

## マダイ仔稚魚の脂質蓄積に関する研究

海野 徹也\*1・高場 稔\*2・中川 平介\*1

\*1 広島大学生物生産学部, 東広島市 724

\*2 広島県水産試験場, 広島県安芸郡音戸町 737-12

1990年9月3日 受付

**要 旨** 広島県栽培漁業センターにおいて集約的に生産された放流用マダイ幼魚のエネルギー蓄積器官の発達過程を生物学的および生化学的手法で観察した。

- 1) 摂餌が開始する孵化後6日目(全長 2.3 mm)の後期仔魚期の肝臓に PAS 陽性の物質が認められた。孵化後31日(8.0 mm)の肝臓には Glycogen の蓄積がみられ、68日目(30 mm)の稚魚に腹腔内脂肪組織の形成が認められた。
- 2) 孵化後26日目の消化器官では食道と胃の分化が明確となり、31日目まで飲食作用による消化吸収がみられたが、41日目では飲食作用は消失し、成魚の消化吸収機能への移行がみられた。
- 3) 筋肉、肝臓、腹腔内脂肪組織の生化学的性状から、体長約 40 mm で貯蔵脂質の蓄積が一定となり、この段階でエネルギー蓄積機能が完成するものと推定された。成長と共に筋肉 Triglycerides を構成する脂肪酸の  $C_{16}$  や  $C_{18:1}$  に増加が認められた。

### 緒 言

マダイ *Pagrus major* の資源の増大を目的として毎年4,000,000尾以上のマダイ稚魚が瀬戸内海に放流されている。その放流時の魚のサイズは、科学的な根拠に乏しく経験的、経済的観点から決定され、全国22の県における放流サイズは全長 23 mm から 120 mm の範囲にあるといわれている。放流時期や放流サイズは放流後天然環境での生残に深く関わるため、成長に伴う諸器官の機能的、生態学的側面をふまえて天然への適応力を科学的に推定することが要求される。

現在、放流マダイ種苗は主として集約的条件下で生産されているが、半粗放的に生産されたマダイ種苗とは質的に差異のあることが報告されている(丸山ら, 1986; 中野ら, 1989)。放流後のマダイの生残については Tsukamoto ら(1989)の研究があり、放流サイズの大きいものが生残率が高いとしている。放流後の生残率向上に関する研究には仔稚魚期の詳細な生理状態や代謝を把握する必要があるので本研究ではマダイ仔稚魚期の基礎的知見を得る目的で、半粗放的に生産された放流マダイ種苗について行った研究(海野ら, 1989)に続いて、集約的に生産されたマダイ種苗の発育過程におけるエネルギーの蓄積状態を組織学的、生化学的手法で検討した。

### 材料および方法

**供試魚** マダイは5月3日広島県栽培漁業センターで孵化し、6月26日までの55日間を面積約 45 m<sup>2</sup> の陸上水槽で飼育した。餌料は孵化後5日目よりシオミズツボワムシを与え、11日目よりワムシと配合飼料を併用し、さらに21日目よりアルテミアを投与した。56日目より広島県音戸町の広島県水産試験場に移し、小割網(5×5×5 m)を用いて8月5日まで(孵化後95日)中間育成を行った。中間育成期間の平均水温は18.9°C であった。

**組織学的観察** 孵化後6日目より試料を採取し、それ以後は5日ごと中間育成期までの間に採取した仔稚魚を直ちに10%塩化カルシウムホルマリン溶液およびジャンドール・ブアン溶液で固定し、常法によりパラフィン包埋し、8 μm の組織切片を作成し、ヘマトキシリン・エオシン染色(以下 HE 染色)、過ヨウ素酸シッフ染色(以下 PAS 染色)を施し顕微鏡下で観察した。脂質の検出にはホルマリン固定後凍結切片を作成し、スダンⅢ染色した。

**生物学的測定** 中間育成期の稚魚30尾について体重、全長、体長、内臓、肝臓重量を測定した。腸の長さは胃後部より排泄口までの長さを体長に対する割合で示した。筋肉比は体重あたりの筋肉重量の割合で示した。肥満度は、 $\text{体重}/(\text{体長})^3 \times 100$  から算出した。

**生化学的分析**  $-20^{\circ}\text{C}$  で冷凍保存した20尾以上のマダイ稚魚の筋肉について一般分析および脂質クラス組成、脂肪酸組成を分析した。筋肉の一般分析、脂質量は赤筋、白筋を合わせて分析した。粗タンパク質は Kjeldahl 法、脂質は Methanol-chloroform 抽出法、脂質クラス組成は Iatroscan TH-10 (Iatron Co.) を用いた。心臓、肝臓を除く内臓に Acetone を加えて溶出した内臓表面の脂質を腹腔内脂肪組織の脂質とした。脂肪酸組成は、筋肉、腹腔内脂肪組織より抽出した脂質を Merck 製分取用薄層クロマトプレート (Kieselgel 60F<sub>254</sub>G) を用いて Triglycerides 画分を分取し、ケン化後、塩酸・Methanol でメチル化した。脂肪酸メチルエステルは水素炎イオン化検出器付日立ガスクロマトグラフ 263-30 で、Unisol 3000 を充填した 2 m のガラスカラムで分析した。各脂肪酸は西尾工業の標準脂肪酸との相対保持時間との比較から同定した。

## 結 果

仔魚期の消化管およびエネルギー貯蔵器官の発達状態は組織学的方法で観察した。孵化後6日目(全長2.3 mm)は後期仔魚期に相当し、すでに摂餌がみられ消化管内には未消化物と共に PAS 陽性の粘液の分泌が認められた。食道は上皮細胞と環走筋の発進が進み、肝臓の細胞数はまだ少ないが、Glycogen とみられる PAS 陽性物質の出現が認められた (Plate 1-1)。孵化後11日目 (2.6 mm) の腸中部の上皮には多くの小空胞が密に分布した細胞がみられた。26日目 (7.0 mm) の消化管の上皮細胞は高さを増し、食道と胃の分化が明瞭になり、直腸上皮細胞の上半分には大小多数の空胞が認められた。肝臓への Glycogen の蓄積は孵化後

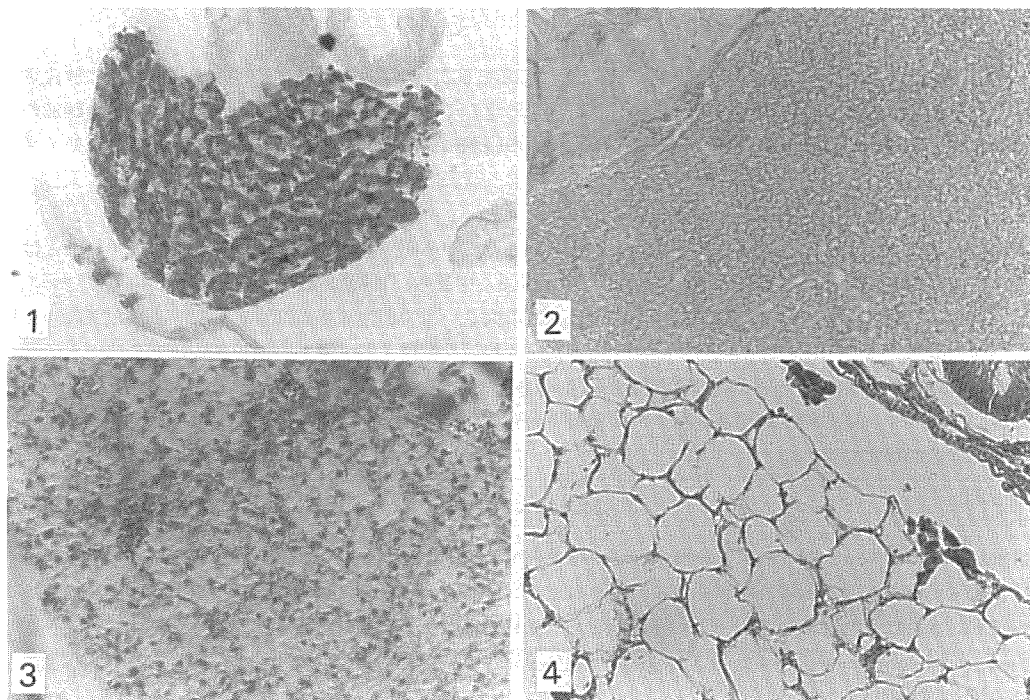


Plate 1. Histological section showing the development of energy deposits in young red sea bream.

1. Liver of 6 days larva after hatching showing deposition PAS positive granules.
2. Liver of 41 days larva showing appearance of lipid droplets and deposition of glycogen (PAS staining).
3. Liver of 57 days larva showing no lipid droplets in the cells (Sudan III staining).
4. Intraperitoneal fat body of 68 days larva showing well developed adipose cells (H-E staining).

31日目 (8.0 mm) となるまで次第に増加したが成魚にみられるような脂質の蓄積に由来するとみられる空胞は認められなかった。消化系では腸管上皮には依然として空胞がみられ、胃は厚い括約筋でおおわれ、形態的には成魚のそれと類似しているが幽門垂は認められなかった。孵化後41日目 (12.7 mm) の肝臓には PAS 染色から Glycogen の蓄積が増加し (Plate 1-2), 同時に多数の空胞が認められたがスダンIII染色から脂肪の蓄積は認められなかった (Plate 1-3)。この時期になると消化管の上皮細胞の空胞は消失し、成魚と同じ消化吸収機構を有すると考えられる。68日後 (30 mm) に入り腹腔内脂肪組織の形成が認められた (Plate 1-4)。

孵化後55日後より放流までの中間育成期間のマダイの成長を Fig. 1 に示す。孵化後60日以降はほぼ直線的に成長した。中間育成期間中の生物学的測定値を Table 1 に示す。肥満度, 比内臓重量, 比肝重量も Table 1 の如く成長に関係なく一定であった。

消化器官の発達をみるため、胃後部から排泄口までの長さを測定し体長との関係のみた (Fig. 2)。成長と共に腸管も成長するが、体長 34 mm 付近に変曲点を有する2本の直線関係が認められ、体長 35 mm 以上では相関係数0.908が得られた。

体重に占める筋肉の割合と体長の間をみると、成長と共に増加する傾向があったが成長と共に増加は緩慢となった (Fig. 3)。

中間育成期の筋肉の一般成分と肝臓、腹腔内脂肪組織の脂質量を Table 2 に示す。筋肉水分は成長と共に減少し、粗タンパクや脂質が増加してゆく傾向がみられたが、体長 40 mm (全長約 50 mm) 以上では粗

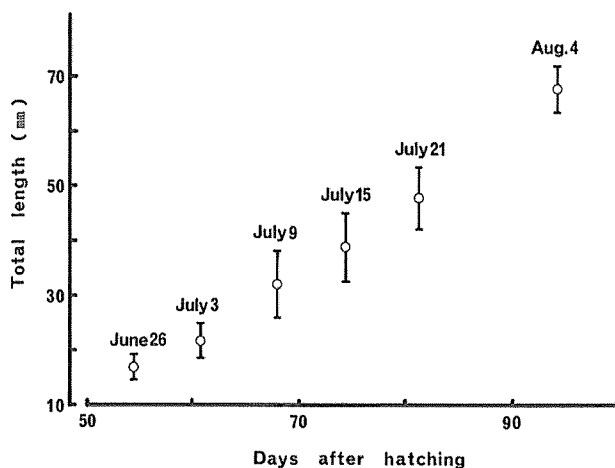


Fig. 1. Growth of red sea bream during seed production. Vertical lines show standard deviation.

Table 1. Biological measurements\*1 of red sea bream during seed production.

	n	Days after hatching (date)			
		68 (July 9)	75 (July 16)	83 (July 24)	95 (August 5)
Body weight (g)	30	0.69±0.34	1.46±0.68	2.33±0.86	5.26±1.26
Body length (mm)	30	27.2 ±5.4	33.9 ±5.6	40.8 ±4.5	53.5 ±4.9
Condition factor*2	20	3.39±0.38	3.44±0.23	3.36±0.44	3.38±0.23
Viscerosomatic index (%)	20	<sup>a</sup>	11.7 ±1.8	9.9 ±0.9	11.9 ±2.7
Hepatosomatic index (%)	20	<sup>a</sup>	1.02±0.50	1.35±0.33	1.18±0.46

\*1 Mean & SD

\*2 Body weight/body length<sup>3</sup>×100

<sup>a</sup> not determined

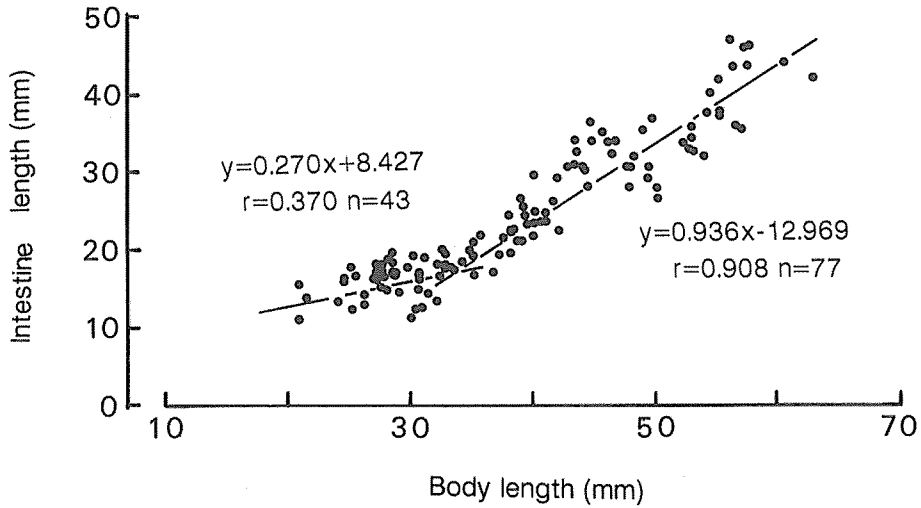


Fig. 2. Relationship between intestine length and body length in red sea bream juvenile during seed production.

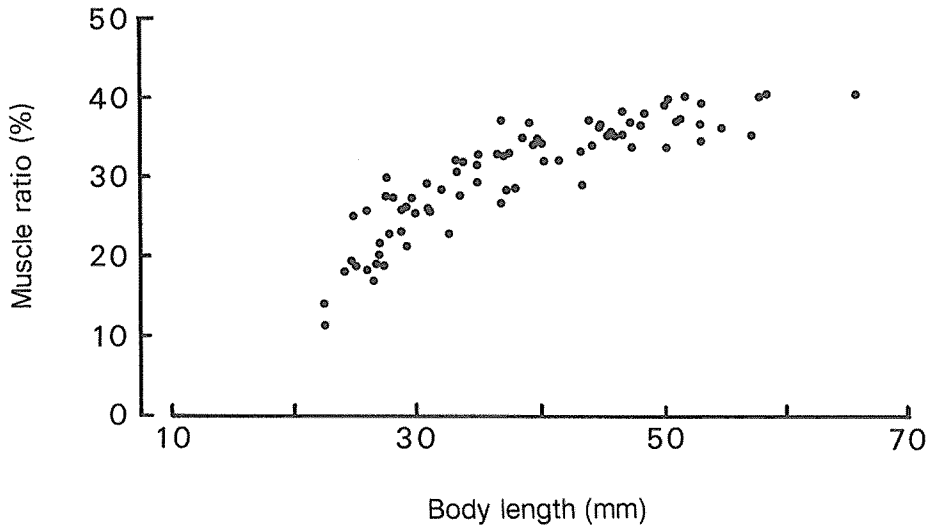


Fig. 3. Relationship between muscle ratio and body length in red sea bream juvenile during seed production.

タンパクや脂質の増加はほとんどなかった。肝臓の脂質含量には大きな変動がみられたが、腹腔内脂肪組織の脂質量は筋肉や肝臓とは異なり成長と共に増加した。

Table 3 に筋肉、肝臓、腹腔内脂肪組織の脂質クラス組成を示す。また、体長 48.7 mm のマダイ筋肉の赤筋と白筋について脂質クラス組成を分析し、Table 4 に示す。筋肉の脂質量は赤筋が高く、Triglycerides では 4 倍以上の値を示した。

筋肉の Triglycerides は体長 40 mm までは増加したがそれ以上ではむしろ減少した。遊離脂肪酸は成長と共に減少する傾向がみられた。肝臓 Triglycerides の割合は脂質量と同様の傾向を示して変動し、Triglycerides が脂質の70%以上を占める腹腔内脂肪組織では脂質は成長とともに増加した。一方、遊離脂肪酸は減少する傾向がみられた。Fig. 4 のように各脂質クラスを組織あたりの重量で表わすと、筋肉

Table 2. Proximate composition (%) of red sea bream during seed production.

		Body length (Days after hatching)			
		27.2 mm (68)	33.9 mm (75)	40.8 mm (83)	53.5 mm (95)
Muscle	Moisture	79.3	78.6	77.3	77.3
	Ash	1.8	1.6	1.6	1.5
	Crude protein	17.5	18.0	19.1	19.2
	Lipid	1.4	1.8	2.0	2.0
Liver	Lipid	<sup>a</sup>	7.2	14.1	11.0
IPF	Lipid*	5.1	5.3	6.0	7.5

<sup>a</sup> not determined

\* lipid of intraperitoneal fat body  
(Lipid/viscera weight × 100)

Table 3. Lipid class composition (%) of red sea bream during seed production.

	Body length			
	27.2 mm	33.9 mm	40.8 mm	53.5 mm
Muscle				
Sterol esters	tr.	tr.	tr.	tr.
Triglycerides	19.2	15.0	44.2	34.3
Free fatty acids	32.6	21.3	16.3	18.1
Cholesterol	9.7	7.2	6.0	6.6
Partial glycerides	tr.	tr.	tr.	tr.
Phospholipids	38.5	56.5	33.6	41.0
Liver				
Sterol esters		tr.	tr.	tr.
Triglycerides		24.6	41.5	22.2
Free fatty acids		43.7	35.6	44.0
Cholesterol		7.0	5.9	7.0
Partial glycerides		2.4	2.8	3.5
Phospholipids		22.3	14.2	23.3
Intraperitoneal fat body				
Sterol esters	tr.	tr.	tr.	tr.
Triglycerides	71.2	71.6	79.8	82.3
Free fatty acids	20.1	18.9	13.0	9.5
Cholesterol	6.2	6.8	1.5	6.8
Partial glycerides	0.8	1.3	tr.	tr.
Phospholipids	1.7	1.4	2.1	1.4

Triglycerides では体長約 40 mm でほぼ一定となったが、腹腔内脂肪組織では 40 mm 以降急激に上昇した。

Table 5 に筋肉の Triglycerides の脂肪酸組成を示す。肝臓、腹腔内脂肪組織の脂肪酸組成には成長に伴う変化は認められなかったが、筋肉においては C<sub>16:0</sub>、C<sub>18:1</sub> の増加と Polyene の減少など、主たる脂肪酸に変動が認められた。

Table 4. Comparison of lipid class composition (%) between red and while muscle of red sea bream\*.

	Red muscle	While muscle
Sterol esters	tr.	tr.
Triglycerides	48.9±13.0	10.6±3.4
Free fatty acids	1.8± 1.0	4.1±1.4
Cholesterol	2.5± 0.9	2.8±1.1
Partial glycerides	tr.	tr.
Phospholipids	46.8±11.8	82.6±2.1

\*Body length 48.7 mm

Table 5. Fatty acid composition of muscle triglycerides of red sea bream during seed production.

Fatty acid	Body length			
	27.2 mm	33.9 mm	40.8 mm	53.5 mm
16 : 0	18.6	20.1	21.5	23.3
18 : 0	6.1	5.1	6.0	7.5
20 : 0	3.3	1.9	1.1	tr.
22 : 0	1.0	tr.	0.6	tr.
16 : 1	7.7	6.2	5.4	5.2
18 : 1	15.2	18.0	21.5	25.2
20 : 1	1.8	3.2	4.3	7.1
22 : 1	1.0	1.8	2.1	4.0
16 : 2	1.5	1.2	0.9	0.9
18 : 2	7.5	8.5	9.9	8.4
16 : 3	tr.	0.7	0.5	0.5
18 : 3 <sub>n3</sub>	1.8	1.6	1.5	0.6
20 : 3 <sub>n3</sub>	0.5	0.6	0.6	tr.
22 : 3	0.5	tr.	tr.	tr.
20 : 5	10.4	10.1	6.9	3.3
22 : 5	1.8	1.8	1.6	1.2
22 : 6	14.0	12.7	9.2	8.0
Saturates	36.2	33.6	35.6	35.7
Monoenes	25.7	29.2	33.3	41.5
Polyenes	38.0	37.2	31.1	22.9

## 考 察

一般に仔魚の肝臓では摂餌開始と前後して Glycogen の蓄積がはじまるといわれる (岩井・塚原, 1975)。Lopez (1986) は孵化後16日目のマダイ稚魚の肝臓で Glycogen を認めているが、本研究では孵化後6日目の仔魚の肝臓にすでに Glycogen の蓄積が認められた。マダイの摂餌は孵化後4日前後から始まり、6日目の消化管内に未消化物を認めたと同時に肝臓に Glycogen を認めたことから、摂餌開始と同時に肝臓に Glycogen の蓄積が始まると考えられる。孵化後30日前後は、外部形態的、内部形態、諸器官の機能からみて (田中, 1971; 福原, 1976) 後期仔魚期から稚魚期への移行期であり、肝臓の機能は多様化し脂肪が蓄積され始める時期とされている (田中, 1975)。本研究では肝臓への脂質の蓄積は孵化後30日前後では認められず、それ以降と推察される。

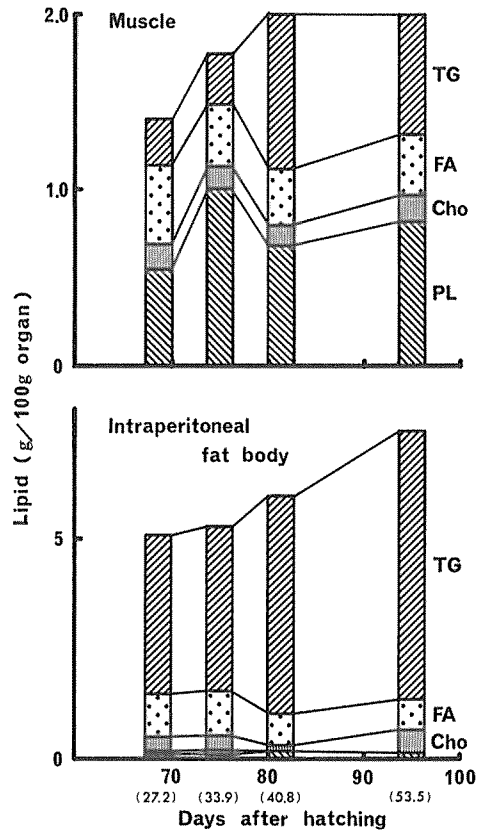


Fig. 4. Changes in lipid level in muscle and intraperitoneal fat body in red sea bream during seed production. Parentheses indicate body length (mm).

TG: Triglycerides,  
 FA: Free fatty acids,  
 Cho: Cholesterol,  
 PL: Phospholipids

仔魚の消化管では、食道に上皮細胞、およびそれらのひだを取り巻く環走筋の発達が見られ、腸前部では規則正しく柱状細胞が並び、PAS 陽性の粘液の分泌があることから消化吸収が主として食道や腸前部で行われているものと推察される。孵化後11日目の仔魚から腸中部上皮に小空胞が密に分布した細胞が見られ、26日目になると腸後部の上皮に小空胞が多数見られた。腸中部は仔稚魚期の脂肪の消化吸収に重要な役割をはたし、腸中部の上皮に存在する空胞は吸収された脂肪粒子であり（田中、1972）、腸中後部の上皮細胞は飲作用により摂取したタンパク質分子を細胞内に取り込んだものといわれている（田中、1972；渡辺、1982）。腸中部・後部組織内における脂肪・タンパク質の蓄積は孵化後31日目まで認められたが、41日目には消失していたことから、その間に胃の分化が完了し、飲作用による消化吸収は不鮮明となり成魚の吸収機構へと移行するものと思われる。成長と共に消化管の形態はしだいに複雑になるが、体長 20 mm で一定となる（FUKUHARA, 1985）。本研究で消化管長を測定した結果、体長約 30 mm（全長約 40 mm）までその成長は緩慢であったが、それ以降発達が急速であったことから、消化吸収機構もさらに充実してゆくものと考えられる。

マダイ放流用種苗の多くは、集約的条件下で割合高い歩留りで生産されているが、一方では天然プランクトンを主な餌料として自然に近い状態で半粗放的生産を行っている例もあり、両者に明瞭な質的差異のあることが認められている（丸山ら、1986；中野ら、1989）。半粗放的方法で生産したマダイ種苗の測定値（海

野ら, 1989) は肥満度と体長の間では相関は認められなかったが本研究でも同様であり, 体長 10~40 mm の肥満度は集約的に生産されたマダイが高い値を示した。これは, 半粗放的に生産された個体は淘汰の過程を経た生残個体と仮定すると, 一定の肥満度を有する個体のみが生残しえたとも考えられる。比内臓重量が集約的に生産されたマダイが粗放的生産マダイより高いことについては, 摂餌量が腹腔内脂肪組織の脂質の蓄積に影響していると推察される。比較的好条件で高い歩留まりで生産した場合, BLAXTER (1976) の指摘のように, 本来死すべき劣悪な個体まで保護している結果, 同一群内に質的差異が生じ (福原, 1974), 全体的に質的評価を低下させている可能性がある。異なる条件で生産された2群のマダイで認められた差異については今後放流種苗の質的評価の有用な指標として今後さらに検討する必要がある。

天然および養殖マダイの成長に伴う体成分の変化については安楽・畔田 (1973) の報告があり, 本研究結果も同様に生産過程で筋肉水分が次第に減少した。半粗放的に生産されたマダイは天然マダイ同様 (佐伯・熊谷, 1979) 水分が多く, 集約的に生産された広島県産のマダイでは水分が少ない。

マダイ稚魚は放流後, 環境に順応するまでの7~10日間は絶食状態にあるといわれている (興石・安永, 1980; 松宮・木曾, 1982) ので摂餌が始まるまでの期間を蓄積エネルギーを消費して生残する。それ故, 蓄積脂質量は放流後の生残の重要な要素である。また, 脂質の蓄積は成長につれて増加するため放流時期を決定するうえでも重要な指標である。筋肉 Triglycerides の蓄積量は体長約 40 mm で一定となることから考えて, 貯蔵脂質の蓄積器官の形成がこのサイズではほぼ完了し, それ以上では投餌量に応じて Triglycerides の蓄積が増加した。しかし, 腹腔内脂肪組織の Triglycerides は 40 mm 以上となっても次第に増加した。脂質クラス組成では成長と共に筋肉, 腹腔内脂肪組織の Triglycerides の割合が増加し, 遊離脂肪酸が減少した。絶食などでエネルギー動員の高い場合には遊離の脂肪酸量が増加するなど, 遊離脂肪酸量が脂質動員能の高さの指標となるが, 本研究のような成長の過程では, 遊離脂肪酸は相対的には減少を示したが絶対量では変化していない。筋肉 Triglycerides の割合を半粗放的に生産された高知県産マダイ (海野ら, 1989) と比較すると十分な餌料で飼育した広島県産マダイが高い。天然環境のように餌料密度が低い条件で飼育された仔稚魚の遊泳距離は2倍近い値を示すといわれている (田中・松宮, 1986) ので粗放的に生産されたマダイでは摂餌量が少ないうえ運動量が多いため Triglycerides の蓄積量が低いと推定される。

中間育成期の筋肉 Triglycerides の脂肪酸組成を半粗放的に生産した高知県産マダイと比較したところ, 餌料や運動量の違いにより脂肪酸組成に差異の生じることが予想されたが両者の差異はわずかで, また両者の成長過程における組成の変化は同一の傾向を示した。大島ら (1983) は天然と養殖マダイで脂質成分を比較し,  $C_{14}$ ,  $C_{18:3}$ ,  $C_{20:5}$ ,  $C_{22:6}$  が養殖マダイに多いことを報じているが本研究で用いたマダイ種苗も養殖マダイ成魚に近い組成を示した。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり組織学的手法についてご指導頂きました本学難波憲二教授に深謝いたします。本研究の一部は文部省科学研究費補助金によって行った。

## 引用文献

- 安楽正照・畔田正格, 1973, 天然および養成マダイ幼稚魚の体成分の差異. 西水研報, 43: 117-131.
- BLAXTER, J. H., 1976, Reared and wild fish—How do they compare? 10th European Symposium on Marine Biology. 11-26.
- 福原 修, 1975, 海産魚における種苗生産の現状と2, 3の問題点. 南西水研増殖部資料, 1-19.
- FUKUHARA, O., 1983, Functional morphology and behavior of early stages of red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 51: 731-743.
- LOPEZ, N. A., 1986, Morphohistological study of early development stages of the red sea bream, *Pagrus major*. *The First Asian Fish. Forum*, 179-184.
- 丸山敬悟・津村誠一・森岡泰三, 1986, マダイ種苗の健全性に関する研究—1. 粗放的生産魚と集約的生産魚の比較・栽培技研, 15: 157-167.
- 松宮義晴・木曾克裕, 1982, 平戸島志々伎湾における人工マダイ放流魚の動向と順応過程. 西海区水研報,



58 : 89-98.

- 中野 宏・小野木博一・大橋誠之・丸山敬悟, 1989, マダイの空中乾出時の生化学的变化に関する研究, 粗放的生産魚と集約的生産魚との比較-I. 栽培技研, 17 : 107-113.
- 輿石祐一・安永義暢, 1980, マダイの放流技術開発の基礎的研究. 日本海区水研報, 31 : 1-15.
- 大島敏明・和田 俊・小泉千秋, 1983, 養殖及び天然マダイの脂質成分比較. 日水誌, 49 : 1405-1409.
- 佐伯清子・熊谷 洋, 1979, 天然および養殖マダイの体成分の一般成分の比較. 食衛誌, 20 : 147-150.
- 田中 克, 1971, 仔魚の消化系の構造と機能に関する研究-III. 後期仔魚の消化系の発達. 魚類学雑誌, 18 : 164-174.
- 田中 克, 1972, 仔魚の消化系の構造と機能に関する研究-V. 後部腸管上皮層の変化と蛋白質の摂取. 魚類学雑誌, 19 : 172-180.
- 田中 克, 1975, 稚魚の摂餌と発育, (日本水産学会編), pp. 7-23, 恒星社厚生閣, 東京.
- 田中 克・松宮義晴, 1986, マダイの資源培養技術 (日本水産学会編), pp. 127-143, 恒星社厚生閣, 東京.
- TSUKAMOTO, K., KUWADA, H., HIROKAWA, J., OYA, M., SEKIYA, S., FUJIMOTO, H., and IMAIZUMI, K., 1989, Size-dependent mortality of red sea bream, *Pagrus major*, juveniles released with fluorescent otolith-tags in News Bay, Japan. *J. Fish Biol.*, 35 (Supplement): 59-69.
- 海野徹也・今林博道・糸崎博之・中川平介・山中弘雄, 1989, 半粗放的飼育条件下におけるマダイ幼魚の食性と体成分. 広島大学生物生産学部紀要, 28 : 71-77.
- 渡辺良朗, 1982, 硬骨魚類仔稚魚の前中腸および直腸上皮細胞の微細構造: 北大水産彙報, 33 : 217-228.

## Lipid Accumulation of the Larval Red Sea Bream, *Pagrus major*

Tetsuya UMINO\*<sup>1</sup>, Minoru TAKABA\*<sup>2</sup> and Heisuke NAKAGAWA\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University,  
Higashi-hiroshima 724, Japan

\*<sup>2</sup> Hiroshima Prefecture Fisheries Research Station,  
Ondo, Aki-gun, Hiroshima 737-12, Japan

The larval red sea bream produced in Hiroshima-ken Fish Farming Center were examined histologically and biochemically in reference to energy accumulation.

1) PAS-positive substances appeared in liver at the 6th day after hatching (total length 2.3 mm). Glycogen initiated to be accumulated in liver at 31st day (8.0 mm), but lipid deposition was not found in the liver at the 41st day (12.7 mm). The formation of intraperitoneal fat body was found at the 68th day (30 mm) after hatching.

2) Qualitative and Quantitative measurements of lipid in muscle, liver, and intraperitoneal fat body exhibited that accumulation of triglycerides became constant at the stage of 45 mm in body length. The stage would correspond to accomplishment of lipid storage which could be mobilized as energy sources. With the progress of growth, fatty acids such as C<sub>16</sub> and C<sub>18:1</sub> increased in muscle triglycerides.