

水産缶詰製造における廃液の利用に関する研究—Ⅳ

カツオ缶詰製造廃液の成分と金属の除去について

長田 博光

Studies on Utilization of Waste Water from Fisheries Canning Process—Ⅳ On the Component in the Broth of Bonito and the Elimination of Metals.

Hiromitsu Osada

In order to utilize the broth in bonito canning process as food, the component of the broth was investigated and the elimination of the harmful metals for human body as zinc, copper and arsenic in the broth was carried out by dialysis using viscose tubing, PVA hollow fiber dialyzer and electro dialysis and by adding calcium phytate, and the chemical forms of metals in the broth were investigated by ion exchange resins.

It was found that the broth of bonito contained a considerable amount of protein and free amino acid, as well as a considerable amount of harmful metals for human body as zinc and arsenic.

When the calcium phytate was added at the rate of 5% in the partial hydrolyzate of the broth, zinc, copper, lead and cadmium except arsenic were considerably eliminated, and when the partial hydrolyzate of the broth was dialysed with PVA hollow fiber dialyzer for 9 hours, all the metals in it were considerably eliminated and at the same time, the protein and free amino acid in the broth were remarkably eliminated.

The chemical forms of metals in the broth of bonito differed in each metal, i. e. copper was an acidic form and cadmium was a neutral form and arsenic was mainly an acidic form, and 54% of zinc was an acidic form and 26% of its was a neutral form and 20% of its was a basic form.

カツオが缶詰原料として用いられる量は年間4～5万トンである。その原料から製造工程中の蒸煮時に排出される煮汁は約11,300トンと推定される。その煮汁の大部分は利用されることなく排出されているが、その中にはたん白質、遊離アミノ酸、ミネラル等食品として有用な成分がかなり含まれていると考えられる。その煮汁をそのまま排出することなく、食品として利用することは食品工業上、また排出処理上有益なことと考えられる。

本報では、その煮汁を食品として利用することを研究するために、一般成分、金属ならびに遊離アミノ酸含量について調べ、次いでヒ素、亜鉛、鉛、カドミウムおよび銅等の食品衛生上有害な金属の除去法ならびにそれらの化学的形態について調べたので、以下にその結果を報告する。

実験方法

1. 試料

北緯35°、東経 150°~155°、東カロリン島附近で漁獲された目回り 3.2kg のカツオを 103°C で蒸煮し、蒸煮開始後30分経過した後集められた煮汁をろ過し、濃縮して Brix 37° に調整した液を試料とした。

2. 分析方法

2-1) 一般成分

一般成分は常法により定量した。

2-2) 金属

銅、鉛、亜鉛およびカドミウムは、ポーラログラフィー¹⁾により、鉄は 0-フェナンスロリンによる比色法²⁾により、ヒ素はジエチルジチオカルバミン酸—銀比色法³⁾により定量した。

2-3) 構成アミノ酸

構成アミノ酸の定量⁴⁾は、試料 2g を 6N 塩酸で 120°C、48時間加水分解し、中和濃縮後 pH2.0 の緩衝液に溶解し、日立液体クロマトグラフ 034型を用いて行った。

2-4) 遊離アミノ酸

遊離アミノ酸の定量は、試料 10g を pH 2.0 の緩衝液に溶解し、同液で 100 ml にした後、ろ過し、ろ液を日立液体クロマトグラフ 034型を用いて行った。

2-5) ヴィスキング・チューブによる透析処理⁵⁾

直径 21.4 mm、長さ 70 cm のヴィスキング・チューブに試料 100g を水 100ml とともに注入し、静水中で 30~180分間透析した。なお、この間30分ごとに水を新しくした。

また、試料を 4N 塩酸で 100°C、2時間加熱して部分加水分解し、この部分加水分解液を中和したのち、濃縮し、同様に透析処理した。透析終了後、濃縮、一定量にしてそれぞれの分析を行った。

2-6) フィチン酸カルシウム添加処理⁶⁾

フィチン酸カルシウムを 1N 塩酸に溶解し、試料に 1~20% の割合でその溶液を添加し、2時間攪拌後、中和し、ろ過した。また試料を 4N 塩酸で部分加水分解後、中和し、ろ過した。それぞれ、濃縮したのち一定量とし、分析した。

2-7) PVA ホロウ・ファイバー・ダイアライザー処理⁷⁾

試料を 100g 取り、水で約 500ml に希釈したのち、クラレ製の PVA ホロウ・ファイバー・ダイアライザー・KL-1-100型を用いて 1-9 時間透析した。また、試料を部分加水分解し、同様に透析処理した。透析終了後、濃縮し、一定量として分析した。

2-8) 電気透析処理

試料 100g を水で希釈し、三田村理研製 580-6 型電気透析器を用い、100V で 1-9 時間透析した。また、試料を同様に部分加水分解し、透析処理した。透析終了後、濃縮し、一定量として分析した。

2-9) 金属の化学的存在形態

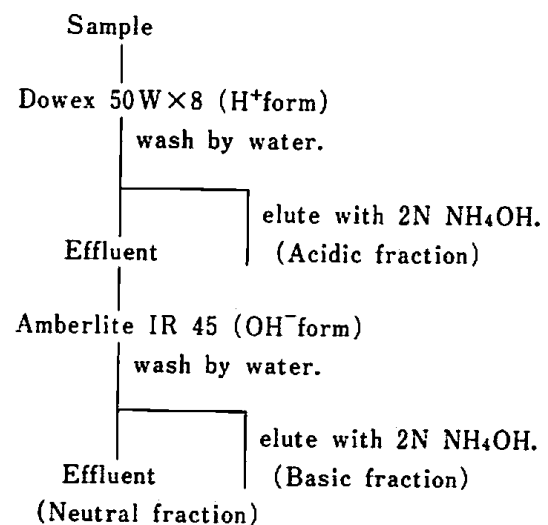


Fig. 1 Procedure for fractionating broth of bonito.

カツオ煮汁中で金属がどのような化学的形態で存在しているかを調べるために図1に示したように試料100gを水で希釈し、Dowex 50W×8 (H⁺型, 4×30cm)のカラムにかけ、水でカラムを十分洗浄し、流出液はAmberlite IR-45 (OH⁻型, 4×30cm)のカラムにかけ、水で洗浄し、流出液を濃縮して中性区とした。両イオン交換樹脂は2Nアンモニア水で溶出し、溶出液を濃縮し、アンモニアを除去し、それぞれ酸性区、塩基性区とし、各区分に含まれている金属量を測定した。

結果と考察

1. 一般成分ならびに金属含量

カツオ缶詰製造廃液煮汁の一般成分ならびに金属含量は表1に示したように、たん白質が28%とかなり多く含まれていた。脂肪と炭水化物は少なく、両者とも1%以下である。灰分は約6.5%含まれていた。

金属としては亜鉛、鉄が非常に多く、またヒ素もかなり含まれていた。中でも亜鉛は他の食品に比べてかなり多いので、何らかの方法で除去したのち食品として供することが望ましい。

銅、鉛、カドミウムも少量ではあるが含まれていた。これらの含有量は魚体の大きさ、漁獲時期、場所によってもかなりの変動があると考えられるが、カツオの煮汁中にはたん白質が多いので、その栄養価は高いといえる。

2. アミノ酸組成

カツオ煮汁のアミノ酸組成は表2に示したように、構成アミノ酸としてはグルタミン酸、グリシン、ヒスチジンが非常に多く、ついでプロリン、アラニン、アルギニンが多く含まれている。また必須アミノ酸のリジン、ロイシン、バリン等もかなり多く含まれていた。

遊離アミノ酸としては、ヒスチジンが最も多く、ついでタウリン、リジンが多く含まれてい

Table 1 Contents of proximate composition and metals in broth (Brix 37°) of bonito.

Proximate composition	Content (%)	Metal	Content (ppm)
Moisture	63.70	Cu	1.92
Crude fat	0.77	Pb	0.67
Crude protein	28.30	Cd	1.56
Carbohydrate	0.76	Zn	54.60
Crude ash	6.47	Fe	134.00
		As	4.10

Table 2 Contents of constituent and free amino acids in broth (Brix 37°) of bonito.

	Constituent amino acids (mg %)	Free amino* acids (mg %)
Taurine	741	543
Aspartic acid	958	44
Threonine	346	44
Serine	269	49
Glutamic acid	2,194	104
Proline	1,612	39
Glycine	3,152	65
Alanine	1,408	128
Cystine	—	7
Valine	422	53
Methionine	215	51
iso-Leucine	294	42
Laucine	598	89
Tyrosine	362	56
Phenylalanine	290	51
Lysine	818	304
Histidine	3,414	1,974
NH ₃	440	85
Arginine	1,010	52
Total	18,543	3,780

*Hydrolysis was carried out with 6N HCl at 120°C for 48 hours.

た。遊離アミノ酸は構成アミノ酸に対して約20%であり、必須アミノ酸がトリプトファンを除いていずれも大なり小なり含まれているので栄養の見地からもカツオ煮汁を食品として利用することは十分可能である。ヒスタジンが非常に多いので、できるだけ迅速に処理しないとヒスタミンの生成する恐れがある。

3. ヴィスキングチューブ透析による金属、たん白質および遊離アミノ酸の消長

カツオ煮汁のヴィスキングチューブ透析による金属、たん白質および遊離アミノ酸の消長は表3～6に示したように、煮汁をそのまま透析した場合、金属は3時間透析してもヒ素が僅かに除去される以外、いずれもほとんど除去されなかった。この場合、たん白質、遊離アミノ酸は透析時間が増加するに従って減少率が高くなり、3時間の透析ではたん白質は66.1%に、全遊離アミノ酸は40.2%に減少した。中でも中酸性アミノ酸の減少が著しく、23.6%に減少した。このように遊離のアミノ酸やたん白質の一部が減少しているにもかかわらず、いずれの金属もほとんど除去されなかった。これらの金属は遊離の状態で存在しておらず、大部分は高分子のたん白質やペプチドと結合していると考えられる。

煮汁を部分加水分解したのち透析した場合、銅、鉛、カドミウムは2時間の透析でほぼ完全に除去されるが、亜鉛は約29%、ヒ素は約50%除去されたにすぎ

Table 3 Changes in contents of metals in broth (Brix 37°) of bonito by dialysis. (%)

	Dialysis time (minutes)				
	0	30	60	120	180
Cu	100	100	100	98.4	100
Pb	100	100	100	100	100
Cd	100	100	100	100	100
Zn	100	94.7	89.2	100	99.5
As	100	100	100	100	78.0

Dialysis was carried out with viscose tubing of 21.4mm in diameter.

Table 4 Changes in contents of protein and free amino acids in broth (Brix 37°) of bonito by dialysis. (%)

	Dialysis time (minutes)				
	0	30	60	120	180
Crude protein	100 (28.30)	89.4 (25.30)	83.0 (23.50)	73.1 (20.70)	66.1 (18.70)
Free amino acids	100 (3.78)	78.0 (2.95)	59.5 (2.25)	47.4 (1.79)	40.2 (1.52)
Neutral amino acids	100	79.6	55.5	36.5	23.4
Basic amino acids	100	77.3	61.6	53.3	49.6
Essential amino acids	100	77.8	63.5	46.0	36.5

Dialysis was carried out with viscose tubing of 21.4mm in diameter.

Table 5 Changes in contents of metals in partial hydrolyzate of broth (Brix 37°) of bonito by dialysis (%)

	Dialysis time (minutes)				
	0	30	60	120	180
Cu	100	95.0	81.8	0	0
Pb	100	97.0	92.5	0	0
Cd	100	97.4	74.4	0	0
Zn	100	77.8	71.4	71.4	55.9
As	100	100	100	51.2	53.7

Hydrolysis was carried out with 4N HCl at 100°C for two hours.

Table 6 Changes in contents of protein and free amino acids in partial hydrolyzate of broth (Brix 37°) of bonito by dialysis. (%)

	Dialysis time (minutes)				
	0	30	60	120	180
Crude protein	100 (28.30)	40.6 (11.50)	32.5 (9.20)	20.5 (5.80)	12.7 (3.60)
Free amino acids	100 (19.36)	44.7 (8.65)	36.4 (7.05)	22.7 (4.39)	12.3 (2.38)
Neutral amino acids	100	43.6	35.8	20.8	11.2
Basic amino acids	100	56.4	37.4	26.0	14.2
Essential amino acids	100	44.3	36.9	24.9	15.7

Dialysis was carried out with viscose tubing of 21.4mm in diameter.

なかった。3時間の透析では前者は約44%と少し除去率は増加するが、後者はほとんど変らなかった。この場合、たん白質、遊離アミノ酸の減少は著しく、3時間の透析で、たん白質は12.7%に、遊離アミノ酸は13.3%に減少した。

このように多量のたん白質、アミノ酸が減少しているにもかかわらず亜鉛、ヒ素が50%以上も残存することから、両金属は高分子のたん白質とかなり堅い結合状態で存在していると考えられる。これに反して、銅、鉛、カドミウムは主として低分子のペプチドと結合していると推定される。

4. フィチン酸カルシウム添加処理による金属、たん白質および遊離アミノ酸の消長

カツオ煮汁にフィチン酸カルシウムを添加処理した場合の金属、たん白質および遊離アミノ酸の消長は表7~10に示したように、カツオ煮汁をそのままの状態ではフィチン酸カルシウムを添加処理

Table 7 Changes in contents of metals in broth (Brix 37°) of bonito by the addition of calcium phytate. (%)

	Added calcium phytate (%)					
	0	1	3	5	10	20
Cu	100	88.0	100	95.3	100	100
Pb	100	82.1	80.6	65.7	46.3	41.8
Cd	100	100	0	0	0	0
Zn	100	31.7	25.8	6.7	0	0
As	100	63.4	79.5	77.8	77.8	100

n=3

Table 8 Changes in contents of protein and free amino acids in broth (Brix 37°) of bonito by the addition of calcium phytate. (%)

	Added calcium phytate (%)					
	0	1	3	5	10	20
Crude protein	100 (28.30)	97.2 (27.50)	92.2 (26.10)	94.0 (26.60)	93.6 (26.50)	91.2 (25.80)
Free amino acids	100 (3.78)	94.4 (3.57)	91.5 (3.46)	89.9 (3.40)	93.7 (3.54)	89.2 (3.37)
Neutral amino acids	100	94.4	91.5	89.9	93.7	89.2
Basic amino acids	100	94.2	94.6	86.8	96.7	89.7
Essential amino acids	100	101.6	101.6	103.2	103.2	96.8

Table 9 Changes in contents of metals in partial hydrolyzate of broth (Brix 37°) of bonito by the addition of calcium phytate. (%)

	Added calcium phytate (%)					
	0	1	3	5	10	20
Cu	100	84.4	76.6	62.5	73.4	37.5
Pb	100	37.3	43.3	43.3	23.9	32.8
Cd	100	0	0	0	0	0
Zn	100	48.0	50.5	0	0	0
As	100	100	95.6	97.8	91.5	89.5

n=3

Table 10 Changes in contents of protein and free amino acids in partial hydrolyzate of broth (Brix 37°) of bonito by the addition of calcium phytate. (%)

	Added calcium phytate (%)					
	0	1	3	5	10	20
Crude protein	100 (28.30)	98.9 (28.00)	100 (28.30)	100 (28.30)	97.2 (27.50)	89.8 (25.40)
Free amino acids	100 (19.36)	93.0 (18.00)	89.4 (17.30)	89.4 (17.30)	100.3 (19.42)	97.6 (18.90)
Neutral amino acids	100	95.9	88.4	90.0	105.4	102.2
Basic amino acids	100	87.6	91.6	87.2	90.2	88.2
Essential amino acids	100	94.8	80.0	95.1	96.0	73.5

した場合、銅はいずれの場合も除去されないが、鉛は10%の添加で100%除去され、亜鉛は添加量の増加に伴って除去率は増加し、10%の添加で100%除去された。ヒ素は1%の添加で37%されたが、その添加量が増加するにつれて除去率は減少し、20%の添加では全く除去されなかった。

カツオ煮汁を部分加水分解したのち、フィチン酸カルシウム添加処理した場合、ヒ素を除いて他の金属はかなり除去された。ヒ素がこのようにほとんど除去されないのは、ヒ素がたん白質と強く結合しているためか、あるいはフィチン酸との親和力が弱いためと考えられる。なお、この場合のたん白質、遊離アミノ酸の残存率は20%の添加で前者は90%、後者は97.6%であった。

5. PVAホロウ・ファイバー・ダイアライザー処理による金属、たん白質および遊離アミノ酸の消長

カツオ煮汁をPVAホロウ・ファイバー・ダイアライザーで透析した場合の金属、たん白質および遊離アミノ酸の消長は表11~14に示したように、カツオ煮汁をそのままの状態では透析するとヒ素がかなり除去され、4時間の透析で68%除去された。しかし、他の金属の除去率はあまり良くなかった。この場合のたん白質、遊離アミノ酸の残存率はかなり低く、4時間の透析で前者は76%、後者は46%であった。遊離アミノ酸のうち中酸性アミノ酸が特に除去されやすい傾向を示した。

カツオ煮汁を部分加水分解したのち、PVAホロウ・ファイバー・ダイアライザーで透析すると、4時間の透析で銅、カドミウムは完全に除去され、鉛は69%、亜鉛は50%、ヒ素は59%除去された。この場合のたん白質および遊離アミノ酸の残存率はそれぞれ26%、12.5%と非常に少なかった。

このように、透析法によってカツオ煮汁中の金属を除去する場合、ヴィスキング・チューブによ

Table 11 Changes in contents of metals in broth (Brix 37°) of bonito by PVA hollow fiber dialyzer. (%)

	Dialysis time (hours)					
	0	1	2	3	4	9
Cu	100	100	100	70.3	65.6	64.1
Pb	100	92.2	76.6	70.3	62.8	37.5
Cd	100	100	100	100	100	88.8
Zn	100	100	98.3	100	100	90.5
As	100	72.7	56.1	42.4	31.8	31.8

(KL-1-100-A)

Table 12 Changes in contents of protein and free amino acids in broth (Brix 37°) of bonito by PVA hollow fiber dialyzer. (%)

	Dialysis time (hours)					
	0	1	2	3	4	9
Crude protein	100 (28.30)	91.4 (25.87)	85.4 (24.17)	80.0 (22.64)	76.2 (21.56)	65.7 (18.59)
Free amino acids	100 (3.78)	84.6 (3.20)	68.7 (2.60)	53.5 (2.02)	46.0 (1.74)	18.4 (0.70)
Neutral amino acids	100	79.8	63.1	46.1	40.5	13.0
Basic amino acids	100	87.7	72.5	58.5	49.7	22.1
Essential amino acids	100	93.6	77.1	64.7	57.1	27.8

(KL-1-100-A)

Table 13 Changes in contents of metals in partial hydrolyzate of broth (Brix 37°) of bonito by PVA hollow fiber dialyzer. (%)

	Dialysis time (hours)					
	0	1	2	3	4	9
Cu	100	100	100	100	0	0
Pb	100	88.4	41.0	31.4	31.4	0
Cd	100	78.6	57.1	46.5	0	0
Zn	100	79.6	66.1	50.2	50.5	23.7
As	100	72.6	67.1	43.8	41.1	1.4

(KL-1-100-A)

Table 14 Changes in contents of protein and free amino acids in partial hydrolyzate of broth (Brix 37°) of bonito by PVA hollow fiber dialyzer. (%)

	Dialysis time (hours)					
	0	1	2	3	4	9
Crude protein	100 (28.30)	86.0 (24.34)	68.3 (19.33)	55.6 (15.73)	47.3 (13.39)	26.3 (7.44)
Free amino acids	100 (19.36)	85.2 (16.49)	63.9 (12.37)	51.0 (9.87)	43.4 (8.40)	12.5 (2.42)
Neutral amino acids	100	82.4	60.1	46.8	40.3	11.0
Basic amino acids	100	91.0	71.9	59.6	49.7	15.5
Essential amino acids	100	84.7	69.9	58.8	48.9	13.7

(KL-1-100-A)

るよりも PVA ホロウ・ファイバー・ダイアライザーを用いるほうが効果的である。長時間透析するほどそれらの除去率は高くなるが、同時にたん白質、遊離アミノ酸の除去率も高くなり、栄養価が減少するので、透析時間は4時間が限度であろう。

6. 電気透析による金属、たん白質および遊離アミノ酸の消長

電気透析によるカツオ煮汁の金属、たん白質および遊離アミノ酸の消長は表15~18に示したように、煮汁をそのままの状態では電気透析すると、4時間の透析では鉛、ヒ素が僅かに除去されるのみ

Table 15 Changes in contents of metals in broth (Brix 37°) of bonito by electro dialysis. (%)

	Dialysis time (hours)					
	0	1	2	3	4	9
Cu	100	100	100	100	100	100
Pb	100	100	80.5	73.2	80.5	100
Cd	100	100	100	100	100	81.3
Zn	100	100	100	100	100	27.4
As	100	100	100	100	85.5	72.6

Table 16 Changes in contents of protein and free amino acids in broth (Brix 37°) of bonito by electro dialysis. (%)

	Dialysis time (hours)					
	0	1	2	3	4	9
Crude protein	100 (28.30)	98.1 (27.76)	98.1 (27.76)	98.1 (27.76)	95.6 (27.05)	86.9 (24.59)
Free amino acids	100 (3.78)	98.1 (3.71)	99.6 (3.76)	99.2 (3.75)	95.4 (3.61)	92.3 (3.49)
Neutral amino acids	100	98.2	100	98.1	91.9	92.2
Basic amino acids	100	97.9	99.1	99.9	96.8	95.9
Essential amino acids	100	100	100	100	94.3	100

Table 17 Changes in contents of metals in partial hydrolyzate of broth (Brix 37°) of bonito by electro dialysis. (%)

	Dialysis time (hours)					
	0	1	2	3	4	9
Cu	100	100	100	100	100	100
Pb	100	100	100	80.8	85.4	100
Cd	100	100	100	85.6	100	100
Zn	100	100	92.5	92.5	100	100
As	100	100	93.2	91.8	89.2	75.3

Table 18 Changes in contents of protein and free amino acids in partial hydrolyzate of broth (Brix 37°) of bonito by electro dialysis. (%)

	Dialysis time (hours)					
	0	1	2	3	4	9
Crude protein	100 (28.30)	98.4 (27.85)	90.5 (25.61)	87.3 (24.71)	87.3 (24.71)	83.8 (23.72)
Free amino acids	100 (19.36)	97.3 (18.84)	95.7 (18.53)	91.1 (17.74)	88.2 (17.08)	80.6 (15.60)
Neutral amino acids	100	97.3	94.5	90.4	89.1	81.0
Basic amino acids	100	97.3	97.6	92.1	86.8	80.0
Essential amino acids	100	93.8	86.8	84.3	85.1	81.1

Table 19 Chemical forms of metals in broth (Brix 37^o) of bonito.

	(ppm)		
	Acidic form	Neutral form	Basic form
Cu	1.92	0	0
Pb	—	—	—
Cd	0	1.56	0
Zn	15.20	11.40	31.00
As	13.10	0.50	0

で、他の金属はほとんど除去されなかった。9時間透析すると銅、亜鉛がかなり除去されたが、その理由としては、これらの金属が高分子のたん白質と結合した状態で存在しているため、透析中に透析膜にそのたん白質が吸着され、その中の金属が測定されないためと考えられる。カドミウム、ヒ素は僅かに除去された。鉛は4時間透析では僅かに除去されたにもかかわらず、9時間透析では全く除去されなかった。その原因は実験誤差によるものと考えられる。

る。この場合のたん白質、遊離アミノ酸の残存率は高く、4時間透析の場合、両者とも95.5%、9時間透析では、たん白質は約87%、遊離アミノ酸は92%であった。

カツオ煮汁を部分加水分解したのち電気透析すると、9時間の透析でヒ素が約25%除去された以外、他の金属は全く除去されなかった。この場合のたん白質、遊離アミノ酸の減少は少なく、前者は約16%、後者は19%であった。このようにたん白質、遊離アミノ酸の減少が少ないため、金属の減少も少ないのではないかと考えられるが、これらの金属は正負いずれにも荷電していないと推測される。

7. 金属の存在形態

カツオ煮汁に含まれている金属の化学的存在形態は表19に示したように、銅は全て酸性型として、カドミウムは中性型として含まれている。亜鉛は約54%が塩基性型、26%が酸性型、残りの20%が中性型として含まれている。ヒ素は主として酸性型で、僅かに中性型が存在する。鉛はいずれの区分にも検出されなかった。その理由として次のことが考えられる。すなわち、鉛はたん白質と結合して、樹脂に吸着されないで、樹脂上に残ったためか、あるいは少量であるために測定できなかったかのいずれかであろう。このように金属によってそれぞれ化学的存在形態が異なるので、これらの除去が困難なのである。

要 約

1) カツオ缶詰製造廃液(煮汁)にはたん白質、遊離アミノ酸がかなり多く含まれており、必須アミノ酸も多いので栄養価は高いが、亜鉛、ヒ素等の有害金属もかなり含まれている。

2) カツオ煮汁中の亜鉛、ヒ素等の有害金属を除去するために、ヴィスキング・チューブ透析、フィチン酸カルシウム添加処理、PVAホロウ・ファイバー・ダイアライザー透析および電気透析を行い検討したが、試料をそのままの状態では処理すると、これらの金属の除去は困難である。

3) たん白質、遊離アミノ酸の減少が少なく、ヒ素を除く亜鉛、銅、鉛、カドミウムを除去するためには、煮汁を部分加水分解したのちフィチン酸カルシウムを5%の割合で添加し、2時間攪拌したのち、フィチン酸カルシウムを除去するとかなり除去できる。

4) ヒ素を含む銅、亜鉛等の金属を除去するためには、煮汁を部分加水分解したのちPVAホロウ・ファイバー・ダイアライザーで9時間透析するとかなり除去できる。しかし、この場合たん白質、遊離アミノ酸の減少が著しくなる。

5) カツオ煮汁に含まれている金属の化学的存在形態は、銅は酸性型、カドミウムは中性型、亜鉛は約54%が塩基性型、26%が酸性型、20%が中性型であり、ヒ素の大部分が酸性型で、僅かに中性型

が存在する。

文 献

- 1) 石橋雅義・藤永太郎：ポーラログラフ分析法，丸善，東京，1956，p.280.
- 2) Sandell, E.B. : "Calorimetric Determination of Traces of Metals" 3rd, N.Y. USA. 1959, p.449.
- 3) Evans, R.J. and Bandemer, S.L. : Anal. Chem., 26, 595 (1954).
- 4) 波多野博行：アミノ酸自動分析法，化学同人，1964，p.63.
- 5) Brody, J. : "Fishery By-Products Technology" AVI, Newfoundland. 1965, p.12.
- 6) 木村午郎，稲葉弥之助：油化学，12, 69 (1963).
- 7) 楠戸修・浜本義人・高橋享：クラレ中央研究所研究報告，496号，1 (1976).