

イワシの調理・加工にともなう栄養成分含量の変化*

山口県衛生公害研究センター (所長: 宮村恵宣)

佐伯清子・熊谷洋

株式会社 品質管理センター (社長: 久保井敬一)

日佐和夫

Changes in the Contents of Nutritive Components and Minerals in Cooked and Processed Sardine

Kiyoko SAEKI and Hiroshi KUMAGAI

Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health (Director: Dr. Shigenori MIYAMURA)

Kazuo HISA

Management Center Co.,Ltd. (President: Keiichi KUBOI)

はじめに

近年、多獲性魚類であるイワシの高度利用が勧められ、食用として消費される割合が徐々にではあるが増加の傾向にある。しかし、イワシは鮮度劣化が速いため、生よりも調理・加工を施して食することが多い。ところが、イワシについては、練製品をはじめ企業化に適するか否かの加工技術についての報告が多く^{1)~5)}、それにともなう栄養成分含量の変化についての研究は少ない⁶⁾。そこで、イワシの調理・加工にともなう栄養成分含量の変化を調べることは食品化学的に意義あることと考える。

調理として塩焼き、味付煮、天ぷら、酢漬けおよび蒸しの5種類、加工としてかまぼこ、塩干しおよび煮干しの3種類をとりあげ、それぞれの方法にともなうイワシの栄養成分含量の変化を調べた。栄養成分として、一般成分(水分、粗タンパク質、粗脂肪、炭水化物および灰分)と無機成分(鉄、マグネシウム、カルシウム、リン、カリウ

ムおよびナトリウム)をとりあげた。得られた結果を報告する。

実験方法

試料調製方法 用いた試料の概要をTable 1に示す。マイワシ *Sardinops melanosticta* およびカタクチイワシ *Engraulis japonica* は、いずれも山口県萩市沿岸で、実験当日に漁獲した極めて鮮度のよいものである。試料はいずれも軽く水洗したのち使用した。塩焼き、味付煮、蒸し、塩干しおよび煮干しは丸のまま、天ぷらは頭部を除き腹開きし、背骨を取り除いたのち、酢漬けは三枚におろし、また、練製品(かまぼこ)は魚体処理機にかけたのち、それぞれTable 2に示すとおり、一般的な方法^{7)・8)}で調理・加工を行った。

丸のまま調理した塩焼き、味付煮、蒸しおよび塩干しは頭、内臓および骨などを除いたのち、天ぷらは尾鰭をとり除き、衣をつけたまま、酢漬け、かまぼこおよび煮干しはそのままを、それぞれ細

* 本報告の要旨は昭和62年度日本水産学会春季大会(1987年4月・東京都)において発表した。

Table 1 Description of samples examined

Processing	Sample	Date	Body length*	Body weight*
Broiling with salt	Sardine	Jun. 5, 1984	18.1±0.8cm	71.0±7.5 g
Boiling with seasonings	"	"	"	"
Deep frying (Tenpura)	"	Mar. 5, "	17.5±1.0	54.4±8.4
Pickling with vinegar	"	"	"	"
Steaming	"	"	"	"
Kneading (Kamaboko)	"	Feb. 23, "	17.6±0.7	57.9±7.9
Salting and drying	"	Mar. 5, "	17.5±1.0	54.4±8.4
Boiling and drying	Anchovy	May 22, "	7.4±0.3	4.1±0.7

*Mean±standard deviation of ten samples.

Table 2 Cooking and processing conditions for samples

Method	Conditions*
Broiling with salt	Keep for 1.5hrs. after dry salting (2%) and broil for 10 minutes.
Boiling with seasonings	Cook with seasonings (10% water, 10% soy, 9% sake, 5% sugar) for 7 minutes.
Deep frying (Tenpura)	Sliced sardines covered with batter (20% flour, 8% egg, 30% water) is deep fried at 185°C.
Pickling with vinegar	Soak in a pickle (10% vinegar, 2.5% soy, 2.5% salt) for 18hrs.
Steaming	Steam for 10 minutes.
Kneading (Kamaboko)	Gather fish meat, rinse, knead, and steam.
Salting and drying	Soak in 20% salt water for 1.5hrs., dry for 3 days, and broil for 4 minutes.
Boiling and drying	Boil with 4.5% salt water for 4 minutes and dry for 4 days.

*Seasonings added to total body weight expressed in term of (%) is given parentheses.

切均一化して分析試料とした。なお、比較としてそれぞれの調理・加工前の生の状態のものを細切均一化して分析試料とした。

分析方法 (1) 一般成分 水分は常圧加熱乾燥法、粗タンパク質はケルダール法で定量した全窒素に6.25を乗じる方法、粗脂肪は乾燥試料のエチ

ルーテル抽出法, 炭水化物は控除法, 灰分は灰化 (500~550°C) 法によった. (2) 無機成分 灰分測定後の残渣に塩酸を加え蒸発乾固した後, 0.25N 塩酸に溶解し, ろ過したものを試験溶液とした. 鉄, カルシウム, マグネシウム, ナトリウムおよびカリウムは原子吸光法により, リンはモリブデン比色法により, それぞれ定量した.

結果および考察

一般成分 調理・加工前, すなわち生のイワシにおける水分, 粗タンパク質, 粗脂肪, 炭水化物および灰分含量に対する調理・加工後のそれらの比を Table 3 に示す. ただし, 水分以外の各成分については乾燥重量当りに換算して求めた.

水分は煮干し, 塩干しおよび天ぷらで明らかに減少し, 特に煮干しで0.20倍とその減少割合が著しく大きかった. 他の5種の調理・加工では, 0.85~1.08倍と明らかな増減はなかった. ところで, Anthonyら⁹⁾およびGallら¹⁰⁾は数魚種を用いて素焼きにおける水分含量の変化を調べている. これらによると水分の減少比は0.80~0.99倍で, 今回著者らが調味によって得たその減少比よりも概して高い値であり, 調味によって水分がかなり除去されることがわかる. また, 天ぷらでは素あ

げの場合0.88~0.94倍という値が報告されている^{10, 11)}. しかし, 今回と同じように衣をつけた天ぷらの場合には0.64~0.78倍になると報告¹¹⁾され, 今回の著者らの結果とほぼ同じ値であった. また, Fatutori¹²⁾はテラピアを用い塩干しにおける水分含量の変化を調べ, その比として0.15倍を得ているが, この値は今回の著者らの結果よりかなり低い値である.

粗タンパク質含量は, 天ぷらで0.58倍へ減少した他は, 0.83~1.10倍と大きな増減は示さなかった. このことは, 天ぷらにすることにより, かなりのタンパク質が揚げ油に移行することを示唆する. 天ぷらでは魚体重量の28%に相当する衣で希釈されることを考慮しても, 減少比は0.81倍であり, かまぼこにおけるそれに匹敵した. かまぼこの場合は, 水さらしの段階で水溶性タンパク質が流出することから, タンパク質が減少するのは当然のことであるが, 天ぷらの場合のタンパク質の揚げ油への移行は意外な事実であった. 次に数種の高産魚を用い素焼きにともなうタンパク質含量の変化を調べた報告^{9, 10)}では, その比の値として0.85~1.18倍の値を得ているが, 今回のイワシにおける結果はこの値の中に包含され, 調味による影響が小さいことがわかる.

Table 3 Ratio of nutritive components in cooked and processed samples to those in raw ones

Sample	Moisture	Protein	Lipid	Carbohydrate	Ash
Raw	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Broiling with salt	0.85	1.03	0.95	0.46	1.75
Boiling with seasonings	0.94	0.98	0.97	1.20	0.98
Deep frying (Tenpura)	0.77	0.58	1.76	4.09	0.48
Pickling with vinegar	1.00	0.94	0.71	3.18	2.13
Steaming	0.95	1.10	0.62	2.48	0.92
Kneading (Kamaboko)	1.08	0.83	0.40	7.81	2.14
Salting and drying	0.54	1.09	0.47	2.12	2.00
Boiling and drying	0.20	0.97	0.86	1.45	1.15

粗脂肪含量は天ぷらで1.76倍と顕著に増加したことから、かなりの量の揚げ油が衣や魚体に浸入することがわかる。しかし、他の調理においてはすべて減少傾向にあった。特にかまぼこ、塩干し、蒸しおよび酢漬けでは、0.40~0.71倍と明らかに減少した。ところで、Anthonyら⁹⁾および Gallら¹⁰⁾は数種の海産魚について素焼きにともなう脂肪含量の変化を調べ、それぞれ0.60~1.37倍、0.72~1.07倍の値を得、魚種による変動を認めている。今回のイワシにおける結果は、両者の報告した値の範囲にあり、タンパク質含量と同様調味の影響が小さいことがわかる。また、天ぷらの場合¹¹⁾においても魚種により1.02~3.97倍と大きく変動することを認めている。今回のイワシで得た1.76倍はその中に包含される。次にテラピアを塩干しにした場合、0.52倍という値が報告されている¹²⁾が、この値は今回のイワシにおける値とよく一致した。

炭水化物含量は塩焼きで0.46倍に減少したが、これは食塩添加により灰分が増加するため相対的に炭水化物含量が減少するものと考えられる。しかし、他の調理・加工ではすべて増加した。特にかまぼこで7.81倍に、天ぷらで4.09倍に、酢漬けで3.19倍にそれぞれ増加した。かまぼこでは糖やソルビトールを添加するため、天ぷらでは衣をつ

けめるため、酢漬けでは酢と醤油で漬け込むため、それぞれ炭水化物含量が増加したものと考えられる。

灰分含量は天ぷらで0.48倍に減少したが、塩焼き、酢漬け、かまぼこおよび塩干しでは1.75~2.14倍に増加した。しかし、味付煮、蒸しおよび煮干しでは明らかな増減は認められなかった。天ぷらでは衣により炭水化物含量が増加し、相対的に灰分含量が減少し、また塩焼き、酢漬け、かまぼこおよび塩干しでは、いずれも魚体重量に対し2.0%以上の食塩を用いたため、灰分が増加したものと考えられる。Anthonyら⁹⁾および Gallら¹⁰⁾が数魚種を用いて灰分の変動を調べた報告によると、素焼きの場合、それぞれ0.95~1.06倍、0.95~1.21倍の値を得ている。これらの値は今回のイワシにおける値より低い値であった。これは調味のために添加した食塩が影響しているものと考えられる。

無機成分 調理・加工前、すなわち生のイワシにおける鉄、マグネシウム、カルシウム、リン、カリウムおよびナトリウム含量の調理・加工後のそれらに対する比をTable 4に示す。なお、いずれの成分とも乾燥重量当りに換算して比較した。

鉄含量はかまぼこにおいて1.10倍と増減は小さ

Table 4 Ratio of Minerals in cooked and processed samples to those in raw ones

Sample	Iron	Magnesium	Calcium	Phosphorus	Potassium	Sodium
Raw	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Broiling with salt	0.88	1.02	1.40	0.92	0.97	3.42
Boiling with seasonings	0.87	0.98	1.43	0.89	0.88	1.82
Deep frying (Tenpura)	0.45	0.57	0.22	0.48	0.51	0.65
Pickling with vinegar	0.84	0.92	0.40	0.75	1.00	8.88
Steaming	0.81	1.04	0.88	0.77	0.85	0.96
Kneading (Kamaboko)	1.10	0.32	0.73	0.56	0.09	12.76
Salting and drying	0.78	1.05	1.05	0.58	0.88	4.25
Boiling and drying	0.78	0.85	0.86	0.90	0.80	2.37

かったが、その他の調理・加工ではいずれも減少する傾向にあった。特に天ぷらでは0.45倍と著しく減少した。この天ぷらにおける顕著な減少は魚体重量に対して28%添加した衣による希釈も影響していると考えられ、これは以下に述べる無機成分すべてに共通している。ところで、Anthonyら⁹⁾およびGallら¹⁰⁾は数魚種について素焼きにともなう鉄含量の変化を調べ、それぞれ1.1~1.7倍、1.0~1.5倍という値を得ている。今回のイワシにおける結果はかまぼこを除き、他のすべての調理・加工において両者の値より小さかった。これは調味の影響によると考えられる。Seetら¹³⁾はマグロを用い缶詰前の予備加熱として蒸しの操作を行い、蒸しにより鉄含量が0.85倍に減少すると報告しており、今回のイワシにおける結果とよく一致する。一方、Gallら¹⁰⁾は数魚種を用い、素揚げについて検討し、鉄含量が1.1~2.0倍に増加することを認めている。

マグネシウム含量はかまぼこで0.32倍、天ぷらで0.57倍と減少したが、他の調理・加工では0.85~1.05倍と大きな変化はなかった。一方、すでに述べたAnthonyら⁹⁾およびGallら¹⁰⁾は素焼きにともなうマグネシウム含量の変化についても調べ、それぞれ1.0~1.4倍、1.1~1.2倍という値を得ている。またGallら¹⁰⁾が調べた素揚げでは1.1~1.3倍という値を得ている。

カルシウム含量は、塩焼きと味付煮でそれぞれ1.40倍、1.43倍と増加したが、逆に天ぷらで0.22倍に、酢漬けで0.40倍に著しく減少した。しかし、蒸し、塩干しおよび煮干しでは0.86~1.05倍と大きな変化はなかった。塩焼きと味付煮でカルシウム含量が増加するのは、今回はイワシを丸のまま煮焼きしたため、骨中のカルシウムが調理中に若干可食部に移行したのではないかと考えられる。しかし、同様に丸のまま加熱した蒸しや煮干しではあまり増減しなかった。これは調味の有無による塩析効果の差によるものとも考えられる。また、天ぷらや酢漬けでは三枚に卸して調理したため、調理中に揚げ油や、漬け酢中にカルシウムが滲出したのではないかと考えられる。素焼きにおける

カルシウム含量の変化を、数魚種について調べた報告では、いずれも0.7~2.2倍⁹⁾、0.2~1.8倍¹⁰⁾と魚種により大きく変動していた。素揚げにおいても、カルシウム含量は0.2~2.0倍¹⁰⁾と魚種により大きく変動することが報告されている。一方、同一魚種を4種の方法で調理した場合の変動は、キンメダイで0.2~0.4倍、コバンアジで0.8~2.0倍、ハタで1.1~1.4倍、サワラで1.5~2.0倍と、調理法による変動は魚種による変動より小さいことを報告している¹⁰⁾。しかし、今回の著者らがイワシを用いて行った8種類の調理・加工による含量変化は0.2~1.4倍で、同一種であるにもかかわらず変動の割合はかなり大きかった。また、マグロの蒸しによるカルシウム含量の変化は0.41倍と報告されており¹³⁾、この値は今回のイワシの結果の約半分であった。

リン含量はいずれの調理・加工によっても減少の傾向にあり、特に天ぷらで0.48倍、かまぼこで0.56倍、塩干しで0.58倍と減少が著しかった。一方、素焼きでは1.1~1.5倍⁹⁾、¹⁰⁾、素揚げでは1.3~1.4倍¹⁰⁾になるという報告があり、いずれも今回のイワシの結果より高い値であった。このことから調味することにより、リンの減少が促進されることがわかる。

カリウム含量はいずれの調理・加工によっても減少の傾向にあり、特にかまぼこでは0.09倍と著しく減少した。次いで天ぷらの0.51倍であった。また素焼きでは1.1~1.4倍⁹⁾、¹⁰⁾、素揚げでは1.1~1.4倍¹⁰⁾という報告もあるが、いずれも今回の調味したイワシの場合よりも高い値であった。ところが、マグロの蒸しでは0.80倍¹³⁾と今回の調味しないイワシの蒸しの0.85倍とよく一致した。これらのことから、カリウムはリンと同じように調味により減少が促進されることがわかる。

ナトリウム含量は天ぷらの0.65倍と蒸しの0.96倍を除いてすべての調理・加工で増加した。特にかまぼこでは12.8倍、酢漬けで8.9倍と著しく増加した。これは調味料としてのナトリウムが影響していると考えられる。かまぼこでは、調味料として添加したナトリウムを除けば、ほとんどの成分で

減少した。これはかまぼこ製造工程中水さらしの操作により、多くの微量金属が増減する¹⁰⁾ことから、今回の無機成分も、水さらしにより失われるものと推察されるが、これは今後検討していく必要がある。また、伊藤ら⁶⁾はサバ、アジおよびタイを用い、塩焼きによりナトリウムが3.1~7.8倍に大きく増加すると報告しており、今回のイワシの3.4倍はアジにおける結果に近似している。味付煮では4種の魚について調べ、2.9~17.4倍といずれも増加し、その比は魚種により大きく変動することを報告している。今回のイワシにおける結果は、4魚種のうち最も低い値を示したカレイとほぼ同じ値である。また、Seetら¹³⁾はマグロの蒸しにおいて0.78倍という値を得ており、この値は今回のイワシのそれより若干低い値であった。Anthonyら⁹⁾およびGallら¹⁰⁾は数魚種の素焼きにおいてナトリウム含量がそれぞれ0.9~1.6倍、1.1~1.2倍になると報告しており、今回の塩焼きの値よりは明らかに低い値であった。

要 約

5調理(塩焼き、味付煮、天ぷら、酢漬けおよび蒸し)、3加工(かまぼこ、塩干しおよび煮干し)にともなう一般成分(水分、粗タンパク質、粗脂肪、炭水化物および灰分)と無機成分(鉄、マグネシウム、カルシウム、リン、カリウムおよびナトリウム)含量の増減をイワシを用いて検討した。

一般成分のうち水分と粗タンパク質含量はいずれの調理・加工によっても増減が小さいか、減少する傾向にあった。この減少傾向は塩干しと煮干しにおける水分、天ぷらにおける粗タンパク質含量で著しかった。粗脂肪含量は天ぷらを除くすべての調理・加工で減少傾向にあり、特にかまぼこと塩干しで著しかった。炭水化物含量は塩焼きを除くすべての調理・加工で増加し、この傾向はかまぼこと天ぷらで顕著であった。灰分含量は天ぷらで減少し、酢漬け、かまぼこおよび塩干しで増加した。

無機成分のうち鉄、マグネシウム、リンおよび

カリウム含量はいずれの調理・加工によっても減少の傾向にあり、特にかまぼこにおけるカリウムとマグネシウム、天ぷらにおける鉄、リンおよびカリウムで顕著であった。カルシウム含量は調理・加工により増加する場合と減少する場合があったが、天ぷらと酢漬けで減少割合が著しかった。ナトリウム含量は天ぷらと蒸しを除き、増加する傾向にあり、かまぼこと酢漬けでこの傾向は著しかった。

文 献

- 1) 篠崎和夫, 鬼沢 禎: 茨水加研報. No.12, 23~28 (1981)
- 2) 富永 裕, 桜井昭司: 茨水加研報. No.13, 19~22 (1982)
- 3) 杉山豊樹: 茨水加研報. No.14, 1~4 (1983)
- 4) 中野久夫 ほか: 日食工誌. 28, 376~380 (1981)
- 5) 丹波栄二 ほか: 日食工誌. 34, 749~752 (1987)
- 6) 伊藤和枝 ほか: 栄食誌. 37, 251~266 (1984)
- 7) 科学技術庁資源調査会編: 食品成分表. 一橋出版, 東京, 1983, PP.235~240
- 8) 山口県外海水産試験場: 水産物処理加工技術研究開発成果報告書, 多獲性赤身魚高度利用技術研究. 1979, P.2
- 9) Anthony, J.E. et al: *J. Food Sci.*, 48, 313~316 (1983)
- 10) Gall, K.L. et al: *J. Food Sci.*, 48, 1068~1074 (1983)
- 11) Mai, J. et al: *J. Food Sci.*, 43, 1669~1674 (1978)
- 12) Fatutori, E.O.: *Nutrition Reports International*, 26, 447~455 (1982)
- 13) Seet, S.T. and Brown, W.D.: *J. Food Sci.*, 48, 288~289 (1983)
- 14) 最上和枝 ほか: 食衛誌. 30, 552~555 (1989)