天然および養殖魚 6 種の一般成分, 無機質, 脂肪酸, 遊離アミノ酸, 筋肉硬度および色差について

青木隆子, 鷹田 馨, 國崎直道

(1991 年 4 月 22 日受付)

On the Study of Proximate Composition, Mineral, Fatty Acid, Free Amino Acid, Muscle Hardness, and Color Difference of Six Species of Wild and Cultured Fishes

Takako Aoki,* Kaoru Takada,* and Naomichi Kunisaki*

The chemical components such as moisture, crude protein, lipid, mineral contents, fatty acid composition, free amino acid contents, muscle hardness, and color difference of wild and cultured fishes were investigated for 6 species, *i.e.* red sea bream, Japanese sea bass, ayu, amberjack, bastard halibut, and striped jack. These fishes were purchased from Tokyo wholesale market except for the wild red sea bream which was taken from the Owase culture farm in Mie Prefecture. The results obtained are summarized as follows:

- (1) Average lipid contents in 6 species of the cultured fishes were about 2.4 times higher than those of the wild type.
- (2) No difference was seen in the mineral contents between wild and culture fishes.
- (3) Clear differences of fatty acid composition, especially unsaturated fatty acid, were recognized between wild and cultured ayu.
- (4) The contents of Tau, His, Lys, Arg, Gly, Ala, Glu, Car, and Ans in wild fishes differed from cultured fishes in all of the species.
- (5) Muscle hardness of cultured red sea bream was softer than the wild type, but the opposite results were obtained in bastard halibut.
- (6) The color of the skin was very different between wild and cultured fishes in all of the species.

養殖技術の進歩により, 約 30 魚種もの養殖魚が生産され, 養殖産業は我が国沿岸漁業の重要な位置を占めるようになってきた。天然および養殖魚の成分比較についての研究報告は古くから数多く発表され, 例えばブリ,¹⁾ マダイ,^{2,3)} アユ,^{4,5)} ハマチ,⁶⁻⁸⁾ トラフグ,⁹⁾ マアジ¹⁰⁾ などがある。養殖魚は天然魚に比べ脂質含量が高い傾向を示し, また肉質も柔らかく濃厚な味を示すことはトラフグ⁹⁾ 以外では明らかとなっている。現在養殖魚の品質を向上させるため, 飼餌料の改善および魚体の色調保護目的としての紫外線遮断あるいは出荷前の餌止め励行などの努力がはらわれている。著者らは養殖魚の品質現状について調査したいと考え, マダイ, スズキ, アユ, カンパチ, ヒヤメおよびシマアジの 6 魚種を選び, 同時に天然ものを入手して, 一般成分, 無機質含量, 脂肪酸組成, 遊離アミノ酸含量, 筋肉硬度, 色調の変化などを測定したので, それらの概要を報告する。

実 験 方 法

試料 養殖魚のうちマダイは市場に出荷するため餌止めたものを 1988 年 10 月に三重県尾鷲の養殖業者から購入し, スズキ, アユ, カンパチ, ヒヤメおよびシマアジは, 1988 年 6 月ならびに 7 月に東京中央卸売市場で購入した。試料に用いた 6 魚種の体長と体重ならびに鮮度指標としての K 値を Table 1 に示す。入手した試料数は天然, 養殖魚ともアユ, シマアジは各 7 尾, その他の魚種は各 4 尾である。なお試料はできるだけ同じ大きさのものを選んだが, 試料数が少なかったため, 分析結果は全て平均値で示した。

試料魚はアユ以外は魚体を背部, 腹部, 尾部の 3 部位に分割し, 皮, 骨および血合肉を除去したのち包丁で細切した。アユは可食部全体を細切して一般成分の分析試料とした。一方, 無機質, 脂肪酸組成, 遊離アミノ酸の

* 女子栄養短期大学 (Kagawa Nutrition College, Komagome, Toshima, Tokyo 170, Japan).

Table 1. Analyzed samples of six species of wild and cultured fishes

Sample No. and fish name	Month	Length (cm)	Weight (g)	K-Value
1 Red sea bream <i>Pagrus major</i>	88' 10 (W)* ¹ 88' 10 (C)* ²	44.0 39.5	1,180 1,105	19 13
2 Japanese sea bass <i>Lateolabrax japonicus</i>	88' 6 (W)* ¹ 88' 6 (C)* ²	37.5 25.0	575 188	21 13
3 Ayu <i>Plecoglossus altivelis</i>	88' 6 (W)* ¹ 88' 6 (C)* ^{2,3}	19.5 21.1	89 93	31 27
4 Amberjack <i>Seriola dumerili</i>	88' 7 (W)* ¹ 88' 7 (C)* ²	48.0 49.0	1,140 1,840	20 17
5 Bastard halibut <i>Paralichthys olivaceus</i>	88' 7 (W)* ¹ 88' 7 (C)* ²	63.0 44.0	3,170 1,000	20 17
6 Striped jack <i>Caranx delicatissimus</i>	88' 6 (W)* ¹ 88' 6 (C)* ²	50.0 45.0	1,580 1,300	31 11

*¹ (W) Wild. *² (C) Cultured. *³ Cultured in river.

Table 2. Proximate composition of six species of wild and cultured fishes

(%)					
Sample No.* ¹	Analyzed portion* ²	Moisture	Protein	Lipid	Ash
1 (W)	D	75.4	21.6	0.6	1.4
	V	74.8	21.1	2.8	1.3
	T	75.7	21.4	0.9	1.4
	(C) D	74.4	21.4	2.0	1.5
	V	69.1	19.4	9.3	1.4
	T	74.5	20.7	2.6	1.4
2 (W)	D	75.8	21.0	1.0	1.2
	V	75.9	19.9	2.4	1.1
	T	75.6	21.1	2.1	1.2
	(C) D	73.8	19.5	4.8	1.2
	V	73.0	18.5	6.0	1.2
	T	72.9	19.2	6.3	1.3
3 (W)	W	79.0	16.7	2.7	1.0
	(C) W	72.4	20.8	5.6	1.2
4 (W)	D	74.5	22.0	1.5	1.6
	V	72.3	20.7	5.3	1.6
	T	74.7	22.5	1.0	1.6
	(C) D	74.0	21.0	3.4	1.6
	V	66.6	20.2	11.8	1.4
	T	74.3	21.9	2.3	1.5
5 (W)	D	76.7	20.9	0.7	1.4
	V	76.5	20.1	0.7	1.3
	T	76.3	21.3	0.8	1.3
	(C) D	74.2	23.2	0.6	1.6
	V	74.2	23.0	1.0	1.6
	T	74.2	23.7	0.5	1.6
6 (W)	D	71.2	23.1	4.5	1.2
	V	68.0	22.5	6.5	1.2
	T	72.8	23.0	2.5	1.2
	(C) D	65.9	18.5	10.9	1.3
	V	64.7	21.2	12.9	1.2
	T	67.6	22.3	8.5	1.2

*¹ See Table 1. *² D, dorsal; V, ventral; T, Tail; W, whole.

Values are means for 3~5 determinations.

分析およびテクスチャーの測定は背部の筋肉を用いた。また、色差は鱗付のものを検体として、部位別に測定した。

使用機器および試薬 ガスクロマトグラフは日立 G-3000 型、アミノ酸自動分析計は日立 835 型高速アミノ酸分析計を、色差計は日本電色工学 (株) Z-Σ 80 測色色差計を使用した。また、原子吸光光度計、分光光度計およびテクスチュロメーターは前報⁹⁾で報告したものと同一である。なお、試薬は、精密分析用および特級のものを使用した。

分析方法 (1) 一般分析 前報⁹⁾に従って定量した。

(2) 無機質含量 試料約 5 g を精秤し、500~550°C で灰化後、常法により 1N HCl 溶液に溶解後一定量とし、Ca, Mg, Fe, Zn は原子吸光法¹⁰⁾ Na および K は炎光法¹¹⁾ また P は Fiske-Subbarow 法¹²⁾ に準じて測

定した。

(3) 脂肪酸組成 脂質の抽出およびメチル化は前報⁹⁾と同様であるが、ガスクロマトグラフのカラムおよび測定条件は次の通りである。カラム、キャピラリーカラム, PEG-20M Bonded, (I. D. 0.25 mm×25 m)。測定条件; カラム温度 180°C, 注入口および FID 検出部温度 250°C, キャリヤーガス He 25.5 cm/s。

(4) 遊離アミノ酸およびペプチド 波多野ら¹³⁾の方法により定量した。すなわち、試料約 5 g を精秤し、1% ピクリン酸溶液 20 ml で抽出した。抽出は 3 回繰り返す。抽出液を合せて一定量とした。次にこの一部をイオン交換樹脂でピクリン酸を除去し、濃縮後 pH 2.2 クエン酸緩衝液で一定量とした。ここから一部をアミノ酸自動分析計で測定した。

(5) 筋肉硬度 (テクスチャー) の測定 天然および養殖魚とも、皮および骨を除去し、幅、厚さ、長さをは

Table 3. Mineral contents of six species of wild and cultured fishes

		(mg/100 g wet matter)						
Sample No.*1	Analyzed portion*2	Na	K	P	Ca	Mg	Fe	Zn
1 (W)	D	181	314	284	6	36	0.5	0.4
	V	199	316	292	6	35	0.7	0.6
	T	174	327	272	5	34	0.7	0.3
	(C) D	152	384	290	7	37	0.8	0.5
	V	138	358	266	6	34	0.6	0.5
	T	158	373	275	6	35	0.6	0.5
2 (W)	D	164	339	243	14	32	1.1	0.5
	V	178	279	215	18	32	0.7	0.5
	T	162	346	240	18	30	0.7	0.6
	(C) D	169	368	236	14	31	1.0	0.8
	V	187	305	220	16	31	0.7	0.5
	T	165	343	239	16	29	0.9	0.8
3 (W)	W	162	255	199	15	22	0.9	0.7
	(C) W	168	316	240	16	23	1.1	0.8
4 (W)	D	97	468	295	16	36	1.7	0.3
	V	105	408	263	15	42	0.9	0.4
	T	121	436	289	13	35	1.4	0.3
	(C) D	120	431	282	13	36	0.8	0.4
	V	134	364	227	10	31	0.9	0.3
	T	132	433	280	10	34	0.7	0.4
5 (W)	D	98	456	238	17	31	0.3	0.4
	V	111	404	228	11	30	0.6	0.4
	T	108	414	242	17	32	0.9	0.4
	(C) D	132	442	280	17	34	1.0	0.6
	V	102	480	288	13	33	0.8	0.4
	T	100	448	280	19	35	1.7	0.4
6 (W)	D	189	300	234	11	27	0.7	0.4
	V	186	308	236	12	28	0.6	0.4
	T	171	277	216	13	22	0.7	0.6
	(C) D	134	356	253	11	27	0.7	0.4
	V	149	342	237	12	28	0.9	0.4
	T	132	370	238	10	27	0.9	0.4

*1,2 See Tables 1 and 2.

ば同じになるように切りそろえ、背部のテクスチャーを測定した。テクスチュロメーターの測定条件は前報⁹⁾と同じで、測定は9回行ない、その平均値を求めた。

(6) 色調の測定 天然と養殖魚をそれぞれ後述するように魚種によって測定部位をかえ、鱗付状態の魚皮を(L, a, b)値を用いて色調を測定した。また、色差(ΔE)は $\sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ の計算により求めた。

結果および考察

一般成分および無機質含量 天然および養殖魚の一般成分をTable 2に示す。今回分析した6魚種の水分含有量は、天然魚で68~79% (平均74.7%)、養殖魚で64~74% (平均71.6%)とほとんど差は認められなかった。ヒラメの養殖魚以外の魚種では腹部の水分含量は背部、尾部に比べて心持ち少なかった。一方、脂質含量は腹部が一番高く、この傾向はカンパチ、シマアジおよびマダイの養殖魚で顕著であった。平野ら⁸⁾は養殖アユでは背肉は腹肉よりも脂質含量が高いと報告しているが、今回著者らは可食部全体で測定したため、この傾向をつかむことが出来なかった。

養殖魚の脂質含量が天然ものより高い傾向を示す事は、従来から知られていた事実であり、ハマチ、⁹⁾ マダイ、⁹⁾ マアジ⁹⁾では部位によっても異なるが、その含量は養殖魚で天然魚の4~21倍もある。しかし、今回分析した6魚種の平均は約2.4倍であった。このことは養殖魚は出荷前の餌止めや飼餌料の改善が大きな効果をもたらした、以前のものに比べ天然魚に近づいていると推察した。一方、無機質含量はTable 3に示すように、全魚種とも天然および養殖魚間にはほとんど差は認められなかった。マアジについて以前調査した際も無機質含量に差が認められなく、⁹⁾ 後述の脂肪酸組成や遊離アミノ酸と異なり、無機質は飼餌料に影響を受けにくい性質があると考えられる。

脂肪酸組成 6魚種の天然および養殖魚の脂肪酸組成をTable 4に示す。脂肪酸組成は魚種によって天然と養殖魚に差の認められるものと認められないものがあった。このうち飽和脂肪酸では今回分析した全魚種とも、天然と養殖魚間の差は小さかった。なお、飽和脂肪酸はC_{16:0}とC_{18:0}の和は25~33%を占め、特にC_{16:0}が19~30%と大部分を占めていた。一方、不飽和脂肪酸では差のあるものとなないものがあり、前者にはアユ、カンパチがあり後者にはマダイ、スズキ、ヒラメ、シマアジがあった。一般に魚類組織の脂質は飼餌料の脂質の影響を受けることが常識となっており、特に天然アユは飼料の珪藻類から、また、養殖アユは配合飼料から影響を受けると平野ら^{8,14)}が報告している。今回の結果でも天然アユにはC_{16:1}、C_{18:3}が高含量で、一方、養殖アユではC_{16:1}、C_{18:2}、C_{22:6}が高く、¹⁾ その結果はよく一致していた。データには示さなかったが、ウナギでの比較では、養殖魚にはC_{18:1}の含有量が天然魚に比べ高くでいることから、淡水魚は海産魚より、不飽和脂肪酸の組成は飼餌料から影響を受けやすい傾向を持つとも考えられる。また、佐藤ら、¹⁵⁾ 岩田ら¹⁶⁾はヒラメを用いた実験で、天然と養殖魚の脂肪酸組成は大幅な差はないと報告しているが今回の分析でも同様の結果であった。一方、カンパチではC_{20:5}やC_{22:6}などの高度不飽和脂肪酸に天然と養殖魚間に差が認められた。養殖ウナギは天然魚に比べて高度不飽和脂肪酸を多く含むという報告¹⁷⁾もあり、これらの脂肪酸は飼餌料としてよく利用されるイワシやサンマから影響を受けているとも考えられる。また、産地や養成方法の違いによるマダイの脂肪酸組成¹⁸⁾や魚介類の脂肪酸組成データ集¹⁹⁾と比較した場合、マダイ、スズキ、シマアジの高度不飽和脂肪酸に差があり、これは試料の採取場所、環境、飼餌料および脂質の分離方法にも影響を受けるためと思われる。

これらの事実から、魚類の筋肉組織の脂肪酸組成は魚

Table 4. Fatty acid composition of six species of wild and cultured fishes

														(%)
Sample No.*		14:0	15:0	16:0	17:0	18:0	16:1	18:1	18:2	18:3	20:1	20:3	20:5	22:6
1	W	3.3	0.5	24.2	0.8	6.4	5.8	17.2	0.7	0.1	1.0	3.9	6.6	12.9
	C	4.9	0.5	19.4	1.1	4.9	8.2	18.1	2.5	0.8	2.7	0.7	8.0	12.9
2	W	3.1	0.5	20.8	0.9	4.2	11.4	16.8	0.8	0.5	1.2	1.2	10.2	13.4
	C		—	18.7	—	2.9	8.6	16.8	1.4	0.7	3.2	1.2	10.2	14.7
3	W	4.3	—	26.4	2.3	2.4	18.3	9.0	1.7	6.8	0.1	0.6	7.3	3.4
	C	3.7	—	29.9	—	3.5	8.9	21.2	8.8	0.9	3.3	0.5	2.7	7.9
4	W	4.3	0.7	23.4	0.7	6.1	5.9	18.1	1.0	0.6	2.5	1.5	5.8	18.0
	C	6.0	0.5	20.9	—	4.8	8.5	19.1	1.0	0.6	1.8	1.4	9.2	10.9
5	W	6.4	0.6	20.6	0.5	3.8	7.4	11.3	1.1	0.5	2.4	2.1	9.6	17.4
	C	4.8	0.6	26.3	—	4.8	5.4	12.0	0.9	0.4	1.5	1.5	6.9	20.5
6	W	4.4	0.6	27.6	0.7	0.3	7.6	20.4	0.9	0.6	0.7	1.5	6.4	12.1
	C	5.8	0.5	24.1	0.8	4.7	9.5	20.5	0.9	0.5	1.6	1.0	7.2	10.2

* See Table 1.

Table 5. Free amino acid contents of six species of wild and cultured fishes

(mg/100 g wet matter)

Sample No.* ¹	1		2		3		4		5		6	
Amino acid	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C	W	C
P-Ser* ²	0.2	0.1	0.5	0.7	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2
Tau	220	261	198.5	287.2	129	196.5	41.1	67.6	92.8	208	57.1	30.9
Asp	0	0	0.5	18.6	1.1	0.6	0	0	0.6	0.1	0.5	0.8
Thr	0.6	11.5	10.7	20.6	15.1	6.5	12.4	8.0	6.7	5.5	5.8	11.1
Ser	3.0	6.2	3.9	18.3	6.0	17.7	14.8	7.4	6.8	6.7	5.6	10.6
Glu	9.7	14.2	8.8	39.3	13.7	9.6	4.4	4.5	25.7	9.0	14.4	23.3
Gln	1.1	8.6	8.6	15.7	14.4	5.7	1.5	0	0	0.6	1.1	3.0
Gly	12.4	12.4	43.7	42.8	31.0	33.6	25.9	0	3.6	0	10.7	17.2
Ala	17.7	16.3	16.3	34.9	16.0	34.2	35.0	28.1	27.5	0	22.1	21.0
Cit* ²	4.7	0	1.5	1.8	0	0	0	0	1.0	0	0	0
Val	3.3	4.0	3.9	18.7	7.9	4.0	9.5	0	3.1	0	4.6	6.9
Cys	0.3	0.5	0	0.6	1.5	0	0.3	0	0.6	0.2	0.2	0
Met	1.6	1.7	1.5	16.0	2.7	2.8	5.5	2.2	2.2	1.0	2.8	3.3
Cyst* ²	0.8	1.1	0.6	0.6	3.2	1.6	0.8	0.4	3.2	2.0	0.4	1.5
Ile	2.4	3.2	2.1	13.2	3.9	2.5	8.6	2.6	3.8	1.2	2.7	4.8
Lue	3.8	4.5	4.3	30.9	6.2	4.0	11.7	4.1	3.5	1.8	4.8	7.3
Tyr	1.8	2.2	1.6	17.7	5.7	2.4	5.4	2.2	2.3	0.8	6.7	7.4
Phe	1.5	3.2	1.8	17.6	4.3	2.6	4.7	1.8	2.4	0.8	3.4	3.9
Trp	0.8	0	0	8.1	1.1	0	0.7	0	0.6	0	1.1	3.3
Orn	1.0	1.2	8.8	7.1	1.8	0.7	15.6	12.2	1.7	4.2	0.6	0.8
Lys	69.9	70.5	84.0	128.9	18.0	18.2	56.5	42.2	30.5	24.8	36.7	49.4
His	25.5	6.5	85.5	56.1	35.5	54.2	80.9	83.9	1.4	1.1	760.5	699.8
Ans* ²	4.1	3.4	0	27.0	159.1	43.5	20.1	0	21.8	0	4.7	4.6
Car* ²	2.5	0	0	27.1	10.6	2.1	8.6	0	2.3	3.4	0	0
Arg	6.5	7.2	13.0	31.1	8.5	3.3	11.7	6.4	5.5	8.1	5.5	8.9
Hypro* ²	0	0	1.7	2.9	2.3	4.5	0.4	0	0	2.7	0.7	0.5
Pro	2.5	2.3	16.5	18.8	57.1	30.4	4.7	4.0	8.2	3.4	2.6	3.2

*¹ See Table 1.*² P-Ser, phosphoserine; Cit, citruline; Cyst, cystathionine; Ans, anserine; Car, carnosine; Hypro, hydroxyproline.

Table 6. Dorsal muscle hardness of six species of wild and cultured fishes

(kg)

Sample No.* ¹	Muscle hardness* ²	
1	W	0.8
	C	0.4
2	W	0.6
	C	0.5
3	W	0.6
	C	0.8
4	W	0.7
	C	0.6
5	W	1.0
	C	1.7
6	W	0.7
	C	0.7

*¹ See Table 1.*² Muscle hardness was measured at 10 mm thickness, but that of ayu was measured at 6.6 mm.

種によっては飼餌料に影響を受けやすいものと、受けにくいものに分かれ、その影響を受ける脂肪酸は主に不飽和脂肪酸であり、飽和脂肪酸は影響を受けにくいと思われる。なお、この点については多魚種を使って検討したいと思っている。

アミノ酸組成 6 魚種の天然および養殖魚の遊離アミノ酸とペプチド含量を Table 5 に示す。遊離アミノ酸の中で特に高含量に含まれるのは Tau, Lys, および His

Fig. 1. Positions for Hunter color determination.

Table 7. Hunter color of six species in wild and cultured fishes

Sample No.* ¹	Position* ²		L-value* ³	a-value* ⁴	b-value* ⁵	Color difference (ΔE)
1	1	W	34.3	17.6	3.7	
		C	30.4	7.7	2.2	11.1
	2	W	53.8	0.8	8.8	
		C	47.0	-1.3	7.7	7.4
	3	W	47.1	21.6	3.4	
		C	48.3	13.1	2.4	10.6
	5	W	55.9	11.9	0.2	
		C	51.9	11.9	2.1	4.2
	6	W	60.8	4.7	3.4	
		C	61.1	5.6	5.2	3.5
	8	W	64.3	7.4	-3.2	
		C	60.0	10.1	0.6	7.7
	9	W	74.9	-6.8	3.0	
		C	70.1	4.9	7.3	13.5
	10	W	35.2	13.8	3.9	
		C	29.6	6.9	1.7	9.3
2	2	W	51.6	7.1	-0.5	
		C	40.2	1.5	7.1	14.9
3	2	W	51.2	1.6	9.9	
		C	56.8	-0.6	8.0	6.3
4	2	W	22.6	1.7	1.7	
		C	22.4	1.7	-0.4	2.2
	3	W	33.3	5.0	1.1	
		C	27.8	4.2	-0.2	5.7
	5	W	57.0	0.2	7.3	
		C	40.1	-1.5	4.7	17.2
	6	W	49.3	6.6	3.6	
		C	41.9	0.2	3.3	9.8
	8	W	61.8	2.0	4.3	
		C	48.1	1.7	2.7	13.8
	9	W	58.5	5.8	1.6	
		C	49.4	0.3	2.7	10.7
5 Eye-side	4	W	23.9	0.3	2.9	
		C	21.9	0.6	3.2	2.0
	5	W	24.4	0.4	1.9	
		C	22.8	1.3	3.7	2.6
	6	W	23.2	1.0	2.0	
		C	25.1	1.7	5.2	3.8
	7	W	23.2	0.9	3.1	
		C	23.4	1.0	4.9	1.9
	4	W	83.3	-0.6	7.6	
		C	85.6	-4.5	4.8	5.3
	5	W	84.4	-1.4	8.4	
		C	85.1	-4.4	3.6	5.7
	6	W	85.1	-1.8	6.0	
		C	82.9	-2.7	3.8	3.3
	7	W	84.3	-0.6	5.7	
		C	82.8	-2.6	2.8	3.8
6	2	W	29.8	1.7	0.8	
		C	28.9	1.7	-0.4	1.6
	6	W	45.8	-7.0	9.8	
		C	41.9	12.6	0.5	22.1

*¹ See Table 1.*² See Fig. 1.*³ L-value: lightness.*⁴ a-value: (+) numbers show red color and (-) numbers show green color.*⁵ b-value: (+) number show yellow color and (-) numbers show blue color.

であった。Tau はマダイ、スズキ、アユおよびヒラメには 129~287 mg/100 g の範囲で、また、カンパチやシマアジは 30~70 mg/100 g の範囲であり魚種により含量差があった。His はシマアジには 700 mg/100 g 前後含むが、マダイの養殖魚やヒラメでは 1~6 mg/100 g 前後と極端に少なかった。マダイやヒラメの His 含量の低いのは Konosu ら²⁰⁾ や岩田ら¹⁰⁾ の結果とよく一致していた。また、Lys はスズキの養殖魚のみ 100 mg/100 g 以上含んでいたが他は 18~84 mg/100 g の範囲であった。以上のアミノ酸以外に魚種間で特徴的な差を示すものは Glu, Gly, Ala, Pro, Arg, Car および Ans などがあった。これらのアミノ酸やペプチドには天然と養殖魚の含量に大差があり、その魚種との関係は Tau ではスズキ、アユ、ヒヤメ; Lys はスズキ; His はマダイ; Glu はスズキ、ヒラメ; Gly はカンパチ、ヒラメ; Ala はスズキ、アユ、ヒラメ; Ans はスズキ、アユ、カンパチ、ヒラメ; Car はマダイ、スズキ、アユ、カンパチ; Arg はスズキ、アユなどに認められた。このうち Ans は養殖アユでは天然アユの 1/3 程度と少なく須山ら²¹⁾ のデータとよく一致していた。また、スズキでは測定した 27 種のアミノ酸のうち 18 種類に差が認められた。しかしシマアジでは、ほとんど大きな差は認められなかった。山内ら²²⁾ はイシダイを異なる餌で飼育すると筋肉中の数種の遊離アミノ酸含量に影響を与えると報告している。また、鴻巣ら²³⁾ はマダイを用いた実験で、遊離アミノ酸やペプチドの一部には生息する地域によっても差が出るとも報告している。

以上のことから今回の 6 魚種を比較した場合明らかに天然魚と養殖魚の遊離アミノ酸とペプチド量に差が認められたことは、飼餌量と地域差からくるものと思われる。

筋肉硬度 6 魚種の筋肉強度 (テクスチャー) の測定結果を Table 6 に示す。養殖魚のテクスチャーが天然魚より明らかに柔らかい魚はマダイであり 1/2 の数値を示した。前述のように脂肪含量は養殖魚で約 3 倍程度高い値を示していたことから、マダイのテクスチャーは脂質量によって変化すると考えられ、先にマアジで報告した⁹⁾ と同様の傾向であった。スズキ、カンパチおよびシマアジの測定数値は、天然と養殖魚とで近似の値を示しているが、これらの魚種も明らかに養殖魚の方が脂質量が高く、また、魚体を取り扱った感覚的狀態では養殖魚の方が柔らかく感じられ、測定方法に検討が必要と思われた。ヒラメの場合は天然と養殖魚では脂質量がほぼ同程度であったが、養殖魚の方が高い値を示し、岩田ら¹⁰⁾ の結果と一致していた。一方、アユは養殖魚が天然魚に比べ脂質量が高いにもかかわらず、テクスチャーは硬い値を示した。今回測定したアユの背部は不完全神

経間棘部部分²⁴⁾に相当し、中性脂質が一番蓄積しやすい箇所にもかかわらず、テクスチャーが天然魚よりも硬い数値を示したのは、須山ら²¹⁾ が指摘しているように脂質の性状が異なることも一因と考えられ興味深い。

以上のことから、魚肉のテクスチャーと脂質量との間には魚種により、相関関係が正負入りまじっていた。また、特にスズキやヒラメは天然と養殖魚間に体長と体重に大差があったため、さらにブランジャー等をかえて種々の観点から測定する必要があると思われた。なお、今回分析した試料の K 値を Table 1 に示したが、鮮度測定指数の K 値とテクスチャー間には、今回の分析結果からは、何ら結論づけることができなかった。

天然と養殖魚間の色差 6 魚種の色差を測定するにあたり、魚体の大きさによって測定部位を変えた。測定部位の位置とそれに対応する魚種を Fig. 1 に示す。またその測定結果を Table 7 に示す。測定した全魚種において部位別の L, a, b 値には違いが認められた。天然と養殖魚では同部位における ΔE が特に著しい魚種はマダイ、アユ、シマアジ、スズキおよびカンパチであり、“感覚的な差が大いにある (much)” と判定される ΔE > 6.0 の値を超えていた。また、ヒラメでは特に無眼側で天然と養殖魚間に差があり、“著しく差が目立つ (appreciable)” と判定される ΔE > 3.0 の値を超えていた。一方、マダイでは天然魚が赤味が強く、白っぽい値を示したのに対して、養殖魚は赤味が弱く、黒っぽい値を示し、畑江²⁵⁾ らの報告と一致していた。データには示さなかったが以前に測定した養殖マダイの色差は天然魚と大差があり、今回測定した値はその差が小さくなっていた。このことからマダイの養殖技術、特に飼料、施設に工夫がなされ、従来のものと比べて色調はかなり改善されていると思われた。シマアジでは尾の部分で色差が顕著にあらわれ、天然魚が養殖魚に比べて黄緑色が強くでいた。カンパチは背の部分で差が著しく、天然魚の方が白っぽく、黄味の度合いが強かった。

以上のようにほとんど全魚種で天然と養殖魚間には色調に差があり、養殖魚の品質向上の面からも今後検討すべき課題と思われる。

要 約

6 魚種の天然および養殖魚の一般成分、無機質含量、脂肪酸組成、遊離アミノ酸含量、筋肉硬度および色調の変化を測定した。

(1) 6 魚種の水分含量は天然魚で平均 74%, 養殖魚で平均 71% と、ほとんど差がなかった。

(2) 養殖魚の脂質量は天然魚より高く、6 魚種の平均で約 2.4 倍であった。

(3) 無機質含量は天然と養殖魚間には差は認められ

なかった。

(4) 脂肪酸組成は天然と養殖魚間に差が認められ、特に不飽和脂肪酸にその差が顕著であった。

(5) 遊離アミノ酸含量はほとんど全魚種で天然と養殖魚間に差が認められ、その差のするアミノ酸は魚種によって違っていた。

(6) 筋肉硬度(テクスチャー)は天然魚に比べ養殖魚の方が柔らかい傾向を示したが、ヒラメとアユは養殖魚の方が硬かった。

(7) 色調は全魚種で明らかに天然と養殖魚の間に差が認められた。

マダイの試料提供に御尽力を頂いたグリーンカルチャー株式会社, 上田貞子氏に深謝する。

文 献

- 1) 志水 寛, 田多政実, 遠藤金次: 日水誌, **39**, 993-999 (1975).
- 2) 搦巢章二, 渡辺勝子: 日水誌, **42**, 1263-1266 (1976).
- 3) 佐伯清子, 熊谷 洋: 食衛誌, **20**, 147-150 (1979).
- 4) 平野敏行, 中村秀男, 須山三千三: 日水誌, **46**, 75-78 (1980).
- 5) 平野敏行, 須山三千三: 東水研報, **66**, 107-118 (1980).
- 6) 佐伯清子, 熊谷 洋: 食衛誌, **20**, 101-105 (1979).
- 7) 佐伯清子, 熊谷 洋: 日水誌, **50**, 1551-1554 (1984).
- 8) 佐伯清子, 熊谷 洋: 日水誌, **50**, 125-127 (1984).
- 9) 國崎直道, 鷹田 馨, 松浦宏之: 日水誌, **52**, 333-336 (1986).
- 10) 日本薬学会編: 衛生試験法注解, 第2刷, 金原出版, 東京, 1980, pp. 2-7.
- 11) 小原哲二郎, 鈴木隆雄, 岩尾裕之編: 食品分析ハンドブック, 第2版, 建帛社, 東京, 1975, pp. 280-283.
- 12) C. H. Fiske and Y. Subbarow: *J. Biol. Chem.*, **66**, 375-400 (1925).
- 13) 波多野博行: アミノ酸自動分析法, 第一版, 化学同人, 京都, 1964, p. 62.
- 14) 平野敏行, 須山三千三: 日水誌, **49**, 1459-1464 (1983).
- 15) 佐藤 守, 吉中禮二, 西中義裕, 森本晴之, 小島朝子, 山本義和, 池田静徳: 日水誌, **52**, 1043-1047 (1986).
- 16) 岩田伸弘, 菊池弘太郎, 武田重信, 清野通康: 電中研報, **U90018**, 1-19 (1990).
- 17) 金田尚志: ニューフードインダストリー: **24**, 12-14 (1982).
- 18) T. Morishita, K. Uno, T. Araki, and T. Takahashi: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **55**, 847-852 (1989).
- 19) 魚介類の脂肪酸組成表: 日本水産油脂協会, 光琳, 東京, 1989.
- 20) S. Konosu, K. Watanabe, and T. Shimizu: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **40**, 909-915 (1974).
- 21) 須山三千三, 平野敏行, 岡田憲明, 渋谷智晴: 日水誌, **43**, 535-540 (1977).
- 22) 山内謙三, 藤田真夫, 熊井英水, 中村元二: 近大農紀要, **6**, 99-102 (1973).
- 23) 畑江敬子, 李 敬姫, 土屋隆英, 島田淳子: 日水誌, **55**, 363-368 (1989).