

発酵と腐敗を分けるもの

誌名	日本醸造協会誌 = Journal of the Brewing Society of Japan
ISSN	09147314
巻/号	1064
掲載ページ	p. 174-182
発行年月	2011年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



発酵と腐敗を分けるもの

—くさや、塩辛、ふなずしについて—

わが国の発酵食品には酒類・味噌・醤油・食酢・納豆・漬物・かつお節・くさや・塩辛・ふなずし・チーズ・ヨーグルト・パンなど、さまざまな食品がある。これらの食品は、その土地の産物や気候風土を上手に生かし、さらには長い時間をかけて培われてきた先人達の知恵の結晶である。本解説では、水産物の発酵食品を長年に亘って研究を重ねてこられた筆者に、香の強いくさや・塩辛・ふなずしについて、その歴史・製法・微生物の働きについて解説して頂いた。

藤 井 建 夫

1. はじめに

発酵食品と呼ばれるものの中には、納豆、漬物、くさや、ふなずしなどのように、腐敗臭と似た臭気を持つものがあり、これらを発酵食品と呼ぶことに疑問があるかもしれない。また、農産の食品には味噌、醤油、納豆、漬物など、よく知られた発酵食品が数多くあるが、それに比べて水産物では発酵食品として広く知られているものは少ない。そこで本稿では、まず発酵と腐敗の違いについて述べ、次いで水産物の発酵食品のうち、特に強いにおいを有する発酵食品として、くさや、塩辛、ふなずしを取り上げ、それらがどのようにして生まれたか、またそこにおける微生物の役割などについて考えてみたい。

2. 発酵と腐敗の違い

食品を放置しておくで微生物の作用で分解され、次第に外観やにおい、味などが変化し、最後には食べられなくなってしまう。このような現象を腐敗と呼んでいる。一方、発酵も微生物の働きによって食品成分が次第に分解していく現象である。

腐敗は魚や肉などタンパク質食品で顕著であるが、それだけでなく、米飯や野菜、果実類など炭水化物の多い食品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枯草菌が生え、アンモニア臭やネトが生じたときは腐敗と呼ばれる。

ヨーグルトや酒のように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は発酵と呼ばれるが、牛乳に乳酸が蓄積して凝固したものはある時は腐敗（または変敗）と呼ばれる。乳酸菌は一般に善玉菌としてのイメージが強いが、包装ハム・ソーセージなどでは変敗（ネト）原因菌ともなる。乳酸菌が清酒中で増殖した場合は火落ちといって腐敗を意味する。

これらの例からもわかるように、腐敗と発酵の区別は、食品や微生物の種類、生成物の違いによるのではなく、人の価値観に基づいて、微生物作用のうち人間生活に有用な場合を発酵、有害な場合を腐敗と呼んでいるのである。したがって、臭いの強いくさややふなずしなども、微生物作用が認められるのであれば、それが好きな人にとっては発酵食品であり、嫌いな人にとっては腐敗品に過ぎないということになる。

3. 腐敗防止のために生まれた水産発酵食品

魚介類は畜産動物に比べて、死後の自己消化や腐敗が早く、また、漁獲量の変動も大きいので、捕れるときに捕り、それをまず貯蔵しておく必要があった。し

たがって、昔から水産では漁獲された魚をいかに貯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り、干物にしる、塩蔵品にしる、魚肉ソーセージや缶詰のような加工品にしる、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。たとえば、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その増殖を抑制したものである。

ところで、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、これらの加工品ももとは魚介類の貯蔵から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。

第1表に代表的な水産発酵食品の概要を挙げておく。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いが、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。

(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。この場合も保存性の付与が大きな目的と考えられる。

ここでは、くさや、塩辛、ふなずしについて述べるが、本稿で取りあげなかったその他の水産発酵食品については後掲の拙著^{1,2)}を参照されたい。

4. くさや^{1,2)}

4-1 くさやとは

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。ただし、くさやが珍味として重宝されるようになったのは比較的最近のことで、明治の末頃には築地の魚市場ではくさやは普通の干物よりも安く取引されていたといわれている。

くさやがなぜ生まれたかについては次のようにいわれている。伊豆諸島は江戸時代初期には天領として塩年貢が課せられていたが、その取り立ては厳しく、塩は貴重品であった。近海でとれた魚を塩干魚にする際にも、やむなく同じ塩水を繰り返し使っていた。そのうち魚の成分の溶け出した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、これに漬けて作られる製品も強い臭いを持つようになったであろう。それでも島では貴重な保存食品として定着していったと思われる。

第1表 本稿でとりあげた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%、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、微生物による臭いの生成	<i>Staphylococcus</i> <i>Micrococcus</i> 酵母
くさや	ムロアジ アオムロ トビウオ	二枚に開いた原料魚を血抜き、くさや汁に一晩漬けた後、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。嫌気性菌による臭いの付与	" <i>Corynebacterium</i> " 嫌気性菌 螺旋菌
ふなずし	ニゴロブナ	塩蔵フナを塩出し後、米飯に1年以上漬けて仕込む。	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

4-2 くさやの製法

くさやの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と次の通りである。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。一般に汁のボーメ6～8度で、10～20時間ほど浸漬される。

伊豆諸島のくさや汁の成分（第2表）は、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では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。生菌数は好気菌、嫌気菌とも1ml当たり 10^7 ～ 10^8 である。また、魚の代表的な腐敗臭成分であるトリメチルアミ

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。

4-3 くさやにおける微生物の働き

くさや汁の微生物相（第3表）は島による違いもあるが、“*Corynebacterium*”や活発に運動する螺旋菌（*Marinospirillum*）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。

くさやの臭いはくさや汁中の微生物に由来するが、そのにおいは加工場によって異なり、管理の悪い加工場のものでは刺激臭やどぶ臭が強く感じられる。くさや汁の臭気成分は、アンモニアのほか、酪酸、バレリアン酸などの有機酸や、揮発性イオウ化合物が重要である。くさやの味は格別だともよくいわれるが、それ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。

島では古くからくさは腐りにくいと言われている。このことを実験的に調べるために、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（第1図）³⁾でも、不思議なことにくさやの

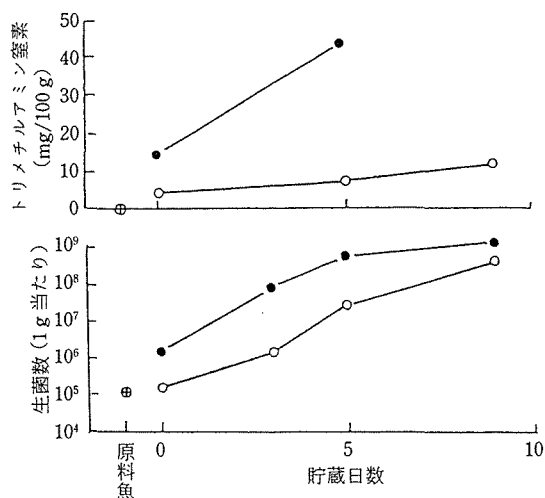
第2表 伊豆諸島のくさや汁の成分

	新 島		大 島		八丈島			
	M	N	O	P	A	B	C	I
pH	7.12	7.01	6.93	7.10	7.06	7.02	7.55	7.04
灰分 (%)	2.7	4.0	3.1	3.9	9.5	12.3	10.7	9.6
水分 (%)	95.7	94.3	93.3	93.5	86.3	86.4	86.7	85.3
食塩 (%)	2.7	3.6	3.3	3.7	8.9	11.1	8.0	9.5
粗脂肪 (%)	0.7	0.8	1.2	0.8	0.9	—	0.8	—
総窒素(mg-N/100ml)	397	467	419	447	457	—	440	403
トリメチルアミン(mg-N/100ml)	0	0	4.4	3.2	3.4	3.3	2.9	—
生菌数 (10^7 cfu/ml)	2.7	17	12	2.5	3.4	—	9.4	4.9

第3表 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
蝶施菌	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小な菌群で暫定分類。



第1図 くさやと塩干魚の保存性の比較(20℃貯蔵)
 ○—○：くさや, ●—●：塩干魚, ⊕：原料魚
 塩干魚はくさや汁とはほぼ同じ食塩濃度(約3%)の塩水に浸漬して製造, その他の条件はくさやと同じ。製品の水分はともに約50%。貯蔵0日目との両者の差異は製造中(浸漬および乾燥中)にすでに差が生じていることを示唆する。

方が倍近く日もちがよい。

その原因として、くさや汁中には抗菌物質を産生する“*Corynebacterium*”が10⁸/ml存在しており、それに漬けて作られるくさやでは腐敗しにくいと考えられている。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言われていることも、この考え方が正しいことを裏づけていて興味深い。くさやの保存性にはこのほか、汁の酸化還元電位が低いこと(−320〜−360mV)や、種々の抗菌成分が蓄積していることなどにもよっていると考えられる。

くさや汁にはこれまで考えられていたより2〜3桁程度高い数の、いわゆるVBNC(viable but non-culturable)細菌が存在することが最近分かってきたが、これら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をもたれるところである。

4-4 くさや汁の安全性

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、サルモネラ、腸炎ビブリオ、黄色ブドウ球菌などの食品衛生細菌は検出されず、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。またくさや汁にこれらの指標細菌や食中毒細菌を接種した実験においても、いずれの菌群とも増殖することは不可能であったことから、これらによる食中毒の心配はなく安全であるといえる。

4-5 先人達の知恵によるくさや作り

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関わらず、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中の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暫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、有用菌に不適當になるためであろう。さらに、汁を暫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る。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。

ある加工場で聞いた話であるが、くさや作りで最も大切なのは汁の管理であり、これは人任せにはできず、毎日赤子に産湯を使わせるときのような気持ちで行っているとのことで、そこに食べ物作りへの真心を見る思いがした。

5. 塩辛^{1),2)}

5-1 塩辛とは

塩辛は魚介類の筋肉、内臓などに高濃度(一般に10%以上)の食塩を加えて腐敗を防ぎながら、その間に自己消化酵素の作用によって原料を消化して(アミノ酸などの呈味成分を増加させて)旨みを醸成させるのが本来の製造法である。塩辛にはイカの塩辛、カツオ内臓の塩辛(酒盗)、ウニの塩辛、アユの内臓の塩辛(うるか)、ナマコの塩辛(このわた)、サケの内臓

の塩辛（めふん）など多種類のものがある。ここでは、最も生産量が多く、一般的なイカの塩辛について述べる。

5-2 塩辛の製法

塩辛の作り方は比較的簡単で、まず、墨袋を破らないようにして、内臓、くちばし、軟甲などを除去、頭脚肉と胴肉を分離して水洗する。十分に水切りした後、胴肉と頭脚肉を細切りして大型の樽に入れる。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よく攪拌・混合する。食塩はふつう肉量の10数%である。肝臓の添加量は3～10%程度である。毎日朝夕、十分に攪拌する。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、色調が増強され、また液汁は粘稠性を増すようになる。このように食品の風味やテクスチャーなどが時間とともにできあがってくることを一般に熟成と呼んでいる。

塩辛では熟成によりアミノ酸、有機酸、揮発性塩基などが増加する。第2図は遊離アミノ酸量の変化を調べた例⁴⁾であるが、熟成中に急増していることがわかる。たとえばグルタミン酸は仕込み初期の約50mg/100gから食用適期には600～700mg/100gと10倍以上に増えており、このような変化によって風味が形成されるので、塩辛の製造には熟成期間が必要となる。10℃で熟成させた場合、食塩10%では仕込み後1～2週間で、食塩13%では、仕込み後1ヶ月

くらいで、食用に最適となる。塩辛に10%程度の食塩を添加するのは腐敗を防いで熟成期間を確保するためである。

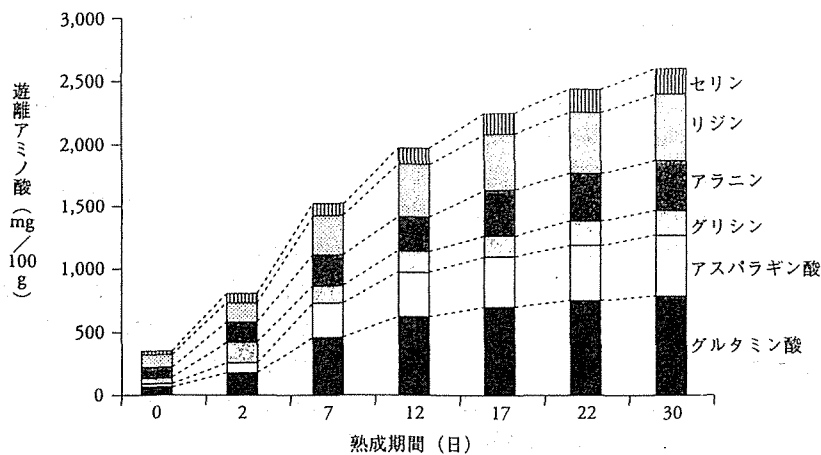
5-3 塩辛中における食中毒・腐敗菌の挙動

食中毒菌や腐敗菌の多くは伝統的塩辛の中では高い塩分のために増殖することができない。腸炎ビブリオは、2～3%程度の食塩存在下でよく増殖する好塩菌であるが、塩分が高くなると増殖が遅くなり、10%以上では増殖できない。本菌をイカ塩辛（食塩濃度10%、20℃）に 10^6 /g接種した実験でも、10日以内に 10^2 /g以下に減少した。その他の食中毒菌や腐敗細菌も塩辛のような高い塩分ではほとんど生えない。

食中毒菌のうち黄色ブドウ球菌（*Staphylococcus aureus*）は耐塩性が強く、食塩10%以上でも増殖できる。しかし興味あることに、塩辛中では*Staphylococcus*属の細菌が多く存在するにもかかわらず、これと同属の黄色ブドウ球菌は全く検出されない。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。イカ塩辛に黄色ブドウ球菌を 10^5 /gになるように接種しても、黄色ブドウ球菌は増殖せず、エンテロトキシンの産生も認められなかったという。

5-4 塩辛で発生した腸炎ビブリオ食中毒⁵⁾

2007年9月に、宮城県内で製造された「いかの塩辛」で腸炎ビブリオによる食中毒（患者数620名）が



第2図 熟成中のイカ塩辛(食塩10%, 20℃)における主な遊離アミノ酸量の変化

発生した。塩辛は昔は常温保存されていたにもかかわらず、食中毒が起こることはまずなかった。それではなぜ今回、塩辛で食中毒が発生したのであろうか。腸炎ビブリオは食塩がないと増殖できない好塩性細菌であるが、最適食塩濃度は2～3%であり、10%以上では増殖できない。食塩濃度が低かったのかということになるが、その場合は熟成ができないので、塩辛は作れないはずである。結論を言うと、今回の食中毒の原因となった塩辛は食塩濃度が1.8～2.4%であった⁶⁾のである。

5-5 急増している減塩塩辛

1975年以降、食塩10%以上の伝統的塩辛は少なくなり、代わって塩分が2～7%程度の減塩塩辛が主流となってきた。筆者らが1988～89年に市販塩辛14試料の食塩濃度を調べた結果(第3図)では、7試料が4%台で、10%以上のものは1試料のみであった⁷⁾。

十数%の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、同時に微生物の働きも利用して特有の風味を醸成させたものが伝統的塩辛である。それでは食塩5%程度でもこれまでと同じように塩辛が作れるのであろうか。

減塩塩辛の製造法が30年くらい前まで主流であった伝統的な方法と大きく異なる点をいくつか挙げると、①従来は10%以上であった用塩量が、低いものでは2～3%程度と、著しく減少したこと、②従来は筋肉に肝臓を混ぜて熟成していたが、減塩塩辛では肝臓のみ

を熟成させて細切り肉に加えるか、または熟成せずに調味した肝臓を加えていること、③従来は約10～20日間であった熟成期間が数日に短縮したり、または全く熟成を行わなくなったこと、④調味や防腐、離水防止などの目的で多種類の添加物(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。

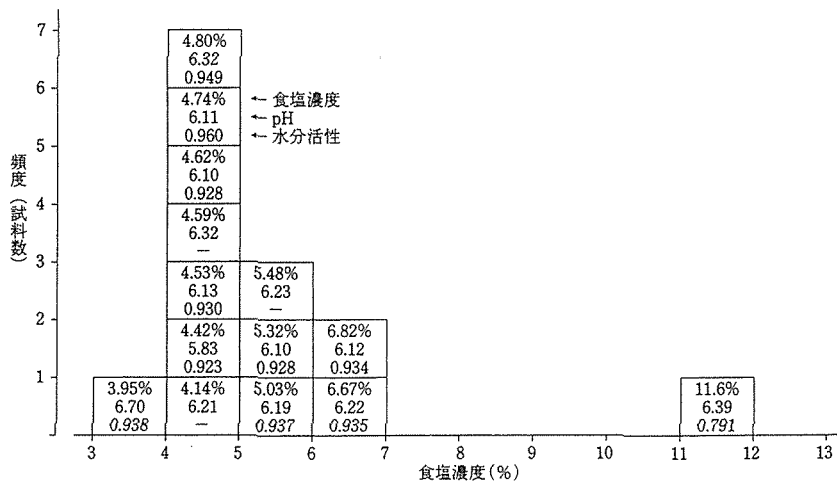
上記2種類の塩辛の特徴を第4表にまとめてみた。もともと塩辛に10%以上の食塩を用いるのは、腐敗細菌の増殖を抑えるためであるが、減塩塩辛では腐敗細菌の増殖を抑えきれないため、長期間の仕込みはできず、熟成による旨みの生成ができない。そのため、調味料で味付けをし、また保存性を維持するため、pH・水分活性の調整や種々の保存料の添加が行われているのである。製品は発酵食品というより和えものに近いといえる。

5-6 望まれる減塩食品の微生物管理

近年、多くの食品が低塩化の傾向にあるが、塩辛の

第4表 伝統的塩辛と減塩塩辛の比較

	伝統的塩辛	減塩塩辛
食塩濃度	約10%以上	約2～7%
仕込期間	約10～20日	約0～3日
うまみの成分	自己消化によるアミノ酸等の生成	調味料による味付け
腐敗の防止	食塩による防腐	保存料・水分活性調整による防腐
保存性	高(常温貯蔵可)	低(要冷蔵)
製品の特徴	保存食品	和えもの風



第3図 市販塩辛の食塩濃度分布(1988～89年の試料)

場合には、単に塩分濃度が薄くなっただけでなく、製造原理自体が別物になったといえる。製品は要冷蔵で、品質はまちまちである。上述の塩辛による食中毒の原因として最も重要な要因はおそらく塩辛の低塩化に伴う危害についての理解・問題意識が欠落していたことであろう。

従来は塩辛と低塩分塩辛では製法や品質がまったくと言っていいほど異なるのに、このような質的な違いについて、消費者や流通段階の人たちが承知しているかという疑問である。事実、10年余りに前に都内の小売店を覗いてみたところ、さすがに大手のスーパーでは低温の陳列棚におかれていたが、町の食料品店では常温の棚に「要冷蔵」の塩辛を並べているところが何軒もあった。伝統的塩辛と低塩分塩辛を共に同じく「塩辛」と呼んでいる点もメーカー・消費者・小売段階などでの混乱の原因となっているように思われる。伝統塩辛との違いを十分理解して品質・衛生管理を行う必要がある。

6. ふなずし^{1),2)}

6-1 ふなずしとは

塩蔵した魚介類を米飯に漬け込み、その自然発酵によって生じた乳酸などの作用で保存性や酸味を付与した製品を馴れずしと総称しており、ふなずし、さば馴れずし、はたはたずし（いずし）など多種類の製品が知られている。

これらのうち、ふなずしは滋賀県の特産品で、わが国に現存する馴れずしの中では最も古い形態を残していると考えられている。魚の貯蔵に当時貴重であったご飯を用いるという点でかなり贅沢な製品である。

においが強烈であるにもかかわらず、平安時代には宮廷への献上品の記録の中にふなずしがみられるようなことから、当時は珍重がられたことが窺える。その頃には、酪というヨーグルトに似た乳製品の記録もあることから、当時の人はこのような風味に馴れていたのかもしれない。

東南アジア雲南地方の山岳盆地で魚の貯蔵法として生まれたものが、稲作とともにわが国に伝来したものとわれ、今も琵琶湖周辺では自家で作っているところや、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。県下には専門の加工業者も10軒近くある。

6-2 ふなずしの製法

ふなずしの製造法の一例を示すと次の通りである。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、子を潰さないように注意して、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年間発酵・熟成させる。

ふなずしの特徴は独特の風味にある。製品の分析例を示すと、pH4.0～4.5、水分64%、食塩2.3～3.5%、粗脂肪4.5%、粗タンパク25%、有機酸（第5表）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。

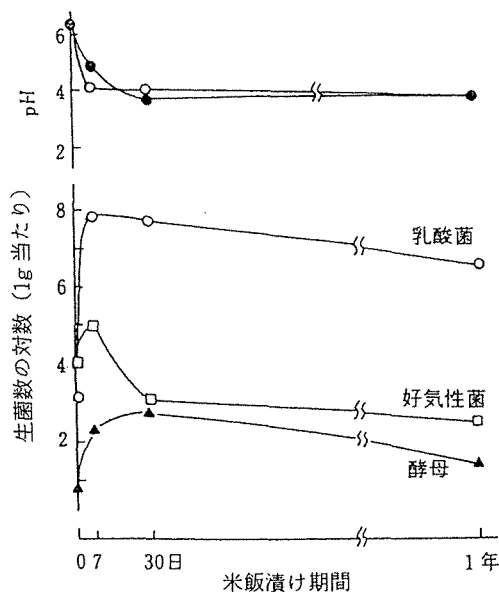
第5表 ふなずし(米飯部)の有機酸組成(mg/100g)

試料	K	E	Y
有機酸			
酢酸	131.0	120.0	160.5
プロピオン酸	32.0	ND	60.5
イン酪酸	ND*	31.5	ND
n-酪酸	34.0	37.0	28.0
イソバレリアン酸	48.5	112.5	ND
乳酸	908	1777	1145
オキザロ酢酸	6.5	8.2	ND
マロン酸	ND	55.0	6.2
フマル酸	7.6	7.7	ND
コハク酸	8.5	16.8	11.8

*ND：不検出

6-3 ふなずしにおける微生物の役割

ふなずしの発酵・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⁸⁾を第4図に示す。こ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十分に発酵を行わせることが重要であるので、漬け込みは通常夏の土用に行われ、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. carvatus*, *L. alimentarius*, *L. pentoaceticus*, *L. kefir*, *Streptococcus faecium*, *Pediococcus parvulus*などが検出されるが、



第4図 ふなずしの米飯漬け中の pH, 生菌数の変化

○—○：魚肉部, ●—●：米飯部
米飯漬け開始直後の乳酸菌の急増により、pH4 付近まで低下し、好気性菌(腐敗菌)の増殖が抑制される。

このほか、培養困難な *L. acetotolerans* などの乳酸菌も存在することが知られている。

5-3 ふなずしとボツリヌス中毒

ふなずしの米飯漬けは嫌氣的工程であるので、食品衛生の面で関心がもたれるのはボツリヌス中毒であるが、これまでふなずしでは発生していない。滋賀県内では1973年と1989年にボツリヌス中毒が発生しているが、これは短期熟成型の生馴れずし(はずずし)で、ふなずしとは異なる。

ふなずしでボツリヌス中毒が発生しない理由としては、まず、長期間の塩蔵過程があるため、栄養細胞の汚染があっても死滅すること、また、生残した胞子は米飯漬け時に増殖する可能性があるが、胞子からの発芽・増殖には時間がかかるため、その前に乳酸菌が増殖し、急速に pH が低下し、増殖が抑制されるものと考えられる。食中毒防止の観点からも夏季に米飯漬けする意味が大きいといえる。

8. おわりに

上のいくつかの例でみてきたように、水産発酵食品でも巧みに微生物・酵素を利用していることがうかがえる。その作用は腐敗防止と味やにおいの品質面だけでなく、食品衛生の面からも有用なことがわかる。近年これらの中にも、塩辛の例のように、嗜好の変化や製法の簡略化、量産化などのために改変されつつあるものもある。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不合理であり、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たり、また思わぬ事故を招く原因にもなる。

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充分期待される。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る。

〈東京家政大学〉

文 献

- 1) 藤井建夫：塩辛・くさや・かつお節 -- 水産発酵食品の製法と旨み (改訂版). 東京, 恒星社厚生閣, 2001, 121pp. (ISBN4-7699-0947-0)
- 2) 藤井建夫：魚の発酵食品. 東京, 成山堂書店, 2002, 150pp. (ISBN4-425-85022-X)
- 3) 藤井建夫：日水誌, 46, 1137-1142 (1980).
- 4) 藤井建夫, 松原まゆみ, 伊藤慶明, 奥積昌世：日水誌, 60, 265-270 (1994).
- 5) 藤井建夫：月刊フードケミカル, 23 (11), 12-16 (2007).
- 6) 尾畑浩魅, 下島優香子, 小西典子, 上原さとみ, 門間千枝, 甲斐明美, 矢野一好：第 29 回日本食品微生物学会学術総会講演要旨集, p.117 (2008).
- 7) 藤井建夫, 鈴木健司, 杉原憲治, 奥積昌世：東京水産大学研究報告, 78 (1), 1-10 (1991).
- 8) 藤井建夫, 西 忠嗣, 久田 (鶴) 真由美, 奥積昌世：山脇学園短期大学紀要, No. 46, 104-120 (2008).

執筆紹介 (順不同・敬称略)

前村 久 < Hisashi MAEMURA >

昭和 31 年 8 月 29 日生まれ<勤務先とその所在地> サントリー酒類(株)白州蒸溜所 〒408-0316 山梨県北杜市白州町鳥 2913-1 <略歴>昭和 55 年東北大学工学部応用化学科卒, 同年サントリー(株)入社, 平成 18 年白州蒸溜所工場長, 現在に至る。<抱負>若い世代にウイスキーの魅力をもっともつと伝えたい。<趣味>サッカー (昔と違って今はもつと観戦), 読書 (主にミステリー)

藤井 建夫 < TATEO FUJII >

昭和 18 年生まれ<略歴>京都大学農学部水産学科卒, 昭和 50 年京都大学大学院農学研究科博士課程修了, 京都大学農学部助手, 水産庁東海区水産研究所微生物研究室長, 東京水産大学食品生産学科助教授, 平成 5 年同教授, 平成 15 年東京海洋大学教授 (大学統合により名称変更), 平成 19 年東京海洋大学名誉教授, 山脇学園短期大学食物科教授, 平成 21 年東京家政大学特任教授, 平成 22 年同大学生生活科学研究所長。農学博士。

上野 知子 < Tomoko UENO >

昭和 58 年 3 月 17 日生まれ<勤務先とその所在地> 坂元醸造株式会社研究開発部 〒890-0052 鹿児島市上之園町 21 番地 15 <略歴>平成 17 年鹿児島大学農学部生物資源化学科卒, 平成 19 年鹿児島大学大学院農学研究科生物資源化学専攻修了, 同年, 坂元醸造株式会社に入社, 現在に至る。<抱負>伝統食品のす

ばらしさを, もっと多くの人に伝えたい。<趣味>ショッピング, 読書

七谷 圭 < Kei NANATANI >

昭和 54 年 4 月 19 日生まれ<勤務先とその所在地> 東北大学大学院工学研究科バイオ工学専攻 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-07W203 <略歴>平成 20 年東北大学大学院農学研究科 (応用生命科学専攻) 博士課程修了, 博士 (農学) の学位取得, 平成 20 年 Johns Hopkins Medical School 博士研究員, 平成 21 年東北大学大学院工学研究科バイオ工学専攻助教, 現在に至る。<抱負>応用につながる基礎研究にチャレンジしていきたい。<趣味>夏山トレッキング・読書

阿部 敬悦 < Keietsu ABE >

昭和 34 年 1 月 24 日生まれ<勤務先とその所在地> 東北大学大学院農学研究科生物産業創成科学専攻応用微生物学分野 〒981-8555 仙台市青葉区堤通雨宮町 1-1 <略歴>昭和 56 年東北大学農学部農芸化学科卒業, 平成 3 年農学博士 (東京大学), 昭和 56 年キッコーマン(株)研究本部研究員, 平成 11 年東北大学大学院農学研究科助教授 (未来科学技術共同研究センター兼務), 平成 21 年東北大学大学院農学研究科教授 (未来科学技術共同研究センター兼務) <抱負>伝統的な発酵・醸造プロセスを新しい科学で見直して, 新しい可能性を引き出したい……温故知新<趣味>自転車, ランニング, 山登り