

## カタクチイワシを利用した高品質な魚醤の開発

山本晃司・加藤丈雄・木島 勲\*・村瀬 誠

カタクチイワシは、知多半島近海において毎年、一番安定した水揚げのある多獲性の地魚である。鮮魚のほかに、煮干し、丸干しなどに加工されているが、脂の乗り具合や魚体の大きさが揃っていないことが原因で加工適性が低いものが多い。保存性が低いため大部分が食品加工に供されず養殖魚の飼料となっているのが現状で、付加価値の高い用途開発が望まれている。

魚醤は個性ある調味料として、年々その生産量が増加している。多獲性でかつ安価な魚がその原料として適しており、利用価値の低いカタクチイワシがそれに相当すると考えられる。また、製造後に容易に魚油は分離できるため、脂が乗っていることは、さほど大きな問題とはならない。更に、高品質な魚醤ができれば原料としての付加価値も高められると考えられる。

魚醤は、非常に歴史のある調味料であるが、現在市場で流通しているものは、大部分が魚介類に食塩を加えて腐敗を防ぐとともに、それ自体の酵素で自己消化させるという古くからの方法で製造されている。魚醤の製造については、麹を用いた速醸に関する研究はある<sup>1)~3)</sup>が品質向上に関する報告はほとんどない。

そこで、知多半島近海で漁獲されたカタクチイワシを原料として、乳酸菌・米麹などを利用し、臭い及び着色の少ない高品質で高付加価値な魚醤を開発する研究を行った。

### 実験方法

#### 1. 実験材料

##### (1) 原料魚

知多半島近海で平成10年12月に漁獲後、直ちに凍結したカタクチイワシを使用時に解凍して用いた。

##### (2) 乳酸菌

低温性乳酸菌として *Lactobacillus sake* D-1001 (以下 *L. sake* D-1001)、耐塩性乳酸菌として *Pediococcus halophilus* (以下 *P. halophilus*) を用いた。

##### (3) プロテアーゼ製剤

Protease-M (天野エンザイム (株)) を用いた。

##### (4) 米麹

県内味噌製造業者が製麹したものを使用した。

#### 2. 魚醤の試作

カタクチイワシを原料として以下の8試験区で魚醤を試作した。熟成は、25℃で1年間行った。

##### ① 対照区

原料魚(1kg) + 食塩(250g) → 熟成

##### ② 低温性乳酸菌添加区

原料魚(1kg) + *L. sake* D-1001 1週間(5℃) → + 食塩(250g) → 熟成

##### ③ 耐塩性乳酸菌添加区

原料魚(1kg) + 食塩(250g) + *P. halophilus* → 熟成

##### ④ 低温性乳酸菌・プロテアーゼ添加区

原料魚(1kg) + *L. sake* D-1001 + Protease-M(1g) 1週間(5℃) → + 食塩(250g) → 熟成

##### ⑤ 低温性乳酸菌・耐塩性乳酸菌添加区 (同時)

原料魚(1kg) + *L. sake* D-1001 + *P. halophilus* 1週間(5℃) → + 食塩(250g) → 熟成

##### ⑥ 低温性乳酸菌・耐塩性乳酸菌添加区 (時間差)

原料魚(1kg) + *L. sake* D-1001 1週間(5℃) → + *P. halophilus* + 食塩(250g) → 熟成

##### ⑦ 米麹利用区(麹比率\*25%)

蒸煮魚(750g) + 米麹(250g) + 水(1kg) + 食塩(500g) → 熟成

##### ⑧ 米麹利用区(麹比率\*50%)

蒸煮魚(500g) + 米麹(500g) + 水(1kg) + 食塩(500g) → 熟成

\*有機物原料に占める麹の割合

なお、低温性乳酸菌、耐塩性乳酸菌は、原料魚1gあたり $10^7$ 個接種した。

1年間の熟成終了後、ポリエステル製のろ布で圧搾ろ過して得た魚醤を90℃で20分間火入れし、4℃で1週間放置した。発生したオリをろ紙でろ過し除去したものを試作魚醤とし、分析に供した。

### 3. 一般成分分析

しょうゆ試験法<sup>6)</sup>に準じて、全窒素、ホルモール態窒素、酸度、pH (20℃)、比重 (20℃)、色度の分析を行った。透過色は、測色計 (ND-O型、日本電色工業 (株)) を用いて L\*, a\*, b\* 値を測定した。

### 4. 有機酸分析

希釈試料を 2% 過塩素酸溶液で除タンパクした後、孔径 0.45 $\mu$ m のセルロースアセテートフィルターでろ過し、カルボン酸分析計 (S-14型、東京理化学器械 (株)) による分析に供した。

### 5. 遊離アミノ酸分析

希釈試料を 2% 過塩素酸溶液で除タンパクした後、孔径 0.45 $\mu$ m のセルロースアセテートフィルターでろ過し、アミノ酸自動分析計 (L-8500型、(株) 日立製作所) による分析に供した。

## 実験結果及び考察

### 1. 一般成分分析

試作した魚醤の一般成分の分析結果を表 1 に示した。また、各魚醤の色調を比較した写真を図 1 に示した。全窒素は、米麴を利用したもの以外は 2% 前後の値で

大きな差は認められなかった。この値は、イシル<sup>7)</sup>、いかなご醤油<sup>8)</sup>と同程度であり、しょうつる<sup>9)</sup>の倍近い値であった。ニョクマムやナンブラーなど東南アジアの魚醤<sup>8)</sup>と比較しても同程度であった。全窒素量は、魚醤の品質を決める上で重要な要素となっており、窒素含量が高いほど高級品といわれ、1% を下回るようなものは低級品とされている。魚醤は、製品による全窒素量の差が大きく<sup>9)</sup>、窒素含量の低いものは魚醤を食塩水で希釈したものであるいは二番搾り以降のものと考えられる。原料配合から予測すると分解が完全に進めば、米麴を使用せず試作した魚醤の全窒素は、2% 以上の濃度になる。従ってこれらの試験区ではタンパク質の分解は順調に進行したと考えられる。米麴利用区は全窒素の値がかなり低く、麴比率の高いものほど低い値となった。これは、米麴利用区は、原料に対する加水量が多いことと米のタンパク質含量がカタクチイワシに比べて低いことが原因と考えられる。米麴利用区の窒素量を増やすには、加水量をかなり減らす必要があると考えられる。タンパク質の分解度合の指標となる全窒素に対するホルモール態窒素の割合は、米麴利用区以外は、約 70% の値を示した。米麴利用区については、50% 以下の値で、ペプチドの残存比率が高かった。原料の全窒素が可溶化し、魚醤に移行

表 1 魚醤の成分及び性状

試験区	全窒素 (g/100ml)	ホルモール態窒素 (g/100ml)	酸度 I (ml)	酸度 II (ml)	食塩 (g/100ml)
① 対照区	2.09	1.39	4.97	6.46	21.68
② 低温性乳酸菌添加区	2.05	1.40	14.43	8.08	25.33
③ 耐塩性乳酸菌添加区	2.29	1.49	6.64	7.84	24.53
④ 低温性乳酸菌・プロテアーゼ併用区	2.12	1.49	10.86	5.90	27.14
⑤ 低温・耐塩性乳酸菌添加区 (同時)	2.02	1.34	14.99	6.99	27.21
⑥ 低温・耐塩性乳酸菌添加区 (時間差)	1.97	1.26	14.76	5.94	26.12
⑦ 米麴利用区 (麴比率 25%)	0.76	0.33	3.83	3.39	26.92
⑧ 米麴利用区 (麴比率 50%)	0.53	0.25	2.99	3.14	27.00

表 1 続き

試験区	pH	比重	L*値	a*値	b*値	色度 (No.)
① 対照区	5.75	1.192	50.10	37.19	67.94	27
② 低温性乳酸菌添加区	5.52	1.213	78.15	11.58	64.55	48
③ 耐塩性乳酸菌添加区	5.72	1.206	34.27	46.07	47.74	19
④ 低温性乳酸菌・プロテアーゼ併用区	5.13	1.217	87.39	6.70	63.27	52
⑤ 低温・耐塩性乳酸菌添加区 (同時)	4.74	1.218	69.42	17.58	63.69	46
⑥ 低温・耐塩性乳酸菌添加区 (時間差)	4.78	1.213	67.38	17.99	61.53	46
⑦ 米麴利用区 (麴比率 25%)	5.79	1.221	81.89	10.43	76.33	50
⑧ 米麴利用区 (麴比率 50%)	5.60	1.240	73.12	22.44	86.31	44

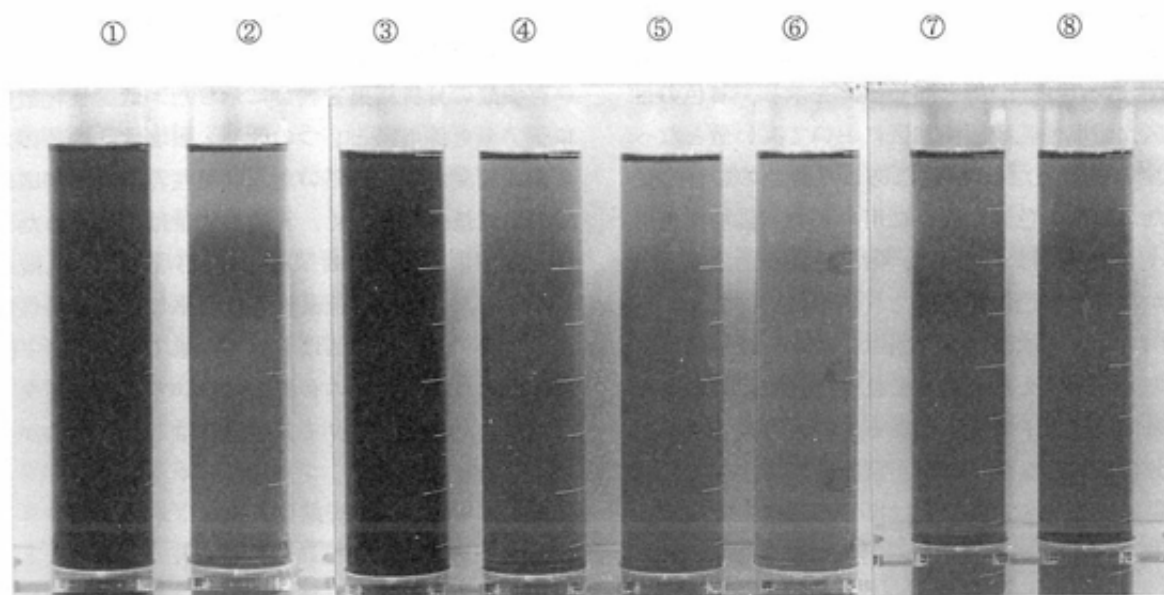


図1 試作魚醤の色調の比較

- ① 対照区
- ② 低温性乳酸菌添加区
- ③ 耐塩性乳酸菌添加区
- ④ 低温性乳酸菌・プロテアーゼ併用区
- ⑤ 低温・耐塩性乳酸菌添加区 (同時)
- ⑥ 低温・耐塩性乳酸菌添加区 (時間差)
- ⑦ 米麴利用区 (麴比率25%)
- ⑧ 米麴利用区 (麴比率50%)

した割合 (タンパク溶解率) は米麴利用区が他の試験区よりも低かった。微生物汚染防止のため魚を蒸煮して魚のプロテアーゼを失活させていることが原因の一つと考えられる。加えて米麴のプロテアーゼ活性が弱くしかも食塩の影響であまり作用しなかったと考えられる。対策として高塩濃度下でのプロテアーゼ活性の強い麴の利用や、魚を蒸煮せず魚のもつプロテアーゼと麴を併用することが挙げられる。

酸度は、対照区及び2つの米麴利用区に比べ乳酸菌を利用したものの方が乳酸が生成したため高かった。また、酸度Ⅰは乳酸及び酢酸などの有機酸の寄与が酸度Ⅱに比べて大きいため乳酸菌添加区は著しく高くなった。乳酸菌を添加した中では、耐塩性乳酸菌添加区が酸度、酸度Ⅰとも最も低い値となった。酸度Ⅰが対照区の1.3倍程度しかなく顕著な有機酸の生成が認められなかった。食塩濃度が乳酸菌の耐塩濃度以上になり、乳酸発酵が進行しなかったと考えられる。低温性乳酸菌を添加したものは、すべての添加区で酸度Ⅰの値が大きく、乳酸の生成による有機酸量の増加が認められた。pH は、ある程度

酸度の結果を反映していて低温性乳酸菌と耐塩性乳酸菌を併用したものが特に低い値となった。

食塩は、すべての試験区において重量比で20% (対水食塩濃度として約25%) となるように仕込みを行った。対照区がやや低い以外は予測通りの食塩濃度となった。この濃度は、魚醤としては通常だが、濃口醤油 (18%程度) に比べるとかなり高い。これが一般家庭への魚醤の普及を妨げている原因の一つでもある。今後は、乳酸発酵による腐敗微生物の抑制作用を活用し、低食塩魚醤の製造について検討する必要があると考えられる。

測色計から求めた透過色調 ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ 値) は、明度の指標となる  $L^*$ 値が色調の濃い対照区、耐塩性乳酸菌単独添加区で低かった。低温性乳酸菌を添加した試験区は、すべて明るく透明度の高い琥珀色をしており、 $L^*$ 値が高かった。また、その中では、耐塩性乳酸菌を併用しないものの方が  $L^*$ 値が高く明るい色調であった。米麴利用区の中では、麴比率の低い方が  $L^*$ 値が高かった。麴が多いほど褐変の原因となる糖の含量が高く、その影響で着色に差が生じたと考えられる。米麴利用区はアミ

ノ酸含量の指標となるホルモール態窒素が低いため対照区と比較すると明るい色調であった。赤色度の指標となる a\*値は、ある程度 L\*値と同じ傾向を示し、着色の目立つ対照区、耐塩性乳酸菌添加区において高い値となった。黄色度の指標となる b\*値はあまり着色の影響を受けなかった。醤油の色調の評価に用いられる醤油比色用標準色セットの色度は、対照区、耐塩性乳酸菌添加区が小さく、かなり濃い色調であった。この結果は図1の写真からも明らかで、低温性乳酸菌は、かなり着色の抑制に関与していると考えられた。これは、乳酸発酵による酸化還元電位及び pH の低下によるものと考えられる。

香りの分析は行わなかったが、官能的にはすべての試験区で魚醤独特のアミン臭などはほとんど感じなく、臭

いの少ない魚醤が製造できた。

## 2. 有機酸及び遊離アミノ酸分析

有機酸の分析結果を表2に示した。低温性乳酸菌・プロテアーゼ併用区と2つの低温・耐塩性乳酸菌添加区で多量の乳酸が生成していた。低温性乳酸菌添加区は、酢酸の生成量が若干多く、乳酸生成量は少なかった。耐塩性乳酸菌添加区は、対照区の1.5倍程度しか乳酸が生成しなかった。また、低温性乳酸菌添加区と低温性乳酸菌・プロテアーゼ添加区において少量ではあるがギ酸が生成していた。その他の有機酸については、グルタミン酸が変化したピログルタミン酸以外はごく少量しか生成していなかった。

遊離アミノ酸の分析結果を表3に示した。アミノ酸の

表2 魚醤の有機酸

有機酸 (mg/100ml)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
乳酸	160	770	240	1,410	1,380	1,750	60	40
酢酸	2.4	24.6	4.4	19.5	12.9	14.7	1.9	2.8
リンゴ酸	0.7	0.3	0.7	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5
クエン酸	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.8
コハク酸	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4
ギ酸	0	4.8	0.6	6.7	0.8	0.8	0.1	0.1
ピログルタミン酸	10.9	8.1	9.8	7.2	9.5	10.3	4.2	4.2

① 対照区 ② 低温性乳酸菌添加区 ③ 耐塩性乳酸菌添加区 ④ 低温性乳酸菌・プロテアーゼ併用区 ⑤ 低温・耐塩性乳酸菌添加区 (同時) ⑥ 低温・耐塩性乳酸菌添加区 (時間差)  
⑦ 米麹利用区 (麹比率25%) ⑧ 米麹利用区 (麹比率50%)

表3 魚醤の遊離アミノ酸

アミノ酸 (モル比%)	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
アスパラギン酸	8.34	8.33	8.79	7.74	8.52	8.50	7.69	9.09
スレオニン	6.23	6.29	6.30	6.07	6.56	6.51	5.32	5.50
セリン	6.91	5.27	7.06	3.33	5.19	5.12	6.26	6.47
グルタミン酸	12.61	14.51	12.53	15.31	14.00	13.71	11.48	11.68
プロリン	3.74	3.89	4.04	4.24	3.75	3.83	3.69	3.96
グリシン	9.11	10.30	9.35	11.13	10.53	10.42	5.47	6.11
アラニン	11.36	13.44	12.07	15.16	14.20	14.18	12.64	12.95
バリン	7.21	7.59	7.35	7.78	7.61	7.61	6.19	6.71
メチオニン	2.41	2.57	2.23	2.41	2.59	2.65	2.53	2.05
イソロイシン	4.46	4.35	4.88	3.91	4.30	4.46	5.13	5.29
ロイシン	5.70	5.70	4.12	4.64	5.41	5.83	9.87	9.15
チロシン	0.55	0.63	0.63	0.63	0.55	0.57	2.39	2.81
フェニルアラニン	3.20	3.31	3.06	3.42	3.31	3.30	2.96	2.84
トリプトファン	0.78	0.78	0.75	0.51	0.48	0.48	0.23	0.16
リジン	8.96	9.14	8.87	9.85	9.35	9.21	9.88	8.44
ヒスチジン	2.84	3.22	2.88	3.37	3.22	3.18	2.41	1.86
アルギニン	5.29	0.25	4.99	0.13	0.22	0.28	5.54	4.75
総アミノ酸量 (g/100ml)	10.1	9.1	9.5	9.1	7.2	7.6	2.6	1.9

① 対照区 ② 低温性乳酸菌添加区 ③ 耐塩性乳酸菌添加区 ④ 低温性乳酸菌・プロテアーゼ併用区 ⑤ 低温・耐塩性乳酸菌添加区 (同時) ⑥ 低温・耐塩性乳酸菌添加区 (時間差)  
⑦ 米麹利用区 (麹比率25%) ⑧ 米麹利用区 (麹比率50%)

生成量は、窒素分析の結果と同様に米麴利用区が少なかった。また、2つの低温・耐塩性乳酸菌添加区が他と比べると2割程度アミノ酸の生成量が少なかった。この2つの試験区は、pHが4.7程度とその他の試験区と比較して低いため、それがプロテアーゼの活性に影響したのではないかと考えられる。

遊離アミノ酸組成からは低温性乳酸菌を添加した試験区すべてにおいて、アルギニンの減少が認められ、表には示していないがオルニチンが生成していた。乳酸菌によりアルギニンが資化されオルニチンへと変化したのではないかと考えられる。それ以外は、米麴利用区を除いて、大きな差は認められなかった。特徴としては、甘味系のアミノ酸であるアラニン、グリシン、リジン、旨味系のアミノ酸であるグルタミン酸が多く含まれていた。米麴利用区の特徴としては、ロイシン及びチロシンが多く、グリシンが少なかった。これは、米由来のアミノ酸組成の影響によるものと考えられる。

また、旨味に寄与する成分はこれらの遊離アミノ酸及びペプチドが主であると考えられる。核酸関連の旨味物質であるイノシン5'-リン酸(IMP)、アデノシン5'-リン酸(AMP)、グアノシン5'-リン酸(GMP)などは熟成中に分解されヒポキサンチン(Hx)となる報告<sup>10)</sup>もあり、魚醤の旨味への関与はほとんどないと考えられる。

## 要 約

知多半島近海で多量に漁獲されながら利用価値の低いカタクチイワシの用途拡大を目的として、カタクチイワシを原料とした高品質な魚醤の開発を行った。低温性乳酸菌の利用を中心として、耐塩性乳酸菌、プロテアーゼ、米麴などを利用した8試験区で仕込み試験を行った。その結果、耐塩性乳酸菌では発酵条件、米麴では加水率・使用麴などの検討課題が残ったが、低温性乳酸菌を利用したものについてはすべての試験区において明らかな着色防止効果が認められ、窒素量も多い高品質な魚醤が製造できた。プロテアーゼ、耐塩性乳酸菌を併用しなくてもその効果は現れたため、実用的には、低温性乳酸菌のみを利用した試験区が一番適当であると考えられる。

知多半島近海のカタクチイワシを原料として、低温性乳酸菌を利用することにより試験規模では品質の良い魚醤が製造できた。

## 文 献

- 1) 大野悦子・浅野元一：秋大教育紀要, 18, 81 (1968).

- 2) 大野悦子・浅野元一：秋大教育紀要, 19, 85 (1969).
- 3) 大野悦子・浅野元一：秋大教育紀要, 20, 27 (1970).
- 4) 三枝弘育：東京都立食品技術センター研究報告, 8, 27 (1999).
- 5) 三枝弘育：東京都立食品技術センター研究報告, 9, 17 (2000).
- 6) 日本醤油研究所編：しょうゆ試験法(日本醤油研究所, 東京), p. 1, p. 2, p. 6, p. 19, p. 20 (1985).
- 7) 佐渡康夫・道嶋俊英：石川県工業試験場研究報告, 45, 93 (1996).
- 8) 佐藤正美：醸協, 88, 135 (1993).
- 9) 三枝弘育：東京都立食品技術センター研究報告, 9, 33 (2000).
- 10) 道嶋俊英・佐渡康夫・矢野俊博・榎本俊樹：食科工, 47, 241 (2000).