水産発酵食品の製法と微生物・酵素の役割

東京水産大学教授

農学博士　藤　井　建　夫



1．水産発酵食品

水産物は大部分が海からの漁獲によるため，農産物や畜産物のように計画的に生産することが難しく，また自己消化や腐敗や速いという特徴がある。したがって漁獲された魚介類の鮮度低下をいかにして防止するかということが古くからの重要な問題であった。水産の加工品には，干物，燻製品，塩蔵品，酢漬け，かまぼこ，缶詰など多種類のものがあるが，これらはいずれも原料魚の腐敗を防ぐために考え出されたものということができる。

ところで水産物の中にも微生物や自己消化酵素の働きをむしろ積極的に利用して作られていると考えられるものがあり，これらを水産発酵食品と総称している。農産品や畜産品には，味噌，醤油，納豆，漬け物，日本酒，ヨーグルト，チーズなど，われわれに馴染みの深い発酵食品が多いのに比べ，水産の発酵食品は，水産物消費量が農産物，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３～４万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。

このように水産食品で発酵製品が少ないのは，魚肉自体が腐りやすいことのほか，成分的にもタンパク質が主体で発酵材料になりにくいことにもよる。ただこれらの加工品も，もともとは魚介類を保存するために生まれたという点では他の加工品の場合と同じである。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ご飯と一緒に漬け込み，乳酸発酵をおこさせることで保存性と風味を付与したものである。

各地の伝統食品の中には，全国規模のものは少なく，生産量も多くないが，塩辛のほか，くさや，魚醤油（しょっつる，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)　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，魚醤油などが該当する。

(2)　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，糠漬けなどが該当する。この場合も保存性の付与が大きな目的と考えられる。

なお，農・畜産品では主に微生物の作用によるものを発酵食品と呼んでいるが，水産物の場合は自己消化による分解作用と微生物による作用が見かけ上区別しにくいものが多いので，通常はこれらの作用を区別せずに発酵食品と呼んでいる。表１に代表的な水産発酵食品についてその要点をまとめて示した。

本稿ではこのうち，塩辛，くさや，ふなずし，糠

漬けについてその製品の概要，製造法，製造過程における微生物・酵素の役割などついて述べる。

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
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数％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旨味の生成，微生物によるにおいの生成	*Staphylococcus*，*Micrococcus*，酵母
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。嫌気性菌によるにおいの付与	*"Corynebacterium"*，嫌気性菌，らせん菌
しょっつる	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による消化・呈味の生成	*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，麹などとともに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

2．塩辛

2—1　伝統的塩辛

塩辛は魚介類の筋肉・内臓などに10数％の食塩を加えて，腐敗を防ぎながら原料を消化し，同時に特有の風味を醸成させたものである。イカの塩辛が最もよく知られているが，そのほか，カツオの塩辛(酒盗)，ウニの塩辛，アユの卵・精巣・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各地で作られている。ここでは最も一般的で生産量も多いイカ塩辛について述べる。

塩辛の作り方は比較的簡単で，図1に示すように，細切りしたイカに肝臓と10～20％程度の食塩を加えて時々撹拌しながら漬け込んでおくのが伝統的な製造法である。

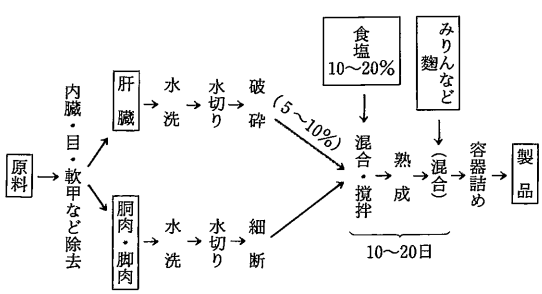


図1　伝統的な塩辛の製造法

原料には近海産のスルメイカ（マイカ）が用いられる。最近は原料不足のため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いする。充分に水切りした後，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（皮を除いて破砕したもの)および食塩を加えて充分に撹拌・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。毎日充分に撹拌し，大体10～20日後，製品とする。

細切肉は仕込み後，だんだんと生臭みがなくなり，肉質も柔軟性を増し，元の肉とは違った塩辛らしい味や香りが増強されるようになり，このような変化を熟成と呼んでいるが，用塩量10％の場合を例にとると，気温10℃では仕込み後10～15日目ごろに，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，有機酸は乳酸，コハク酸などが検出されている。主要な揮発性成分として酢酸，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（とくにアミノ酸の生成）が自己消化酵素によるのか，細菌によるのかという問題については，古くから議論のあるところであるが，最近の成書では少なくとも食塩10%程度の塩辛においては，自己消化酵素とともに好気性細菌の関与が大きいとの考えをとっているものが多い。しかし，少なくとも食塩10%程度の塩辛においては，抗生物質により微生物の増殖を抑制してもアミノ酸量の増加傾向には著しい差がみられない（図2）ことから，アミノ酸生成における細菌の役割は小さいと考えられる。なお，抗生物質添加の塩辛では塩辛臭がしないため，微生物はむしろ香気成分の生成に重要であろうと考えられる。

塩辛の細菌相についても，過去の研究例は必ずしも一致していないが，低塩分培地では *Staphylococcus* が，10%程度の食塩培地では *Micrococcus* が多く検出されるようである。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ンオキシドが関与していると考えられている。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が，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。

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様な差異があるのか興味あるところである。

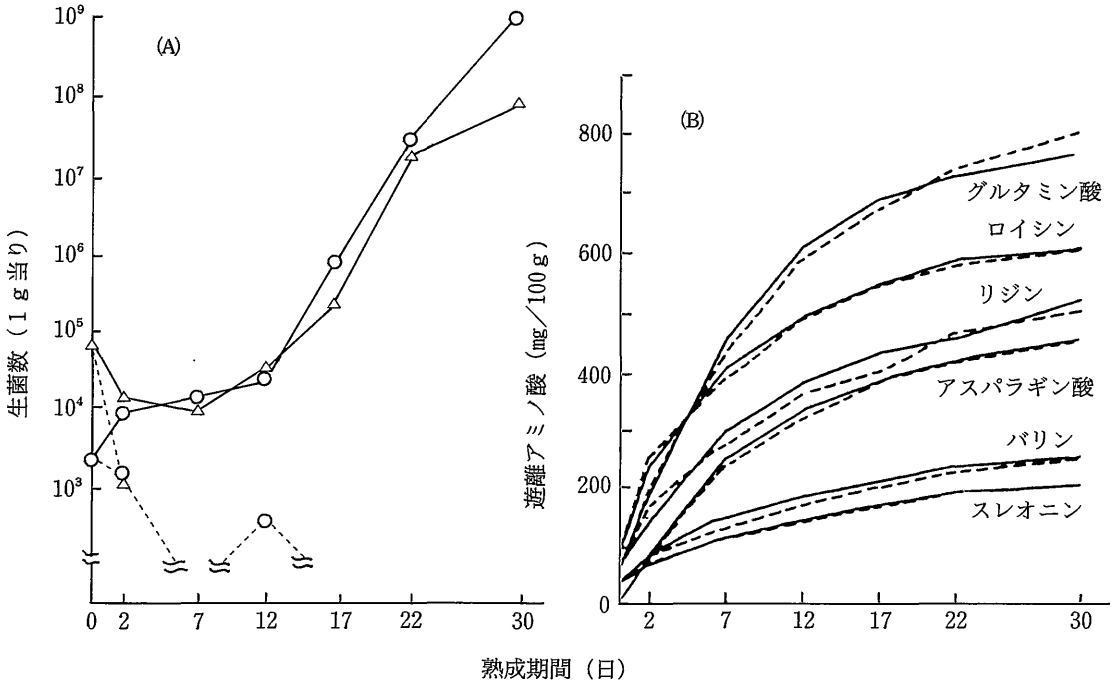


図2　20℃で熟成中のいか塩辛（食塩10%）の生菌数(A)および遊離アミノ酸(B)の変化
—：抗生物質無添加区，…：抗生物質添加区，△：2.5%食塩加培地，○：10%食塩加培地
両実験区で遊離アミノ酸量に差がないことから，その生成への微生物の関与は小さいと考えられる。

2－2　低塩分塩辛

食塩によって腐敗を防ぎながら，自己消化酵素の作用を積極的に活用して原料を消化し，同時に特有の風味を醸成させたものが伝統的塩辛である。しかし食塩濃度が10数％の伝統的塩辛とは別に，1975年頃からは食塩５～９％程度の低塩分塩辛が主流となっている(図３)。これら２種の塩辛の特徴は表２の通りである。この低塩分塩辛の製造法が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，用塩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，麹など）が多量に用いられていることである。

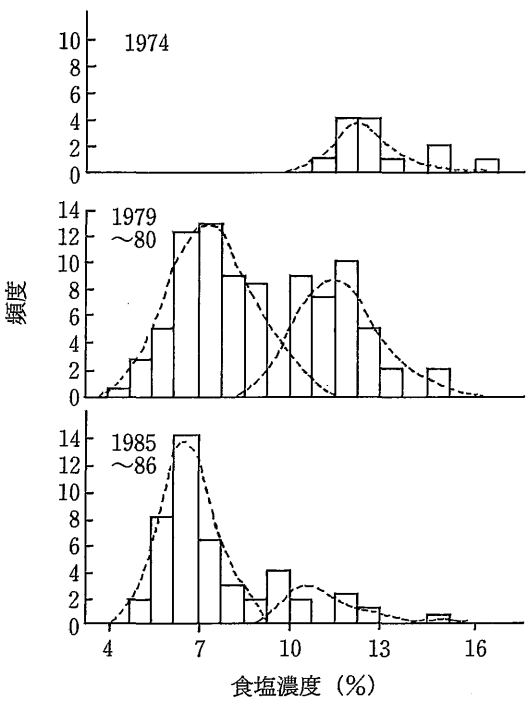


図３　いかの塩辛の塩分濃度分布の変化

もともと塩辛に10%以上も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。

表２　伝統的塩辛と低塩分塩辛の比較

	伝統的塩辛	低塩分塩辛
食塩濃度	約10～20%	約５～９％
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等の生成	調味腑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

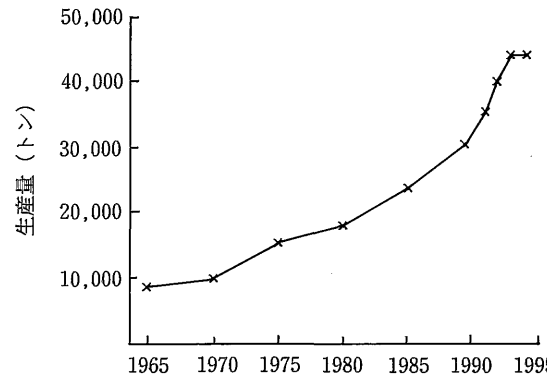


図４　いか塩辛生産量の変化

塩辛の生産量（図４）は1970年代以降，急増傾向にあるが，これは低塩分塩辛の増加によるものである。表２に示したように，伝統塩辛と低塩塩辛は製造原理や品質が大きく異なり，貯蔵性も全く異なるが，低塩化によるこのような質的変化が，消費者にはもちろん流通段階の人たちにもあまり理解されていないようである。現に低塩化塩辛による食中毒事例も報告されているので，充分周知する必要があろう。また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伝統食品の育成，継承という面からも慎重であって欲しい。

3．くさや

くさやは主に新島，大島，八丈島などの伊豆諸島

で作られている魚の干物の一種で，独特の臭気と風味を持ち，普通の干物よりも腐りにくいことが特色の一風変わった食べ物であり，おもに関東地方で酒の肴として重宝されている。

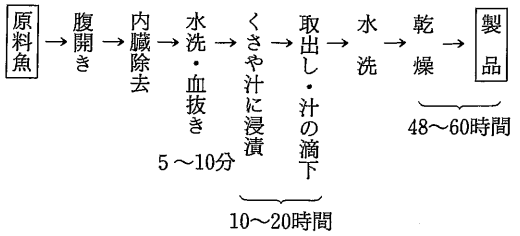


図5　くさやの製造工程

くさやの製造法（図5）は，島によって水晒し時間など異なる点があるが，基本的な手法は同じである。まず原料魚（アオムロ，ムロアジ，トビウオなど）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後，くさや汁に浸漬する。浸漬時のくさや汁の塩分や浸漬時間は魚体の大きさ，鮮度や脂の乗り具合などにより調節されるが，新島の場合，汁のボーメは6～8度で，10～20時間浸漬される。その後，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。

くさやが普通の干物と異なる製法上の特徴は塩水の代わりに独特のくさや汁を用いる点であり，くさやが発酵食品と呼べるのはこの汁のせいである。このくさや汁は茶色の粘稠性のある液で，数百年にわたって同じ液がくさやの製造に用いられているものである。

伊豆諸島のくさや汁成分の分析例（表3）をみる

表3　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)	2.1×10^7	1.7×10^8	1.2×10^8	2.5×10^7	3.4×10^7	—	9.4×10^7	4.9×10^7	6.5×10^7	1.1×10^8	1.3×10^8

*—：測定せず。

表4　伊豆諸島のくさや汁の細菌相

細菌群	新島 M(144)*	大島 O(107)	八丈島 A(20)	八丈島 I(40)	三宅島 G(30)	式根島 L(26)
Corynebacterium	0	0	5.0	1.7	0	0
"*Corynebacterium*" **	56.8	56.4	15.0	3.3	80.0	57.7
Pseudomonas	36.7	21.8	15.0	56.6	6.7	19.2
Moraxella	2.2	7.9	65.0	38.3	13.3	23.1
Acinetobacter	0	0	0	0	0	0
Flavobacterium	0	2.0	0	0	0	0
Micrococcus	1.4	1.0	0	0	0	0
Staphylococcus	0.7	3.0	0	0	0	0
Streptococcus	0	5.9	0	0	0	0
Oceanospirillum	2.2	0	0	0	0	0

*(　)内は分離株数。**寒天平板上でのコロニーが微少な菌群で暫定分類。

と，pH(中性)，総窒素(0.40～0.46mg／100ml)，生菌数(10^7～10^8／ml)などには島の間に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%であるのに対し，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4)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。くさや汁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。

くさやは好き嫌いのはっきりした食べ物であるが，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わかっていない。

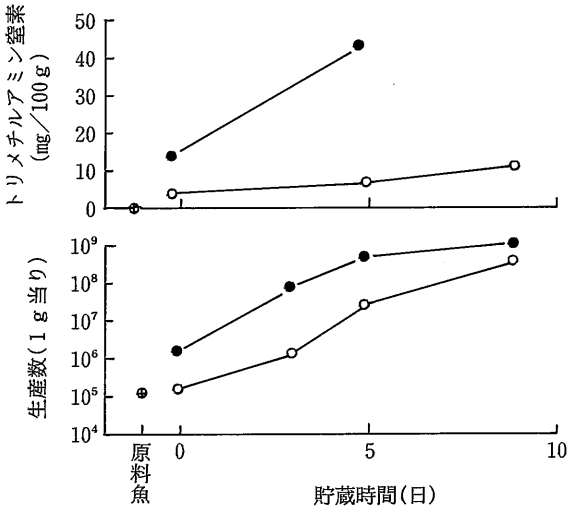


図6　くさやと塩干魚の保存性の比較(20°C貯蔵)
○-○：くさや，●-●：塩干魚，⊕：原料魚。

塩干魚の製造には3%食塩水を用いた。原料魚，浸漬時間，乾燥時間，乾燥条件などはくさやと同一。トリメチルアミンは海産魚特有の腐敗産物である。

くさやの保存性が優れていることは古くから言われている。このことを確認するために，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た結果が図6である。不思議なことにくさやの方が倍近く日もちがよいことがわかる。この原因はくさや汁中の優勢菌群である*"Corynebacterium"*属細菌が抗菌物質を生産するためと考えられている。しかし，この菌は通常の培地では増殖が極めて弱いため，菌学的性状は不明であり，また抗菌物質も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いうことも，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。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が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がもたれるが，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，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。

4．ふなずし

魚を米飯に漬け込んで作られる馴れずしはすしの原型といわれているが，現存するなれずしの中で最も古い形態を残していると考えられているものがふなずしである。滋賀県の特産品で，独特の強い臭いと酸味を持っており，好き嫌いの分かれる食べ物である。今も琵琶湖周辺では自家で作っているところ

表5　ふなずしの成分

報告者（年）	黒田ら（1954）			藤井ら（未発表）	
	筋肉	卵巣	漬飯	筋肉	漬飯
pH	—	—	—	3.68	3.79
灰分（%）	4.53	3.80	—	—	—
水分（%）	63.89	61.20	68.39	—	—
食塩（%）	2.27	—	—	3.49	3.75
粗脂肪（%）	4.50	4.68	0.34	—	—
粗タンパク（%）	25.09	26.27	3.45	—	—
水溶性窒素（%）	1.87	—	—	—	—
モノアミノ窒素（%）	0.35	—	—	—	—
揮発性塩基窒素（%）	—	—	—	0.017	0.032
総酸（%）	1.48	—	1.58	1.70	1.95
乳酸（%）	1.10	—	—	1.06	1.35
酢酸（%）	0.08	—	—	0.24	0.26
アルコール（%）	—	—	—	—	—

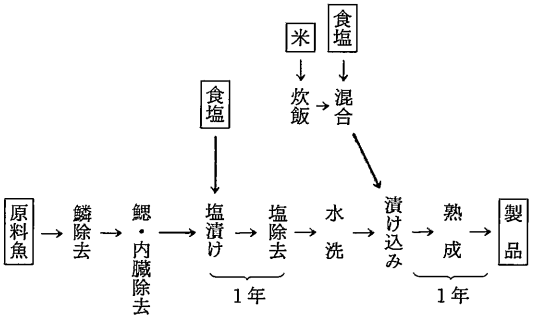


図7　ふなずしの製造工程

や，魚店や漁師に漬け込んでもらったものを貯蔵している家庭も多い。

ふなずしの製造法の一例を示すと図7の通りである。原料魚にはニゴロブナが用いられる。まず，包丁で鱗を取り除いたのち，えらを取り，そこから内臓を除去する。魚卵は体内に残したまま腹腔へ食塩を詰め込み，それを桶中に並べて食塩をかぶせ，何層にも重ねた状態で重石をして塩漬けする。約1年してから取り出し，塩を全部洗い出す。次に米飯に塩を混ぜ，子を潰さないよう注意して，えら穴から魚の内部へ詰めたのち，桶に米飯と魚を交互に漬け込む。重石をして2日後ぐらいに塩水を張り，この状態で約1年間熟成させる。

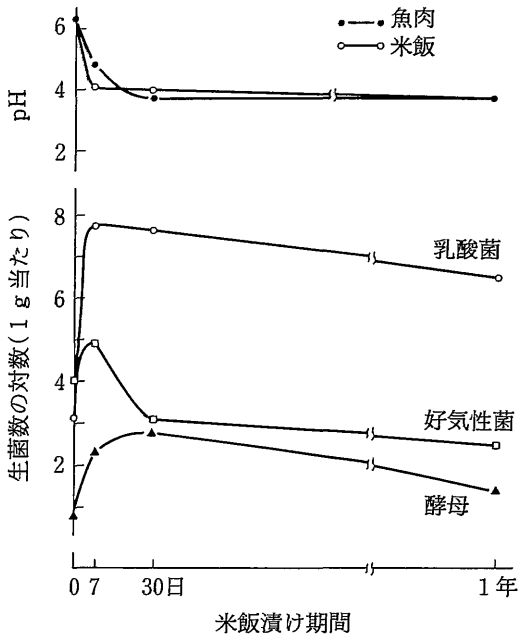


図8　ふなずしの米飯漬け中のpH，生菌数の変化

米飯漬け開始後すぐに乳酸菌が急増し，pHが4付近まで低下するため好気性菌（腐敗細菌）の増殖が抑制される。

ふなずしの特徴は独特の風味にある。製品の分析例（表５）を示すと，pH4.0～4.5，水分64%，食塩2.3%，粗脂肪4.5%，粗タンパク25%である。有機酸は乳酸（1.1%）のほか，ギ酸，酢酸，プロピオン酸，酪酸などが検出される。

ふなずしの熟成過程における微生物の役割についてはまだ充分解明されていないが，最も重要な工程は米飯漬けであり，このあいだに風味と保存性が付与される。この工程における生菌数とpHの変化は図８に示すように，漬け込み開始後すぐに各種微生物が増加，とくに乳酸菌の増加が著しく，それに伴ってpHが低下し，米飯部では１週間以内にpH ４以下になり，原料由来の好気性細菌はその後10^3／ｇ以下に減少する。この工程での風味づけは主として，魚肉の自己消化によって生成される種々のエキス成分や，乳酸菌，嫌気性細菌，酵母などが生産する有機酸やアルコールなどによるもので，また生成された有機酸などの影響でpHが低下することにより，腐敗細菌やボツリヌス菌などの食中毒菌の増殖が抑制されるため，同時に保存性も付与されることになる。従ってよい製品を作るためには，漬け込み後に急速かつ充分に発酵を行わせることが重要であるので，漬け込みは通常土用に行われ，盛夏を越すようにしている。また，この発酵過程は嫌気性であるので，重石をして，さらに押し板の上を水で満たして気密を保つようにしている。ふなずしの熟成に関与する微生物として，*Lactobacillus plantarum*，*L. pentoaceticus*，*L.kefir*，*Streptococcus faecium*，*Pediococcus parvulus* などが知られている。

また，米飯漬けの前処理として行われる塩蔵も重要な工程である。この間に，魚肉中での腐敗細菌の増殖抑制，自己消化の進行の抑制，肉質の脱水，硬化，血抜きなど多面的な効果があると考えられている。また，塩蔵中にすでにふなずし特有のにおいが発生しており，魚体の酸度が時間とともに増加していくことから，塩蔵中にも発酵が起こっているであろうと考えられている。塩蔵後の食塩から3.2×10^6／ｇの好塩菌が分離されることからも，この過程における微生物の関与は充分考えられよう。

５．糠漬け

魚の糠漬けはイワシ，ニシン，フグなどを塩蔵（または塩蔵後に乾燥）して，麹とともに糠に漬け込んで熟成させたものである。糠漬けがいつ頃からのものかは明らかではないが，亨保12年（1727）の租税覚え書きの中にフグ糠漬けの記録がある。もとは北前船が北海道方面から運んできたフグやニシンなどの塩蔵魚を糠に漬け込み，冬場や魚が獲れない時期の食糧としていたものという。石川県の美川，金石，大野が主産地で，最盛期には美川地区だけで40軒ほどの加工場があったといわれている。15年ぐらい前の調査では，石川県内の加工場数は16軒，生産量は合計で約750～800トンであった。主な消費地は金沢市と地元であるが，イワシの糠漬け（へしこ，こぬかいわしなどともいう）は京都や山陰地方にも出荷されている。

最も一般的ないわし糠漬け（へしこ）の製造法は図９の通りである。まず，頭部を除いたのち魚体に対し30～35%の食塩を撒き塩にし，７～10日ほどしてから魚体を取りだし，水切り後，麹とトウガラシを混ぜた糠とともに重石をして漬け込む。１日後にイワシの塩蔵汁を加え，６カ月～１年間熟成させてから出荷する。

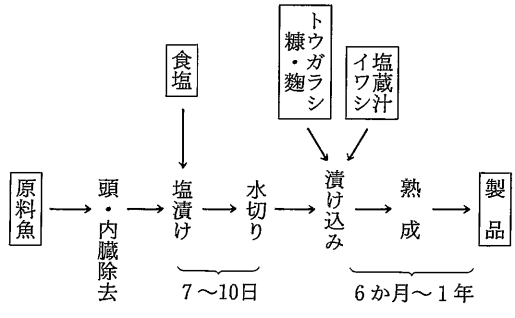


図９　いわし糠漬けの製造工程

いわし糠漬けの分析例（表６）を示すと，pH5.2～5.5，食塩9.8～14.1%，アミノ態窒素350～390mg／100ｇ，揮発性塩基窒素32～100mg／100ｇ，乳酸0.44～0.96%，アルコール0.07～0.08%である。

糠漬けの熟成には北陸特有の高温多湿の夏を経ることが必要といわれている。５月に漬け込んだいわ

表6　いわし糠漬けの成分

報　告　者（年）	山瀬ら(1973)	張ら(1991)	八並ら(1992)
pH	5.3～5.4	5.4～5.5	5.28±0.13
水　　分(%)	48～57	43.9～45.4	43.9±4.3
食　　塩(%)	12.8～14.0	12.2～14.1	12.2±2.4
総 窒 素(mg／100g)	3,170～3,900	—	—
アミノ態窒素(mg／100g)	350～390	—	—
揮発性塩基窒素(mg／100g)	75.3～98.5	60.7～74.0	57.4±25.1
揮発性酸(mg／100g)	84～127	—	—
乳　　酵(mg／100g)	910～960	443～528	—
アルコール（mg／100g）	72～84	—	—
ＰＯＶ(meq／kg　lipid)	—	16.8～22.1	—
ＴＢＡ値（mg／kg　lipid)	—	63.0～82.1	—

し糠漬けの発酵過程を調べた報告によると，熟成とともにpHは初期の5.5から終期には5.3に若干低下し，遊離アミノ酸，揮発性塩基，有機酸，アルコールなどが増加する。とくに乳酸は6月（0.46%）から7月（1.2%）にかけて急増する。熟成中の微生物は，乳酸菌が主で，漬け込み初期から盛期（6月中旬～8月下旬）にかけて急増する。乳酸菌は大部分が好塩性の *Tetragenococcus* で，これは醤油や味噌の発酵でも重要な細菌である。酵母も10^2～10^3／g程度検出される。

また，珍しい糠漬けにフグの卵巣を用いたものがある。卵巣に35～40%の食塩を撒き塩にして，2～3カ月で塩を変えて漬け直し，2年以上塩蔵後，水洗して糠に漬け，重石をして1～2年間熟成させて作られる。

ふぐ卵巣糠漬けの塩分は約13%で，製造過程における変化を調べた結果によると，塩蔵期間中の乳酸は0.03～0.02%であるが，糠漬け中に0.13～0.69%になり，pHも塩蔵中の5.7～5.8から糠漬け後には5.1～5.4に低下する。また，これらの塩蔵および糠漬けの過程における主要な乳酸菌はいずれも好塩性の *Tetragenococcus* で，塩蔵中には10^3～10^5／g，糠漬け中には10^4～10^6／g程度存在する。

ふぐ卵巣糠漬けは原料が有毒にもかかわらず，製品になった時には食用可能な状態になっている。フグ卵巣糠漬けでは塩蔵時の食塩濃度が高く，漬け込み期間も長いが，古くよりこれは毒消しのためであるといわれてきた。製造工程中の毒性変化を調べた例では，原料の卵巣の毒性は443MU／gと非常に高いにもかかわらず，塩漬け7カ月後には90MU／gに，また糠漬け2年目には14MU／gにまで減毒される，このように糠漬け後の卵巣の毒量が原料の1／30にまで減少する原因については，製造過程で毒が塩水および糠中に拡散することや，微生物による作用などがいわれているが，まだ十分解明されていない。

文献

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，121pp.（恒星社厚生閣，1992）。