

研究ノート

発酵法の違いが桜えび醬の品質特性に及ぼす影響

船津保浩^{1*}, 廣瀬智啓¹, 吉川修司², 落合芳博³

¹ 酪農学園大学農食環境学群食と健康学類

² (地独)北海道総合研究機構食品加工研究センター

³ 東北大学大学院農学研究科

Effects of Fermentation Method on Quality of Sakura Shrimp Sauce

Yasuhiro Funatsu^{1*}, Tomohiro Hirose¹, Shuji Yoshikawa² and Yoshihiro Ochiai³

¹ Department of Food Science and Human Wellness, College of Agriculture, Food and Environmental Sciences, Rakuno Gakuen University, 582 Midorimachi, Bunkyo-dai, Ebetsu, Hokkaido 069-8501

² Food Processing Research Center, Industrial Technology Research Department, Hokkaido Research Organization, 589-4 Midorimachi, Bunkyo-dai, Ebetsu, Hokkaido 069-0836

³ Graduate School of Agricultural Science, Tohoku University, 468-1 Aramaki Aza Aoba, Aoba-ku, Sendai, Miyagi 980-8572

The aim of this study was to investigate the quality of fermented seasonings from sakura shrimp, *Lucensoergia lucens*, prepared using various fermentation methods in order to produce unique products for the purpose of efficient utilization of valuable resources. Seven shrimp sauce mashes (*moromis*) were prepared from minced meat with shells of sakura shrimp using two *koji* molds (rice *koji* (RK) and sakura shrimp *koji* (SSK)), 15% salt, halophilic lactic acid bacterium (*Tetragenococcus halophilus*) and soy sauce yeast (*Zygosaccharomyces rouxii*). After fermentation at 30 °C for 24 weeks, *moromis* were heated up to 90 °C and filtrated with No. 5C. The physicochemical properties of the *moromis* during fermentation and the final products were investigated. The pH decrease during fermentation was faster in *moromis* with *T. halophilus* than in *moromis* without. Total nitrogen (TN) of all *moromis* increased quickly up to 4 weeks and remained almost constant up to 24 weeks. TN levels at the end of fermentation were higher in SSK *moromis* than in RK *moromis*. On free amino acid (FAA) analysis, total FAA levels of the final products were higher in SSK than in RK, while levels of Glu, Asp, Leu and Ala were high in all samples.

(Received Aug. 28, 2018; Accepted Nov. 30, 2018)

Keywords : sakura shrimp, fermented seasoning, quality, fermentation, *koji* mold

キーワード : 桜えび, 発酵調味料, 品質, 発酵, 麹

近年、付加価値の付いた高品質で安心・安全な商品の需要が消費者に高まりつつある。その背景として、近年起きている食品偽造や異物混入により消費者が安全性を重要視していることが一因と考えられる。この流れに乗り、現在、日本各地で特産品を使用した多種多様な商品が生み出されている。例えば道の駅などの売店に行けば、産地を生かした製品が数多く並び、それを目当てに訪れる観光客も多い。天然調味料もこの例外ではなく、天然調味料の市場動向をみると乳製品や水産加工品などを中心に食品原料の高騰が続く中、高級志向の需要が高まり、市場は微増で動いている¹⁾。

魚醤油は天然調味料の1つで、魚介類を高濃度の食塩とともに熟成してつくる液体の発酵調味料である。これは、主として原料に含まれる酵素の作用によって魚体のタンパ

ク質が一部分解して構成要素のアミノ酸が遊離して濃厚なうま味と香りを持っている²⁾。魚醤油には多くの種類が存在し、使われる原材料、製法は多種多様である。主な製造地域として東南アジアが挙げられ、ベトナムの「ニョクマム」や、タイの「ナンプラー」などがある。また、日本の魚醤油の歴史も古く、秋田の「しょつつる」や石川の「いしる」といった、工業的ではなく家庭でも作られている魚醤油がある³⁾。北海道も近年魚醤油の開発に力を入れており、サンマ、サケ、ウニおよびホッケなど豊富な海産物を原料として魚醤油が製造されている。一方、エビを原料とした醤油もあり、甘えび醤油やあみえび醤油などがその例である。

桜えびは日本では駿河湾のほか、遠州灘、相模湾および東京湾に分布するが、資源保護のために漁獲対象となつて

¹ 〒069-8501 江別市文京台緑町 582, ² 〒069-0836 江別市文京台緑町 589-4, ³ 〒980-8572 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

*連絡先 (Corresponding author), funatsu@rakuno.ac.jp

いるのは駿河湾のみであり、昭和40年代初めからプール制が導入され、資源管理型漁業が行われている¹⁾。そのため加工用途も限られているのが現状である。桜えびは一般的に素干し、かき揚げおよび醤油などに利用されているが、桜えび醬の製造数はわずかで製品の品質特性に関する情報もない。そのため製造業者が意図する品質の製品を製造することができない現状にある。そこで本研究では貴重な桜えび資源を有効に利用して特徴のある製品を製造するために、異なる発酵方法で醤油を製造し、発酵中のもろみと最終製品の品質特性について調査した。

1. 実験方法

(1) 各種桜えび醬の製造

2014年4月に駿河湾で漁獲された新鮮なサクラエビ *Lucensosergia lucens* を水揚げ後直ちに -30°C で凍結し、研究室(酪農学園大学)まで冷凍輸送した。到着後、流水解凍し、フードカッター(R-8, (株)FMI)で殻付きのまま細切した(殻付き細切肉)。得られた殻付き細切肉を主原料としてTable 1に示すように7種類のもろみを調製し、2L容ガラス瓶に入れて、ろ紙(No.2, アドバンテック東洋)でふたをして1週間に1回程度の定期的な攪拌を行いながら 30°C で6ヶ月間発酵させた。なお、乳酸菌は *Tetragenococcus halophilus* ((株)秋田今野商店)、酵母は *Zygosaccharomyces rouxii* ((株)秋田今野商店)を用い、No.4, No.5, およびNo.6には砂糖を添加した。また、桜えび麴は既報⁴⁾に準じて調製した。すなわち、蒸した殻付き桜えびに天ぷら粉を付けるようにして種麴(*Aspergillus oryzae* ((株)秋田今野商店)を付着させ、余分な種麴をふるい落とし、 28°C 、20時間容器中で培養した。続いて麴を容器中で反転し、 28°C で26時間培養後に得られたものを桜えび麴とした。

(2) 分析試料の調製と液化率の測定

発酵中のもろみの一部を経時的に採取し、遠心分離(9600rpm , 30分間, 4°C)を行い、遠心分離後の上清をろ過(No.5C, アドバンテック東洋)し、得られた液体を分析試料とした。最終製品は24週間発酵させた試料をそれぞれ湯浴中で 90°C に達するまで火入れを行ない、ろ紙(No.5C, アドバンテック東洋)でろ過して調製した。なお、もろみ分析試料の液化率は、遠心分離前のもろみの重量に対する遠心ろ過後の試料の重量の比率(%)で算出した。

(3) 物理化学的性状分析

最終製品の色調は色差計(Spectrophotometer SA4000, 日本電色)を用いて透過法にて、 L^* 値、 a^* 値および b^* 値を測定した。なお、測定にはガラスセル($2\text{mm}\times 40\text{mm}\times 50\text{mm}$)を使用した。分析試料のpHはガラス電極式のpHメーター(HM-30R, TOA(株))を用いて常温で測定した。全窒素分は醤油試験法⁵⁾に準じてケルダール法⁶⁾により測定した。タンパク質分解率はホルモール窒素量を全窒素分で除してパーセントで算出した⁷⁾。無塩可溶性固形分はしょうゆ試験法に準じてBrixから食塩分を差し引いて算出した。滴定酸度はしょうゆ試験法に従って分析した。ヒスタミン(Hm)の定量はチェックカラーヒスタミン(キッコーマンバイオケミファ(株), 東京)を用いて酵素法⁸⁾により測定した。

(4) 遊離アミノ酸分析

最終製品をスルホサリチル酸により除タンパク後、 $0.2\mu\text{m}$ のセルロースアセテートフィルターでろ過し、アミノ酸分析計(L-8900, (株)日立製作所)を用いて測定した。

2. 実験結果および考察

(1) 発酵に伴う各種もろみの化学成分の変化

発酵中のもろみの液化率の変化をFig. 1に示す。もろみ

Table 1 Compositions of the various kinds of sakura shrimp sauce mashes

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
Minced meat with shell (g)	400	400	400	400	400	400	400
Salt (g)	150	150	150	150	150	150	150
Water (mL)	300	299	299	305	304	304	375
Rice koji (g)	100	100	100	0	0	0	38
Sakura shrimp koji (g)	0	0	0	75	75	75	37
<i>T. halophilus</i> (mL)	0	1	1	0	1	1	0
<i>Z. rouxii</i> (mL)	0	0	1	0	0	1	0
Sugar (g)	0	0	0	20	20	20	0

Seven kinds of shrimp sauce mashes were prepared on a laboratory scale from sakura shrimp minced meat with shell using salts, two kinds of koji, *Tetragenococcus halophilus* and *Zygosaccharomyces rouxii* and fermented at 30°C for 24 weeks. Rice koji was prepared by the standard method. Preparation of sakura shrimp koji was as follows. The shell-on sakura shrimp was steamed for about 50 min and cooled in a room temperature. Sakura shrimp koji was prepared by incubating the steamed shell-on sakura shrimp inoculated with *Aspergillus oryzae* (AOK 139, Akita Konno Co., Ltd, Akita) at 28°C for 20 hours and then at 20°C for 26 hours after inverting.

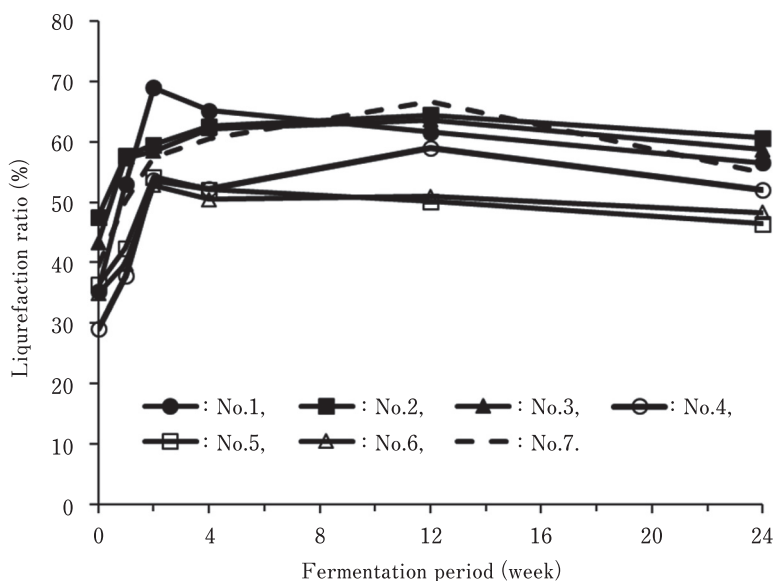


Fig. 1 Changes in liquefaction ratio of various kinds of sakura shrimp sauce mashes during fermentation
See Table 1 for No. 1-7.

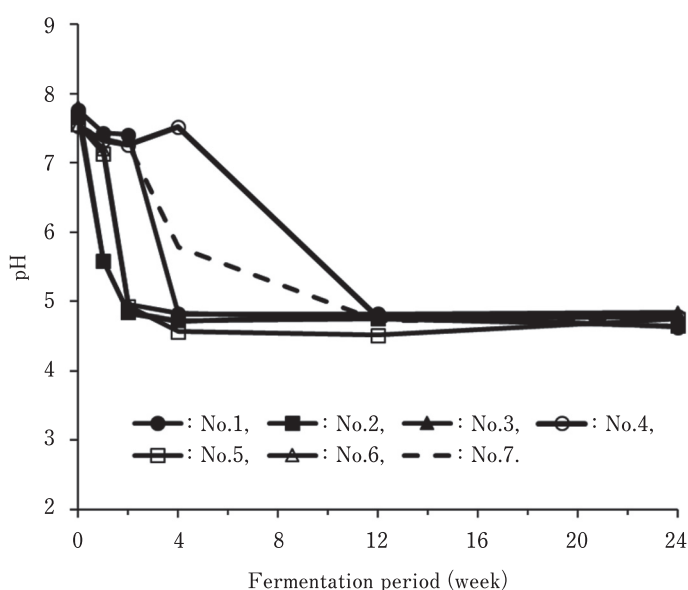


Fig. 2 Changes in pH values of various kinds of sakura shrimp sauce mashes during fermentation
See Table 1 for No. 1-7. Each data was expressed as mean ($n=2$).

調製直後の液化率は約 29~48% でややばらつきがみられた。いずれの試料も発酵 3 週目まで急激に増加し、それ以降は多少の増減がみられるが、24 週目までほぼ横ばいで推移した。24 週目の液化率は、米麴添加区 (No. 1-3) では約 56~60%、桜えび麴添加区 (No. 4-6) は約 46~52%、混合区 (米麴+桜えび麴添加区) (No. 7) は約 54% となり、米麴添加区の方が桜えび麴添加区よりも液化率が高く、混合区はそれらの中間の値を示した。エビの殻には多糖類のキチンが含まれており、水素結合による強固な結晶構造を保っている¹⁰⁾ ことから、本研究の醤油の製造条件では溶け

にくく、そのため殻の多い桜えび麴添加区の液化率が低い一因と考えられる。

発酵中のもろみの pH の変化を Fig. 2 に示す。pH はいずれの試料ももろみの調製直後は約 7.5~7.7 であった。発酵開始後にいずれの試料も pH は低下し、24 週目には約 4.6~4.8 となった。pH 5 以下になるまで乳酸菌無添加区 (No. 1, 4 および 7) は 4 週間以上かかったが、乳酸菌添加区 (No. 2, 3, 5 および 6) は 2 週間と短く、乳酸菌を添加することで pH が速く低下した。また、発酵 4 週目の麴間 (No. 1, 4 および 7) で比較すると、米麴添加区 (No. 1) は

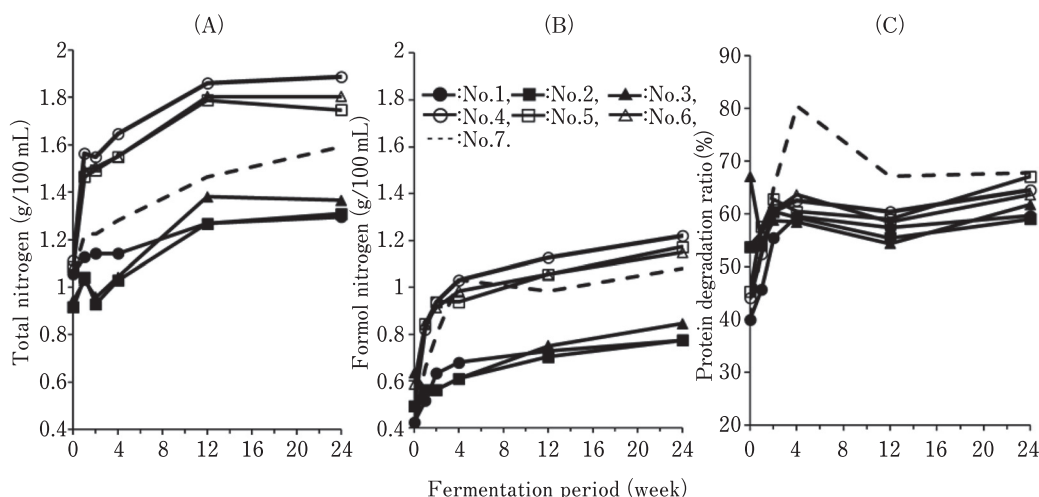


Fig. 3 Changes in total nitrogen (A), formol nitrogen (B) and protein degradation ratio (C) of sakura shrimp sauce mashes during fermentation

See Table 1 for No. 1-7. Each data was expressed as mean ($n=2$).

4.8, 桜えび麴添加区 (No. 4) は 7.5, 混合区 (No. 7) は 5.8 となり, 米麴添加区の方が桜えび麴添加区よりも pH は速く低下する傾向がみられ, 混合区はそれらのほぼ中間の値を示した。これは米麴の方が桜えび麴よりも炭水化物が多いため⁹⁾ もろみに生存する乳酸菌が増殖しやすい環境にある可能性が考えられる。

発酵中のもろみの全窒素分, ホルモール窒素およびタンパク質分解率の変化を Fig. 3(A~C) に示す。全窒素分 (A) をみると, いずれの試料も発酵時間の進行に伴い増加傾向がみられた。発酵初期 (0~1 週目) の増加度合いをみると, 米麴添加区 (No. 1-3) より桜えび麴添加区 (No. 4-6) の方が大きかった。また, 発酵終了時 (24 週目) の値も後者が約 1.7~1.9 g/100 mL に対し, 前者が約 1.3~1.4 g/100 mL となり, 後者の方が高かった。さらに, 混合区 (No. 7) はそれらのほぼ中間の値を示した。これは主原料と麴のタンパク質量の相違⁹⁾ や自己消化酵素の影響¹⁰⁾ に起因すると考えられる。次に発酵中のもろみのホルモール窒素 (B) は全窒素分 (A) と同様に, いずれの試料も発酵時間に伴う増加傾向がみられた。特に 1 週目で桜えび麴添加区 (No. 4-6) は急激に上昇した。24 週目の値をみると, 桜えび麴添加区 (No. 4-6) の方が米麴添加区 (No. 1-3) より高く, 混合区 (No. 7) は桜えび麴添加区の増加傾向に類似していた。さらに, タンパク質分解率 (C) の変化をみると, 混合区 (No. 7) は 4 週目まで上昇し, 24 週目まで他の試料と比較し試料間で最も高値を維持した。その他の試料は発酵 2 週目までばらつきはあるものの 2 週目以降は 12 週目で一度わずかに低下し, 24 週目まで緩やかに推移した。桜えびの自己消化酵素活性が中性から弱アルカリ域 (pH 7.0~9.0) で高く, 酸性域 (pH 5.0~7.0) 又はアルカリ域 (pH 9.0~11.0) では低下すると報じられている¹⁰⁾。本研究で発酵中 pH が中性付近で長く保持されている試料は No. 4 であるが, No.

7の方がNo.4よりタンパク質量が少なく, 炭水化物の量が多い。そのため発酵 4 週目までにタンパク質分解が進行したと考えられるが, 詳細は目下検討中である。

(2) 最終製品の品質

24 週発酵後の各種桜えび醤油製品の物理化学的特性を Table 2 に示す。最終製品の収量は 62.5~69.9% の範囲であった。色調をみると, 明度 (L^*) は 71.9~81.4, 赤味度 (a^*) は 0.1~15.1, 黄味度 (b^*) は 43.6~76.0 の範囲であった。桜えび麴添加区の中でも No. 4 が最も L^* 値が低く, b^* 値が高い傾向がみられ, No. 6 はその逆であった。No. 6 は乳酸菌と酵母が添加されることで No. 4 よりも発酵中のもろみのグルコースとフルクトースの消失が速いが, 前者は後者に比べて発酵中のそれらの残存量が多いためアミノカルボニル反応が進行したものと考えられる (結果は図示しない)。これは発酵中に麴菌の糖化酵素¹¹⁾ によりもろみ中のスクロースがフルクトースとグルコースに加水分解し, 乳酸菌と酵母を添加した試料の方が添加しない試料よりこれらの糖類を多く利用するため, 色調に違いが生じた可能性がある。詳細は目下検討中である。pH はいずれの試料も 4.6~4.9 の間であった。無塩可溶性固形分と全窒素分はいずれの試料もそれぞれ 14~18% と 1.3~1.9 g/100 mL の間であった。JAS 規格では大豆濃口醤油特級クラスは無塩可溶性固形分と全窒素分がそれぞれ 16% 以上と 1.5 g/100 mL 以上に定められている¹²⁾。本研究で両者の条件を満たす製品は桜えび麴添加区 (No. 4-6) の製品であった。なお, 本研究では市販大豆濃口醤油の塩分に類似させるため仕込み時の食塩水の量を全体の約 45~53% の範囲に設定している。食塩水の量が上記の値よりも多いと無塩可溶性固形分と全窒素分が低下し大豆濃口醤油特級クラスに満たない可能性がある。そのため食塩水の量には十分留意する必要がある。

Table 2 Physicochemical properties of various kinds of sakura shrimp sauces after fermentation for 24 weeks

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
Yield (%)	69.5	69.6	69.9	67.2	67.7	62.5	65.5
L*	76.3	77.1	76.6	71.9	85.8	88.4	83.4
Color a*	11.8	10.4	2.1	15.2	1.7	0.1	4.0
b*	76.0	73.5	51.7	75.5	51.6	43.6	58.4
pH	4.6	4.8	4.9	4.8	4.7	4.8	4.8
SSES (%)	18	18	14	18	17	16	15
Total nitrogen (g/100 mL)	1.3	1.3	1.4	1.9	1.9	1.9	1.7
Formol nitrogen (%)	0.8	0.8	0.8	1.3	1.1	1.2	1.2
Protein degradation rate (%)	61.5	61.5	57.1	68.4	57.9	63.2	70.6
Titrateable acidity (mL)	16.9	17.2	16.2	18.4	19.4	17.4	17.2
Acidity I (mL)	8.5	9.5	8.0	9.7	10.7	9.2	9.5
Acidity II (mL)	8.4	7.7	8.2	8.7	8.7	8.2	7.7
Histamine (ppm)	8.5	6.6	4.7	12.3	18.0	17.0	8.5

SSES: Soluble solids excluding salt⁵⁾=Brix-Salt. Titrateable acidity⁵⁾=Acidity I + Acidity II.

Protein degradation rate⁷⁾=Formol nitrogen/Total nitrogen×100.

ホルモール窒素はいずれの試料も0.8~1.3%の範囲であり、米麴添加区 (No. 1-3) より桜えび麴添加区 (No. 4-6) でやや高く、混合区 (No. 7) は後者に近かった。また、タンパク質分解率は57.1~70.1%の範囲でNo. 4とNo. 7で他の試料よりもやや高い傾向であった。なお、全窒素分やホルモール窒素量がそれぞれ米麴添加区 (No. 1-3) より桜えび添加区 (No. 4-6) でやや高い理由は、麴の基質のタンパク質量の違いにも起因すると考えられる。滴定酸度は醤油中の酸量を表すもので、いずれの試料も16.2~19.4 mLであった。このうち酸度Iは口に含んだ際に先味として感じる酸味(押味)⁵⁾に関与し、大豆濃口醤油では8~13 mL程度が標準で、また、酸度IIは口に含んだ際に後味として感じる酸味(ゴク味)⁵⁾に関与し、8~15 mL位が標準値とされている。本研究で分析した試料ではいずれも酸度Iが8.0~10.7 mLで、酸度IIが7.7~8.7 mLの範囲で両者の標準の範囲内であった。

Hmは赤身魚を原料とした場合、発酵に伴い生成される物質であり、人間が食すると、アレルギー様食中毒¹²⁾を引き起こす。本研究で調査した試料ではいずれも18 ppm以下の値を示し、CODEXで定められている基準値(400 ppm)¹⁰⁾よりも低値となった。本研究の発酵法ではいずれの試料も発酵中のHm蓄積は認められないが、pHの低下速度が遅い試料はそれが生じる可能性もある¹³⁾ことから、引き続きHmのモニタリングは必要と考えられる。比較のため市販桜えび醤油(1検体)を調査したところ、本研究の最終製品(No. 1-7)と比べて、色調はL*値(4.35)とb*値(6.38)が低く、a*値(14.24)が高かった。また、全窒素分(1.3 g/100 mL)は低く、無塩可溶性固形分(26%)は高いが、ホルモール窒素(0.40%)が低いいため、タンパク質分解率(31%)は低い特徴がみられた。さらに、pH(5.5)はやや高いが、Hm量(18.3 ppm)はほぼ同レベルであっ

た。これらの物理化学的特性の違いは後述するように、主原料の採取時期や製造条件による違いが一因と考えられる。

24週発酵後の各種桜えび醤油製品の遊離アミノ酸組成をTable 3に示す。検出された20種類のアミノ酸の中でいずれの試料も共通してAsp, Glu, LeuおよびAlaが多かった。総量で見ると米麴添加区 (No. 1-3) より桜えび麴添加区 (No. 4-6) で多く、混合区 (No. 7) は後者に近かった。甘味に関与するアミノ酸(Gly, Ala, Pro)も総量と類似した傾向がみられ、いずれの試料もAla量がGly量やPro量よりも多かった。市販のエビ醬の分析例¹³⁾をみると、Gly量とPro量が612 mg/100 mLと多いが、総量は6189 mg/100 mLと米麴添加区 (No. 1-3) よりもやや多く、桜えび麴添加区 (No. 4-6) と混合区 (No. 7) よりも少なかった。これは原料の種類や採取時期および製造条件の違い¹⁴⁾によると考えられた。

なお、本研究で得られた桜えび醤油(最終製品)を冷蔵保管したところ、おりの析出が確認された。おりを水洗後、塩酸加水分解した試料のアミノ酸分析を行ったところ、最も多い成分がTyr(4233 mg/100 g, w/w)で、次いでPhe(391 mg/100 g, w/w)であった。このことは先にシロサケ魚醤油の保管中に生じたおりの主成分がTyrとPheである事実¹⁵⁾を支持するものである。今後はおりが生じないような製造条件の検討も必要である。

3. 要約

貴重な桜えび資源を有効に利用して特徴のある製品を製造するために、異なる発酵方法で桜えび醬を製造し、その品質を調査した。桜えびを細切し、食塩と水を加え、①米麴、②米麴+乳酸菌、③米麴+乳酸菌+酵母、④桜えび麴、⑤桜えび麴+乳酸菌、⑥桜えび麴+乳酸菌+酵母および⑦米麴+桜えび麴の7つの試験区を作成し、30℃で24

Table 3 Free amino acid composition of variou kinds of sakura shrimp sauces after fermentation for 24 weeks (mg/100 mL)

Amino acid	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
Tau	279	289	343	369	379	386	355
Asp	515	405	392	894	629	638	719
Thr	250	228	262	450	378	373	377
Ser	241	219	250	431	368	367	362
Asn	83	79	76	31	32	29	26
Glu	594	564	656	1195	964	971	985
Gly	242	226	253	410	333	332	354
Ala	449	461	499	711	679	653	628
Pro	305	291	321	404	372	367	368
Val	311	291	349	535	467	464	454
Cys	11	12	26	9	39	45	29
Met	127	123	171	245	234	241	212
Ile	296	272	327	526	450	447	442
Leu	476	449	532	809	720	715	687
Tyr	85	95	77	84	85	73	81
Phe	258	239	291	425	374	377	368
Trp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Orn	264	245	321	367	272	276	390
Lys	403	394	487	718	661	665	624
His	76	77	97	139	142	137	144
Arg	159	189	239	326	437	437	230
Total	5425	5147	5969	9077	8015	7993	7834

ND: not detected.

週間発酵させた。また、24週間発酵させた試料を火入れ・ろ過し、最終製品とした。その結果、pHの変化をみると、米麴添加区が桜えび麴添加区より比較的速く低下する傾向がみられ、12週まで混合区は①と④のほぼ中間の値を示した。全窒素分はいずれの試料も発酵に伴い4週目まで急激に増加し、その後緩やかに推移した。桜えび麴添加区の方が米麴添加区よりも全窒素分は高く、混合区は中間の値を示した。タンパク質分解率は混合区が他の試料に比べて発酵初期にやや高かったが、発酵終了時には桜えび麴添加区のそれと近似した。最終製品の遊離アミノ酸組成をみると、いずれの試料もGlu, Asp, LeuおよびAlaが多く、総量は米麴添加区より桜えび麴添加区の方が多く、混合区は後者に近かった。したがって、発酵法の違いにより桜えび麴の品質が異なるが、米麴添加区は発酵中のもろみのpH低下が速い点、桜えび麴添加区は全窒素分が高く、遊離アミノ酸総量が多い点、混合区はタンパク質分解率が高い点に特徴があることが分かった。

本研究を遂行するに当たりご助言いただいた元東海大学海洋学部教授 故加藤登氏並びに元酪農学園大学教授 石下真人氏に心より謝意を表します。また、本研究にご協力いただいた(株)秋田田野商店 高橋昭仁氏、酪農学園大学小林幸光氏、佐藤理紗子氏、桜えびを提供していただいた元小倉食品(株)小倉久明氏に厚く感謝します。

文 献

- 食品と開発編集部 (2013). 天然調味料の市場動向. 食品と開発, **48**, 39-48.
- 福田 裕, 山澤正勝, 岡崎恵美子編 (2005). 「全国水産加工品総覧」, 光琳, 東京.
- 太田静行 (1996). 「魚醤油の知識」, 幸書房, 東京.
- Funatsu, Y., Miyauchi, Y., Kawakami, M., and Ishioroshi, M. (2015). Quality characteristics of Yezo sika deer (*Cervus nippon yezoensis*) meat sauce products prepared using soy sauce production technology. *Nihon Chikusan Gakkaiho*, **86**, 53-61 (松津保浩, 宮内千枝, 川上 誠, 石下真人. 醤油醸造技術を用いて調製したエゾシカ醬の品質特性, 日本畜産学会報).
- (財)日本醤油研究所 (1985). 「しょうゆ試験法」, 財団法人日本醤油研究所, 東京.
- 安井 健 (1982). 「食品分析法」(日本食品工業学会食品分析法編集委員会編), 光琳, 東京, pp. 111-113.
- Okazaki, T. and Noguchi, K. (2008). The way of autolytic hydrolysis pressure and development of its equipment. *Japan Journal of Food Engineering*, **9**, 239-250. (岡崎 尚, 野口賢二郎. 圧力酵素分解技術の実用化および同装置の開発, 日本食品工学会誌).
- Sato, T., Horouchi, T., and Nishimura, I. (2005). Simple and rapid determination of histamine in food using a new histamine dehydrogenase from *Rhizobium sp.* *Anal. Biochem.*, **346**, 320-326.
- 文部科学省 (2018). 「日本食品成分表 2018 七訂」, 医歯薬出版株式会社, 東京.
- Konagaya, S. (1980). Proteinase activity and autolysis of antractic krill. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific*

- Fisheries*, **46**, 175–183 (小長谷史郎, 南極オキアミのプロテアーゼ活性と自己消化, 日本水産学会誌).
- 11) Kida, M., Yoshikawa, T., Senda, T., and Yoshihiro, Y. (1988). Formation of fractooligosaccharides from sucrose catalyzed by immobilized β -fructofuranocidase originated from *Aspergillus oryzae*. *The Chemical Society of Japan*, **11**, 1830–1835 (喜田益夫, 吉田武志, 専田崇男, 吉弘芳郎. 固定化 β -フルクトフラノシダーゼ (*Aspergillus oryzae* 由来) によるフラクトオリゴ糖の生成, 日本化学会誌).
 - 12) 山中英明, 藤井建夫, 塩見一雄 (2012). 「食品衛生学」, 恒星社厚生閣, 東京.
 - 13) Shozen, K., Satomi, M., Yano, Y., Yoshida, M., Fukui, Y., Takano, T., and Funatsu, Y. (2012). Effect of sucrose and halophilic lactic acid bacterium *Tetragenococcus halophilus* on chemical characteristics and microbial proliferation during fish sauce fermentation. *J. Food Safety*, **32**, 389–398.
 - 14) Ishikawa, K., Uchida, S., Sato, H., Ito, T., and Watanabe, T. (2016). Quality and taste of commercially available fish sauce. *Bulletin of the Society of Sea Water Science Japan*, **70**, 308–316 (石川匡子, 内田詩乃, 佐藤春香, 伊藤俊彦, 渡辺隆幸. 市販魚醬の品質調査ならびに味質評価, 日本海水学会誌).
 - 15) Ohmori, T., Mutaguchi, Y., Yoshiwa, S., Doi, K., and Ohshima, T. (2011). Amino acid components of lees in salmon fish sauce are tyrosine and phenylalanine. *J. Biosci. Bioeng.*, **112**, 256–258.

引用 URL

- i) http://www.fish-jfrc.jp/04/mel_4.html (2018. 8. 16)
 - ii) <http://jscc.kenkyuukai.jp/special/?id=1932#12> (2018. 8. 5)
 - iii) http://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/pdf/kikaku_syoyu_151203.pdf (2015. 12. 3)
 - iv) http://www.fao.org/input/download/standards/11796/CXS_302e.pdf (2013. 10. 24)
- (平成 30 年 8 月 28 日受付, 平成 30 年 11 月 30 日受理)