

韓日両国の養殖マダイ肉質の体脂肪及び アミノ酸の含量比較*1

崔 鎮浩,*2 槌本 六良, 橘 勝康

A Comparative Study on Body Fat and Amino Acid Contents in Flesh of Red Sea Bream (*Pagrus major*) Cultured in Korea and Japan

Jin-Ho CHOI, Mutsuyosi TSUCHIMOTO, and Katsuyasu TACHIBANA

This study was designed to compare the contents of body fat and amino acid contents in flesh of red sea bream (*Pagrus major*) cultured in Yosu, Korea, and Nagasaki, Japan. In view of this purpose, body length and weight, Rohrer and T. M. indexes, body fat and its fatty acid contents, and amino acid contents were investigated.

Body length and weight of red sea bream cultured in Japan were significantly higher than those cultured in Korea. Obese degree estimated by Rohrer and T. M. indexes of red sea bream cultured in Japan were obviously higher than those cultured in Korea. The content of body fat estimated by T. M. index of red sea bream cultured in Japan was higher about two times than those cultured in Korea. The contents of essential fatty acids were high in red sea bream cultured in Japan, while ω -3 PUFA (polyunsaturated fatty acid) contents and ω -3/ ω -6 ratio were high in those cultured in Korea. The contents of essential amino acids in red sea bream were higher in Japan than in Korea, but there was no significant differences between total amino acid contents of red sea bream cultured in both Korea and Japan.

Key words: 養殖マダイ cultured red sea bream; 肉質 fleshy substance; 脂質組成 lipid composition; アミノ酸組成 amino acid composition

海洋は地球表面の70%を占め、また海洋には地球上の全動物種の80%が棲息し、海洋生物の種類は30門、50万余種にも達している。海洋生物のなかでも特に、魚貝類及び海藻類等の水産食品は、韓国人が摂取する動物性たんぱく質の50%以上を占め、たんぱく質の重要な供給源であると同時に、無機質とビタミンの供給源としても重要な地位を占めている。¹⁾ また、1970年代初めのデンマーク、アーアルボーグ病院グループ (Bang and Dyerberg, 1972) は、摂取食品と成人病の関連に関する疫学的調査により、

海洋獣や魚貝類等の水産食品を常食しているエスキモー人が、典型的な西歐式の陸上動物を多食している白人に比べて、動脈硬化や心筋梗塞、高血圧、狭心症、脳卒中等の成人病の発病率が非常に低いという事実を報告した。以後、海洋生物中の生理活性物質に対する関心が集中している。²⁾ 最近、このような知見を背景にして、水産食品の需要が急増しているが、その反面では魚資源の枯渇現象が深刻化し、獲る漁業から飼う漁業への転換が急がれる現況である。また、韓国においては近年、活魚の需要が爆発的に

*1 日韓両国における養殖漁業の比較研究-9 (A Comparative Study on Japanese and Korean Aquaculture-9).

*2 国立釜山水産大学校 (National Fisheries University of Pusan, Pusan, Korea).

増加しているが、養殖マダイにおいては養殖技術の向上によって生産量が顕著に増加したものの、天然マダイ漁獲高の激減のため、需要量をまかなうに至っていない。

一方、日本国では養殖マダイは肥満傾向にあるため食味の点で問題点が指摘されている。^{3, 4)} 韓国と日本国の養殖漁業においては、立地の選定、養殖方法、飼料等で差異があるのではないかと考えられる。このことは、養殖魚の肉質においても韓国産と日本国産の間で違いを生じさせていることが考えられる。

そこで、本研究では、韓日両国における養殖漁業の比較研究の一環として、養殖マダイの体脂肪およびアミノ酸の含量の違いが肉質に及ぼす影響について韓日両国産で比較検討した。

材料及び方法

1. 試料魚

試料魚には養殖産マダイ (*Pagrus major*) を使用した。1990年の8月に韓国の麗水 (Yosu) と日本国の長崎 (Nagasaki) の養殖場で、4匹ずつ無作為に採集し、本実験に使用した。なお両養殖場での採集日の違いは10日間であった。

2. 脂質組成の測定

試料魚の一定部位から普通筋を採取し、粉碎して秤量した後、クロロホルム-エタノール混液 (2:1, v/v) で振盪水槽中で3時間抽出し、それを減圧濃縮した。この脂質を塩化マグネシウム飽和アセトン溶液を用いて中性脂質と磷脂質を分画し、各構成脂質の組成は著者等の方法⁵⁾ によって TLC scanner で定量した。また、構成脂肪酸組成は著者等の方法⁶⁾ によって Instant methanolic-HCl kit 試薬 (Alltech GC reagent; IL) でメチル化した後、ガスクロマトグラフィーで分析、定量した。

3. アミノ酸含量の測定

筋肉中の総アミノ酸組成は、試料魚の一定部位から採取した普通筋を磨碎し、均質化した一定量を 6N-HCl と共にアンプル中に真空密閉した。これを 110°C で 24 時間加水分解した後、アミノ酸自動分析計 (LKB-4150) で分析した。さらに Cysteine は Mason 等の方法 (1980) で処理し分析した。⁷⁾

結果及び考察

1. 体型及び肥満度の比較

Table 1. Characteristics of red sea bream (*Pagrus major*) cultured in Korea and Japan

Characteristics	Yosu, Korea	Nagasaki, Japan
Total length (cm)	34.8 ± 3.6	41.8 ± 1.9
Body length (cm)	28.3 ± 2.8	34.6 ± 1.3
Body weight (g)	615.0 ± 90.0	1,289.0 ± 148.0
Body height (cm)	10.9 ± 1.0	13.7 ± 0.7
BH/BL ratio (%)	38.7 ± 1.9	39.5 ± 0.7
Caudal fin rate (%)	23.2 ± 2.5	20.9 ± 1.2
Rohrer index (×10 ³)*	26.8 ± 1.8	31.0 ± 2.1
T. M. index**	49.0 ± 2.8	58.3 ± 3.8
Body fat content***	6.4 ± 0.4	11.8 ± 0.8

* Rohrer index: $W/L^3 \times 10^3$,

** T. M. index: $W/L^{2.823} \times 10^3$,

*** Body fat (g/100g) estimated: $0.581 \times T. M. index - 22.03$.

Table 1 に示すように、本実験に使用した韓国の麗水 (Yosu) と日本国の長崎 (Nagasaki) の養殖場から購入した両国の養殖マダイは、体格に相当な差異があり、韓国産が日本国産に比べて体長及び体重とも顕著に小さい傾向であった。この点については、韓日両国養殖場の水質、水温、飼料等の相違と溶存酸素量の違い等の生育環境の相違に起因しているのではないかと考察される。

肥満度について、Rohrer index で比較すると、日本国産が韓国産より顕著に肥満傾向を示し、また体長の長短の要因を除いた著者等が提唱している T. M. index⁸⁾ においても、同様な顕著な差異が認められた。さらに T. M. index より推定した推定体脂肪含量を比較すると、日本国産が韓国産よりも約 2 倍程高かった。この点については、韓国産がほとんど大部分を生飼料に依存しているのに対して、日本国産は配合飼料 (生飼料と加工飼料の配合) を使用していることに起因し、摂餌量に違いが生じたためではないかと考察される。

2. 肉質の脂質組成

Table 2 に示すように、養殖マダイ肉質中の脂質成分を韓日両国産で比較すると、総脂質の含量は日本国産 (Nagasaki) が 4.70% で顕著に高い反面、韓国産 (Yosu) は 2.77% で相対的に低かった。従って、韓国産 (Yosu) の養殖マダイは日本国産 (Nagasaki) のそれに比べて体脂肪含量が相対的に少ない傾向があり、韓国産の養殖マダイが優れていた。しかし、中性脂質では韓国産が、磷脂質では逆に日本国産が若干高く、従って中性脂質に対する磷脂質の比率

(PL/NL ratio) では日本国産が高いという興味ある事実が認められた。

養殖マダイ筋肉中の中性脂質の組成を比較すると、Table 3 に示すように、肥満傾向が顕著な日本国産 (Nagasaki) が韓国産 (Yosu) に比べて、Monoglyceride (MG), Diglyceride (DG), Free sterol 及び Free fatty acid (FFA) の含量が低かった反面、中性脂質の大部分を占める Triglyceride (TG) の含量が顕著に高かった。即ち日本国産の肥満度が韓国産に比べて大きかった点と Triglyceride (TG) 含有量の差異がよく一致していた。

磷脂質の組成を比較すると、Table 4 に示すように、磷脂質の主成分である Phosphatidyl choline (PC) 含量はほとんど同じであったが、Free fatty acid (FFA) 含量は日本国産が高い反面、Phosphatidyl ethanolamine (PE) と Phosphatidyl serine (PS) の含量は韓国産が高い傾向であった。

3. 肉質の構成脂肪酸の組成

養殖マダイ肉質中の総脂質を構成する脂肪酸組成を韓国産と日本国産で比較すると、Table 5 に示すように、韓国産 (Yosu) は Palmitic acid, Oleic acid, Linolenic acid, Arachidonic acid, Docosa-

hexaenoic acid (DHA) の含量が高い反面、日本国産 (Nagasaki) では Eicosenic acid, Eicosapentaenoic acid (EPA) の含量が高かった。しかし、総脂肪酸含量は、Table 6 に示すように、両国産で大きな差異は認められなかった。また、必須脂肪酸 (TEFA) 含量は日本国産が顕著に高い傾向であった。最近、成人病の予防効果の生理活性物質として注目され研究されている Omega-3 高度不飽和脂肪酸 (ω 3 PUFA) の含量は韓国産が若干高く、 ω 3/ ω 6 ratio も韓国産が相対的に高かった。この点に関して、著者等のコイとウナギの天然産と養殖産の比較研究結果において、必須脂肪酸 (TEFA) 含量は天然産が養殖産より高いのに対して、 ω 3-高度不飽和脂肪酸含量と ω 3/ ω 6 ratio は逆に養殖産が天然産に比べて高いことを報告した。⁹⁻¹¹⁾ この知見から考えると、生理活性物質の産生においては韓国産が日本国産よりも優れていると考察される。

4. 肉質の構成アミノ酸の組成

養殖マダイ肉質中のアミノ酸組成を韓日両国産で比較すると、Table 7 and 8 に示すように、個別アミノ酸含量では大きな差異は認められなかったが、中性アミノ酸と含硫アミノ酸、そして芳香族アミノ

Table 2. Compositions of total lipids in flesh of red sea bream (*Pagrus major*) cultured in Korea and Japan

Cultured area	Total lipid (g/100g WB)	Neutral lipid (%)	Phospholipid (%)	PL/NL ratio
Yosu, Korea	2.77±0.74	61.46±2.86	38.54±2.03	0.63
Nagasaki, Japan	4.70±1.34	58.54±3.77	41.46±2.54	0.71

Table 3. Neutral lipid compositions in flesh of red sea bream (*Pagrus major*) cultured in Korea and Japan

Cultured area	MG	FS	DG	FFA	TG
Yosu, Korea	2.85±1.23	3.99±0.89	2.11±0.63	3.17±0.85	87.65±4.10
Nagasaki, Japan	0.83±0.53	2.09±0.81	0.92±0.11	1.11±0.38	94.01±1.72

MG: monoglyceride; FS: free sterol; DG: Diglyceride; FFA: free fatty acid; TG: triglyceride.

Table 4. Phospholipid compositions in flesh of red sea bream (*Pagrus major*) cultured in Korea and Japan

Cultured area	PS	PE	PC	FFA
Yosu, Korea	10.06±2.42	14.82±1.60	67.30±2.18	7.83±2.54
Nagasaki, Japan	9.15±3.82	11.43±0.65	67.27±8.30	10.14±3.79

PS: phosphatidyl serine; PE: phosphatidyl ethanolamine; PC: phosphatidyl choline; FFA: free fatty acid.

Table 5. Compositions of fatty acid in flesh of red sea bream (*Pagrus major*) cultured in Korea and Japan

Fatty acid	Yosu, Korea	Nagasaki, Japan
14 : 0	3.21±0.03	3.84±0.19
15 : 0	0.64±0.05	0.30±0.02
16 : 0	20.12±0.16	18.33±0.77
17 : 0	1.06±0.03	0.61±0.10
18 : 0	4.84±0.36	3.64±0.35
20 : 0	0.16±0.03	0.06±0.01
Sub-total	30.03±0.66	26.78±1.44
14 : 1 ω 9	0.06±0.01	0.06±0.01
16 : 1 ω 7	5.10±0.50	5.35±0.73
18 : 1 ω 9	25.71±1.80	23.63±0.54
20 : 1 ω 9	3.45±0.31	8.21±0.46
22 : 1 ω 9	1.17±0.19	2.85±0.32
Sub-total	35.49±2.81	40.10±2.06
18 : 2 ω 6	1.50±0.13	5.50±0.10
18 : 3 ω 3	0.98±0.13	0.29±0.01
18 : 4 ω 3	0.62±0.06	0.90±0.03
20 : 2 ω 6	0.23±0.06	0.23±0.01
20 : 4 ω 6	1.24±0.10	0.91±0.07
20 : 5 ω 3	3.22±0.26	5.25±0.29
22 : 4 ω 6	0.25±0.05	0.38±0.01
22 : 5 ω 6	0.86±0.21	0.16±0.05
22 : 5 ω 3	2.42±0.15	2.65±0.17
22 : 6 ω 3	18.73±1.58	13.64±1.23
Sub-total	30.05±2.73	29.91±1.97
Total	95.57±6.20	96.79±5.47

Table 6. Compositions of fatty acid in flesh of red sea bream (*Pagrus major*) cultured in Korea and Japan

Fatty acids	Yosu, Korea	Nagasaki, Japan
Saturated acid	30.03±0.66	26.78±1.44
Monoenoic acid	35.49±2.81	40.10±2.06
Polyenoic acid	30.05±2.73	29.91±1.97
Total	95.57±6.20	96.79±5.47
TUFA/TSFA	2.18	2.61
TPEA/TMEA	0.85	0.75
TPEA/TSEA	1.00	1.12
TEFA (%)	3.72	6.70
ω3-PUHA (%)	25.97	22.73
ω3/ω6 ratio	6.37	3.67

TUFA: total unsaturated fatty acid; TSFA: total saturated fatty acid; TPEA: total polyenoic acid; TMEA; total monoenoic acid; TEFA: total essential fatty acid; ω3-PUFA: ω3-polyunsaturated fatty acid.

酸の含量は日本国産 (Nagasaki) が高かった反面, 酸性アミノ酸と塩基性アミノ酸の含量は韓国産 (Yosu)

Table 7. Contents of total amino acid in flesh of red sea bream (*Pagrus major*) cultured in Korea and Japan

(mg/100g wet basis)		
Amino acids	Yosu, Korea	Nagasaki, Japan
Glycine	579.4± 38.9	696.8±112.3
Alanine	474.0± 37.2	441.7±113.7
Valine	327.4± 42.9	338.9± 46.6
Leucine	866.3± 80.5	910.8±189.9
Isoleucine	222.9± 46.9	172.4± 70.9
Sub-total	2,470.0±246.4	2,560.6±533.4
Serine	553.6± 53.7	554.6± 79.9
Threonine	455.2± 66.1	478.3± 66.4
Sub-total	1,008.8±119.8	1,032.9±146.3
Aspartic acid	957.3± 56.3	914.8±175.3
Glutamic acie	1,665.5±124.0	1,491.2±249.2
Sub-total	2,622.8±180.3	2,406.0±424.5
Lysine	799.2±103.2	755.0±113.3
Arginine	562.7± 62.9	609.2± 92.0
Histidine	959.5± 98.1	908.4±126.0
Sub-total	2,321.4±264.2	2,272.6±331.3
Cysteine	21.5± 3.1	21.7± 2.9
Methionine	406.4± 58.1	464.5± 70.7
Sub-total	427.9± 61.2	486.2± 73.6
Phenylalanine	462.3± 54.6	503.2± 60.7
Tyrosine	411.8± 47.8	440.4± 72.2
Tryptophan	365.0± 59.1	482.4± 78.3
Sub-total	1,239.1±161.5	1,426.0±211.2
Total	10,090.0±1,033.4	10,184.3±1,720.3

Table 8. Contents of essential amino acid in flesh of red sea bream (*Pagrus major*) cultured in Korea and Japan

(mg/100g wet basis)		
Essential amino acid	Yosu, Korea	Nagasaki, Japan
Isoleucine	222.9± 46.9	172.4± 70.9
Leucine	866.3± 80.5	910.8±189.9
Lysine	799.2±103.2	755.0±113.3
Methionine	406.4± 58.1	464.5± 70.7
Phenylalanine	462.3± 54.6	503.2± 60.7
Threonine	455.2± 66.1	478.3± 66.4
Tryptophan	365.0± 59.1	482.4± 78.3
Valine	327.4± 42.9	338.9± 46.6
Total	3,904.7±511.4	4,105.5±696.8

が相対的に高い傾向であった。しかし, 総アミノ酸含量は日本国産が韓国産よりわずかに高い傾向であったが, その差異に有意性は認められなかった。必須アミノ酸含量を比較すると, Table 8 に示すように, 日本国産が韓国産に比べて高い傾向を呈し, そ

の差異は有意であった。

著者等はこれまで、タンパク質及びアミノ酸の組成についてコイとウナギの天然産と養殖産の比較を行い報告した。¹²⁾ この知見によると、構成アミノ酸の組成は魚種により若干差異が認められたが、特定のアミノ酸に著しい高低は認められなかった。本研究における韓日両国産の養殖マダイにおいても同様な傾向であった。

文 献

- 1) 韓国経済研究院食糧需給表 (1990).
- 2) 崔 鎮浩, 金 一星, 金 在一, 尹 泰憲: 海藻類成分の老化抑制作用に関する研究-2, 肝臓細胞中の老化抑制作用の調節成分としてアルギン酸の投与効果, 韓国水産学会誌, 25(3), 181 (1990).
- 3) 高良治江, 藤尾ミツ子, 大里進子, 土居達也, 三嶋敏雄, 橘 勝康, 植本六良: 養殖マダイにおける肥満度と体構成成分との関係, 日水誌, 56(8), 1279-1284 (1990).
- 4) 大里進子, 宮田克也, 松尾重巳, 伊藤太郎, 高良治江, 三嶋敏雄, 橘 勝康, 植本六良: 養殖マダイの成長に伴う魚体内各部中脂肪量の変化, 日水誌, 57(5), 905-913 (1991).
- 5) 崔 鎮浩等: 淡水魚の脂質に関する研究-1, フナ (*Carassius auratus*) の部位別脂質成分の分布, 韓国水産学会誌, 17(4), 333 (1984).
- 6) J. H. Choi and B. P. Yu: The effect of food restriction on kidney membrane structures of aging rat, American Aging Association, 12, 133 (1989).
- 7) 崔 鎮浩等: 天然及び養殖コイとイスラエルコイの構成アミノ酸に対する比較研究, 韓国水産学会誌, 18(6), 545 (1985).
- 8) 宮田克也, 植本六良: 養殖マダイの肉質改善に関する研究-XIII, 養殖マダイの体脂肪量を評価する体格指数に関する研究, 日本水産学会秋季大会講演要旨集, 108 (1989).
- 9) 崔 鎮浩等: 淡水魚の脂質に関する研究-6, 天然及び養殖カムルチーの脂質成分の比較, 韓国水産学会誌, 18(4), 309 (1985).
- 10) 崔 鎮浩等: 淡水魚の脂質に関する研究-7の天然及び養殖ウナギの脂質成分の比較, 韓国水産学会誌, 18(5), 439 (1985).
- 11) 崔 鎮浩等: 淡水魚の脂質に関する研究-8, 天然及び養殖コイとイスラエルコイの脂質成分の比較, 韓国水産学会誌, 18(5), 447 (1985).
- 12) 崔 鎮浩等: 天然及び養殖産ウナギの蛋白質及びアミノ産の組成比較研究, 韓国水産学会誌, 19(1), 60 (1986).