

フード ケミカル

月刊

食品のおいしさと安心を科学する技術情報誌
A Technical Journal on Food Chemistry & Chemicals.

2017 **10** 390

特集1 食肉製品の品質向上最新技術

特集2 食品添加物公定書第9版



新コーナー

Photogenic Recipe

世界の食品・原材料・添加物トピックス③①

糖アルコールを添加して砂糖を減らす？



水産発酵食品に見る温故知新 ——微生物利用の知恵(4)——

※本誌2015年12月号～2016年1月号の温故知新に掲載した「水産発酵食品に見る温故知新(1)～(2)」の続編となります。



藤井建夫 Tateo Fujii
東京家政大学大学院客員教授
ふじい・たてお
●略歴 京都大学大学院農学研究科博士課程修了。東京水産大学・東京海洋大学教授、東京家政大学特任教授等。2014年から現職。
●専門分野 食品微生物学, 食品衛生学



里見正隆 Masataka Satomi
水産研究・教育機構 主任研究員
さとみ・まさたか
●略歴 東京水産大学大学院博士後期課程修了。博士(水産学)。東京家政大学非常勤講師。
●専門分野 食品微生物学

3) 飛島の魚醤油

魚醤油は調味料として使われるのが一般的であるが、少し変わった魚醤油として飛島(酒田市)のいか魚醤油がある。この魚醤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、他の魚醤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、サザエなどの塩辛を作るためのタレとして用いられている。魚醤油の塩分は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醤油にイカ肉を漬け込んだところ、そのまま(非加熱)の魚醤油に漬け込んだ場合よりも早く腐ったという。その原因を調べた結果、非加熱の魚醤油中には抗菌

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。飛島の魚醤油におけるこのような微生物の役割は、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新種の乳酸菌 *Tetragenococcus muriaticus* が発見されている²⁾。

4) 麴添加型魚醤油

伝統的な魚醤油の製造量は横ばいから減少傾向にあるが、麴などを添加して風味を改善した新規天然発酵調味料の製造量は増加している。背景として、消費者の嗜好の多様化、食の安心安全志向の高まり、低(未)利用魚や加工残滓の利用促進(リサイクル)などが挙げられる。最近の消費者の需要傾向としてはアミノ酸などの単独調味料に代わって発酵調



図1 麴添加型魚醤油製造法

味料などのエキス系調味料が好まれ、魚醤油に限らず、魚介類を利用した発酵調味料の製造量が増加している。この場合、瓶詰めされて魚醤油単体として販売されるというより、和風だし、めんつゆなどの構成調味料として使用されている。麴を添加して発酵させることでタンパク質の分解が速く、麴由来の糖質が供給される点で乳酸発酵を促進させているなど、伝統製法と若干の相違が認められるが、発酵後の取り扱いが魚醤油とほぼ同じである。本項では、この麴添加法により製造した魚醤油の発酵中の変化について紹介する。

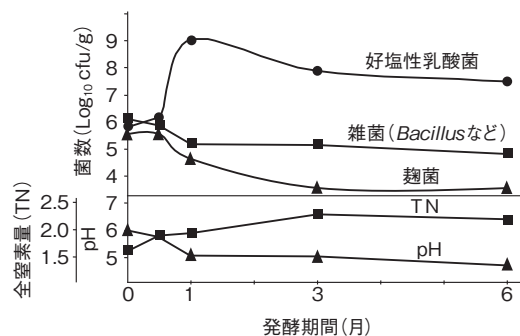
(1) 麴添加型魚醤油の製造方法

原料となる魚類に食塩(終濃度約20%)と麴を添加し発酵させる(図1)。発酵期間は発酵時の温度に依存する。室温で発酵させる場合は、春に発酵を開始し、夏季に発酵のピークが来るように調整し、6か月から1年である。発酵後の扱いは、上述のしよつとつるとほぼ同じである。本法は麴を添加しているので伝統的な魚醤油の製法というより大豆醤油の製造法に近いといえる。そのため、タンパク質の分解が速く、魚特有の臭みが少ない反面、大豆醤油に近い風味に仕上がる⁷⁾。

(2) 麴添加型魚醤油の成分と微生物叢

魚醤油の原料である魚肉はタンパク質に富むため、魚醤油の全窒素量は大豆醤油のそれを上回り、アミノ酸量も遜色ない。麴添加魚醤油の発酵中の生菌数、化学成分の変化を図2^{8,9)}に示す。魚醤油発酵中のタンパク質分解は魚肉由来の自己消化酵素によるもので、麴を添加した場合は麴由来の酵素も分解に大きく貢献する。麴以外の微生物のタンパク質分解への関与は少ないと考えられている。実際に全窒素量の増加は、発酵初期の麴以外の微生物が増殖する前に起こり、好塩性菌の増殖後はむしろ鈍化している。アミノ酸

のほかに発酵中に蓄積する主要成分として乳酸が挙げられる。乳酸の生成は好塩性乳酸菌によるもので、もろみのpHを低下させ、雑菌の繁殖を防ぎ、発酵を安定化させるとともに魚醤油の風味形成に寄与していると考えられている。また、発酵開始直後において、優占微生物として*Bacillus*や*Staphylococcus*(図2の一般生菌数)が分離され、その後、*Tetragenococcus*のような好塩性乳酸菌数が増殖して優占菌となり、発酵後期までその状態が保たれる(図2)。一般細菌として発酵中期以降に計数されるものは*Bacillus*であり、高塩分かつ低pH環境であるため孢子の状態で見られると考えられる。麴菌は発酵初期に増殖するが、好塩性乳酸菌と入れ替わるように減少し、やがて検出されなくなる。魚醤油のような特殊な環境には従来の培養法では検出できない難培養性の微生物が存在している可能性も指摘されているが、筆者らが分析したところ、魚醤油中の優占微生物は従来の培養法で培養できる種で占められていた¹⁰⁾。魚醤油もろみは高塩分・低pHであるため、増殖できる微生物種が限定され、単純な細菌相に収束したと考えられる。また、魚醤油発酵中における乳酸の蓄積と好塩性乳酸菌の挙



上図、●好塩性乳酸菌数、■一般生菌数、▲真菌数(主に麴菌)；
下図、■全窒素量(TN)、▲pH

図2 ニギス魚醤油発酵中の細菌数、化学成分の変化

2015年12月号からは東京家政大学教員の研究のうちから「温故知新」的な成果をピックアップして紹介しています。

表3 各種魚醤油および大豆濃口醤油の色、化学成分および菌数の比較(文献7より)

化学成分	試料		
	ニギス(麴添加)	ニョクマム	大豆濃口
色調 L*	41.68	20.61	11.26
a*	38.94	32.14	32.14
b*	70.75	35.22	19.26
pH	4.75	5.32	4.58
食塩(g/100mL)	20.5	26.1	16.3
全窒素(g/100mL)	1.77	2.31	1.57
無塩可溶性固形分(%)	15	15	19
VBN(mg/100mL)	132	421	126
ヒスタミン(mg/kg)	289	117	50
アミノ酸量(mg/100mL)	7,956	13,682	6,843
有機酸量(mg/100mL)	2,201	1,319	1,885
乳酸量(mg/100mL)	1,695	412	700
酢酸量(mg/100mL)	98	331	149

表4 各種魚醤油と大豆濃口醤油の風味の特徴(文献7より)

試料	香り	味
大豆濃口醤油	モルト/カラメル様、おかき様、醤油様、発酵・熟成香、酸臭	塩味、甘味、うま味、酸味、先味(甘み)
ニョクマム	発酵・熟成香、腐敗臭、干物・魚様、酸臭、糞便臭/トンコツ・チーズ様	塩味、うま味、酸味、エグ味、後味(うま味)
ニギス(麴添加)魚醤油	モルト様、植物タンパク質分解物様、発酵熟成香(干物・魚)様	塩味、甘味、うま味、後味(うま味)

動は大豆醤油のそれと類似しており、魚醤油においても好塩性乳酸菌が増殖し、乳酸発酵していると考えられている。

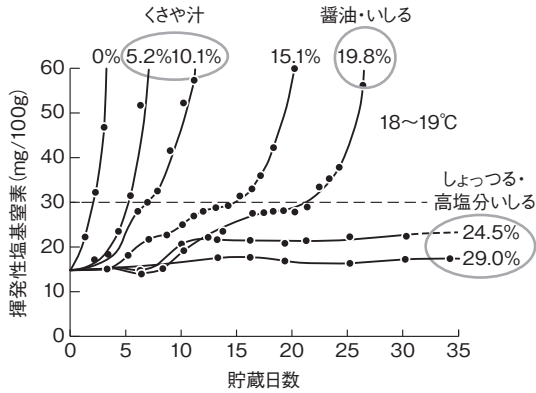
(3) 麴添加型魚醤油の官能の特徴

麴添加魚醤油および比較対照のための大豆醤油とニョクマムの化学成分を表3⁷⁾に、官能の特徴を表4⁷⁾に示した。大豆醤油を基準に比較すると、色調は麴添加魚醤油において大豆醤油に近い値を示したのに対し、ニョクマムは明度が高いことが示された。有機酸量も麴添加魚醤油では大豆醤油と同様の傾向を示したが、ニョクマムは乳酸が少なく、酢酸が多い傾向が明確である。また、麴を添加して発酵させた魚醤油の味・香りは、ニョクマムが腐敗臭やえぐみを含んでいるのに対し、大豆醤油に近いものであった。また、大豆醤油において先味が特徴的であるのに対し

て魚醤油では後味が強く感じられることが示された。これらの結果より、麴使用魚醤油の風味は麴の使用により原料魚の特徴が若干抑えられるが、現在の日本人の嗜好に合うことが明らかとなった⁷⁾。先述したように麴添加魚醤油の微生物相の変遷も大豆醤油のものと同様であり、両者で生成される化合物についても近い傾向であることが認められた。一方、ニョクマムは酢酸を大量に含有するなど、醤油や麴を利用した魚醤油とは化学成分が大きく異なることが明らかとなり、ニョクマムの化学成分は麴を使用しない日本産魚醤油とも大きく異なることから、製造法、発酵条件(発酵様式)が異なると考察される。

3. まとめ

伝統的な魚醤油は原料である魚と食塩を混合し、発酵・熟成させただけの非常にシンプルな発酵食品である。しかし、魚醤油に使用される食塩濃度に先人たちの知恵が凝縮されている。例えば、魚肉の貯蔵性と食塩濃度の関係を示すグラフ(図3¹¹⁾)では、食塩含量10%以下ではあまり腐敗を制御できないが、15%を超えると格段に貯蔵性が向上することが読み取れる。しかし、1カ月以上の



アジ魚肉に食塩を各濃度で添加し、18～19℃で貯蔵した時の腐敗の進行を示す。さらに、各種魚醤油の塩分濃度をそれに当てはめた

図3 アジ魚肉の腐敗と食塩含量の関係および各種魚醤油の食塩濃度(文献11を改変)

長期間の保存には不十分である。多くのいしるの食塩含量は約20%であるが、これは発酵熟成を安定した条件で行うために必要不可欠な食塩濃度であると考えられる。実際、船津らが、麴入り魚醤油を開発した際、食塩濃度と腐敗の関係を調べたところ、10%では腐敗し、15%以上で安定であったと報告している¹²⁾。このことから、いしるの食塩濃度は豊富な経験により導き出されていることが推察される。さらに、図3から食塩濃度25%以上では、魚肉の腐敗はほぼ完全に抑制されていることがわかる。この濃度はしょうつつるや高塩分のいしるにおける最終製品の食塩濃度である。減塩の観点からは25%は必要以上の食塩量とも考えられるが、これらの魚醤油が保存食であることを考えれば納得がいく。魚醤油の中には製品の食塩濃度が20%以下のものもあるが、これらの製品の多くは、前述したように発酵熟成の過

程で好塩性乳酸菌が増殖し、乳酸発酵によりもろみ中のpHが低下している。そのため、食塩濃度20%以下でも低pHによる腐敗抑制が働き、安定した製品に仕上がっていると推察できる。一方、食塩濃度が25%以上と高いもの、特にしょうつつるでは、製品の乳酸含量が低く、乳酸発酵が抑制されていると考えられる。多くの例外も含まれるが、食塩濃度20%程度の魚醤油は乳酸発酵によるpHコントロールを組み合わせることで腐敗を抑制しているに対し、乳酸発酵が起らない高食塩含量タイプの魚醤油では腐敗の抑制は食塩に依存するところが大きく、そのためには食塩含量25%以上が必要であったと考えられた。

参考文献

- 1) 藤井建夫：『塩辛・くさや・かつお節(増補版)』, p.53-70(恒星社厚生閣, 2001).
- 2) 藤井建夫：『魚の発酵食品』, p.57-75(成山堂書店, 2000).
- 3) 菅原久春：伝統食品の研究, 15, 1-11(1995).
- 4) Codex alimentarius : <http://www.codexalimentarius.org>
- 5) 森真由美：『地域水産物を活用した商品開発と衛生管理』(平塚聖一編著), p.76-80(幸書房, 2014).
- 6) 道島俊英：醤油の研究と技術, 41, 307-316(2015).
- 7) 船津保浩ら：日水誌, 66, 1036-1045(2000).
- 8) Satomi, M.: Food Sci. Tech. Res., 22, 1-21(2016).
- 9) Taira et al. : Fish. Sci., 73, 913-923(2007).
- 10) Fukui et. al. : J. Gen. Appl. Microbiol., 58, 271-281(2012).
- 11) 清水亘ら：日水誌, 20, 30-32(1954).
- 12) 船津保浩：醸協, 111, 150-159(2016).