ブナ化したシロサケ *Oncorhynchus keta* を用いた魚醤油の製造における各種プロテアーゼ製剤の影響

谷口 (山田) 亜樹子^{*1}・佐藤 広 顕^{*2}・三 森 一 司^{*3}

菊 池 修 平^{*1}・高 野 克 己^{*4}

Effect of various kinds of protease on fish sauce with salmon *Oncorhynchus keta* of the maturation

TANIGUCHI YAMADA Akiko^{*1}, SATO Hiroaki^{*2}, MITSUMORI Hitoshi^{*3}

KIKUCHI Shuhei^{*1} and TAKANO Katsumi^{*4}

* 1 Department of Brewing and Fermentation, Junior College of Tokyo University of Agriculture
1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156-8502

* 2 Department of Food Science and Technology, Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture
196, Yasaka, Abashiri-shi, Hokkaido 099-2493

* 3 Department of Life and Culture, Seirei Women's Junior College
62-2, Aza Koya, Terauchi, Akita-city, Akita 011-0901

* 4 Department of Applied Biology and Chemistry, Faculty of Applied Bioscience, Tokyo University of Agriculture
1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156-8502

In this study, intended for developing a high-quality fish sauce by using various kinds of protease formulation, for effective utilization of mature chum salmon, manufactured 5 different kinds of fish sauce by using chum salmon as material, i.e. fish meat only, with addition of organs, and with addition of enzyme of Protease A, Aroase, and PapainW 40, and checked changes of components during maturation of the fish sauce. The changes in pH and acidity showed similar trends in fish sauces made by adding protease A and papain. After 120 days the pH value decreased to approximately pH 5.6 and a titratable acidity of no less than 3. The total nitrogen and the formol nitrogen were highest in the protease A fish sauce and decreased in the order of papain fish sauce and aroase fish sauce, with differences in decomposition rate of fish protein and decomposition products, depending on the type of added enzyme agents. An effect of addition of protease was showed apparently, from the results that all of total nitrogen content, amino acid nitrogen content, and rate of amination were higher in the fish sauce with addition of enzyme agent. Especially, the fish sauce with addition of Protease A, which is a salinity resistant enzyme, indicated the highest rate of amination at approximately 62%.

(Received Aug. 5, 2002 ; Accepted Oct. 11, 2002)

シロサケ *Oncorhynchus keta* は産卵期に表皮に婚姻色が現れブナ毛となり、ブナ化する。ブナ毛度合の格付け基準^{1)~5)}は銀毛、Aブナ、Bブナ、CブナおよびDブナの5段階であり、銀毛は体表が銀白色で婚姻色がないもの、Aブナは若干婚姻色がみられるもの、Bブナは婚姻色が

若干強いもの、Cブナは河川に遡上し、婚姻色が強いもの、Dブナは遡上し、婚姻色が非常に強いものに区分される。

絶食状態であるブナサケは体成分が消耗すると、筋形質タンパク質、筋原繊維タンパク質が減少し⁶⁾、肉質が

* 1 東京農業大学短期大学部醸造学科 (〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1)

E-mail : 谷口 (山田) 亜樹子 ; akiko@nodai.ac.jp, 菊池修平 ; shuhei@nodai.ac.jp

* 2 東京農業大学生物産業学部食品科学科 (〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1)

E-mail : hsato@nodai.ac.jp

* 3 聖霊女子短期大学生活文化科 (〒011-0901 秋田県秋田市寺内字高野62-2)

E-mail : mitumori@seirei-wjc.ac.jp

* 4 東京農業大学応用生物科学部生物応用化学科 (〒156-8502 東京都世田谷区桜丘1-1-1)

E-mail : takano@nodai.ac.jp

軟化する。それと同時に肉色が褪色し、食味が低下するため、商品としての価値が下がる。このためブナ化したサケは鮮魚としての利用は困難で、カマボコ、節などの製品開発^{5)~7)}が検討されている。しかし、一部がスモーク製品^{7),8)}として利用されているにすぎず、大半は飼料や肥料に用いられているのが現状である^{7),9)}。筆者らは、ブナサケの利用拡大を図るため、最近、調味料として消費が増大している魚醤油に着目した。

魚醤油は魚介類に多量の食塩を添加して漬け込み、消化管プロテアーゼによってタンパク質をアミノ酸に分解、熟成させた調味料であり、麵つゆやたれなどの隠し味として需要が増えている¹⁰⁾。その製造には数種のプロテアーゼが関与すると考えられる。しかし、その詳細は不明であり、魚種により消化管のプロテアーゼ活性量が異なるなど、良質な魚醤油を安定的に製造することは難しい。そこで、魚醤油の製造においては、熟成期間の短縮やうま味成分のアミノ酸量を増加させるため、微生物起源のプロテアーゼ製剤^{11)~17)}や醤油麹の利用^{18)~20)}、有機酸¹⁹⁾およびアミノ酸²¹⁾の添加など様々な方法が検討されている。

本研究では良質なブナサケ魚醤油を製造するための基礎的知見を得るため、食品産業用各種プロテアーゼ製剤によるブナサケ魚肉の分解挙動を比較検討すると共に、それらの差異の要因を明らかにすることを目的とした。

実験方法

1. 原料

オホーツク沿岸海域で漁獲されたAブナのシロサケ *Oncorhynchus keta* (体長約65cm, 体重約3.7kg) を魚醤油の原料とした。

2. プロテアーゼ製剤

使用したプロテアーゼ製剤は、プロテアーゼA (起源: *Aspergillus oryzae*, 天野製薬), アロアーゼ (*Bacillus subtilis*, ヤクルト薬品工業) およびパパインW40 (*Carica papaya* L, 天野製薬) の3種であり、3種とも中性プロテアーゼで、最適pHは7~8, 最適温度は50℃前後であった。プロテアーゼの活性量は基質にカゼインを用い、kunitz法²²⁾にて測定し、37℃, 1分間に1 μ molのチロシンに相当する分解液の280nmの吸光度を増加させる酵素力価を1 unitとした。また、アミノペプチダーゼ、カルボキシペプチダーゼ、ジペプチダーゼおよびコラーゲナーゼ活性量は基質に合成基質およびコラーゲンを用い、TNBS法²³⁾にて測定し、1分間に1 μ molのアミノ酸またはペプチドを遊離する力価を1 unitとした。

3. 魚醤油の調製

サケより内臓、頭部、ひれ、尾部および骨を除去し、得られた魚肉を生理食塩水で洗浄後、5 cm $\times$ 2.5 cmに細断した。魚肉量に対し食塩を20% (w/w) 加え、これに各プロテアーゼ製剤あるいはホモジネートした内臓を各々添加し、混合した後、30℃で120日間熟成させた。経時的に魚醤油をガーゼで濾過し、試料液を採取し、分

析に供した。なお、魚肉に食塩を20% (w/w) 添加したものをコントロールとした。

仕込時の各プロテアーゼ製剤の添加量は各々2,500 unitsに調整し、ホモジネートした内臓は魚肉の3%相当量を添加した。なお、これは約10,000 unitsの活性量に相当した。

4. 一般成分の分析

水分²⁴⁾は赤外線水分測定器 (Mettler社製, LP16) を用い、135℃で測定した。タンパク質、可溶性全窒素量はケルダール分解法²⁵⁾、脂肪はソックスレー抽出法²⁶⁾、灰分は直接灰化法²⁷⁾にて測定した。pHの測定はpHメーター (堀場社製) を用い、ホルモール態窒素、酸度、塩分の測定は醤油分析法²⁸⁾に準じた。

5. 遊離アミノ酸の測定

試料は遠心濾過用マイクロチューブ (日本ミリポア工業社製, 分画分子量4,000) を用いて濾過後、10倍希釈し、NBDラベリング処理したものをを用いた。分析はHPLCにより行った。カラムはODS-80 TS, 3.2mmID $\times$ 150mm (東ソー社製)、検出器はF-1050型分光光度計 (日立製作所) を使用した。移動相は0.1Mクエン酸ナトリウム緩衝液 (pH 6.2), 50%アセトニトリル溶液-水 (50:50) の2液のグラジエント溶液を用い、流速1.0 ml/min, カラム温度43℃, 励起波長470nm, 蛍光波長530 nmにて検出した。

結果および考察

1. 原料の一般成分

ブナシロサケ肉質の成分値をTable 1に示した。水分は69.3%, タンパク質22.7%, 脂質6.8%, 灰分は1.2%であった。五訂日本食品標準成分表²⁹⁾によるシロサケの成分は水分72.3%, タンパク質22.3%, 脂質4.1%と本試料と大きな差はみられなかった。ブナ化の度合いが強くなるに従い、水分が増加し、脂質が減少することが知られている¹⁾が、本試料はAブナとランクが高いため、同様の値を示したものと思われた。

Table 1 Analysis of meat of salmon *Oncorhynchus keta*

Water	69.3 (%)
Protein	22.7
Lipid	6.8
Ash	1.2

2. 酸度およびpHの経時的变化

魚醤熟成中の滴定酸度およびpHの経時的变化について調べた結果をFig. 1に示した。プロテアーゼA, パパインW40添加区は酸度の増加がみられ、120日後には滴定酸度は3以上になった。また、アロアーゼ添加区は1カ月間までは酸度の上昇がみられたが、その後はあまり大きな変化はなく、120日間後の滴定酸度は2.5であった。また、コントロールおよび内臓添加区では、酸度は1前後で、熟成期間中、変化はほとんどみられず、酵素剤添

Fig. 1 Changes of acidity and pH during maturation of salmon fish sauce by each proteases

加区に比べ、1/3であった。

一方、pHは、酸度の上昇が大きかったプロテアーゼAは仕込後、パプインW40添加区のpHは仕込30日後から徐々に低下し、120日後のpHは約5.6であった。アロアーゼ添加区のpHは初期に比べ若干上昇し、120日後のpHは5.9であった。コントロールおよび内臓添加区のpHは同様な挙動を示し、プロテアーゼ製剤添加区よりもpHが高く、120日後にはpH6.1であった。

なお、プロテアーゼ製剤添加区ではコントロールおよび内臓添加区に比べ酸度が約3倍であったにもかかわらず、pHに大きな差がみられなかったのは、アミノ酸やペプチドによる緩衝能による影響と考えられた。

3. 全窒素およびホルモール窒素

魚醤熟成中の可溶性画分の全窒素、ホルモール窒素およびペプチドの平均重合度の変化をFig. 2に示した。全窒素は、プロテアーゼA、パプインW40、アロアーゼ添加区の順に多かった。コントロールでは120日後、全窒素が1.3 g/100ml、内臓添加区は1.8 g/100mlと分解はやや進んでいたが、内臓添加区はプロテアーゼ製剤添加区に比べ、プロテアーゼ活性が4倍であったのかかわらず、120日後の可溶性全窒素はプロテアーゼAの約1/2で、タンパク質の可溶化が低かった。また、120日後には最も可溶性全窒素が多かったプロテアーゼA添加区ではタンパク質の約93%が可溶化されていることが確認された。さらに窒素成分の分解挙動を調べるため、ホルモール窒素を測定した結果、プロテアーゼA、パプインW40、アロアーゼ、内臓添加区の順に高く、内臓添加区はプロテアーゼ製剤添加区に比べ、1/2～1/3の低い値

Fig. 2 Change of nitrogen element during maturation of salmon fish sauce by each proteases

であった。なお、コントロールでタンパク質の分解がみられたのは、魚肉組織中のカテプシンやペプチダーゼの作用によるものと推察された。

可溶性全窒素に対するホルモール窒素の比からペプチドの平均重合度を算出した結果、各区ともに熟成が進むにつれ数値が低下した。120日後にはコントロール、内臓添加区では平均重合度が約4であったが、プロテアーゼ製剤添加区では2～3を示し、前者に比べ、低分子ペプチドやアミノ酸に分解されていることが推察された。

4. 遊離アミノ酸

Table 2に、仕込後5、60、120日後の遊離アミノ酸の分析結果を示した。仕込後、5日後の遊離アミノ酸はコントロールおよび内臓添加区では約400mg/g、プロテアーゼ製剤添加区のプロテアーゼAおよびアロアーゼでは約1,200mg/100g、パプインW40では約1,600mg/100gであった。60日後になると内臓添加区に比べ、プロテアーゼ製剤添加区の遊離アミノ酸生成量は2.5～3.5倍を示した。120日後では、内臓添加区に比べプロテアーゼ

Table 2 Changes of the free amino acid contents during maturation of salmon fish sauce by each proteases(mg/100 g)

Amino acid	Control			Organs			Protease A			Aroase			Papain W40		
	Ripening period(days)			Ripening period(days)			Ripening period(days)			Ripening period(days)			Ripening period(days)		
	5	60	120	5	60	120	5	60	120	5	60	120	5	60	120
Asp	5	50	110	8	180	200	50	260	305	55	180	230	80	190	250
Glu	80	100	200	85	300	360	190	680	990	185	400	750	190	450	740
Ser	5	10	10	9	15	20	85	290	720	85	280	410	180	360	640
Gly	10	50	50	15	85	105	30	190	320	25	120	200	90	195	400
His	3	10	10	5	50	80	15	300	510	15	100	410	45	110	295
Thr	50	110	150	50	160	185	180	610	900	180	350	550	200	420	630
Ala	80	100	200	85	270	350	125	560	750	130	380	650	200	410	650
Arg	5	10	10	10	15	15	60	630	1000	60	380	630	100	450	890
Pro	0	0	5	0	15	80	3	260	450	2	120	295	5	110	305
Val	10	50	85	15	140	170	50	605	800	50	350	550	100	300	575
Cys	0	0	5	0	0	50	0	0	200	0	0	405	0	0	430
Met	0	0	8	0	100	205	50	210	405	0	215	400	0	155	395
Ile	5	15	45	8	85	100	40	390	580	110	270	500	80	210	480
Leu	15	80	110	20	100	300	20	420	690	20	425	750	80	400	710
Phe	5	50	50	10	100	145	50	450	580	10	230	400	10	325	580
Lys	90	195	250	100	330	410	310	1000	1100	290	605	850	290	590	880
Tyr	3	5	5	3	20	20	10	25	75	10	20	85	15	25	80
Total	366	835	1311	423	1965	2795	1268	6890	10375	1227	4425	8065	1665	4700	8930

Table 3 Chemical analysis of salmon fish sauce by each proteases

Chemical analysis	Organs	Protease A	Aroase	Papain W40
Acidity*	1.13	3.23	2.46	3.12
pH	6.1	5.5	5.8	5.6
NaCl (g/100 g)	20.8	21.8	21.4	21.4
Total nitrogen (g/100 g)	1.77	3.22	2.86	3.05
Formol nitrogen (g/100 g)	0.48	1.38	1.00	1.18
Amino acid nitrogen (g/100 g)	0.54	2.00	1.55	1.71
Amino acid (%)	30.5	62.1	54.2	56.1

*Volume (ml) of 1N NaOH sol. necessary to the titration of sample to pH 8.5.

A, パパインW40およびアロアーゼ添加区ではそれぞれ3.7, 2.9および3.2倍の遊離アミノ酸を示し、いずれもGlu, Ser, Thr, Ala, Arg, Val, Leu, Lysなどの生成量が多かった。なお, Cys, Ile, PheおよびGlyなどの生成量が内臓およびプロテアーゼ製剤添加によって傾向が異なるのは、各酵素の切断点の違いに起因するものと考えられた。Cysは、5および60日目では検出されず、120日目で検出されたことから、仕込後期にCysおよびCys-Cysを含むペプチドの分解が進むことが推察され、さらにジスルフィド結合分解酵素の存在も示唆された。内臓添加区に比べプロテアーゼ製剤添加区のSerおよびArgの生成量はそれぞれ20~40倍および40~70倍、His, Pro, Ile, Cysでは4~8倍高い値を示すなど、これらのアミノ酸については全遊離アミノ酸生成量(3~3.7倍)に比べ大きかった。このことから、内臓添加区の場合ではSer, Arg, His, Pro, Ile, Cysを生成するペプチダーゼの作用が不十分であったことが伺えた。

5. 魚醤油の性状

内臓および各プロテアーゼ製剤を添加して調製したシロサケ(Aブナ)の魚醤油の分析結果をTable 3に示した。酸度はプロテアーゼ製剤を添加した魚醤油の方が高く、pHは最も酸度が高いプロテアーゼAを添加したものが他に比べやや低い値(pH 5.5)を示したが、いずれも一般に市販されている魚醤油³⁰⁾とほぼ同様であった。全窒素、ホルモール態窒素、アミノ態窒素ともにプロテアーゼ製剤添加の魚醤油の方が高く、シロサケ(Aブナ)の魚醤油の製造に対しプロテアーゼ製剤の利用が有効であることが認められた。アミノ化率を比較すると、プロテアーゼA添加魚醤油は約62%と最も高く、次いでパパインW40、アロアーゼ添加魚醤油が各々約56%, 54%, 内臓添加魚醤油は約30%でプロテアーゼA添加魚醤油の約1/2であった。内臓添加の魚醤油がプロテアーゼ製剤添加に比べ、タンパク質の分解が小さかったが、その要因としては、内臓プロテアーゼはアルカリ側で作

用するものが多いのに対し、魚醬油のpH 5～6ではその作用が弱く、分解が進まなかったものと考えられた。

魚醬油のアミノ酸組成をTable 4に示した。いずれの魚醬油も、Glu, Ala, Leu, Lysが7～15%を占めていたが、内臓添加魚醬油はプロテアーゼ製剤添加魚醬油に比べ、Asp, Metは2～3倍、SerおよびArgは1/10～1/20の組成値を示すなど差異がみられた。また、プロテアーゼA添加魚醬油はアロアーゼおよびパパインW40添加魚醬油に比べ、Cysの組成値は約1/2.5を示したが、その他の組成値に大きな差はみられなかった。この結果、プロテアーゼ製剤を用いることにより、アミノ酸組成は大きく異なり、製品の味にも影響を及ぼすことが考えられた。

Table 4 Free amino acids composition of salmon fish sauce by each proteases (%)

Amino acid	Organs	Protease A	Aroase	Papain W40
Asp	7.2	2.9	2.9	2.8
Glu	12.9	9.5	9.2	8.2
Ser	0.7	6.9	5.1	7.2
Gly	3.8	3.2	2.5	4.5
His	2.8	4.9	5.1	3.2
Thr	6.6	8.7	6.8	7.1
Ala	12.5	7.3	8.1	7.3
Arg	0.5	9.6	7.8	10.0
Pro	2.8	4.3	3.7	3.4
Val	6.1	7.7	6.8	6.4
Cys	1.8	1.9	5.0	4.8
Met	7.3	3.9	5.0	4.4
Ile	3.8	5.6	6.2	5.4
Leu	10.7	6.7	9.2	8.0
Phe	5.1	5.6	5.0	6.5
Lys	14.7	10.6	10.5	9.9
Tyr	0.7	0.7	1.1	0.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

6. プロテアーゼ製剤の特性

魚醬油の成分の経時的变化の結果から、プロテアーゼ製剤によりタンパク質の分解率や分解生成物に違いがみられたため、各プロテアーゼ製剤の特性について検討した。各プロテアーゼ製剤のカゼイン分解活性量を100 unitsになるようにそろえ、アミノペプチダーゼ、カルボキシペプチダーゼおよびジペプチダーゼ活性を測定した。Table 5に示したように、プロテアーゼAのプロテアーゼ活性は20%食塩下では食塩無添加時の約80%で、パパインW40、アロアーゼ、内臓プロテアーゼに比べ約2倍を示し、プロテアーゼAの高い耐塩性が確認された。アミノペプチダーゼ、カルボキシペプチダーゼおよびジペプチダーゼ活性は、20%食塩下では活性量が低下し、特にカルボキシペプチダーゼ活性の低下は大きく、プロテアーゼAでは食塩無添加時の10%、他では痕跡程度であった。ジペプチダーゼ活性は20%食塩下ではプロテアーゼAが36%、他は約5%であった。アミノペプチダーゼ活性は両ペプチダーゼ活性に比べ、食塩存在下での活性低下は小さかった。

このようにペプチダーゼの種類によって耐塩性が異なり、カルボキシペプチダーゼとジペプチダーゼの耐塩性はアミノペプチダーゼに比較し、小さかった。なお、プロテアーゼをはじめ各酵素の耐塩性はプロテアーゼAが最も大きく、起源により耐塩性に違いのあることがわかった。プロテアーゼAが他に比べ高いタンパク質分解性および遊離アミノ酸生成を示したのは、高い耐塩性に起因することが明らかになった。

これらの結果から、ブナサケでは内臓プロテアーゼを用いた場合、タンパク質分解率が低く、プロテアーゼ製剤を添加したものに比較し、原料タンパク質を有効に利用することができなかった。マイワシの魚醬油でも内臓プロテアーゼによるタンパク質の分解率が低いことが報告されている³¹⁾。この原因として、内臓中のプロテアーゼの最適pHがアルカリ側にあること^{31), 32)}、また、プロテアーゼ製剤（微生物起源）に比べ、耐塩性が低いこと

Table 5 Effect of NaCl on the activity of salmon organs enzyme, Protease A, Aroase and Papain W40 (units/ml)

Substrates (1 mM, 1 %*)	NaCl (%)	Organs	Protease A	Aroase	Papain W40
1. Casein* (Protease)	None	100	100	100	100
	20	43	81	33	48
2. Leu-p NA (Aminopeptidase)	None	70 (100)	114 (100)	80 (100)	72 (100)
	20	31 (44)	53 (47)	28 (35)	35 (49)
3. Z-Gly-Phe (Carboxypeptidase)	None	64 (100)	79 (100)	80 (100)	85 (100)
	20	2 (3)	10 (13)	0 (0)	5 (6)
4. Gly-Gly (Dipeptidase)	None	66 (100)	68 (100)	49 (100)	60 (100)
	20	5 (8)	36 (53)	4 (8)	6 (10)
5. Collagen (Collagenase)	None	2.7 (100)	20 (100)	7.5 (100)	9.1 (100)
	20	0.2 (7)	10 (50)	0.8 (11)	2.2 (24)

(): %

などが考えられた。さらに、本試験に用いたプロテアーゼ製剤にはコラーゲナーゼ活性の存在が確認され、内臓プロテアーゼに比べ、約3～7倍高い活性量を示した。プロテアーゼAでは30%食塩濃度下ではコラーゲナーゼ活性が50%に低下したが、魚肉中のコラーゲンを分解する十分な活性量が存在していたものと考えられた。魚の消化管中のコラーゲナーゼは高塩濃度下では活性が大きく低下することが確認されており³³⁾、本試験でも内臓プロテアーゼではコラーゲナーゼ活性が7%に低下することが認められた。

本試験では、プロテアーゼAが内臓酵素および他のプロテアーゼ製剤に比べて高いタンパク質分解率を示した。これはプロテアーゼAのプロテアーゼ、カルボキシペプチダーゼ、ジペプチダーゼおよびコラーゲナーゼの活性が高塩濃度においても十分保持されていたためであり、魚醬の熟成にこれらの作用が重要な働きをしていることが示唆された。

また、ブナ化により絶食状態となるため、消化酵素の活性量や活性の様相が変化することも考えられ、ブナ化とサケの各消化酵素の活性量との関係について興味を持たれた。

魚醬熟成時のpHで活性が高く、かつ耐塩性であるプロテアーゼ製剤を使用することにより、タンパク質分解速度が大きくなり、効率のよい魚醬油が製造できると考えた。高食塩濃度下での酵素作用の検討については、今までほとんど報告がみられない。味噌、醤油などの醸造食品の製造にも微生物起源の耐塩性酵素の働きが考えられる。今後、耐塩性酵素に着目し、食塩濃度とこれらの製造メカニズムの関係について検討したい。

要 約

本研究ではブナ化したシロサケの有効利用として、各種プロテアーゼ製剤を用い、良質な魚醬油を開発することを目的とし、ブナサケ肉質に内臓ならびにプロテアーゼA、アロアーゼ、パパインW40の市販プロテアーゼ製剤添加を用い、ブナサケ中のタンパク質分解、ホルモル態窒素およびアミノ酸などの経時的変化を調べた。

pHおよび酸度の経時的変化はプロテアーゼAおよびパパインW40添加区で最も変化し、120日間後のpHは約pH 5.6、滴定酸度は3以上であった。プロテアーゼA、パパインW40、アロアーゼ添加および内臓添加区の順に全窒素およびホルモル態窒素量が高かった。製品の魚醬油の全窒素量、アミノ酸窒素およびアミノ化率はそれぞれ2.86～3.22、1.55～2.00および54.2～62.1%を示し、内臓添加魚醬油に比べ高いことから、プロテアーゼ製剤の利用効果が認められた。プロテアーゼA添加魚醬油は、タンパク質分解率が約93%、アミノ化率が62%といずれも内臓、パパインW40、アロアーゼ添加に比べ高い値を示し、その差異が各プロテアーゼ製剤中のプロテアーゼ、アミノペプチダーゼ、カルボキシペプチダーゼおよびジ

ペプチダーゼの耐塩性に起因することを明らかにした。

文 献

- 1) 相沢 悟・佐々木政則：ブナサケ利用試験，昭和51年度釧路水試事業報告書，p.146 (1977)
- 2) 一杉哲郎・加藤健二・金子博実・竹谷 弘：ブナサケに関する試験研究，昭和55年度網走水試事業報告書，p.347 (1982)
- 3) 上村俊一：ブナサケの加工利用について，*New Food Industry*, **26**, 4 (1984)
- 4) 辻 浩司・川合祐史：秋サケ筋肉タンパク質の粘度と筋肉のレオロジーに及ぼすブナ化と加熱処理の影響，*北水試研報*, **34**, 21 (1990)
- 5) 羽田野六男：水産シリーズ 秋サケの資源と利用 (恒星社厚生閣，東京)，p.68 (1985)
- 6) ANDO, S., HATANO, M. and ZAMA, K.: Protein degradation and protease activity of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) muscle during spawning migration, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**, (1985)
- 7) 青森水産加工研：ブナサケ魚肉利用加工研究 (Ⅱ)，昭和58年度水産庁指定調査研究総合助成事業 (利用加工) 報告書，p.1 (1984)
- 8) 岩手水試：ブナサケの利用加工に関する研究 (2)，昭和58年度水産庁指定調査研究総合助成事業 (利用加工) 報告書，p.1 (1984)
- 9) 沼倉忠弘・高間浩蔵：冷凍すり身としてのブナサケ筋肉タンパク質の有効利用，昭和58年度日本水産学会秋季大会講演要旨集，p.730 (1983)
- 10) 太田静行：魚醬油の知識 (幸書房，東京)，p.16 (1996)
- 11) MURAYAMA, S., CALVEZ, D. L. and NITAYACHIN, P.: Fish sauce production, *Bull. Tokai. Reg. Fish. Res. Lab.*, **32**, 155 (1962)
- 12) 大野悦子・浅野元一：秋田県特産食品の研究 I 市販しょっつるの性状としょっつる熟成中の変化，*秋大教育紀要*, **18**, 81 (1968)
- 13) BEDDOWS, C. G. and ARDESHIR, A. G.: The production of soluble fish protein solution for use in fish sauce manufacture. I, *J. Food Technol.*, **14**, 603 (1979)
- 14) OOSHIMA, Z., OK, T., UNE H., HAYASHI, S. and ITAKURA, T.: Study on use of Commercial Proteolytic Enzymes in Production of Fish Sauce, *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.*, **30**, 383 (1981)
- 15) CHAE, S. K., ITOH, H. and NIKKUNI, S.: Effects of Soy Sauce Koji and Commercial Proteolytic Enzyme on the Acceleration of Fish Sauce Production, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 639 (1989)
- 16) CHAE, S. K., ITOH, H. and NIKKUNI, S.: The color

- Measurement and Sensory Evaluation for the Accelerated Fish Sauce Products, *Korean J. Food Sci. Technol.*, **21**, 649 (1989)
- 17) 中野智夫・渡辺 宏・泰 満夫・Duong, V. Q.・三浦トシ：海洋細菌が産生するプロテアーゼの魚醤油速醸への利用, 日水誌, **52**, 1581 (1986)
- 18) 船津保浩・川崎賢一・小長谷史郎：醤油麹を用いて製造したマルソウダ魚醤油と国内産魚醤油および大豆こいくち醤油との揮発性成分の比較, とくに匂いとの関係, 日水誌, **67**, 1110 (2001).
- 19) SANCEDA, N. G., KURATA, T. and ARAKAWA, N.: Overall Quality and Sensory Acceptance of a Lysine-Fortified Fish Sauce, *J. Food Sci.*, **55**, 983 (1990)
- 20) SANCEDA, N. G., KURATA, T. and ARAKAWA, N.: Accelerated Fermentation Process for the Manufacture of Fish Sauce Using Histidine, *J. Food Sci.*, **61**, 220 (1996)
- 21) ITOH, H., HADJOETOMO, R. S., NIKKUNI, S. and OKADA, N.: Studies on the lactic acid bacteria in fish sauces (Part 1), *Rept. Natl. Food Res. Inst.*, **47**, 23 (1985)
- 22) KUNITZ: Protein method, *J. Gen. Physiol.*, **29**, 149 (1969)
- 23) 奥山典生・笠井久隆：TNBS法による蛋白質の定量法, 蛋白質・核酸・酵素, **48**, 422 (1973)
- 24) 堤 忠一：食品分析ハンドブック (小原哲二郎監修), 食品成分の分析 1. 水分 (建帛社, 東京), p. 17 (1972)
- 25) 柳田藤治編著：醸造・食品学実験書, 3.3.2 タンパク質 (食品研究社, 東京), p. 226 (1985)
- 26) 堤 忠一：食品分析ハンドブック (小原哲二郎監修), 食品成分の分析 3. B. 脂肪の定量 (建帛社, 東京), p. 119 (1972)
- 27) 岩尾裕之：食品分析ハンドブック (小原哲二郎監修), 食品成分の分析 5. A. 灰分の定量 (建帛社, 東京), p. 259 (1972)
- 28) 日本醤油研究所編集：しょうゆ試験法 1. しょうゆ分析法 (日本醤油研究所, 東京), p. 1 (1985)
- 29) 五訂日本食品標準成分表：魚介類しろさけ, 大蔵省印刷局, p. 176 (2000)
- 30) 太田静行：魚醤油の知識 (幸書房, 東京), p. 54 (1996)
- 31) 吉中禮二・佐藤 守・土谷 望・池田静徳：内臓酵素を利用したマイワシ魚醤油の試作, 日水誌, **49**, 463 (1982)
- 32) 梅津武司：魚類生理 (川本信之編), 5. 幽門垂, p. 109 (1970)
- 33) 前田治子・谷口 (山田) 亜樹子・三森一司・内野昌孝・高野克己：高塩濃度下における魚消化管プロテアーゼの活性ならびにタンパク質分解の挙動, 日本食品保蔵学会第50回大会講演要旨集, p. 40 (2001)
(平成14年 8 月 5 日受付, 平成14年10月11日受理)