

長崎県産煮干しイワシの加工特性 -
- 煮干しイワシの大きさと化学的性状 -

安達 町子¹, 野崎 征宣

The Characteristics of Processed-*Niboshi* Made of Anchovy Captured
in Nagasaki Prefecture -
- Studies on the Body Size and Chemical Properties of *Niboshi* -

Machiko ADACHI^{1*}, Yukinori NOZAKI

To clarify the relation between the body size and chemical properties of *niboshi-iwashi* made in Nagasaki Prefecture, chemical components were analyzed on 23 kinds of *niboshi* made from anchovy landed on the coasts of the prefecture in December, 1998. As the results, the water content of *niboshi* was approximately 11-40 % with a wide range of variations, and a high degree of correlation was observed between the water content and the water activity. The extent of lipid oxidation was found to tend to be lower as the size of *niboshi*-fish was smaller, which is considered to be attributed to the effect of lipid content. The contents of 5'-IMP and glutamic acid in *niboshi*, which were major components of *umami* taste, were the greater in a larger size of *niboshi*-fish.

Key words : 煮干しイワシ, 化学的性状, 水分活性, 脂質酸化

我が国における煮干し品の生産高は約10万トンを推移し、長崎県ではその約12%の生産が行われている。¹⁾煮干し品の約45%は煮干しイワシであり、長崎県ではその25~30%が生産されているが、主原料は県内各地の漁場、なかでも橘湾で漁獲されたカタクチイワシを利用することが多く、また加工製品も煮干しの大きさにより呼称が変わり多段階に及んでいる。^{2,3)}煮干しの酸化防止、^{4,5)}成分の相互作用、⁶⁾栄養価、⁷⁾成分変化⁸⁻¹²⁾およびだし汁¹³⁻¹⁵⁾などに関する報告は多く見られるが、煮干しの大きさの違いによる化学的性状に関する報告は少なく、産業界でも加工特性に関する資料が希求されている。

煮干しイワシは原料魚を熱湯中で煮熟後乾燥したもので、乾燥時間が長く、常温流通することが多いため脂質は酸化されやすく、脂質劣化による風味等の悪変を生じやすい。また水分活性によっても脂質酸化の進行速度は異なり、¹⁶⁾特定の水分活性域では酸化が遅いことが知られている。したがって、煮干しイワシの品質向上のためには原料魚の大きさと成分組成の違いおよび水分活性を明らかにすることが必要と思われる。本研究は長崎県産煮干しイワシをサイズ別に成分分析を行い煮干しの大きさと化学的性状の関係を明らかにすることを目的として行った。

実験方法

試料

1998年12月に長崎県橘湾で水揚げされたカタクチイワシ *Engraulis japonicus* を煮干しとして加工された23種類を試料とした。試料の大きさおよび煮干しの原産地をTable 1に示した。

一般成分

水分は常圧加熱乾燥法 (105)、粗タンパク質はケルダ-ル法、粗脂肪はソックスレ-法、糖分はフェノ-ル硫酸法、灰分は乾式加熱灰化法 (550) で測定した。また、塩分は塩分分析計 (東亜電波工業製SAT-2A型) を用いて測定した。

水分活性

オイルマンメ-タ-を介した間接平衡蒸気圧測定法 (20)¹⁷⁾ で測定した。

TBA値

Yagi¹⁸⁾ による蛍光法によった。

カルボニル化合物およびケト酸

三輪¹⁹⁾ の方法によった。

遊離アミノ酸

試料1gに80%エタノ-ルを10ml加え、ホモジナイズ後、遠心分離 (2000 × g, 10分間) し上清を70%エタノ-ルで25mlに定容した。この溶液1mlを減圧濃縮し、クエン酸ナトリウム緩衝液 (pH2.2) 4mlに溶解後メンブランフィルタ-でろ過し、ろ液をアミノ酸分析計 (島津ALC-1000型) で分析した。

¹長崎大学大学院海洋生産科学研究科大学院生

(県立長崎シ-ポルト大学看護栄養学部栄養健康学科 851-2159 長崎県西彼杵郡長与町まなび野1丁目1番1号)

Table 1. The size and processing place of *niboshi* made of anchovy captured in Nagasaki Prefecture

Sample No.	Sample name	Processing place	Average body length (cm)	Average body weight (g)	Remarks
1	<i>Chirimen</i>	Isahaya city	1.8	0.03	-
2	<i>Chika</i>	Obama machi	2.9	0.06	-
3	<i>Kaeri</i>	Nagasaki city	3.3	0.08	-
4	<i>Kaeri</i>	Kosaza machi	3.3	0.08	VE *
5	<i>Kaeri</i>	Kosaza machi	3.6	0.12	VE
6	<i>Kaeri</i>	Nagasaki city	3.6	0.13	-
7	<i>Kaeri</i>	Kosaza machi	3.7	0.15	VE
8	<i>Kaeri</i>	Isahaya city	4.1	0.20	VE
9	<i>Kaeri</i>	Nagasaki city	4.4	0.23	-
10	<i>Kaeri</i>	Isahaya city	4.9	0.41	-
11	<i>Koba</i>	Minami-kushiyama machi	4.8	0.31	-
12	<i>Koba</i>	Nomozaki machi	5.1	0.39	VE
13	<i>Koba</i>	Isahaya city	5.1	0.43	-
14	<i>Koba</i>	Fukushima machi	6.1	0.74	-
15	<i>Koba</i>	Obama machi	5.8	0.78	-
16	<i>Koba</i>	Obama machi	6.1	0.78	-
17	<i>Koba</i>	Nagasaki city	6.2	0.81	-
18	<i>Chyuba</i>	Matsuura city	6.4	0.85	-
19	<i>Chyuba</i>	Nagasaki city	6.7	1.26	-
20	<i>Chyuba</i>	Matsuura city	7.5	1.42	-
21	<i>Chyuba</i>	Nagasaki city	7.4	1.47	-
22	<i>Oba</i>	Kosaza machi	9.3	2.64	VE
23	<i>Oba</i>	Kosaza machi	10.6	5.25	VE

*Boiled in water containing vitamin E.

核酸関連物質

島田²⁰⁾の方法により核酸関連物質の抽出を行い, HPLC (島津LC-6A) を用いて定量した。カラムはSHIMADZU Shimpack WAX (4mm i.d. × 50mm) 移動相は25mMNaH₂PO₄, 温度は40℃, 流量は1.0ml/min, 検出はUV-260nmで行った。

結果および考察

一般成分および水分活性

長崎県産の煮干しイワシの一般成分をTable 2に示した。水分は煮干しの形状の小さい方が高い傾向が見られ, 特にチリメンのそれは約40%を示した。一般にチリメンは生食される割合が高く, 近年の食に対するソフト化志向により上乾きのものから多水分系の加工品が増加している。また水分が多いことから低温保存による流通が行われている。粗タンパク質は煮干しの形状が大きいほど多く含まれる傾向が見られた。粗脂肪はカエリ, 小羽, 中羽の順に多くなっていたが, 大羽は低くカエリと同程度であった。糖分および灰分はカエリ, 小羽, 中羽は差がなく, 大羽はやや少なかった。塩分は, チリメンが約6%を含んで多く, 次いでチカとカエリの一部が約2%を含んでいたが, その他は1.3~1.5%の範囲にあった。水分活性は, チリメンが0.73と最も高く, また中羽 (Sample No.19) カエリ (Sample No.10) および小羽 (Sample No.14) 0.39と低かったが, その他のものでは0.4~0.6の範囲にあった。また, 水分活性は水分含量の違いと同様の傾向が認められ, それと水分の間には高い相関 ($r=0.898, p<0.001, n=23$) を有した。

カタクチイワシの乾製品は, 水分7~9%, 水分活性0.32~0.45の範囲で最も褐変反応が遅いとされている。²¹⁾ Labuzaら²²⁾は, 水分活性と食品の保存性を左右する脂質酸化, 非酵素的褐変, 微生物の生育などの各種要因との関わりを明らかにしており, これらの中で, 非酵素的褐変の速さと強さは水分活性0.65~0.80で増大し, その範囲を越すと減少することを報告している。これらのことから長崎県産の煮干しの品質変化を抑制するためには, 水分含量および水分活性の低減化, あるいは適正な保存法の選択が必要と考える。

TBA値およびカルボニル化合物

長崎県産煮干しイワシのTBA値, カルボニル化合物量およびケト酸量を調べ, その結果をTable 3に示した。小さい煮干はTBA値が小さい傾向が見られ, 特にチリメン, チカといった形状の小さいものでは著しく小さかった。また形状がほぼ同じ大きさのものを比べた場合, 酸化防止剤ビタミンEを添加した煮干しのTBA値は小さかった。一方, カルボニル化合物量およびケト酸量はカエリ, 小羽, 中羽は煮干しが大きいほど多くなる傾向が見られたが, 大羽は少なくカエリと同程度であった。これらの結果は粗脂肪量の多寡が影響していると考えられた。食品中のカルボニル化合物とケト酸の消長については, 三輪¹⁹⁾が冷凍ウニのえご味との関連で検討し, ウニの冷凍中に増加し, その生成は糖の解糖, アミノ酸の酸化, 脂肪の酸化分解などに起因することを推定している。本実験結果で得たカルボニル化合物量とケト酸量は, 冷凍 (-10℃) 3ヶ月目のウニ¹⁹⁾と比較すると, 前者はほぼ同程度であり, 後者は約1/2であった。このように, 製造直後の煮干し中に

Table 2. Proximate composition in *niboshi* made of anchovy captured in Nagasaki Prefecture

Sample No.	Sample name	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Sugar (%)	Ash (%)	NaCl (%)	Water activity (20°C)
1	<i>Chirimen</i>	39.8	44.9	3.4	0.4	11.5	6.3	0.73
2	<i>Chika</i>	15.0	64.7	6.4	0.4	13.5	2.6	0.49
3	<i>Kaeri</i>	27.9	54.3	4.7	0.6	12.5	2.0	0.67
4	<i>Kaeri</i>	15.9	62.5	6.0	0.5	15.1	1.4	0.54
5	<i>Kaeri</i>	15.4	62.4	5.4	0.5	16.3	1.4	0.53
6	<i>Kaeri</i>	12.5	65.0	5.9	0.5	16.1	1.3	0.42
7	<i>Kaeri</i>	21.0	60.1	4.8	0.6	13.5	1.3	0.62
8	<i>Kaeri</i>	21.7	60.4	4.3	0.5	13.1	1.3	0.56
9	<i>Kaeri</i>	17.8	61.7	5.8	0.5	14.2	1.3	0.53
10	<i>Kaeri</i>	12.7	68.6	4.6	0.6	14.1	1.5	0.39
11	<i>Koba</i>	18.5	61.3	5.3	0.6	14.3	1.3	0.53
12	<i>Koba</i>	16.7	63.1	5.2	0.6	14.4	1.3	0.49
13	<i>Koba</i>	14.5	66.7	5.3	0.5	13.0	1.2	0.43
14	<i>Koba</i>	14.9	62.7	8.7	0.4	13.3	1.4	0.39
15	<i>Koba</i>	15.0	66.3	6.7	0.5	11.5	1.5	0.45
16	<i>Koba</i>	15.2	66.8	4.8	0.5	12.7	1.3	0.48
17	<i>Koba</i>	13.5	68.6	4.8	0.4	12.7	1.4	0.50
18	<i>Chyuba</i>	12.4	66.7	6.8	0.4	13.7	1.4	0.43
19	<i>Chyuba</i>	11.6	68.4	5.3	0.4	14.3	1.4	0.37
20	<i>Chyuba</i>	13.3	65.2	7.7	0.4	13.4	1.5	0.49
21	<i>Chyuba</i>	18.1	63.8	6.7	0.3	11.1	1.5	0.64
22	<i>Oba</i>	16.3	66.7	4.2	0.2	12.6	1.5	0.51
23	<i>Oba</i>	13.9	67.8	5.3	0.2	12.8	1.5	0.51

Table 3. TBA value and carbonyl compounds in *niboshi* made of anchovy captured in Nagasaki Prefecture

Sample No.	Sample name	TBA value (μ mol/g)	Carbonyl content (mg/100g)	Oxo-acid (mg/100g)	Remarks
1	<i>Chirimen</i>	0.27	15.63	2.38	-
2	<i>Chika</i>	0.49	20.33	2.56	-
3	<i>Kaeri</i>	0.87	30.77	4.17	-
4	<i>Kaeri</i>	1.12	33.72	6.22	V.E
5	<i>Kaeri</i>	1.08	30.19	3.69	V.E
6	<i>Kaeri</i>	1.12	37.89	4.11	-
7	<i>Kaeri</i>	1.10	37.49	6.13	V.E
8	<i>Kaeri</i>	1.14	34.65	6.08	V.E
9	<i>Kaeri</i>	1.45	34.54	5.87	-
10	<i>Kaeri</i>	1.36	39.27	6.86	-
11	<i>Koba</i>	1.42	35.61	6.53	-
12	<i>Koba</i>	1.07	34.38	5.74	V.E
13	<i>Koba</i>	1.40	36.93	6.32	-
14	<i>Koba</i>	1.63	39.62	6.87	-
15	<i>Koba</i>	1.76	40.19	6.96	-
16	<i>Koba</i>	1.59	38.09	6.83	-
17	<i>Koba</i>	1.62	37.67	7.11	-
18	<i>Chyuba</i>	1.74	37.51	6.79	-
19	<i>Chyuba</i>	1.59	39.29	6.14	-
20	<i>Chyuba</i>	1.77	38.96	6.84	-
21	<i>Chyuba</i>	1.69	37.39	4.13	-
22	<i>Oba</i>	1.34	34.71	4.58	V.E
23	<i>Oba</i>	1.30	36.99	2.36	V.E

はカルボニル化合物が多く含まれることを認めたが、この原因については特定できない。また煮干し中のカルボニル化合物は、保存中に若干増加するが、保存期間の延長（30～180日間）に伴いメイラ - ド反応と思われる遊離アミノ酸との反応により減少する。*

核関連物質

長崎県産煮干しイワシの核酸関連物質含量をTable 4に示した。5'-IMP量は煮干しの大きさに比例し煮干しが大きいほど多い傾向が見られた。これは5'-IMPが筋肉に由来すると考えられ、魚体の大きいものでは小さいものより筋肉の割合

Table 4. Contents of 5'-IMP and 5'-AMP in *niboshi* made of anchovy captured in Nagasaki Prefecture

Sample No.	Sample name	5'-IMP (mg/100g)	5'-AMP (mg/100g)
1	<i>Chirimen</i>	132.8	6.5
2	<i>Chika</i>	180.9	19.5
3	<i>Kaeri</i>	129.4	28.4
4	<i>Kaeri</i>	115.7	22.6
5	<i>Kaeri</i>	142.7	22.2
6	<i>Kaeri</i>	178.8	14.4
7	<i>Kaeri</i>	195.1	20.3
8	<i>Kaeri</i>	140.4	16.5
9	<i>Kaeri</i>	193.1	14.5
10	<i>Kaeri</i>	256.5	22.4
11	<i>Koba</i>	207.7	16.0
12	<i>Koba</i>	349.2	15.7
13	<i>Koba</i>	261.8	18.2
14	<i>Koba</i>	253.5	23.7
15	<i>Koba</i>	252.7	13.3
16	<i>Koba</i>	239.9	13.8
17	<i>Koba</i>	136.0	10.6
18	<i>Chyuba</i>	249.3	17.6
19	<i>Chyuba</i>	205.1	12.4
20	<i>Chyuba</i>	297.9	18.7
21	<i>Chyuba</i>	219.9	16.1
22	<i>Oba</i>	277.4	14.5
23	<i>Oba</i>	270.7	13.1

が増加するためと思われた。一方5'-AMP量は逆に煮干しが小さいほど多い傾向が見られた。5'-IMPおよび5'-AMPは魚介肉のエキス成分に含まれて味に関与し、²³⁾特にかつお節の主要うま味成分であり、それらの値は生産地などで相違する。²⁴⁻²⁶⁾本実験結果の5'-IMPおよび5'-AMP量は、かつお節のそれらと比較すると、前者では約1/2~1/4、後者では約1/3~1/10を示して低かった。

遊離アミノ酸

長崎県産煮干しイワシの遊離アミノ酸組成をTable 5に示した。各煮干しのいずれも17種類の遊離アミノ酸が検出され、全アミノ酸量は煮干しの形状が大きくなるほど多く含まれていた。また、個々のアミノ酸をみると、Tau,His,Ala,Thr,Gluが多く含まれていた。煮干しの主要なうま味成分であるGluは、概ねカエリ、小羽、中羽の順に多かったが、大羽のそれは低かった。本実験結果のGlu量は、かつお節のそれとほぼ同レベルであった。^{27,28)}また煮干しイワシの保存中の褐変化にはアミノ化合物と魚肉中の脂質の酸化によって生成するカルボニル化合物が関与するとされ、前者には遊離のHis,LysおよびMetがこの反応に関与することが知られている。^{29,30)}本実験結果に示されるように、His,Lysが比較的多く含まれており、これらは保存中メイラ - ド反応に費やされることが推定される。¹¹⁾

以上のように、長崎県産の煮干しイワシのサイズと化学的性状の関係を調べた結果、水分含量は煮干しが小さいほど多い傾向が見られ、粗タンパク質は煮干しが大きくなるほど多

かった。粗脂肪量はカエリ、小羽、中羽の順に多くなったが、大羽は低くカエリと同じくらいであった。水分含量、水分活性はいずれもやや高めで、煮干しの保存性を向上するためにはもう少し低くする必要があると思われる。煮干しのTBA値、カルボニル化合物量およびケト酸量を調べた結果、煮干しが小さいほど酸化の程度は低い傾向が見られ、これは脂質含量の多寡が影響していると考えられた。煮干しの主要なうま味成分である5'-IMPや遊離アミノ酸のGluは煮干しが大きいほど多く含まれる傾向が見られた。本研究では、煮干しイワシの試料は12月に加工されたものを供試したが、イワシ類は季節や漁場、系統群などで体成分の変化が大きい³¹⁻³³⁾ため、今後さらに異なる季節、漁場などとの比較検討が必要である。

文 献

- 1) 長崎農林水産統計協会：水産加工品別生産量の地位、「平成11年長崎県漁業の動き」（九州農政局長崎統計情報事務所編），長崎，2001,7.
- 2) 長崎農林水産統計協会：水産加工、「第47次長崎農林水産統計年報」（九州農政局長崎統計情報事務所編），長崎，2001,282.
- 3) 長崎県漁業協同組合連合会：平成12年度煮干取扱資料，長崎，2001,15-16.
- 4) 伊佐良信：日水誌,23,585-588(1958).
- 5) 滝口明秀：日水誌,54,869-874(1988).

Table 5. Amounts of Free amino acid compositions of *niboshi* made of anchovy captured in Nagasaki Prefecture (mg/100g)

Sample No.	Sample name	Tau	Asp	Thr	Ser	Glu	Gly	Ala	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg	Pro	Total
1	<i>Chirimen</i>	62.1	0.8	12.8	11.3	24.9	20.5	19.9	11.8	5.6	8.5	15.5	13.8	13.2	37.5	25.3	9.7	9.0	302.2
2	<i>Chika</i>	392.2	1.5	20.3	10.4	18.1	11.4	36.5	14.4	0.8	11.6	22.9	14.9	17.4	106.4	28.2	10.4	13.1	728.2
3	<i>Kaeri</i>	388.8	1.2	13.4	5.7	18.7	12.2	22.3	5.3	1.9	2.9	6.5	4.3	4.3	119.8	8.7	4.4	7.0	577.1
4	<i>Kaeri</i>	223.8	1.1	12.5	4.0	11.8	7.8	20.4	3.5	1.5	1.8	4.4	2.7	2.8	61.6	4.0	3.4	4.7	268.5
5	<i>Kaeri</i>	308.3	1.2	20.4	5.6	16.4	9.5	29.8	7.1	1.0	2.9	6.3	3.8	4.2	65.3	9.3	7.6	7.4	374.9
6	<i>Kaeri</i>	502.5	3.0	28.1	9.4	28.6	16.7	44.7	14.5	tr	9.3	18.6	8.0	9.3	74.2	20.9	16.3	15.1	706.0
7	<i>Kaeri</i>	646.3	10.4	39.5	18.4	43.3	30.0	73.6	19.5	1.1	11.0	25.8	14.4	16.1	91.2	28.7	22.4	10.7	969.1
8	<i>Kaeri</i>	638.6	2.2	27.1	7.7	27.8	15.3	45.7	12.2	tr	7.0	15.5	8.7	11.0	38.1	16.9	6.6	12.2	811.3
9	<i>Kaeri</i>	356.4	2.8	28.0	9.9	24.3	13.3	39.4	15.1	10.0	9.4	19.6	8.5	9.7	44.2	23.7	19.0	16.0	491.8
10	<i>Kaeri</i>	799.4	9.7	36.4	11.0	38.7	18.8	58.2	13.2	16.1	7.5	18.3	10.3	11.2	25.8	16.6	9.0	13.2	1034.3
11	<i>Koba</i>	650.8	1.7	19.5	5.3	21.8	13.6	34.9	8.1	14.7	5.1	12.7	7.0	7.8	111.8	14.2	7.4	7.8	879.3
12	<i>Koba</i>	724.1	3.3	31.1	11.6	34.2	21.4	59.9	17.5	7.9	10.6	29.1	11.4	13.4	317.9	36.4	15.5	18.5	1352.6
13	<i>Koba</i>	767.9	10.1	36.4	11.1	37.6	19.5	60.8	13.0	9.3	7.6	21.6	10.6	11.7	46.2	15.4	11.0	13.2	1004.8
14	<i>Koba</i>	744.8	12.6	59.7	24.4	44.5	27.4	78.8	26.5	2.6	15.3	35.9	12.3	13.2	86.7	36.3	14.8	37.6	1184.1
15	<i>Koba</i>	675.9	9.3	41.3	15.4	36.6	26.3	68.2	13.6	7.4	7.7	16.4	7.9	9.6	261.2	24.4	9.7	19.8	1199.1
16	<i>Koba</i>	729.9	3.9	37.7	12.6	34.1	24.3	69.5	23.5	3.5	14.0	39.9	11.6	14.1	212.5	44.6	18.1	23.7	1361.7
17	<i>Koba</i>	558.5	4.6	43.0	15.9	31.8	21.7	63.6	32.8	4.7	19.9	48.4	13.0	21.1	309.1	58.0	23.7	37.9	1191.8
18	<i>Chyuba</i>	801.8	13.7	54.0	25.7	42.9	36.5	94.3	25.6	4.0	15.7	35.7	17.5	18.0	43.8	26.9	17.1	23.4	1176.8
19	<i>Chyuba</i>	732.7	5.8	40.2	15.7	40.8	21.3	74.6	21.6	8.2	12.8	29.4	11.4	23.3	236.7	38.0	16.5	21.9	1298.9
20	<i>Chyuba</i>	807.7	13.2	47.6	22.2	38.4	37.1	95.7	22.4	7.9	13.2	32.7	13.9	16.1	58.9	28.1	11.1	22.4	1221.8
21	<i>Chyuba</i>	630.2	9.9	53.7	9.3	39.8	22.6	78.8	17.3	2.3	10.3	20.2	5.9	8.4	134.6	25.0	7.6	26.5	1034.0
22	<i>Oba</i>	324.6	5.2	25.7	10.6	24.4	13.1	57.0	27.1	1.8	18.0	47.7	15.0	28.7	364.0	34.3	24.9	33.3	596.2
23	<i>Oba</i>	499.8	6.3	25.6	10.9	26.7	17.0	75.0	26.5	3.0	18.0	46.9	15.4	27.0	457.2	31.8	20.4	25.7	1186.9

tr: trace,<0.1.

- 6) 伊佐良信: 日水誌,27,1075-1079(1961).
- 7) 中島 滋,遠藤章二,角田好美,土屋隆英,松本重一郎: 日水誌,54,1607-1610(1988).
- 8) 伊佐良信: 日水誌,27,1080-1083(1961).
- 9) 滝口明秀: 日水誌,53,1463-1469(1987).
- 10) 滝口明秀: 日水誌,58,489-494(1992).
- 11) K.Takiguchi: *Sci.Technol.Res.*,5,204-209(1999).
- 12) 安達町子,野崎征宣: 日本食品科学工学会誌,48,214-217(2001).
- 13) 安達町子,塩田教子: 日本調理科学会誌,30,2-8(1997).
- 14) 久保加織,丹羽佐知子,堀越昌子,的場輝佳: 日本調理科学会誌,33,192-197(2000).
- 15) 安達町子,野崎征宣: 日本調理科学会誌,34,45-52(2001).
- 16) C.Koizumi,S.Iiyama,S.Wada,J.Nonaka: *Nippon Suisan Gakkaishi*,44,209-216(1978).
- 17) 秋場 稔: 水分活性の測定,「水産生物化学・食品学実験書」(斎藤恒行,内山 均,梅本 滋,河端俊治編) 恒星社厚生閣,東京,1974,341-351.
- 18) K.Yagi: *Biochem.Med.*,15,212-216(1976).
- 19) 三輪勝利: 日水誌,36,812-819(1970).
- 20) 島田和子: 家政誌,40,769-774(1989).
- 21) 杉沢 博: 「食品成分の相互作用」,(並木満夫,松下雪郎編) 講談社,東京,1980,233.
- 22) T.P.Labuza,L.Mcnally,D.Gallagher,J.Hawkers,F.Hurtado: *J.Food Sci.*,37,154-159(1972).
- 23) 山口勝巳,渡辺勝子: 魚介肉の味とエキス成分,「魚介類のエキス成分」(坂口守彦編) 恒星社厚生閣,東京,1988,105-115.
- 24) 藤田孝夫,橋本芳郎: 日水誌,25,312-315(1959).
- 25) 大石圭一 田村祐子 村田喜一: 日水誌,25,646-651(1959).
- 26) 小泉千秋: 日水誌,28,431-434(1962).
- 27) 鴻巣章二,橋本芳郎: 日水誌,25,307-311(1959).
- 28) 小泉千秋: 日水誌,28,426-430(1962).
- 29) I.D.Desai,A.L.Tappel: *J.Lipid Res.*,4,204-207(1963).
- 30) W.T.Roubal,A.L.Tapple: *Arch.Biochem.Biophys.*,113,5-8(1966).
- 31) 土屋靖彦: 水産動物の一般組成,「水産化学」恒星社厚生閣,東京,1962,3-18.
- 32) 座間宏一: 脂質,「白身の魚と赤身の魚」(日本水産学会編) 恒星社厚生閣,東京,1976,53-67.
- 33) 河内正通: 脂質,「多獲性赤身魚の有効利用」(日本水産学会編) 恒星社厚生閣,東京,1981,45-59.