養殖及び天然マダイの脂質成分の比較

大島 敏明・和田 俊・小泉 千秋

(1982 年 12 月 24 日受理)

Comparison of Lipids between Cultured and Wild Sea Breams

Toshiaki OHSHIMA, Shun WADA, and Chiaki KOIZUMI*

The lipids of cultured sea bream was analyzed by GLC and HPLC and compared with that of wild sea bream. The results obtained are as follows: (1) The lipid content of cultured sea bream is higher than that of the wild one. (2) In the fatty acid composition of non-polar lipid, percentages of $C_{14:0}$, $C_{18:3}$, $C_{20:4}$, $C_{20:5}$, and $C_{22:6}$ in cultured fish are higher than those in the wild one, while percentages of $C_{16:1}$, $C_{18:0}$, and $C_{18:1}$ lower. (3) In the fatty acid composition of phosphatidylcholine, percentage of $C_{22:6}$ in cultured fish is higher than that in the wild one, while percentages of $C_{16:1}$, $C_{20:4}$, $C_{20:5}$, $C_{22:4}$, and $C_{22:5}$ lower. (4) In the case of phosphatidylethanolamine, percentages of $C_{19:0}$ in cultured fish is higher than those in the wild one, while percentages of $C_{20:4}$, $C_{20:5}$, $C_{22:4}$, and $C_{22:5}$ lower.

In addition, some differences in the triglyceride compositions based on the total acyl carbon and partition number were found between cultured and wild sea breams.

近年、魚類の養殖技術の発展に伴って、養殖魚の生産量は増大するとともに、養殖対象魚種も次第に増加している。今後もこの傾向は続くものと予想され、食生活における養殖魚の重要性は益々高まるものと思われる。

しかしながら、養殖魚に関する食品化学的研究¹⁻¹¹⁾は比較的少ない。特に重要な養殖対象魚の一つであるマダイについては、片山ら⁵⁾が carotenoid を、鴻巣ら⁸⁾がエキス成分をまた佐伯ら⁷⁾が一般成分を養殖魚と天然魚で比較した研究があるに過ぎない。

著者らは、養殖魚の品質を脂質成分の面から評価する研究の一環として、すでにアユ¹²⁾およびブリ¹³⁾について養殖および天然魚の脂質の性状を比較し、報告した。ここでは、養殖および天然マダイの脂質の性状について比較検討したので、その結果について報告する。

実験方法

供試魚 養殖マダイ *Chrysophrys major* は体長 38 cm, 体重 1.05 kg のものと体長 38 cm, 体重 1.15 kg のものを、また天然マダイは体長 36 cm, 体重 0.77 kg のものと体長 35 cm, 体重 0.69 kg のものを、それぞれ2尾宛 1982 年5月に千葉県千倉町で入手し、供試した。養殖マダイの飼料はイワシ類で、出荷時期が近づくとイワシ類にオキアミを混合することであった。

脂質の抽出及び分画 供試魚は、まず三枚におろした

のち、側線に沿って背肉と腹肉とに二分する。2尾の養殖および天然魚から得られた背肉および腹肉は、それぞれ一緒にし、皮、骨および血合肉を除いたのち、全脂質 (TL) を BLIGH および DYER 法¹⁴⁾で抽出した。従って、結果は2尾の平均値となる。なお、調理に際し腹肉の腹腔に相当する部分は除去した。TL の極性脂質区 (PL) と非極性脂質区 (NL) への分画は前報¹²⁾におけると同様に行った。

脂肪酸組成及びトリグリセリド組成の分析 前報¹²⁾におけると同様に行った。

NL 及び PL の HPLC 前報¹²⁾におけると同様に行った。

結果及び考察

脂質含量 供試した養殖および天然マダイの脂質含量を Table 1 に示す。養殖および天然魚ともに背肉の脂質含量は腹肉とほぼ同様であったが、養殖魚と天然魚を比較すると養殖魚では天然魚の約2倍であった。一般に、魚肉の脂質含量は背肉より腹肉の方が高いのが普通であるが、本研究で用いたマダイでは両者とも脂質含量はほぼ同じであった。恐らく、腹腔に相当する最も脂質含量の高い部分を除去したためと思われる。

脂肪酸組成 TL, NL および PL の脂肪酸組成を Table 2 および3に示す。いずれの脂質区でも背肉と腹肉との間にほとんど差異は認められなかった。TL およ

* 東京水産大学食品生産学学科 (Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato, Tokyo 108, Japan).

Table 1. Lipid contents of cultured and wild sea breams

Lipid*	(% on wet base)			
	Cultured		Wild	
	Dorsal muscle	Ventral muscle	Dorsal muscle	Ventral muscle
TL	1.95	2.04	1.05	1.00
NL	1.26	1.36	0.35	0.44
PL	0.69	0.69	0.70	0.57

* TL, Total lipid; NL, Non-polar lipid; PL, Polar lipid.

Table 2. Fatty acid compositions of TL, NL, and PL of cultured sea bream

Fatty acid	(wt %)					
	Dorsal muscle			Ventral muscle		
	TL	NL	PL	TL	NL	PL
14:0	4.0	5.0	0.6	4.8	5.5	0.7
15:0	0.7	0.5	0.7	0.6	0.6	0.5
16:0	19.4	16.8	26.4	17.7	17.1	27.8
:1	7.3	8.7	2.0	8.0	8.8	1.8
:2	1.0	1.3	tr	1.0	1.2	tr
17:0	tr	tr	1.0	tr	tr	1.1
18:0	5.7	4.7	8.5	5.0	4.6	9.6
:1	16.9	18.8	10.5	18.2	19.7	10.3
:2	2.0	2.4	1.6	2.1	2.3	1.2
:3	4.0	5.0	1.3	4.5	5.0	1.1
20:0	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5	tr
:2	1.5	2.1	0.4	1.7	2.0	1.4
:4	3.3	3.5	2.6	3.4	3.5	2.7
:5	8.7	9.9	5.6	9.5	9.2	5.3
22:0	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
:4	2.1	2.3	0.8	2.2	2.0	1.0
:5	4.2	4.4	4.1	4.4	4.4	4.0
:6	17.7	12.6	33.0	15.2	12.5	30.7
23:0	0.7	1.2	0.5	1.2	1.1	0.5

び NL の主な構成脂肪酸は C_{16:0}, C_{22:6}, C_{18:1}, C_{16:1}, C_{18:0}, C_{20:5} などであり, このうち C_{22:6} の TL における組成比は比較的に高かった。これは, 魚肉の脂質含量が低かったために, TL の脂肪酸組成に C_{22:6} の組成比の高い PL の影響が強く現われたことによる。PL の脂肪酸組成では, C_{22:6}, C_{18:0}, C_{19:1}, C_{20:5}, C_{19:0} などが主な構成脂肪酸であった。

TL の脂肪酸組成は, NL および PL の脂肪酸組成から成るので, NL および PL について養殖魚と天然魚を比較すると, 脂肪酸組成に多くの相違が認められた。まず, NL の脂肪酸組成では, C_{14:0}, C_{18:3}, C_{20:4}, C_{20:5} および C_{22:6} の組成比は天然魚より養殖魚で高く, 一方 C_{16:1}, C_{19:0} および C_{19:1} の組成比は天然魚の方が高かった。PL の脂肪酸組成では, C_{18:0}, C_{18:0}, C_{18:1} および C_{22:6} の組成比は天然魚より養殖魚に高く, 一方 C_{20:4},

Table 3. Fatty acid compositions of TL, NL, and PL of wild sea bream

Fatty acid	(wt %)					
	Dorsal muscle			Ventral muscle		
	TL	NL	PL	TL	NL	PL
14:0	1.6	2.9	0.8	2.1	3.3	0.6
15:0	1.4	0.8	1.3	1.2	0.8	1.5
16:0	21.0	18.1	23.0	20.3	18.2	22.8
:1	5.4	10.2	2.8	7.6	10.4	2.6
:2	0.9	1.4	0.6	0.9	1.4	0.5
17:0	1.2	tr	1.2	tr	tr	1.5
18:0	7.6	7.6	7.4	7.3	7.2	7.3
:1	14.7	23.5	8.9	16.5	22.6	8.5
:2	1.0	1.7	0.8	1.2	1.7	0.7
:3	1.9	4.1	0.6	2.3	3.9	0.6
20:0	0.2	0.5	tr	0.3	0.5	0.1
:2	0.8	2.0	0.3	1.1	2.0	0.3
:4	4.7	2.7	6.2	4.3	2.7	6.4
:5	8.4	6.2	8.9	7.8	6.8	9.0
22:0	0.3	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3
:4	2.7	2.8	2.3	2.6	2.2	2.1
:5	6.0	5.7	6.9	5.9	5.1	7.2
:6	19.3	7.5	27.3	17.0	9.1	27.5
23:0	1.1	1.9	0.5	1.2	1.6	0.5

Table 4. Triglyceride compositions based on their total acyl carbon of the NL in cultured and wild sea breams

Total acyl carbon	(wt %)			
	Cultured		Wild	
	Dorsal muscle	Ventral muscle	Dorsal muscle	Ventral muscle
46	0.9	1.4	tr	tr
48	3.6	5.0	3.1	3.2
50	9.7	10.3	12.3	10.0
52	16.2	17.3	21.1	21.4
54	20.3	20.0	21.1	19.3
56	19.2	18.8	18.3	18.0
58	15.1	14.4	13.6	14.4
60	10.6	7.9	7.1	9.2
62	4.5	5.0	3.4	4.5
64	tr	tr	tr	tr

C_{20:5}, C_{22:4}, C_{22:5} などの高度不飽和脂肪酸の組成比は天然魚の方が高かった。

本研究に用いた養殖マダイの飼料はイワシ類が主体であったが, 天然マダイの飼料は明らかでない。一般に, 魚類の内臓諸器官や筋肉組織の脂質の性状は餌飼料に含まれる脂質の影響を著しく受けるといわれている¹⁹⁾。従って, 本研究で用いた天然マダイは養殖マダイとかなり異なった餌料を摂取していたものと推定される。

トリグリセリド組成 acyl 基の総炭素数に基づくト

Fig. 1. Elution patterns in HPLC of triglycerides of sea breams. Figures on the chromatogram are PN. PN, partition number = total acyl carbon number $- 2 \times$ (number of double bond).

Fig. 2. Elution pattern in HPLC of phospholipids of cultured sea bream. PE, phosphatidylethanolamine; PC, phosphatidylcholine.

リグリセリド組成を Table 4 に示す。いずれの NL も総炭素数が 46 から 64 までの偶数炭素のトリグリセリドで構成され、背肉と腹肉との間には明瞭な相違は認められなかった。しかし、養殖魚と天然魚とを比較すると、最も組成比の高いトリグリセリドは養殖魚では総炭素数が 54 および 56 のものであるのに対し、天然魚では 52 および 54 で、特に両者間に 52 のトリグリセリドの組成比に明瞭な相違が認められた。このことは、養殖魚の NL の脂肪酸組成に炭素数の大きい脂肪酸の組成比が高いのに対し、天然魚では炭素数の小さい脂肪酸の組成比が高かったことと関係しているものと推定される (Table 2 および 3)。

トリグリセリドの HPLC パターンを Fig. 1 に示す。

この場合にも背肉と腹肉とではほぼ同様なパターンを示したが、養殖魚と天然魚では明らかに相違した。すなわち、いずれのクロマトグラムにも partition number (PN)²⁰⁾ が 44 から 54 までの 6 個のピークまたは肩が現われるが、このうち最大のピークは養殖魚では PN44 であるのに対し、天然魚では PN 46 で、PN 44 の流出位置には小さな肩が現われるのみであった。PN の小さいトリグリセリドは、炭素数の小さい脂肪酸か、不飽和度の高い脂肪酸か、あるいはその両者を構成脂肪酸とするものである。Table 2 及び 3 の NL の脂肪酸組成が示すように、 $C_{22:6}$ の組成比が天然魚より養殖魚に高いことを考え併せると、養殖魚と天然魚との間には主として $C_{22:6}$ を含むトリグリセリドの組成比に相違があるものと推察される。

リン脂質 PL の HPLC パターンは養殖魚でも天然魚でも、また背肉でも腹肉でもほぼ同様であったので、養殖魚の背肉のクロマトグラムだけを Fig. 2 に示す。前報²¹⁾で述べたように、本研究における HPLC 条件では、リン脂質のうち phosphatidylethanolamine (PE), lysophosphatidylethanolamine (LPE), phosphatidylcholine (PC), sphingomyelin (SPM), lysophosphatidylcholine (LPC) がこの順序で流出する。しかし、Fig. 2 のクロマトグラムには PC と PE のピークしか現われないので、LPE, LPC および SPM はほとんど存在しないと思われる。

Table 5. Fatty acid compositions of PC and PE of cultured and wild sea breams

Fatty acid	PC				PE			
	Cultured		Wild		Cultured		Wild	
	Dorsal	Ventral	Dorsal	Ventral	Dorsal	Ventral	Dorsal	Ventral
14:0	0.6	0.7	0.7	0.8	0.4	0.2	0.3	0.2
15:0	0.4	0.5	0.8	0.6	2.1	2.0	1.6	1.0
16:0	27.3	31.5	29.6	28.2	10.6	8.9	9.3	10.0
:1	1.9	2.0	4.2	3.7	1.1	1.2	1.8	1.3
:2	0.3	0.2	0.6	0.7	tr	tr	tr	tr
17:0	0.5	0.3	tr	tr	3.9	4.0	2.3	0.6
18:0	1.8	2.1	2.2	1.9	14.5	14.8	12.7	11.4
:1	8.3	8.6	8.4	7.7	7.4	7.9	7.3	5.7
:2	1.1	1.0	1.3	0.9	1.8	1.9	1.0	0.6
:3	0.9	0.7	0.6	0.5	1.8	1.5	0.9	0.9
20:0	0.2	tr	0.2	0.2	0.3	tr	0.2	0.2
:2	0.5	1.2	1.1	0.5	1.8	0.3	0.3	0.2
:4	2.5	2.1	5.4	6.0	2.2	2.6	6.1	7.7
:5	7.9	6.9	9.6	11.2	3.7	4.1	6.3	7.0
22:0	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1
:4	0.4	0.6	2.3	2.5	0.6	0.7	2.1	1.5
:5	4.5	4.5	7.3	7.9	3.7	4.4	7.2	7.8
:6	39.1	36.3	24.9	25.7	42.7	44.6	39.2	43.0
23:0	1.7	0.5	0.5	0.8	1.1	0.8	1.0	0.6

PC および PE の脂肪酸組成は、Table 5 に示すように背肉と腹肉とはほぼ同様で、PC では C_{22:6}、C_{18:0}、C_{20:5} および C_{19:1} が、PE では C_{22:6}、C_{18:0}、C_{16:0}、C_{18:1} などが主な脂肪酸であった。PC について養殖魚と天然魚を比較すると、C_{22:6} の組成比は養殖魚に高く、C_{18:1}、C_{20:4}、C_{20:5}、C_{22:4} および C_{22:5} の組成比は天然魚に高かった。PE についてもほぼ同様な傾向が見られ、C_{18:0} の組成比は養殖魚に高く、C_{20:4}、C_{20:5}、C_{22:4} および C_{22:5} の組成比は天然魚に高かった。

これまでに、アユ¹²⁾およびブリ¹³⁾について養殖魚と天然魚の脂質成分の相違を明らかにした。養殖ブリは天然ブリより脂質含量が著しく高かったことを除けば、脂質成分に際立った大きな相違は認められなかった。しかし、今回供試したマダイでは、脂質含量のみならず、NL、PC および PE の脂肪酸組成や NL のトリグリセリド組成などに著しい相違が認められた。

今後は、試料数を増してこれらの結果を確認するとともに、このような脂質成分の相違が貯蔵・加工後の品質にどのように影響するかについて検討したい。

本研究を行うに当たり実験に協力された大塚喜一氏に感謝する。なお、研究経費の一部は文部省特定研究費によった。

文 献

- 1) 新聞弥一郎・田口脩子: 日水誌, 30, 918-925 (1964).
- 2) 須山三千三・平野敏行・岡田憲明・渋谷智晴: 日水誌, 43, 535-540 (1977).
- 3) 平野敏行・中村秀男・須山三千三: 日水誌, 46, 75-78 (1980).
- 4) 平野敏行・須山三千三: 日水誌, 46, 215-219 (1980).
- 5) 片山輝久・池田伸義・原田喜代子: 日水誌, 31, 947-952 (1965).
- 6) 鴻巣章二・渡辺勝子: 日水誌, 42, 1263-1266 (1976).
- 7) 佐伯清子・熊谷 洋: 食衛誌, 20, 147-150 (1979).
- 8) 志水 寛・多田政実・遠藤金次: 日水誌, 39, 993-999 (1973).
- 9) 遠藤金次・岸本律子・山本喜男・志水 寛: 日水誌, 40, 67-72 (1974).
- 10) 佐伯清子・熊谷 洋: 食衛誌, 20, 101-105 (1979).
- 11) 佐伯清子・熊谷 洋: 日水誌, 48, 967-970 (1982).
- 12) T. OHSHIMA, H. D. WIDJAJA, S. WADA, and C. KOIZUMI: *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 48, 1795-1801 (1982).
- 13) 大島敏明・和田 俊・小泉千秋: 東水大研報, 69, 117-122 (1983).
- 14) E. A. BLIGH and W. J. DYER: *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-917 (1959).
- 15) 豊水正道・川崎賢治・冨安行雄: 日水誌, 29, 957-961 (1963).
- 16) E. H. GRUGER Jr.: in "Fish Oil" (ed. M. E.

- STANSBY) The Ari Publishing Company, Connecticut, 1967, pp. 3-30.
- 17) 塚原宏子・古川 厚・船江克美・内海区水産研
報, 24 号, 29-50 (1967).
 - 18) 竹内俊郎: 日本水産学会編「養魚と飼料脂質」,
恒星社厚生閣, 東京, 1978, pp. 23-42.
 - 19) T. WATANABE: *Comp. Biochem. Physiol.*,
73(B), 3-15 (1982).
 - 20) S. WADA, C. KOIZUMI, A. TAKIGUCHI, and J.
NONAKA: *J. Tokyo Univ. Fish.*, **67**, 35-43
(1980).
 - 21) 大島敏明・小泉千秋: 日水誌, **49**, 1205-1212
(1983).