

## 短期熟成法によるしょっつるの製造と脂肪酸組成の変化

池 本 敦・鈴木 悠 生

### Production of SHOTTSURU (Fish Sauce) by Short-Term Ripening Process and Changes in the Fatty Acid Composition.

IKEMOTO, Atsushi and SUZUKI, Yusei

Division of Regional Studies, Faculty of Education and Human Studies, Akita University

#### Abstract

SHOTTSURU is a traditional fish sauce produced using Japanese sandfish (*Arctoscopus japonicus*) in Akita prefecture. It is produced over a long ripening period of more than one year. During the aging, polyunsaturated fatty acids such as docosahexaenoic acid (DHA) and Eicosapentaenoic acid (EPA) are oxidatively decomposed. In this study, we prepared fish sauces using Japanese sandfish, cod and saury as raw materials by short-term ripening process (24 hours) at 55°C under low salt concentration. Since fish sauces are composed of water-soluble ingredients, fat-soluble components are concentrated in the residue. Our results showed that the short-term ripening process suppressed the oxidative decomposition of polyunsaturated fatty acids and enabled to utilize the residue as health food ingredients. The compositions of DHA and EPA were constant during the process although their contents varied among fish species. The fish sauces produced by the short-term ripening period had good taste and flavor, and their health benefits have been discussed.

**Keywords :** *Arctoscopus japonicus*, Fish Sauce, N-3 fatty acid, Docosahexaenoic acid (DHA), Eicosapentaenoic acid (EPA), Sensory evaluation.

#### 1. 諸 言

秋田ではハタハタ（鱚）が県魚に指定されており、ハタハタを原材料として製造される魚醤であるしょっつる（塩魚汁）は、主に男鹿半島など沿岸部で製造される伝統的水産加工調味料である（1）。しょっつるの製造は、原料となるハタハタに対し、30～40%の食塩をまぶしながらよく混合し、常温で1年以上漬け込む工程から始まる（2-4）。自己消化酵素でハタハタのタンパク質などが分解されるのを待ち、熟成期間には定期的に攪拌を行い、塩分濃度のばらつきをなくして腐敗を防ぐ。熟成が完了したら、下に沈んだ骨などを取り除き、10分程度煮沸する。この工程で油脂の分離と分解されたタンパク質等の凝集があり、後の汙過工程を容易にするとともに、自己消化酵素が失活し、滅菌される。煮沸した原材料を冷却し、浮いた油脂分を除去し濾過すると、透明感のあるしょっつるが完成する（2-4）。

魚醤はタンパク質が分解されて生成するアミノ酸が旨味成分となる調味料である。このため、熟成過程の魚醤

のアミノ酸組成変化については、詳細に分析されている（5-7）。一方で、原材料の魚はドコサヘキサエン酸（DHA, 22:6n-3）やエイコサペンタエン酸（EPA, 20:5n-3）などの多価不飽和脂肪酸が豊富である。これらのn-3系脂肪酸は、脳や網膜機能の維持に必須であるだけでなく（8, 9）、炎症やアレルギー反応の抑制など様々な健康機能を有することが明らかとなっており、生活習慣病の予防に重要な栄養素である（10-14）。

しょっつるなどの魚醤は水溶性の旨味が濃縮された調味料であり、油脂は熟成時に上層に浮かぶので、通常は汙過される前に除去されて廃棄される。下層の水溶液から沈殿を除いた部分が魚醤として利用されるのが一般である。そこで、この廃棄される油脂を有効活用すれば、n-3系脂肪酸含有の健康食品として利用できる可能性がある。一方で、DHAやEPAなどの多価不飽和脂肪酸は、空気に触れると酸化されやすく、魚醤の長期熟成過程で酸化分解が進行していく懸念がある（15）。

近年、魚醤の製造には速醸法が採用され、1日程度の短期熟成が可能となっている（5-7）。速醸法では、塩分

濃度を一定程度低くした上で50℃前後の中程度の加熱で熟成させることで、雑菌の増殖による腐敗を防いだ上で、自己分解酵素によるタンパク質の分解を進行させる。このような、短期間での魚醤の製造がイカの内臓やイワシを原材料として用いた場合には可能であることが示されている(5-7)。

本研究では、この短期熟成法によりハタハタからのしょっつるが製造可能かどうかを検討し、真ダラ、サンマ内臓など他の原材料から作製した魚醤と比較した。さらに製造過程で生成する油脂層を活用することを想定し、原材料(ホモジネート)や魚醤及びその製造残渣の脂質含量や脂肪酸組成を分析したので報告する。

## 2. 実験材料及び研究方法

### 2-1 短期熟成法によるしょっつる・魚醤の製造

短期熟成法による魚醤は、①ハタハタ(全体)、②真ダラ(全体)、③サンマ(内臓)の3種類作製した。詳細はTable 1の通りである。原材料となる魚を包丁で裁断した後、①と③が等量、②は半量の蒸留水を添加して、ワーキングブレンダー(Low)で1分間処理し、ホモジネートを作製した。ホモジネートを容器に移し、ウォーターバスを用いて55℃で24時間振盪させ、短期熟成を行った。

熟成後、食塩を15%の終濃度で添加し、オートクレーブ滅菌(121℃, 2気圧, 20分)を行った。その後、ペーパータオルを用いて汙過し、汙液と残渣を分離した。汙液を完成したしょっつる・魚醤として実験を行った。

### 2-2 脂質の抽出と脂肪酸組成の分析

実験には、ホモジネート、しょっつる・魚醤、残渣を用い、Bligh & Dyer法による脂質の抽出を行った(16)。原材料0.1gに相当するホモジネート、しょっつる・魚醤0.4mL、残渣0.1gを試験管に採取し、ホモジネートと残渣には1M KClを添加して0.4mLとした。1mL MeOH, 0.5mL CHCl<sub>3</sub>を加えて2分間攪拌後、0.5mL 1M KClと0.5mL CHCl<sub>3</sub>を加えて2分間攪拌した。2000rpmで5分間遠心した後、下層を抽出した。さらに残った上層に1mL CHCl<sub>3</sub>を加え2分間攪拌後、5分間遠心し、

下層を抽出した。抽出は計3回行った(8, 14)。

抽出した脂質を窒素乾固し、1mL 5% HCl-MeOHを加え、10秒間攪拌した後、100℃で1時間加温することで、脂肪酸をメチルエステル誘導体化した(8, 14)。室温に戻した後、1mL H<sub>2</sub>O, 2mL 石油エーテルを加え、2分間攪拌した後、2000rpmで2分間遠心し、上層を抽出した。さらに残った下層に、2mL 石油エーテルを加え、2分間攪拌した後、2分間遠心し、上層を抽出した(抽出は計3回)。抽出した脂肪酸メチルエステルを窒素乾固した後、硫酸ナトリウムで脱水した石油エーテルで再溶解し、ガスクロマトグラフィー GC-14A(島津製作所, キャピラリーカラム; DB225, J&W SCIENTIFIC)で分析した(8, 14)。

### 2-3 官能評価

官能評価に用いる試料は、短期熟成法により作成した魚醤3種類、①ハタハタ(全体)、②真ダラ(全体)、③サンマ(内臓)に加えて、④として市販のしょっつる(諸井醸造所, 秋田県男鹿市)を使用した。④の原液は食塩濃度が23.3%であったので、蒸留水で希釈して15%に調整した。試料を各1mL エッペンチューブにとり、官能評価に利用した。パネルは20歳代の大学生14名と、50代が各1名の計15名で構成した。

検査方法はSD法を用いた。質問項目は、視覚については「色の濃さ」、香りについては「魚臭さ」「香りの良さ」、味覚については「塩味」「酸味」「甘味」「うま味」、総合的な評価として「コク」「好ましさ」についての9項目とし、-3~0~3からの7段階で評価した。視覚と香りについては原液で評価し、味覚と総合評価は1mLの原液を14mLの蒸留水で15倍希釈して食塩濃度が1%になるように調製してから行った。各特性が顕著な程プラス値が高い評価とし、自由記述についても実施した。

## 3. 実験結果

### 3-1 ホモジネートの脂肪酸組成

短期熟成法によるしょっつる・魚醤作製のために作成したホモジネートの脂肪酸組成(%)をTable 2に示した。総脂肪酸量はホモジネート1g当たりのmg量として表

Table 1. 短期熟成法により作製したしょっつる・魚醤の製造

	① ハタハタ(全体)	② 真ダラ(全体)	③ サンマ(内臓)
重量(g)	302	403	89.2
添加する蒸留水(mL)	302	201.5	89.2
熟成処理後の容量(mL)	600	600	178
食塩添加量(g)	90	90	26.8
食塩濃度(%)	15	15	15
汙過後の容量(mL)	280	120	80

Table 2. ホモジネートの脂肪酸組成 (%)

脂肪酸 (Fatty acid)	略号	ハタハタ	真ダラ	サンマ
ミスチン酸	14:0	3.19 ± 0.07	3.47 ± 0.21	7.27 ± 0.26
パルミチン酸	16:0	17.82 ± 0.10	14.86 ± 0.45	14.95 ± 0.52
パルミトレイン酸	16:1	11.42 ± 0.59	5.71 ± 0.31	3.41 ± 0.13
ステアリン酸	18:0	2.65 ± 0.23	3.19 ± 0.03	3.00 ± 0.05
オレイン酸	18:1	34.84 ± 0.44	24.38 ± 0.81	7.31 ± 0.96
リノール酸	18:2 n-6	1.02 ± 0.02	1.35 ± 0.03	1.94 ± 0.08
α-リノレン酸	18:3 n-3	0.69 ± 0.33	0.64 ± 0.02	1.47 ± 0.13
アラキジン酸	20:0	0.07 ± 0.01	0.08 ± 0.00	0.21 ± 0.01
エイコセン酸	20:1	1.73 ± 0.04	4.62 ± 0.21	13.88 ± 0.68
アラキドン酸	20:4 n-6	1.47 ± 0.09	1.59 ± 0.21	0.77 ± 0.04
エイコサペンタエン酸 (EPA)	20:5 n-3	13.97 ± 0.12	12.33 ± 0.00	9.00 ± 0.36
ヘン酸	22:0	0.27 ± 0.25	0.08 ± 0.02	0.01 ± 0.02
エルカ酸	22:1	0.20 ± 0.19	3.16 ± 0.13	16.49 ± 0.44
アドレン酸	22:4 n-6	0.43 ± 0.01	0.56 ± 0.04	0.35 ± 0.11
ドコサペンタエン酸 (n-3)	22:5 n-3	0.23 ± 0.03	0.20 ± 0.01	0.09 ± 0.03
ドコサヘキサエン酸 (DHA)	22:6 n-3	9.47 ± 0.66	22.65 ± 1.07	18.55 ± 0.63
リグノセリン酸	24:0	0.03 ± 0.01	0.02 ± 0.00	0.06 ± 0.03
ネルボン酸	24:1	0.51 ± 0.20	1.13 ± 0.03	1.22 ± 0.00
総脂肪酸量 (mg/g)		15.31 ± 0.04	11.36 ± 1.03	28.47 ± 2.07
飽和脂肪酸	SFA	26.18 ± 0.09	21.69 ± 0.23	25.51 ± 0.84
一価不飽和脂肪酸	MUFA	36.59 ± 0.49	38.99 ± 1.43	42.31 ± 1.95
n-6系列脂肪酸	n-6 PUFA	9.77 ± 0.05	3.50 ± 0.14	3.07 ± 0.01
n-3系列脂肪酸	n-3 PUFA	27.45 ± 0.54	35.82 ± 1.06	29.11 ± 1.10
n-6/n-3 ratio		0.32 ± 0.00	0.10 ± 0.00	0.11 ± 0.00

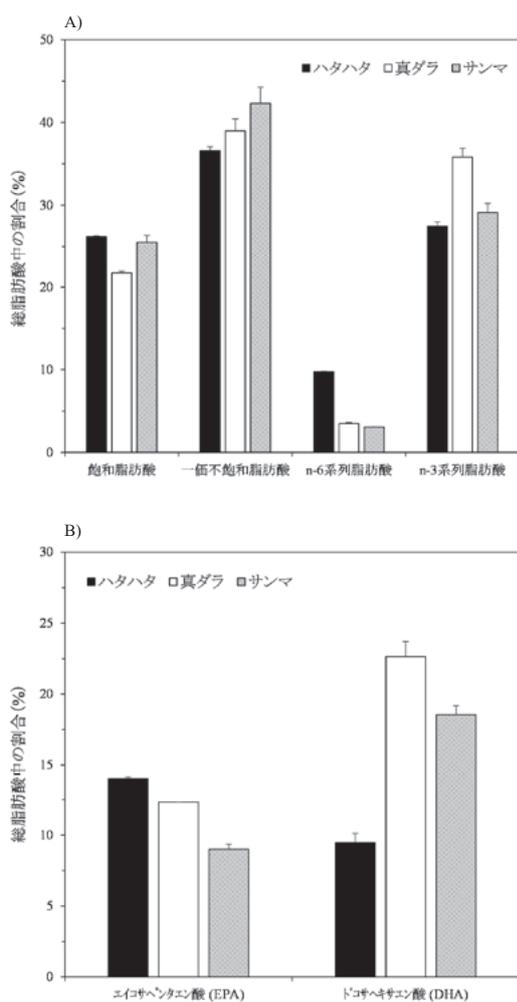


Fig. 1. ホモジネートの飽和・一価不飽和脂肪酸とn-3系脂肪酸の組成

した。

主要な n-3 系脂肪酸に注目すると、DHA はハタハタが 9.47%、真ダラが 22.65%、サンマが 18.55% で真ダラが最も多く、EPA はハタハタが 13.97%、真ダラが 12.33%、サンマが 9.00% でハタハタが最も多かった。総脂肪酸量についてはサンマが 28.47g と非常に高いが、これはホモジネート作製の際にハタハタと真ダラは魚全体を使用しているのに対して、サンマは内臓のみを使用したためである。

Fig. 1 にホモジネートの飽和・一価及び多価不飽和脂肪酸 (n-6, n-3) と EPA 及び DHA の組成を示した。ハタハタは n-6 系脂肪酸を真ダラ、サンマより多く含み、真ダラは n-3 系脂肪酸をハタハタ、サンマより多く含んでいることが分かった。特に、真ダラは DHA 含量が高かったが、ハタハタが EPA 含量が最も高かった。

### 3-2 短期熟成法により作製したしよっつる・魚醬の脂肪酸組成

短期熟成法により作製したしよっつる・魚醬の脂肪酸組成を Table 3 に示した。総脂肪酸量は作製したしよっつる・魚醬 1g 当たりの mg 量として表した。n-3 系脂肪酸の中では、DHA はハタハタが 9.02%、真ダラが 23.18%、サンマが 17.34% で真ダラが最も多く、EPA はハタハタが 13.00%、真ダラが 12.12%、サンマが 7.06% でハタハタが最も多かった。脂肪酸組成についてはホモジネートとほぼ変わらず、大きな変化は見られなかった。

Fig. 2 に短期熟成法により作製したしよっつる・魚醬の飽和・一価及び多価不飽和脂肪酸 (n-6, n-3) と EPA

Table 3. 短期熟成法により作製したしょっつる・魚醤の脂肪酸組成 (%)

脂肪酸 (Fatty acid)	略号	ハタハタ	真ダラ	サンマ
ミスチン酸	14 : 0	1.58 ± 0.03	2.10 ± 0.07	6.05 ± 0.04
パルミチン酸	16 : 0	16.40 ± 0.19	13.06 ± 0.33	19.38 ± 1.33
パルミトリン酸	16 : 1	7.50 ± 0.36	4.79 ± 0.17	2.77 ± 0.14
ステアリン酸	18 : 0	4.15 ± 0.30	3.44 ± 0.36	4.78 ± 0.46
オレイン酸	18 : 1	29.23 ± 0.82	23.85 ± 0.43	8.16 ± 0.08
リノール酸	18 : 2 n-6	0.97 ± 0.00	1.33 ± 0.04	1.61 ± 0.05
α-リルン酸	18 : 3 n-3	1.54 ± 0.10	0.93 ± 0.45	3.07 ± 0.31
アラキジン酸	20 : 0	0.10 ± 0.00	0.10 ± 0.01	0.26 ± 0.03
エイコセン酸	20 : 1	2.80 ± 0.53	4.92 ± 0.22	11.21 ± 0.79
アラキドン酸	20 : 4 n-6	6.97 ± 0.18	2.42 ± 0.00	0.89 ± 0.05
エイコサペンタエン酸 (EPA)	20 : 5 n-3	13.00 ± 0.18	12.12 ± 1.12	7.06 ± 0.20
ペニン酸	22 : 0	0.90 ± 0.32	0.44 ± 0.03	0.05 ± 0.01
エルカ酸	22 : 1	0.80 ± 0.09	3.38 ± 0.11	14.41 ± 1.00
アドレン酸	22 : 4 n-6	0.56 ± 0.02	1.46 ± 0.47	0.12 ± 0.01
ドコサヘンタエン酸 (n-3)	22 : 5 n-3	3.73 ± 0.39	1.42 ± 0.16	0.34 ± 0.01
ドコサヘキサエン酸 (DHA)	22 : 6 n-3	9.02 ± 0.81	23.18 ± 1.82	17.34 ± 0.71
リグノセリン酸	24 : 0	0.19 ± 0.07	0.06 ± 0.03	0.27 ± 0.05
ネルボン酸	24 : 1	0.56 ± 0.22	1.02 ± 0.02	2.23 ± 0.02
総脂肪酸量 (mg/g)		0.082 ± 0.010	0.198 ± 0.007	2.861 ± 0.315
飽和脂肪酸	SFA	21.26 ± 0.03	19.19 ± 0.80	30.80 ± 1.81
一価不飽和脂肪酸	MUFA	39.42 ± 0.79	37.96 ± 0.94	38.78 ± 2.01
n-6系脂肪酸	n-6 PUFA	6.86 ± 0.08	5.21 ± 0.43	2.62 ± 0.01
n-3系脂肪酸	n-3 PUFA	32.46 ± 0.74	37.64 ± 1.31	27.81 ± 0.20
n-6/n-3 ratio		0.23 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.09 ± 0.00

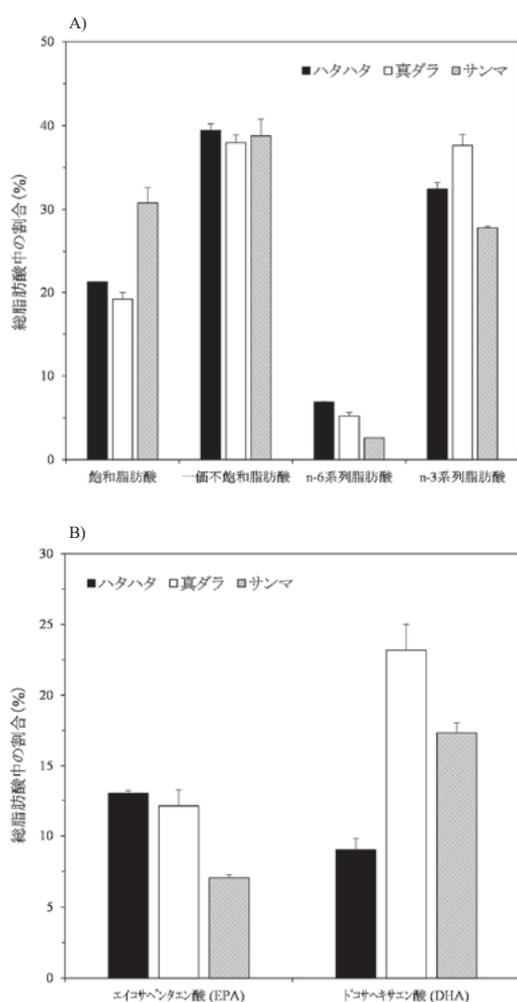


Fig. 2. 短期熟成しよっつる・魚醤の飽和・一価不飽和・多価不飽和脂肪酸と n-3 系脂肪酸の組成

及び DHA の組成を示した。ホモジネートと同様の傾向を示し、ハタハタは n-6 系脂肪酸を他の素材より多く含み、真ダラは n-3 系脂肪酸を最も多く含んでいた。真ダラは DHA 含量が高く、ハタハタは EPA 含量が高かった。このようにホモジネートを熟成させることで、脂肪酸組成に大きな変化は観察されなかった。

### 3-3 残渣の脂肪酸組成

短期熟成法によりしよっつる・魚醤を作製した際に生じた残渣の脂肪酸組成を Table 4 に示した。総脂肪酸量は残渣 1 g 当たりの mg 量として表した。主要な n-3 系脂肪酸に注目すると、DHA はハタハタが 8.79%、真ダラが 26.00%、サンマが 17.96% で真ダラが最も多く、EPA はハタハタが 14.27%、真ダラが 11.87%、サンマが 8.81% でハタハタが最も多かった。これらは、ホモジネートやしよっつる・魚醤の脂肪酸組成と同様の傾向であった。

Fig. 3 に短期熟成法によりしよっつる・魚醤を作製した際に生じた残渣の飽和・一価及び多価不飽和脂肪酸 (n-6, n-3) と EPA 及び DHA の組成を示した。ホモジネートやしよっつる・魚醤とは異なり、n-6 系脂肪酸の組成は魚の種類ではほとんど差は見られなかった。一方で、真ダラが n-3 系脂肪酸を最も多く含んでいたのは、ホモジネートやしよっつる・魚醤と同様であり、真ダラは特に DHA 含量が高かった。また、ハタハタは EPA 含量高かったが、これもホモジネートやしよっつる・魚醤と同様であった。以上のように、残渣については、ハタハタで n-6 系脂肪酸の組成が減少しているという特徴が明

Table 4. 短期熟成法により作製した残渣の脂肪酸組成 (%)

脂肪酸 (Fatty acid)	略号	ハタハタ	真ダラ	サンマ
ミスチン酸	14:0	3.28 ± 0.04	3.27 ± 0.06	7.59 ± 0.13
パルミチン酸	16:0	17.94 ± 0.13	14.49 ± 0.08	15.14 ± 0.35
パルミトレイン酸	16:1	11.56 ± 0.02	5.20 ± 0.10	3.49 ± 0.06
ステアリン酸	18:0	2.54 ± 0.04	3.06 ± 0.03	2.95 ± 0.08
オレイン酸	18:1	34.72 ± 0.12	22.71 ± 0.26	8.21 ± 0.10
リノール酸	18:2 n-6	1.02 ± 0.01	1.27 ± 0.05	1.91 ± 0.02
α-リノレン酸	18:3 n-3	0.71 ± 0.41	0.58 ± 0.01	1.48 ± 0.01
アラキジン酸	20:0	0.06 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.13 ± 0.08
エイコセン酸	20:1	1.69 ± 0.03	4.23 ± 0.05	13.37 ± 0.23
アラキドン酸	20:4 n-6	1.47 ± 0.01	1.77 ± 0.10	0.77 ± 0.03
エイコサペンタエン酸 (EPA)	20:5 n-3	14.27 ± 0.14	11.87 ± 0.11	8.81 ± 0.10
ヘン酸	22:0	0.16 ± 0.05	0.23 ± 0.04	0.03 ± 0.01
エルカ酸	22:1	0.43 ± 0.19	3.03 ± 0.08	16.09 ± 0.46
アドレン酸	22:4 n-6	0.41 ± 0.02	0.51 ± 0.02	0.40 ± 0.02
ドコサペンタエン酸 (n-3)	22:5 n-3	0.26 ± 0.05	0.58 ± 0.03	0.40 ± 0.01
ドコサヘキサエン酸 (DHA)	22:6 n-3	8.79 ± 0.12	26.00 ± 0.28	17.96 ± 0.08
リグノセリン酸	24:0	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.05 ± 0.00
ネルボン酸	24:1	0.69 ± 0.05	1.10 ± 0.04	1.24 ± 0.00
総脂肪酸量 (mg/g)		31.97 ± 2.70	19.10 ± 1.41	42.33 ± 4.95
飽和脂肪酸	SFA	22.57 ± 0.13	21.15 ± 0.06	25.89 ± 0.48
一価不飽和脂肪酸	MUFA	42.68 ± 0.05	36.27 ± 0.19	42.40 ± 0.53
n-6系列脂肪酸	n-6 PUFA	3.22 ± 0.01	3.55 ± 0.03	3.07 ± 0.03
n-3系列脂肪酸	n-3 PUFA	31.53 ± 0.19	39.03 ± 0.22	28.64 ± 0.02
n-6/n-3 ratio		0.11 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.11 ± 0.00

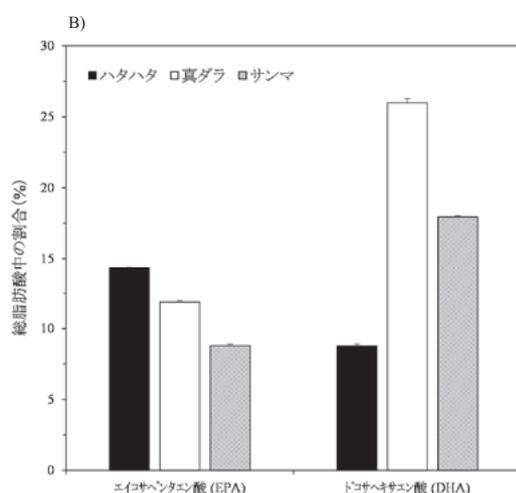
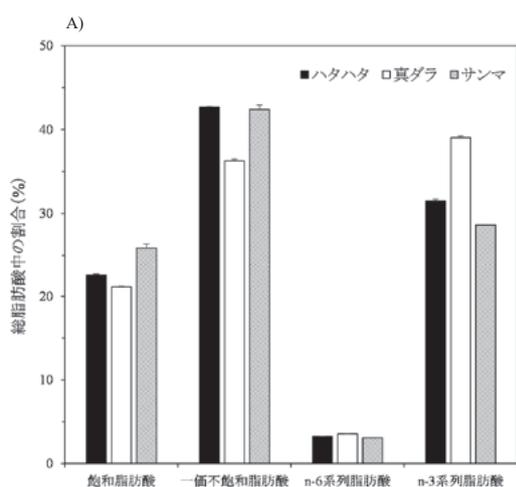


Fig. 3. 残渣の飽和・一価不飽和・多価不飽和脂肪酸とn-3系脂肪酸の組成

らかとなった。

### 3-4 脂質の変動の解析

ホモジネートを熟成させて魚醬を作製し、残渣が生じる過程において、脂質含量がどのように変化するかを Fig. 4 に示した。ホモジネートは原材料の魚の成分をすべて含んでいるが、熟成させた後に水溶性成分を分離して魚醬を作製しているため、魚醬の脂質含量は顕著に低い値を示した。脂質含量は残渣でホモジネート以上に高くなっており、魚由来の油脂が優先的に残渣に濃縮されていることが示された。

Fig. 5 に短期熟成法によるしよつつる・魚醬の作製過程における EPA と DHA の組成の変化を示した。総脂

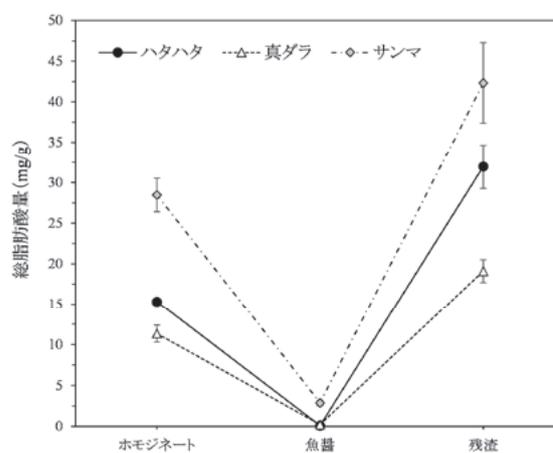


Fig. 4. 短期熟成法によるしよつつる・魚醬の作製過程における脂質含量の変化

脂肪酸あたりの割合 (%) で見ると、ホモジネートから魚醤の製造、残渣の生成過程において、EPA と DHA の組成はほとんど変化しないことが分かった。ハタハタは EPA が多く、真ダラやサンマは DHA が多い傾向が確認された。

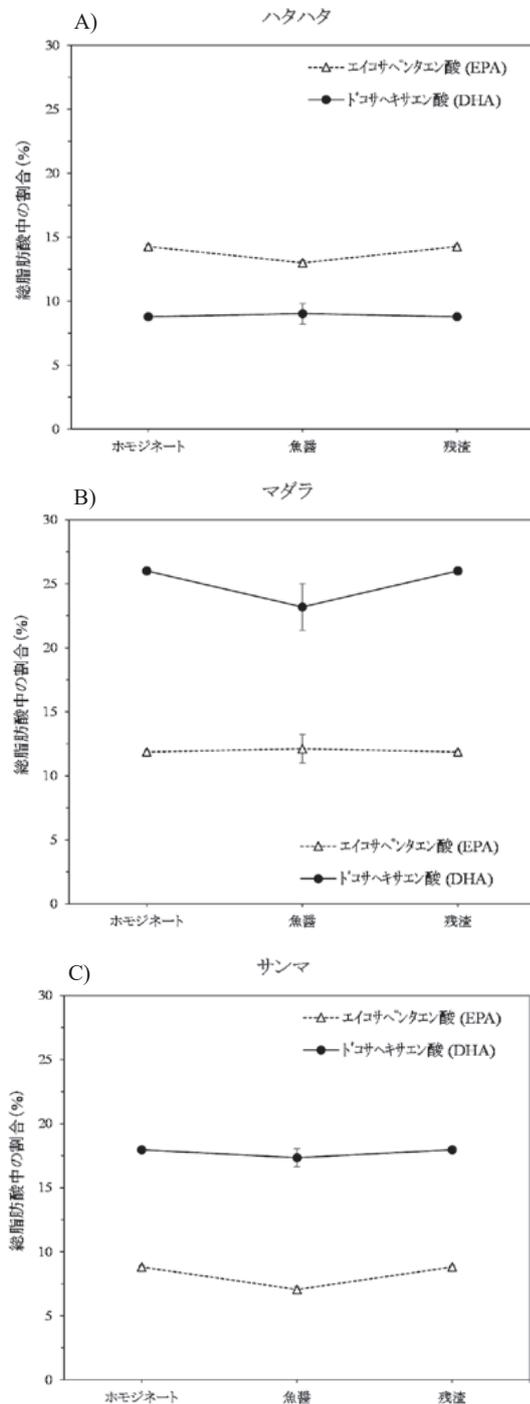


Fig. 5. 短期熟成法によるしよつる・魚醤の作製過程における EPA と DHA の組成の変化

### 3-5 短期熟成法により作製したしよつる・魚醤の官能評価

短期熟成法により作製したしよつる・魚醤について官能評価を行い、市販のしよつると比較した結果を Fig. 6 に示した。視覚・香りについては、色はサンマの茶褐色が最も濃く、次いで市販しよつるであり、ハタハタ及び真ダラ魚醤の色は薄かった。魚臭さはサンマが最も高く、次いで市販しよつる、ハタハタ魚醤の順で、真ダラが最も低かった。香りの良さでは、最も魚臭いサンマが低く、それ以外は同等であった。

味覚について比較すると、塩味はハタハタと真ダラがサンマや市販しよつると比べて低かった。酸味では、

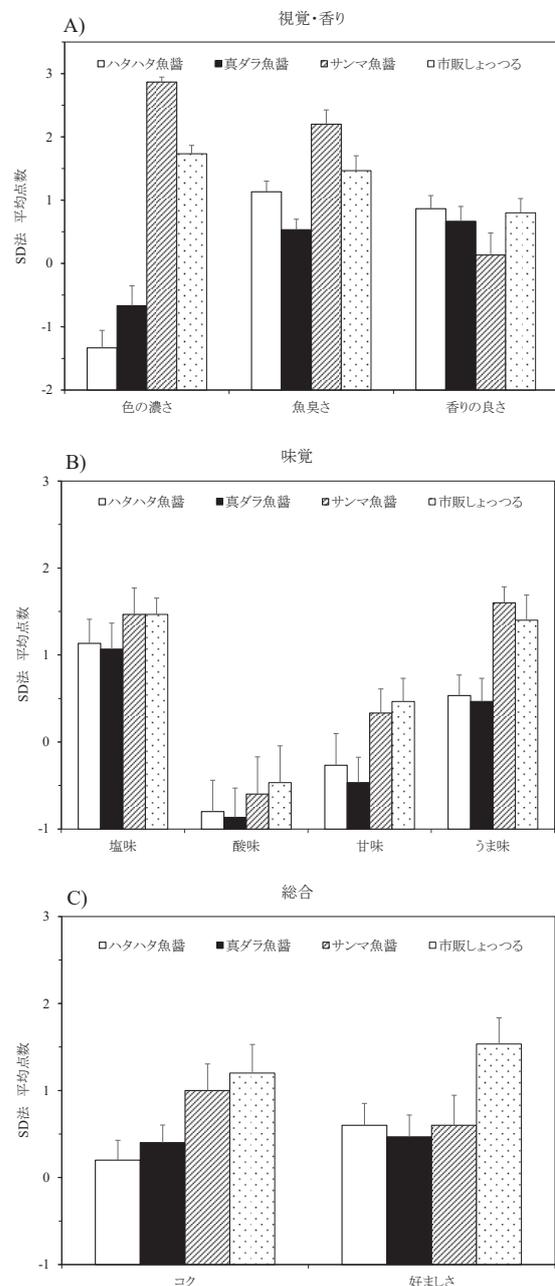


Fig. 6. 短期熟成法によるしよつる・魚醤の官能評価

Table 5. 官能評価における自由記述の感想

<p><b>試料No.1. (ハタハタ魚醤)</b></p> <p>スルメっぽいにおいがした。塩味が強い。</p> <p>①～④それぞれ魚臭さがあるが①と②は煮干しのようなにおいがする。④と比べると塩味が強く出ているように感じた。魚の出汁のような味も強く感じた。魚感は①と②の方が食べやすい魚感で好みだった。</p> <p>最初に塩味が来る、ストレートなしよっぱさ、かなりしよっぱい</p> <p>色が薄くても、思ったより塩味を感じられた。</p> <p>魚臭さはありませんが、香りがよく、一番食べやすいと思いました。</p> <p>塩水のように感じた。</p>
<p><b>試料No.2. (真ダラ魚醤)</b></p> <p>塩味が弱く、まろやか。</p> <p>香りは①と同じものを感じるが、②の方が強いように感じた。口に入れたときの味は①と似ているけれど、口に入れたときの魚感が②の方が強いと思った。</p> <p>上品な香り、うまみが強い、若干苦みがある。</p> <p>1との違いがあまりわからなかった。</p> <p>塩味が強すぎて、あまり好ましくなかった。</p>
<p><b>試料No.3. (サンマ魚醤)</b></p> <p>飲んだ時の味が一番濃く感じたが、個人的にはとても好きだった。</p> <p>昆布出汁のような風味を感じる。</p> <p>①、②と違って、煮干しなどのにおいというよりは、とても柔らかく煮たさんまの甘露煮などのようなにおいがする。</p> <p>魚っぽい味、海産物。魚的な苦みを強く感じる。</p> <p>見た目は一番しよつつのイメージに近かった。他の試料と異なり、少し渋みのようなものがあつたように感じた。</p> <p>見た目は濃かったが、思ったより塩味はなかった。</p> <p>③、④は魚臭さが①、②よりきつく感じました。</p> <p>しよっぱく感じたが、魚醬らしい味だった。</p>
<p><b>試料No.4. (市販しよつつる)</b></p> <p>一番特徴がないように感じた。</p> <p>③と同様魚の煮物っぽいにおいではあるが、卵付きの部分みたいなにおいと感じた。④が甘みとしよっぱさと魚感のバランスが自分的には好みだった。①～③は魚感は良いと思ったが、薄めても塩味が強いのもう少し弱い塩味でも良いと思った。</p> <p>香りにワイルドさがある。薄味、さっぱりしている。複雑な味、鍋に合いそう。</p> <p>魚醬、しよつつるとしては一番美味しかった。</p> <p>3と4がうまみがよく感じられておいしかった。</p> <p>一番丁度良いしよっぱさとコクがあると感じた。</p>

評価に差はほぼ現れなかった。甘みでは、サンマと市販しよつつるがハタハタや真ダラと比べ高かった。うま味では、サンマと市販しよつつるがハタハタや真ダラと比べ評価が高かった。

総合評価では、コクはサンマと市販しよつつるがハタハタや真ダラと比べ評価が高かった。好ましさについては、市販しよつつるが他より高かった。このように、総合的な評価は市販しよつつるが最も好まれたが、今回短期熟成法により作製したしよつつる・魚醬との差はそれ程大きくはなかった。

官能評価における自由記述の感想を Table 5 に示した。ハタハタは塩味が強いという評価があり、最初に塩味が来るという評価があった。真ダラはハタハタと似ているが、塩味が少し弱いという意見があった。サンマは魚の風味が強く出ているという評価が多く、市販しよつつるは丁度良い塩味に、うま味も感じられバランスが良いという評価になった一方で、一番特徴がないという意見もあった。このように、市販しよつつるが概ねバランスがよく万人受けする味であったが、今回短期熟成法により

作製したしよつつる・魚醬についても、それぞれ異なった特徴・個性があり、十分に実用化できることが示された。

#### 4. 考察

DHA や EPA などの n-3 系多価不飽和脂肪酸には、健康増進に有益な様々な生理機能が知られており、日本人の食事摂取基準（2020 年版）においては、成人では 1.6 ～ 2.2 g の目安量が設定されている（17）。しかし、食生活の欧米化に伴い脂質摂取量が戦後から 1990 年代にかけて 3 倍以上増大したにもかかわらず、顕著に摂取量が増加したのは飽和・一価不飽和脂肪酸と n-6 系多価不飽和脂肪酸であり、n-3 系脂肪酸はあまり増加しなかった。そのため、バランスが崩れて n-6/n-3 比が高くなったことが、生活習慣病増加の一因となっていることが指摘されている（10-13）。現代の食生活では、必須脂肪酸バランスを改善するために、n-6 系脂肪酸を減らし、n-3 系脂肪酸の摂取を増やすことが必要とされている。

n-3 系脂肪酸の中では、 $\alpha$ -リノレン酸（18:3n-3）は

野菜に高い組成で含まれるが、脂質含量が低いので、必須脂肪酸バランスを改善するための効果は限定的である。植物油の中では、シソ油・エゴマ油やアマニ油などが高 $\alpha$ -リノレン酸含量であるが、嗜好性や高価格のため、あまり利用されていないのが現状である。その他の多くの植物油はリノール酸(18:2n-6)が主成分なので、n-6/n-3比を高める原因となる。オリーブ油などの高オレイン酸(18:1)型の植物油もあるが、これらは総じて低 $\alpha$ -リノレン酸であり、必須脂肪酸バランスの改善には寄与しない。

魚類はDHAやEPAなどのn-3系脂肪酸の組成が顕著に高く、脂ののった魚は高脂質含量である。このため、魚は食生活の中で必須脂肪酸バランスを改善させるインパクトが最も大きい食品である。魚嫌いの場合や手軽にDHAやEPAを摂取する目的で、魚油を原材料とするサプリメントが市販されており、様々な商品が利用されている(14)。また、エチルエステル型のEPA製剤やDHA/EPA製剤が薬として使用されており、それぞれエパデル(持田製薬)やロトリガ(武田薬品工業)の医薬品名で、高中性脂肪血症や閉塞性動脈硬化症の治療に利用されている(18)。

本研究ではしょっつる・魚醬に着目し、製造過程で残渣として廃棄される油脂をn-3系脂肪酸供給源として活用するために、短期熟成法による製造を検討した。ハタハタを原材料とするしょっつるは、1年以上の長期熟成工程で製造され、熟成させる容器である樽の上層に油脂膜が形成されるので、直接空気中の酸素に長時間晒されることになる。そのためn-3系多価不飽和脂肪酸が酸化分解されてしまい、残渣を健康食品素材として活用することが困難となっている。速醸法による熟成期間の短縮は、これらの問題点の解決に非常に有用である。

石川県能登半島では、「イシル、イシリ」、「ヨシル、ヨシリ」とよばれる魚醬がイカの内臓やイワシを原材料として作製されており、速醸法による製造法が開発されている(5-7)。本研究では、これらと同様な方法でハタハタを原材料としたしょっつるを製造することが可能であり、さらに真ダラやサンマ内臓を原材料として魚醬を製造できることが分かった。また、元の原材料の魚(ホモジネート)以上に製造残渣には油脂が濃縮されており、DHAやEPAなどのn-3系脂肪酸が豊富に含まれていることを明らかにした。短期熟成のため酸化分解を防ぐことができ、残渣をn-3系脂肪酸供給素材として活用できることが示された。

魚の種類によって、ハタハタはEPA型、真ダラやサンマはDHA型など、様々な種類のn-3系脂肪酸素材を製造することも可能であり、今後の開発が期待される。特にサンマは、通常廃棄される内臓のみを原材料として

用いており、廃棄物削減の観点からも有効である。

官能評価による比較では、市販のしょっつるの評価が高かったものの、短期熟成法によって作成したしょっつる・魚醬と大きな差はなかったことから、今回試作した短期熟成しょっつる・魚醬は十分に実用可能であることが分かった。一方で、現代の日本では、魚醬の知名度は低く、家庭で一般的に使われることは少ない。大豆を原材料に製造される醤油はn-6系脂肪酸が多いので、n-3系脂肪酸の組成の高い魚醬は有用である。これらの認知を敷衍し、しょっつる・魚醬の利用拡大を推進していくことが望まれる。

塩分の過剰摂取は高血圧症の原因となるので要注意であるが、食塩を直接使用する場合と比較して、しょっつるには減塩効果があると考えられている。おいしさを損なわない減塩にはうま味や風味の付加が効果的であり、魚醬はその両方を有しているので、塩味増強に有効な素材だと言える(19)。魚醬は大豆醤油と違いエキス分に占めるオリゴペプチドの比率が多く、ペプチドは基本味の呈味強度や閾値に影響を与え、甘味及びうま味を呈する(20)。

官能評価における魚醬のうま味や甘味・酸味の強さには、グルタミン酸やアラニン、乳酸量が反映され、アミノ酸及び有機酸の組成が味質に大きく影響する(19)。実際に、全窒素分やアミノ態窒素が多いほど官能評価の評点は高く、嗜好的に好ましいことが報告されている(19)。魚醬を醤油やイノシン酸と共に吸い物に利用した際に味の違いはより顕著になるとされ、特に乳酸量が多い魚醬は酸味が際立ち、塩味増強に効果をもたらすため減塩に有効であることが示されている(19)。

魚醬は製法によっても味や風味が異なる。伝統的な製法では食塩のみで製造するが、他にも食塩と醤油麴を加えて加温熟成をする製法、耐塩性微生物3種(主発酵酵母、熟成酵母、醤油乳酸菌)を同時に接種して加温醸造を行う製法などがある(20, 21)。麴を活用することにより熟成期間を短縮させることができ、鮮度低下による魚臭さを低減させ、全窒素分やアミノ態窒素の含量も高くなる。微生物を活用する製法では、色調の濃色化や産膜酵母(白カビ)の増殖を抑制し、過剰な乳酸発酵を抑えることで魚臭さを低減することができる。これらの技術を活用すれば、魚臭が強いものや、淡水魚など特有の生臭いものでも、香りや味の面で質の高い魚醬の製造が可能である。

以上のように、製造法が工夫された魚醬は風味が良好であり、脂質栄養の面で大豆醤油よりも優れている健康機能性を強みにすることで、普及率の拡大を図ることができる。その際に生じる製造副産物をさらにn-3系脂肪酸供給源となる健康食品素材として活用すれば、さらに

健康面や経済面・環境面で優位性が高まる。しょつつる製造副産物の活用法については、煮取法により酸化を進行させずに脂質を分離し、EPAやDHAを強化した練り製品製造時での再利用が可能である(22)。分離させた脂質を抽出した素材やそれを凝縮させてカプセル化した製品なども考えられ、n-3系脂肪酸の供給源として様々な加工食品に添加したり、サプリメントとして実用化することができる。

## 5. 参考文献

- 池見元宏, 小笠原泰 (1980) しょつつるの味, *日本醸造協会雑誌*, 75, 898-902.
- 諸井醸造所, <http://www.shottsuru.jp/> (2022年12月1日閲覧)
- 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所, <http://nrifs.fra.affrc.go.jp/kakou/souran/syottsuru/index.htm> (2022年12月1日閲覧)
- 塚本研一, 杉本勇人 (2017) しょつつるの製造技術改良と用途開発研究, *秋田県総合食品研究センター報告*, 19, 49-56.
- 宇多川隆 (2012) 速醸魚醤の開発とその利用, *日本醸造協会誌*, 107, 477-484.
- 宇多川隆, 白崎裕嗣, 森山外志夫, 片口敏昭 (2018) 地域資源の有効活用による魚醤類の開発と商品化 古典発酵に学び新商品を創る:「温故創新」, *化学と生物*, 56, 826-832.
- 道昌俊英, 佐渡康夫, 矢野俊博, 榎本俊樹 (2000) 速醸法によるイシル(魚醤油)の調製とその醸造過程における成分の消長, *日本食品科学工学会誌*, 47, 369-377.
- Ikemoto, A., Ohishi, M., Sato, Y., Hata, N., Misawa, Y., Fujii, Y., and Okuyama, H. (2001) Reversibility of n-3 fatty acid deficiency-induced alterations of learning behavior in the rat: the level of n-6 fatty acids as another critical factor, *Journal of Lipid Research*, 42, 1655-1663.
- 池本 敦 (2012) 脳機能における n-3 系脂肪酸の必須性—行動科学的評価と分子基盤の解析, *脂質栄養学*, 21, 17-25.
- Okuyama, H., Fujii, Y., and Ikemoto, A. (2000) N-6/n-3 ratio of dietary fatty acids rather than hypercholesterolemia as the major risk factor for atherosclerosis and coronary heart disease., *J. Health Sci.*, 46, 157-177.
- Lands, W. E. M. (2005) "Fish, Omega-3 and Human Health (2nd edition)", AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- Okuyama, H., Kobayashi, T., and Watanabe, S. (1997) Dietary fatty acids – the n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases. Excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan., *Prog. Lipid Res.*, 35, 409-457.
- Lands, W. E. M., 池本 敦 (2007) 脂質栄養: 過去と将来の長期的展望, *脂質栄養学*, 16, 9-19.
- 池本 敦 (2014) オメガ3脂肪酸の健康食品・サプリメントとしての実態と利用法, *秋田大学教育文化学部研究紀要(自然科学)*, 69, 121-129.
- 藤本健四郎 (1995) 水産脂質の劣化防止と食品機能に関する研究, *日本水産学会誌*, 61, 311-315.
- Bligh, E. G., and Dyer, W. J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification, *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-917.
- 厚生労働省 (2020) 日本人の食事摂取基準 (2020年版)
- 龍野一郎 (2019) オメガ3系多価不飽和脂肪酸による心血管イベント予防とその作用機構, *脂質栄養学*, 28, 25-39.
- 石川匡子, 内田詩乃, 佐藤春香, 伊藤俊彦, 渡辺隆幸 (2016) 市販魚醤の品質調査ならびに味質評価, *日本海水学会誌*, 70, 308-316.
- 吉川修司 (2007) 耐塩性微生物で発酵させた新規シロサケ魚醤油, *日本醸造協会誌*, 102, 642-648.
- 舩津保浩 (2002) 醤油麴を用いて製造した魚醤油の風味, *日本食品科学工学会誌*, 49, 1-11.
- 川崎賢一, 舩津保浩 (2003) 未利用水産資源の高度利用を目的とした魚醤油の開発, *日本水産学会誌*, 69, 705-708.

