産学会誌，**44**，1141～1146 (1978)
- 8) FUJII, T., TAKAOKA, Y. and OKUZUMI, M.: *Letters in Applied Microbiology*, **11**, 116～118 (1990)
- 9) 佐藤常雄・溝井理子・木村 凡・藤井建夫：食品衛生学雑誌，**36**，490～494 (1995)
- 10) 藤井建夫・松原まゆみ・伊藤慶明・奥積昌世：日本水産学会誌，**60**，265～270 (1994)
- 11) FUJII, T., WU, Y. and KIMURA, B.: *Fisheries Science*, **65**, 671～672 (1999)
- 12) WU, Y., KIMURA, B. and FUJII, T.: *Fisheries Science* (投稿中)
- 13) 山崎浩司・北村史恵・猪上徳雄・信濃晴雄：日本水産学会誌，**58**，1971～1976 (1992)
- 14) 西村昌彦・信濃晴雄：日本水産学会誌，**57**，1141～1145 (1991)
- 15) 高井典子・山崎浩司・川合祐史・猪上徳雄・信濃晴雄：日本水産学会誌，**59**，1617～1623 (1993)
- 16) 大石圭一・岡 重美・飯田 優・小松一郎・二瓶幹雄・小泉恭三：北海道大学水産学部研究彙報，**38** (2)，165～180 (1987)
- 17) FUJII, T., SAITO, N., ISHITANI, T. and OKUZUMI, M.: *Letters in Applied Microbiology*, **14**，115～117 (1992)
- 18) SATOMI, M., KIMURA, B., MIZOI, M., SATO, T. and FUJII, T.: *Int. J. Syst. Bacteriol.*, **47**，832～836 (1997)