

塩蔵イワシから調製した魚肉たん白濃縮物について

田口 邦子・河端 信・大槻 耕三

Fish Protein Concentrate from Salted Sardine

KUNIKO TAGUCHI, MAKOTO KAWABATA and KOZO OHTSUKI

The fish protein concentrate (FPC) was prepared from salted sardine by the extraction with iso-propanol and *n*-hexane.

The FPC consists of 83.3% crude protein, 2.7% crude ash and 0.3% crude fat, and the amino acid composition was nutritionally ideal for human consumption.

Among the functional properties of the FPC from salted sardine, the water holding capacity and the whippability were superior to those of the FPC from raw sardine.

Since there is no heating process in preparation of the FPC, the product has excellent functional properties, and it is practically tasteless, odorless and has a faint gray color.

It is suggested that this FPC is suited as a 'meat extender' in ground meat products.

(Received July 28, 1980)

緒 言

200 カイリ水域問題により、魚介類によるたん白質の確保が問題となっている今日、一方では多獲性魚類が非食用に利用される割合が60~70%と近年増加の一途をたどっていることは、資源利用の面からは非常に重要な課題と考えられる。

海洋生物を主体としたたん白食品素材として魚肉たん白濃縮物 (FPC) が1950年代から開発研究されているが、水になじむ性質が全くないので商業的生産まで至っていない。近年、親水性をはじめとする種々の機能性をもった FFP (Functional Fish Protein) を作る方法が工夫されているが、用途開発はまだ十分でなく、これら粉末状に対してわが国では、水に戻って何らかの食肉感を持つものとして、顆粒状のマリンビーフ¹⁾が水産庁東海区水産研究所で開発されている。

多獲性魚類を有効に利用する立場から、赤身魚で脂肪含量の多いイワシから FPC, エキスおよび魚油を同時に回収して利用することを目的として、その塩蔵物を材料として以下の実験を行なった。

FPC の製造は、エチルアルコール (EtOH), イソプロピルアルコール (IPA) および *n*-ヘキサンを溶剤と

して、さきに河端ら²⁾が塩蔵オキアミからオキアミたん白濃縮物 (KPC) を分離調製した方法に準じて行なった。塩蔵イワシから得られた FPC の化学成分の分析および機能的な性質を生イワシから得られた FPC と比較することにより、脱脂が十分で、かつ機能性のすぐれた FPC を得るための抽出方法の検討を行ない、2, 3 の知見を得たので報告する。

実 験 方 法

1. 実験材料

市販のマイワシを用い、頭と内臓を除いたものの重量あたり約20%の食塩を加えて2週間塩蔵を行ない、さらに骨および皮を除いたものを塩蔵イワシ肉として実験に使用した。

2. 塩蔵イワシより FPC の製造²⁾

塩蔵イワシ肉に1/2重量の水を加えてホモジナイザーにかけ、つぎに塩蔵イワシ肉の3倍量の IPA を加えてよく攪拌し、3,000 rpm, 10分間遠心分離を行なうと、上層の IPA 層に脂質その他の脂溶性成分、下層にエキス、中間にたん白質が沈殿物として分離する。たん白沈殿物はさらに IPA で3回脱脂を繰返したのち、食

塩を除くため沈殿物を水に懸濁し、その懸濁液の pH を酢酸で 4.5 に調整したのち、吸引濾過を行なって沈殿物を集める。つぎに沈殿物を 95% IPA で洗って脱水を行ない、一度真空乾燥したのち、*n*-ヘキサンで処理して粉末状の FPC を得る。なお、中和処理を行なうときは、IPA での脱水操作に先立って沈殿をふたたび水に懸濁して懸濁液の pH を 7.0 に調整し、懸濁液の 2 倍量の IPA を加えて沈殿物を集め、さらに IPA での脱水処理を行なって乾燥する。また、生イワシから FPC を製造する場合は食塩を除く操作をはぶいて塩蔵イワシの場合と同様に行なう。以下、塩蔵イワシから調製した FPC を塩蔵 FPC、生イワシから調製した FPC を生 FPC とする。

3. 化学成分の分析法

水分は赤外線水分計（ケット製、F-1A 型）を用い、粗たん白は AOAC のマイクロケルダール法で総窒素を求め 6.25 を乗じ、粗脂肪はエーテル抽出法（イワシ肉の場合は無水芒硝を加えて磨砕したのち）、粗灰分は直接灰化法、アミノ酸は日立 KLA-5 型アミノ酸自

動分析機を用い、トリプトファンは DAB 法³⁾により測定した。リンは Allen の中村による変法⁴⁾、カルシウム、マグネシウムおよび鉄は原子吸光法、ナトリウムは炎光法で測定を行なった。

4. FPC の機能特性の測定

保水力、乳化力、起泡力、泡安定性および塩可溶たん白量の測定は既報⁵⁾の通り行なった。

5. 試作ハンバーグステーキによるテスト

牛ひき肉 100% を対照として、FPC で 30% および 50% を代替したときのハンバーグステーキの調理前・後の重量を秤って重量損失率 (%) を計算する。比較として市販植物たん白質 (VPC: ポントレ C) を用いた。ひき肉 10g の代替としては FPC または VPC 3.0g、水 6.4g、牛脂 0.6g を使用し、基本的な材料混合比はつぎの通りである。

牛ひき肉	100g	牛乳	5g
玉ネギ	20	鶏卵	5
パン粉	6	食塩	1.4

実験結果および考察

実験に使用した生イワシ肉および塩蔵イワシ肉の成分組成を Table 1 に示した。イワシ肉の窒素成分を 5% TCA 処理により分別した結果、生および塩蔵のいずれにおいても非たん白態窒素が約 14% を占め、塩蔵による増加はとくに認められなかった。

1. 脱脂処理条件の検討

抽出溶剤として IPA および EtOH を使用して、処理回数 2 回および 4 回の場合（いずれもイワシ肉の 3 倍量の溶剤を使用する）の生イワシおよび塩蔵イ

Table 1 Chemical Composition of Sardine Meat (%)

	Salted Sardine	Raw Sardine
Moisture	55.0	69.5
Crude Protein	17.6	21.4
Crude Fat	6.1	7.3
Crude Ash	21.1	1.5
Protein N	(85.8)	(86.5)
Nonprotein N	(14.2)	(13.5)

a) N×6.25

values in brackets are % to the total N

Table 2 Chemical Composition of the FPC from Sardine Meat on Different Stages of Extraction

FPC	Stage of Extraction	Composition (%)			
		Moisture	Crude Protein	Crude Fat	Crude Ash
from Salted Sardine	IPA×2	6.4	54.2	5.3	24.5
	EtOH×2	7.5	60.4	13.4	11.4
	IPA×4 and <i>n</i> -Hexane×1	7.2	83.3	0.4	3.4
	EtOH×4 and <i>n</i> -Hexane×1	9.0	78.4	1.5	2.3
from Raw Sardine	IPA×2	6.1	67.4	16.1	5.2
	EtOH×2	8.8	67.3	16.1	1.0
	IPA×4 and <i>n</i> -Hexane×1	7.4	84.2	0.6	2.3
	EtOH×4 and <i>n</i> -Hexane×1	10.4	80.4	1.0	1.9

Table 3 Chemical Composition of the FPC from Sardine Meat by IPA and *n*-Hexane Extraction

(%)

	FPC		FFP ^{b)}	Marine Beef ^{c)}
	from Salted Sardine	from Raw sardine		
Moisture	7.2	7.4	7~8	10.0
Crude Protein ^{a)}	83.3	84.2	85~90	86.12
Crude Fat	0.4	0.6	0.1~0.2	0.34
Crude Ash	3.4	2.3	6~8	1.95
Ca	0.5	0.42	0.9	
P	0.26	0.37	0.9	
Na	0.64	0.21	0.6	
Mg	0.03	0.04	—	
Fe	147 ppm	175 ppm	100 ppm	

a) N×6.25

b) Functional Fish Protein⁶⁾: data of Astra Co., Ltd. (Sweden)

c) Matsumoto, T. *et al.*¹⁾

ワシから得られた FPC の成分組成を比較した結果を Table 2 に示した。IPA, EtOH とともに 2 回抽出では脱脂が不十分であるので、処理回数を増し、さらに *n*-ヘキサンを併用して脱脂の効果をあげる必要がある。脱脂の効率を IPA の場合と EtOH の場合を比較すると、生イワシにおいては差があまり見られないが、塩蔵の場合には IPA で抽出する方がより効果的であることがわかった。

2. イワシから調製したたん白濃縮物 (FPC) の成分組成

上述の結果より、IPA 抽出を 4 回繰返し、*n*-ヘキサン抽出を併用して製造した FPC の成分組成を Table 3 に示した。イワシ肉 100 g からたん白含量 83.3~84.2 % の粉末状の FPC を約 15.5 g 得た。鈴木ら¹⁾ の得た マリンビーフと比較すると大体同じ値を示している。コッド (タラ) のくず肉を原料とする FFP⁶⁾ (アストラ社, スウェーデン) と比較すると無機成分の含有量が鉄を除いて低い値を示している。これは、原料魚の違いおよび酸洗浄を行なったことによると考えられる。

つぎに、アミノ酸分析の結果を Table 4 に示した。原料の生イワシ肉と比較して大差は見られず、FFP およびマリンビーフと比較してもそんな色なく、アミノ酸バランスも良く、栄養価の高い優秀なたん白質素材であることを示している。

3. FPC の機能特性

保水力・乳化力・起泡力および塩可溶たん白量を測定した結果を Table 5 に示した。

保水力については、抽出溶剤の違いによる差は顕著に表われていないが、IPA 抽出の方が約 10% ほど高い

保水力を示している。また、塩蔵 FPC の方が生 FPC より保水性がすぐれていることがわかった。乳化力は、IPA 抽出の FPC の方が EtOH 抽出の FPC より大きく、生 FPC の方が塩蔵 FPC より高い乳化性を示し

Table 4 Amino Acid Composition of the FPC from Salted Sardine Meat

(g/N 16 g)

	FPC (from Salted Sardine)	Sardine ^{a)}	Marine Beef ^{b)}	FFP ^{c)}
Ileu	5.4	5.6	3.94	5.1
Leu	9.7	9.3	7.68	8.6
Lys	10.2	9.1	10.06	8.5
Met	3.6	2.9	2.72	3.8
Cys	1.9	1.1	1.00	1.4
Phe	5.3	3.8	3.27	4.7
Tyr	4.7	4.2	3.59	4.2
Thr	5.7	4.8	4.35	5.1
Trp	0.9 ^{d)}	1.3	1.23	1.2
Val	6.1	6.2	5.30	5.7
Arg	5.6	5.8	5.63	6.9
His	2.6	4.0	1.97	2.7
Ala	6.1	6.2	5.30	6.9
Asp	13.1	12.0	9.52	10.8
Glu	18.1	14.6	15.92	16.1
Gly	4.6	4.6	3.31	7.5
Pro	5.5	4.2	3.28	4.7
Ser	7.2	3.5	4.11	5.4

a) from Standard Table of Food Composition

b) Matsumoto, T. *et al.*¹⁾

c) Astra Co., Ltd.⁶⁾

d) DAB method

Table 5 Functional Properties of the FPC from Sardine Meat

Functional Property	FPC				
	from Salted Sardine			from Raw Sardine	
	(A) ₋₁	(A) ₋₂ ^{b)}	(B)	(A)	(B)
Water Holding Capacity ^{a)} (ml)	3.9	5.6	3.6	3.3	2.9
Emulsifying Capacity ^{b)} (%)	50	85	44	68	65
Salt Soluble Protein ^{c)} (%)	4.5	9.0	2.5	11.2	9.0
pH of Suspension	4.2	6.7	4.2	6.2	6.2

A) extracted by IPA and *n*-Hexane

B) extracted by EtOH and *n*-Hexane

a) amount of water retained per gram of dry FPC

b) percentage of oil and water, bound to the FPC after heat treatment

c) percentage of soluble protein to total protein

d) pH were adjusted to 7.0 before dehydration

ている。塩可溶たん白は、塩蔵によりかなり難溶性となっていることがわかった。これらの結果からも、溶剤として IPA を使用した方が機能性のすぐれた FPC が得られることがわかった。

塩蔵 FPC の場合、水に懸濁したときの懸濁液の pH が 4.2 と低いので、これが機能特性に影響を与えていると考えられる。酸洗浄ののち中和処理を行なって調製した FPC の機能特性の測定値を Table 5 の (A)₋₂ に示した。その結果、Table 5 の (A)₋₁ に示した pH 未調整の FPC の機能特性がいずれも改善されていることがわかったので、FPC の乾燥に先立って pH の調整が必要であることがわかった。以後の起泡力測定実験の試料としては、中和処理を行なって調製した FPC を使用した。

種々の食塩濃度において起泡力を測定した結果を Table 6 に示した。塩蔵 FPC の場合は、塩濃度の増加に伴って起泡力が増大した。起泡力は塩蔵 FPC の方が大きい、泡安定性は生 FPC の方がすぐれている。

た。

つぎに、起泡力に対する pH の影響について 0.5 M 食塩濃度において検討した結果を Table 7 に示した。塩蔵 FPC の場合は、pH 4.0 において起泡力は最低となり、pH 7.0~9.0 の約 1/2 の値であった。生 FPC の場合も各 pH における起泡力の傾向は塩蔵 FPC と大体同じであるが、全体的に起泡力は小さく、塩蔵 FPC の 1/2 の値である。

以上の機能特性を既報⁵⁾の塩蔵オキアミから得られた KPC の値と比較すると、とくに起泡力においては KPC の方がすぐれているが、保水性、乳化性、起泡性ともに、総合的には十分利用可能であり、塩蔵によりむしろ生から得られた FPC より好ましい機能性を示した。

4. 食品素材としての利用

少水分型素材としての FPC は保存や流通に経費がかからず長所が多いにもかかわらず、品質的にはまだ

Table 6 Effect of NaCl Concentration on Whippability of the FPC from Sardine Meat

FPC	NaCl Concentration	Foaming Capacity ^{a)} (ml)	Foam Stability ^{b)} (ml)
from Salted Sardine	0	248	192
	0.5	268	212
	1.0	260	200
from Raw Sardine	0	24	23
	0.5	112	96
	1.0	176	144

Each suspension contains 4% FPC(W/V) and pH were adjusted to 7.0

a) volume of foam after 1 min.

b) volume of foam remained after standing for 60 min.

Table 7 Effect of pH on Whippability of the FPC from Sardine Meat

FPC	pH	Foaming Capacity (ml)	Foam Stability (ml)
from Salted Sardine	2.0	168	128
	4.0	144	120
	7.0	268	212
	9.0	292	224
from Raw sardine	2.0	120	92
	4.0	104	84
	7.0	112	96
	9.0	192	156

Each suspension contains 0.5 M NaCl

普及が遅れている。とくに、一度も熱を加えることなく調製されたこの FPC は、機能特性の面からも利用範囲が大いに期待される。FPC は、まず、魚肉を主材とした食品およびひき肉製品に、それぞれ魚肉および畜肉の代替として混入することが可能であり、その一例として、ハンバーグステーキへひき肉の代替として各種混合比で FPC を混入し、調理後の重量損失を測定した結果を Table 8 に示した。対照のひき肉 100% のものと比較すると、FPC を添加したもののほうが調理による重量損失が少なく、食味テストの結果でも、50%混入までは代替が可能であり、FPC の代りに植物たん白を混入したものと比較したが、味、フレーバー、テクスチャーの上からも FPC のほうが好ましい結果を得た。

要 約

- 1 塩蔵イワシから IPA 抽出法により、FPC を分離して白色の粉末状の標品を得た。
- 2 抽出条件としては、IPA 抽出を 4 回繰返し、*n*-ヘキサン抽出を 1 回行なうことが必要であった。
- 3 FPC の成分組成は粗たん白 83.3%、粗脂肪 0.3%、粗灰分 3.7% でアミノ酸組成も優秀であった。

Table 8 Weight Loss of Hamburg Steak after Cooking

Ingredient	Control	A	B	C
Beef mince	100	70	50	70
FPC		9	15	
VPC ^{a)}				9
Soup		21	35	21
Onion	20			
Bread crumb	6			
Others				
Milk	5			
Egg	5			
Salt	1.4			
Weight loss (%)	21.5	12.8	6.7	16.7

^{a)} VPC: Vegetable Protein Concentrate (Bontrae C)

- 4 機能特性の測定結果より、FPC を調製する過程において酸洗浄ののち、乾燥に先立って中和処理を行なうことにより、生イワシから製造した FPC より、すぐれた標品を得ることができた。
- 5 ハンバーグテストによっても、ひき肉代替の meat extender として味、フレーバー、テクスチャーの点から十分利用できることがわかった。

(1980年7月28日受理)

文 献

- 1) 鈴木たね子：食品と科学，**19** (5)，81 (1978)
- 2) 河端 信・田口邦子・大槻耕三・田中敬子：京都府立大学学術報告 (理学・生活科学)，**29**，27 (1978)
- 3) 日本化学会編：実験化学講座，23巻 (丸善) p. 144 (1973)
- 4) 中村道徳：農化，**24**，1 (1950)
- 5) 河端 信・田口邦子・大槻耕三・田中敬子：京都府立大学学術報告 (理学・生活科学)，**30**，33 (1979)
- 6) 鈴木たね子：食品工業，**22** (6)，20 (1979)