

魚類缶詰の臭の改良に関する研究— I

長田 博光・竹内伊公子・森岡美智子

Improvement of Smell of Canned Fishes— I

Hiromitsu Osada, Ikuko Takeuchi and Michiko Morioka

The canned mackerel in brine has a particular smell which is acceptable for certain consumers. An approach for improving the flavor of the canned mackerel was aimed by the addition of various additives.

When pH of brine added was acid, the amount of hydrogen sulfide contained in the canned mackerel was lower, but the smell of one was not removed.

The smell of the canned mackerel was considerably improved by the addition of the broth of onion, carrot and cabbage, of tomato puree or its liquid portion and of fermented rice bran extract and of sweet sake. In particular, the effect of fermented rice bran extract was remarkable to give a desirable flavor. On the other hand, the smell of the canned mackerel was not improved proved by the addition of fermented rice bran powder.

And the smell of the canned mackerel was slightly improved by using C-enamelled can.

In general, the fishy smell of canned mackerel was on the decrease during storage.

わが国における総漁獲量は毎年約1000万トンを有しているが、世界各国が経済水域 200 カイリを設定した今日、多くの魚介類の漁獲量は減少を余儀なくされている。それゆえサバ・イワシなどの多獲魚の有効利用は必至である。

サバ・イワシなどの赤身の魚を加熱処理するとトリメチルアミン、硫化水素あるいは揮発性カルボニル化合物¹⁻²⁾を主成分とする特有の臭気を生成する。その臭気をきらう人にはこれらの魚はあまり食味されない。

サバ・イワシの水煮缶詰、大和煮缶詰あるいはフィレー油漬缶詰でも特有の生臭い臭気があり、好まれない。これに反して、サバ味噌煮缶詰は味噌に含まれている成分が、サバ特有の臭をマスクし、好ましい風味となり、多くの人に好まれている。

本報ではサバを缶詰にした場合の生臭を抑制あるいはマスクし、その臭を改良するために数種の物質を添加し、それらの矯臭効果を調べたので以下にその結果を報告する。

実 験 方 法

1. サバ水煮缶詰の製造法

サバ水煮缶詰の製造法は図 1 に示したごとく、市販のサバを調理後、平 2 号缶に入る高さに切断し、15%の食塩水に15分間浸漬し、水洗後、肉200 g を缶に詰め、100°C、35分間加熱後脱水し、4%食塩水45 g を注入し、真空巻締めしたのち116°C、80分間加熱殺菌して缶詰とした。

2. 注液の pH によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

4%食塩水の pH を塩酸と水酸化ナトリウムを用いて pH 2.0, 6.0 および 10.0 に調整したのちそ

Materials (common mackerel)

Cooking

Remove the head, tail, viscera and kidney.
Wash.

Cutting

Cut the fish into pieces to match
the size of cans to be filled
(3, 7-4cm cubes).

Pickling

Soak in 15% brine for 15 minutes.
(meat : brine = 2:1)

Packing

Pack 200 g pickled meat in a Flat No.2 can.

Steaming

Steam for 35 minutes at 100°C.
Dehydrate. (Allow to stand to remove
condensing water.)

Filling

Add 45 g of 4% brine.

Seaming

Seam by a vacuum seamer.

Sterilizing

Sterilize for 80 minutes at 116°C in a retort.

Cooling

Dried vegetable

(60g onion, 20g carrot and 20g
cabbage).
Add 5.6 ℓ water.

Heating

Heat for one hour at 60°C.

Extraction

Extract and fill up to 5.6 ℓ
with water.
Add 224g salt.

Broth

Fig 2. Procedure for the preparation
of broth.

Fig 1. Procedure for canning mackerel in brine.

れぞれ45 g 注入し、同様に缶詰とした。

3. 乾燥野菜の煮汁（ブロス）の添加によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

ブロスは図2に示した方法、すなわち、乾燥玉ネギ60 g、乾燥ニンジン20 g、乾燥キャベツ20 gに水5.6 ℓ 添加し、60°C、1時間加熱後圧搾抽出して5.6 ℓ とし、4%食塩溶液となるように調製した。このブロス45 gを4%食塩水の代わりに添加し、同様に缶詰とした。

4. トマトピューレ添加によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

市販のトマトピューレならびにトマトピューレを遠心分離して液部とパルプ部に分け、それぞれ水を加えてもとの量に調製した液を、4%食塩水の代わりに各々45 g 添加し、同様に缶詰とした。

5. 米ぬか醸造液³⁾の添加によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

市販の米ぬか醸造液ならびに粉末米ぬか醸造物を水に溶解して液体のそれと同濃度にして、0～15mlを4%食塩水と共に添加し、同様に缶詰とした。

6. ミリン添加によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

市販の醸造ミリン0～15mlを4%食塩水と共に添加し、同様に缶詰とした。

7. 缶内面塗料の相違によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

缶内面塗料としてフェノール系塗料とC-エナメルを塗装した缶にサバを詰め、4%食塩水を添加して同様に缶詰とした。

それぞれの缶詰の製造直後及び37°C、3カ月間貯蔵後のpH、硫化水素、揮発性塩基窒素ならび

にアンモニア含量を測定した。また上部空隙中の硫黄化合物の組成を調べ、同時に臭を五官によって判定した。これらの成分のうち硫化水素は Almy 法⁴⁾、揮発性塩基窒素は富山らの減圧蒸留法⁵⁾、アンモニアは液体クロマトグラフ法⁶⁾により測定した。また上部空隙中硫黄化合物は島津の F P D 検出器を用いたガスクロマトグラフ⁷⁾で分析した。添加したブロス等のアミノ酸ならびに有機酸含量はそれぞれ日立 034 型液体クロマトグラフ、島津高速液体クロマトグラフ LC-3A 型⁸⁾を用いて測定した。

結果と考察

1. 注液の pH によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

Table 1. Changes in components and smell of canned mackerel by pH value of added brine.

(Immediately after production)					
Liquid added (pH)	Meat (pH)	H ₂ S (μg%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell
2.0	4.94	44.9	37.1	20.4	++
6.0	6.20	116.4	36.4	22.8	++
10.0	6.12	128.6	33.6	21.3	++

(After storage for 3 months at 37°C)					
Liquid added (pH)	Meat (pH)	H ₂ S (μg%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell
2.0	4.70	27.8	40.9	33.2	+
6.0	5.94	42.4	44.8	31.3	+
10.0	5.88	34.4	44.2	37.2	+

(n=5)

VBN : Volatile base nitrogen

++ : noticeable

+ : slight

± : faint

注液の pH によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化は表 1 に示したように、缶詰製造直後では、硫化水素はかなり多いが、37°C に 3 カ月間貯蔵しておくとその量は $1/2 \sim 1/4$ に減少した。生成する硫化水素量は pH が低いほど少なく、高いほど多くなっていた。揮発性塩基窒素とアンモニアの生成量は pH によってあまり左右されなかった。37°C に貯蔵すると両者ともに若干増加していた。一方、臭は製造直後の場合 pH のいかににかかわりなく強い魚臭を有していたが、37°C に貯蔵しておくときかなり希薄になっていた。このように貯蔵中にサバ水煮缶詰の魚臭が希薄になったのは硫化水素が缶内面に吸着されて遊離のものが少なくなったためであり、また他の揮発性成分が肉に吸着されて不揮発性に変化したためと推測される。

2. ブロス添加によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

ブロス添加によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化は表 2 に示したように、ブロスの添加により pH が少し低下し、硫化水素が約半分に減少した。揮発性塩基窒素とアンモニア含量はほとんど変わらなかった。臭はブロスを添加するときかなり希薄になっていたが、まだ僅かに魚臭を有していた。上部空隙中の硫黄化合物はブロスを添加した場合メチルメルカプタンが非常に多くなっていたが、硫化水素、ジメチルサルファイドは無添加に比べて僅かに増加していたにすぎなかった。

Table 2. Changes in components and smell of canned mackerel by the addition of broth.
(Immediately after production)

Liquid added	pH	H ₂ S (μ g%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell	Constituents of head-space gas		
						H ₂ S (ng/ml)	MM (ng/ml)	DMS (ng/ml)
4% brine	6.16	168.0	35.6	22.2	++	0.57	0.66	0.26
Broth	5.95	72.0	33.9	22.4	±	1.25	27.00	0.33

(After storage for 3 months at 37°C)

Liquid added	pH	H ₂ S (μ g%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell	Constituents of head-space gas		
						H ₂ S (ng/ml)	MM (ng/ml)	DMS (ng/ml)
4% brine	6.12	39.3	36.4	28.8	+	3.85	7.28	0.23
Broth	6.02	16.1	36.4	28.3	±	3.50	14.40	0.05

MM : Methyl mercaptan

DMS : Dimethyl sulfide

37°Cに3カ月間貯蔵すると硫化水素はいずれも著しく減少し、一方揮発性塩基窒素、アンモニア含量は僅かに増加していた。臭はブロスを添加した缶詰は製造直後のものよりもかなり希薄になっていた。

ブロスを添加すると魚臭が抑制されるのは硫化水素が著しく減少するため、並びにブロスに含まれているメチルメルカプタンによって魚臭がマスクされたためと考えられる。

3. トマトピューレー添加によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

サバ水煮缶詰にトマトピューレー及びその液部とパルプ部を分けてそれぞれ添加した場合の成分と臭の変化は表3に示したように、トマトピューレーまたはその液部を添加するとpHがかなり低下した。特に液部を添加した場合、その低下が著しくなる。それはトマトピューレーやその液部に含まれているクエン酸などの有機酸の作用によると考えられる。硫化水素は無添加の缶詰に比べてトマトピューレー添加の場合約 $\frac{1}{3}$ に、液部の添加では約 $\frac{1}{8}$ に減少していた。一方パルプ部を添加した場合、pHは僅かに増加し、硫化水素は少し減少したにすぎなかった。揮発性塩基窒素、アンモニア含量はトマトピューレー及びその液部を添加した場合、若干増加した。魚臭はトマトピューレー及びその液部を添加した場合全くなり、僅に野菜臭を有していた。パルプ部を添加した場合は無添加の場合とほとんど変らなかった。

37°C、3カ月貯蔵した缶詰ではブロスを添加した缶詰の結果とほぼ類似しており、硫化水素が著しく減少し、臭が希薄になっていた。このようにトマトピューレーやその液部を添加すると魚臭が抑制される原因はpHの低下、硫化水素の生成が少ないため、また上部空隙中の硫黄化合物としてジメチルサルファイドがかなり多く含まれていることから、このジメチルサルファイドも魚臭のマスクに一役を果していると考えられる。

4. 米ぬか醸造液の添加によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

サバ水煮缶詰に米ぬか醸造液を添加した場合の成分及び臭の変化は表4に示したように、pHは米ぬか醸造液をかなり多量添加しても僅かに低下するにすぎなかった。硫化水素はその添加量の増加に伴って減少し、15mlの添加で約半分減った。揮発性塩基窒素、アンモニア含量はあまり変化しなかった。魚臭は7.5mlの添加でかなり希薄となり、10mlの添加でほぼ完全に消失していた。

Table 3. Changes in components and smell of canned mackerel by the addition of tomato puree.
(Immediately after production)

Liquid added	pH	H ₂ S (μ g%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell	Constituents of head-space gas		
						H ₂ S (ng/ml)	MM (ng/ml)	DMS (ng/ml)
4% brine	6.04	117.2	37.2	25.2	++	0	9.6	0.27
Tomato puree	5.94	37.0	42.1	28.6	-	0	9.0	20.60
Liquid portion of tomato puree	5.63	15.2	50.8	29.9	-	0	11.7	15.00
Solid portion of tomato puree	6.18	95.2	38.3	23.9	++	0	2.8	0.43

Liquid added	pH	H ₂ S (μ g%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell	Constituents of head-space gas		
						H ₂ S (ng/ml)	MM (ng/ml)	DMS (ng/ml)
4% brine	6.03	29.7	40.3	22.6	+	0	1.37	0.11
Tomato puree	5.76	12.0	45.9	26.7	-	0	0.89	11.20
Liquid portion of tomato puree	5.32	8.0	45.2	29.7	-	0	0.73	16.20
Solid portion of tomato puree	6.18	29.6	41.0	21.7	±	0	1.46	0.16

12.5ml以上添加すると肉は少し褐変するが、芳香を生じ、味もかなりよくなっており、サケ水煮缶詰に類似していた。

37°Cに3カ月間貯蔵した場合、硫化水素はいずれも著しく減少し、製造直後の $1/5 \sim 1/6$ に減少していた。揮発性塩基窒素、アンモニア含量はあまり変化しなかった。このように米ぬか醸造液を添加すると魚臭が抑制され、芳香を生じる原因は、pHの低下や硫化水素量の減少によるものではなく、またブロスやトマトピューレの添加において見られたようなメチルメルカプタンやジメチルサルファイドのマスク作用によるものでもなく、醸造液に含まれているアルコールの作用によると思われる。

醸造液を添加すると味がかなり改良され、従来のサバ水煮缶詰とは異った風味を有するようになる。その原因は表5, 6に示したように、醸造液中にはアミノ酸や有機酸が2級酒やミリンのそれらよりもかなり多く含まれており、それらが殺菌加熱中に肉成分と反応したためと考えられる。

サバ水煮缶詰に粉末にした米ぬか醸造物の水もどし液を添加した場合の成分と臭に及ぼす影響は表7に示したように、醸造液をそのまま添加した場合と異なり、魚臭の抑制効果はかなり劣っていた。その原因は醸造液を粉末化する時にその有効成分のアルコールが気散消失したためと考えられる。それゆえ、粉末米ぬか醸造物を使用する場合には必ずアルコールを添加しなければならない。

5. ミリン添加によるサバ水煮缶詰の成分と臭の変化

サバ水煮缶詰にミリンを添加した場合の成分と臭に対する影響は表8に示したように、添加量を増すとpHが僅かに低下し、硫化水素量が著しく減少した。一方揮発性塩基窒素とアンモニア含量の変化はほとんど認められなかった。魚臭の抑制作用は著しく、5mlの添加でかなり抑制され、10mlの添加で完全に抑制された。その原因は米ぬか醸造液の場合と同様にメチルメルカプタンやジメ

Table 4. Changes in components and smell of canned mackerel by the addition of fermented rice bran extract. (Immediately after production)

Volume added (ml)	pH	H ₂ S (μ g%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell	Constituents of head-space gas		
						H ₂ S (ng/ml)	MM (ng/ml)	DMS (ng/ml)
0	6.13	247.7	37.2	21.9	++	0.11	1.03	0.10
5	6.09	162.0	37.0	25.8	+	0.11	2.20	0.10
7.5	6.08	178.3	38.7	25.3	±	0.1	1.30	0.10
10.0	6.05	170.3	38.9	26.0	—	0.32	9.40	0.15
12.5	6.07	154.8	38.7	23.0	—	0.13	1.80	0.10
15.0	6.00	110.3	37.7	21.4	—	0.09	1.70	0.12

(After storage for 3 months at 37°C)

Volume added (ml)	pH	H ₂ S (μ g%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell	Constituents of head-space gas			
						H ₂ S (ng/ml)	MM (ng/ml)	DMS (ng/ml)	TMA-N (mg%)
0	6.05	39.6	40.1	23.7	+	0.94	0.77	0.13	6.07
5	5.98	29.3	40.5	24.8	±	1.15	1.18	0.16	0.07
7.5	5.88	37.0	38.6	25.7	—	1.36	5.00	0.12	6.37
10.0	5.94	31.2	42.9	27.0	—	0.85	7.50	0.17	5.35
12.5	5.88	25.9	40.8	23.5	—	1.02	4.80	0.11	5.35
15.0	5.84	21.0	36.2	25.4	—	0.93	6.18	0.16	5.62

Table 5. Contents of free amino acids in the additives. (mg%)

Amino acids	Broth	Liquid portion of tomato puree	Fermented rice bran extract	Sake (second grade)	Sweet sake
Asp	0.6	87.1	14.8	3.7	16.5
Thr	1.1	10.5	7.4	2.8	14.0
Ser	0.8	35.3	18.8	5.9	17.8
Gru	0.8	349.4	40.0	14.4	34.1
Pro	0.3	0	15.5	10.3	13.5
Gly	0.1	3.3	20.2	8.0	10.8
Ala	0.9	18.7	38.1	21.0	17.4
Cys	0.5	4.5	—	0.1	—
Val	0.6	46.2	14.8	4.0	15.4
Met	0.9	6.2	19.7	5.1	15.3
Ileu	0.3	6.8	10.0	3.2	12.8
Leu	0.4	6.4	25.8	6.2	26.5
Tyr	1.4	13.7	15.2	4.9	19.1
Phe	0.9	14.0	14.2	3.1	17.0
Lys	4.3	9.5	52.2	11.1	19.9
His	0.7	9.1	12.3	4.1	7.6
NH ₃	0.9	17.5	10.9	3.0	5.8
Arg	9.2	7.6	56.6	10.5	36.9
Total	24.7	645.8	386.5	121.4	300.4

Table 6. Contents of organic acids in the additives (mg%)

Organic acids	Broth	Liquid portion of tomato puree	Fermented rice bran extract	Sake (second grade)	Sweet sake
Oxalic acid	15.9	0.1	—	—	—
Citric acid	11.8	1,306.4	—	—	—
Malic acid	151.5	trace	12.9	13.2	65.1
Acetic acid	13.2	—	34.3	3.7	1.0
Succinic acid	9.8	—	797.7	205.9	330.6
Lactic acid	1.8	—	222.6	17.5	74.4
Pyroglutamic acid	3.8	269.5	35.9	8.8	10.4
Fumaric acid	0.1	—	—	—	—
Total	207.9	1,576.0	1,103.4	249.1	481.5

Table 7. Changes in components and smell of canned mackerel by the addition of fermented rice bran powder.

(After storage for one month at room temperature)

Volume added (ml)	pH	H ₂ S (μg%)	VBN (mg%)	NH ₃ (ng%)	Fishy smell	Constituents of head-space gas		
						N ₂ S (ng/ml)	MM (ng/ml)	DMS (ng/ml)
0	5.95	54.7	40.5	22.0	+	0.53	4.24	0.45
5	5.95	43.5	38.5	22.3	±	1.28	14.08	0.61
7.5	5.92	60.0	41.9	25.0	±	0.64	4.60	0.45
10.0	5.97	53.8	39.6	25.3	±	0.44	6.80	0.57
12.5	5.98	48.8	39.6	24.5	±	0.25	7.60	0.25
15.0	5.96	50.6	38.5	23.5	±	0.30	6.00	0.36

* Ten g of fermented rice bran powder was solved with 100 g water.

チルサルファイドの検出量が少ないので、これらの作用によるものではなく、主としてアルコールの作用によると考えられる。

Table 8. Changes in components and smell of canned mackerel by the addition of sweet sake.

(Immediately after production)

Volume added (ml)	pH	H ₂ S (μg%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell	Constituents of head-space gas		
						H ₂ S (ng/ml)	MM (ng/ml)	DMS (ng/ml)
0	6.13	247.7	38.2	21.9	++	0.11	1.03	0.10
5	6.03	86.6	39.8	20.1	±	0.12	1.15	1.48
10	5.94	48.2	41.1	20.8	—	0	1.72	0.92
15	5.93	27.1	39.6	21.7	—	0	0.92	0.22

6. 缶内面塗料の相違によるサバ水煮缶詰の臭と成分の変化

サバ水煮缶詰の成分と臭に及ぼす缶内面塗料の影響は表9に示したように、製造直後の場合pHは両者の間に差はなかった。硫化水素はC-エナメル塗装缶のほうがフェノール系塗料塗装缶よりも若干少なかった。その原因は硫化水素がC-エナメル中の酸化亜鉛と反応し、硫化亜鉛に変わったためであろう。他の成分は、両者の間に差はほとんどなく、魚臭もまだかなり残存していた。

37°Cに3カ月間貯蔵すると、pHは製造直後のそれに比べて両者とも若干低下しており、硫化水素量は著しく減少しており、製造直後の約 $1/5 \sim 1/7$ 量であった。特にC-エナメル塗装缶の場合、その減少率が高い。揮発性塩基窒素ならびにアンモニア含量はC-エナメル、フェノール系塗料塗装缶ともに多少の増減が認められた。臭は製造直後よりいずれも希薄になっており、両者間の差は認められなかった。

Table 9. Changes in components and smell of canned mackerel by paint of internal wall of can. (Immediately after production)

Paint of internal wall of can	pH	H ₂ S (μ g%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell	Constituents of head-space gas		
						H ₂ S (ng/ml)	MM (ng/ml)	DMS (ng/ml)
	6.04	117.2	37.3	25.4	++	—	9.6	0.27
	6.02	107.1	35.3	24.9	++	—	11.8	0.29

(After storage for 3 months at 37°C)

Paint of internal wall of can	pH	H ₂ S (μ g%)	VBN (mg%)	NH ₃ (mg%)	Fishy smell	Constituents of head-space gas		
						H ₂ S (ng/ml)	MM (ng/ml)	DMS (ng/ml)
Phenolic	5.97	27.7	43.5	20.8	+	—	1.37	0.11
C enamel	5.98	17.1	41.8	20.9	+	—	1.08	0.10

サバ水煮缶詰を高温に長期間貯蔵するといずれの場合でも魚臭は漸次希薄になる。その原因は揮発成分が貯蔵中に他の成分と何らかの反応を起すことによって不揮発化したため、あるいは揮発成分が缶内面に吸着されたためと考えられる。

以上の結果のように、サバ水煮缶詰の生臭い臭は乾燥野菜の煮汁、トマトピューレー、米ぬか醸造液及びミリンの添加によって抑制できる。中でもトマトピューレーの液部、米ぬか醸造液、ミリンの抑制効果が著しい。しかし、トマトピューレーの液部を添加すると肉が赤変する。また米ぬか醸造液やミリンを添加すると肉が褐変する欠点がある。

要 約

魚類缶詰、特にサバ水煮缶詰は特有の生臭い臭を持っている。そのサバ水煮缶詰の生臭を種々の添加物によって抑制し、臭の改良を試みた。その結果次のことが明らかになった。

1. 注液のpHを酸性にすると硫化水素の生成量はかなり減少したが、生臭は抑制されなかった。
2. 玉ネギ、ニンジン、キャベツ等の乾燥野菜の煮汁を添加すると、pHが若干低下し、硫化水素の生成量も減少する。一方揮発性塩基窒素、アンモニア含量の変化はほとんどなかった。しかし、臭はかなり抑制された。
3. トマトピューレー、特にその液部を添加するとpHがかなり低下し、硫化水素の生成が著しく減少した。一方揮発性塩基窒素、アンモニア含量はやや増加した。しかし生臭は完全に抑制された。
4. 米ぬか醸造液を添加すると、pHは僅かに低下し、硫化水素の生成量もその添加量の増加に伴って減少した。一方揮発性塩基窒素、アンモニア含量の変化はほとんどなかった。生臭はそれを10ml添加すると完全に抑制され、それ以上添加すると芳香を有するようになった。また、その添加により風味が著しく改良された。

粉末にした米ぬか醸造物を水でもどして添加した場合、生臭の抑制効果はほとんど認められなかった。

5. ミリンを添加するとpHはやや低下し、硫化水素の生成量は著しく減少した。生臭はそれを10ml添加するとほぼ完全に抑制され、それ以上の添加では芳香を有するようになった。

6. 缶内面塗料としてC-エナメルとフェノール系塗料を塗装した缶を用いた場合、硫化水素量は前者のほうが後者よりも若干少なかったが、その他の成分および臭の差はなく、いずれも生臭の抑制は認められなかった。

7. 37°Cに3カ月間貯蔵すると、生臭は製造直後よりもいずれの場合も著しく希薄になった。

文 献

- 1) 中村弘二、飯田遥、徳永俊夫、三輪勝利：日水誌，46，221（1980）。
- 2) J.H.Gawler:J.Sci.Food Agr.,13, 57 (1962).
- 3) 徳山孝：公開特許公報，昭54，70499（1979）。
- 4) L.H.Almy:J.Am.Chem.Soc.,47, 1381 (1925).
- 5) 富山哲夫、原田悠三：日水誌，18，122（1952）。
- 6) 波多野博行：アミノ酸自動分析法，化学同人（1964）。
- 7) 元広揮重、山下二郎、服部孝雄：食工誌，23，583（1976）。
- 8) 森大蔵：未発表。