

初期の飢餓がマダイ仔魚の生残り、成長 および発育に及ぼす影響について

福 原 修

The Influences of Initial Delay of Feeding on Survival, Growth and Development of the Red Sea Bream Larvae, *Chrysophrys major* TEMMINCK et SELEGEL

Osamu FUKUHARA

The present paper describes the influences of starvation in the red sea bream larvae for the initial up to 5 days from mouth opening on survival, growth and development. The effects of starvation on general activity of the larvae are also studied.

Fertilized eggs were obtained from parent fishes held in a concrete aquarium. Hatched larvae were reared in 30L container.

The experimental larvae were divided into 7 groups. The first was starved to death. The second was fed immediately after mouth opening (control). The remaining 5 groups were starved for 1-5 days after mouth opening. The feeding schedule for these larvae was shown in Table 1.

The results obtained may be summarized as follows.

1) The newly hatched larvae survived for 8 days without food at temperature of 19.4-22.4°C. The growth of the starved larvae was observed only in the initial 4 days while some of the yolk and/or oil globule were still remained.

2) The initial starvation from mouth opening had considerable ill effects depending on the number of days of starvation on growth, development and survival of the larvae for the succeeding 15 days, but thereafter the 1- and 2-day-starved larvae showed a gradual recovery from these effects, and developed as far as in the control in size and morphogenesis at the end of experiment, 36 days after hatching.

3) Suitable food must be provided within 2 days at least after mouth opening, in order to achieve high survival rates.

4) Immediate feeding after mouth opening maintained a high survival rate during the first 2 weeks, but thereafter mortality rate became higher and the over all survival rate at the end of 36 day's experiment was by no means better than among the larvae starved for up to 2 days after mouth opening. It may be inferred, therefore, that the newly hatched larvae may contain some of the genetical mortals and the initial 2-day-starvation may have a selective effect of the larvae fitted for artificial rearing.

マダイの種苗生産技術は、ここ数年来急激に発展して事業的規模での生産もほぼ期待し得る段階に至っているが、今後はさらに優良な種苗を大量に確保するためには、なお改良すべきいくつかの問題を残している。その課題の一つとしては、たとえば、現在では孵化した仔魚はそのまますべてが飼育の対象とされているので、時として、仔魚の質において良否がみられる場合には飼育中に大量の斃死をすることがありそのために生産量に恒常性がみられないことが多い。もし、初期の段階で飼育に適した斉一性ある仔魚を

選別することができるならば、種苗生産過程の省力化は勿論、人為管理による計画的生産が可能となり、一層の発展が期待される。

孵化した仔魚の生残りに関与するであろう仔魚の質の良否は、親魚自体に由来する本質的な要素によるものと、生産過程における管理条件などに起因するものが考えられる。前者に関しては優良親魚の育成などが基盤となることは勿論であり、今後の育種技術の確立が望まれ、後者に関しては、得られた孵化仔魚の特性に適應した飼育管理技術、および質的に斉一性ある優良種苗の生産管理技術の確立が期待される。

一般に孵化仔魚は、卵黄吸収期頃から餌料の摂取が必要となり、重要な摂餌生態の転換期にあることから、初期餌料の有無がこの時期の仔魚の生残、成長などに大きく関与するものと考えられている。¹⁾²⁾ 著者もマダイについて、初期の給餌の有無が仔魚の生残や成長などにどのように影響するかを検討するために一連の飼育実験を試みた。その結果、初期の短時間の飢餓は孵化仔魚の成長、歩留り、發育に対しては一時期は影響を及ぼしているが、最終的には差はみられなくなることが明らかになった。このことは、現在の技術段階で孵化した仔魚を飼育した場合、生残し得る仔魚および斃死すべき仔魚すなわち、孵化時点で仔魚の質的差異がすでにあることを示唆しており、初期段階での短期間の飢餓は質的に斉一性ある種苗を選別、生産する上での一つの有効な方法ともなると考えられるに至ったのでその概要を報告する。

本研究を進めるに当たり、懇切な御指導と御校閲をいただいた元室長藤谷超博士、室長阪口清次博士、ならびに御校閲をわずらわした内海資源部倉田博博士に謹んで感謝の意を表する。また供試材料の採取に御協力いただいた広島県水産試験場伏見徹研究員ならびに栽培漁業協会伯方島事業場樋口正毅技術主任に厚くお礼申し上げます。

材 料 と 方 法

供試したマダイ、*Chrysophrys major* の受精卵は、陸上水槽で養成した親魚が自然産卵したものを採取した。1970年と1972~73年は、広島県水産試験場から、1971年は栽培漁業協会伯方島事業場からそれぞれ南西海区水産研究所に持ち帰った。運搬には、自動車または調査船を用い、2~4時間を要した。搬入した受精卵は、室内の流水式水槽内に設置した網生簀（円型、直径30cm、深さ35cm）で孵化させた。孵化までは通気は行なわず、濾過海水を常時流し管理した。孵化仔魚は、円形水槽（Polycarbonate樹脂製、容量30l）で飼育し、水温の急激な変動を防ぐため流水浴槽内に設置した。飼育海水は、砂濾過した海水を使用し飼育中は少量の通気を行なった。飼育水槽の底部に沈積した残渣物は毎日、サイフォン、ピペットなどで除去し、海水の交換は3~5日おきに全量の1/5程度を行なった。飼育に使用した餌料はすべて生物餌料である。仔魚の發育に応じてマガキ、*Crassostrea gigas* 受精卵、シオミズツボムシ、*Brachionus plicatilis*、ブラインシュリンプ、*Artemia salina* およびシオダマリミジンコ、*Tigriopus japonicus* を与えた。マガキの受精卵は、養殖ガキを用いて人工受精し、約15~16時間経過したものである。シオミズツボムシ、シオダマリミジンコは、*Dunaliella sp.*、*Chlorella sp.* などを餌料として培養したものである。また、ブラインシュリンプは乾燥卵から孵化して12時間以内経過した幼生である。各生物餌料の投与期間は、供試魚が餌料の選択をできるように重複させた。斃死個体は、毎日数回にわたってとりあげ尾数を記録した。水温は、原則として午前9時に測定した。以上の記録は各年次に共通である。

1970年は、無給餌による仔魚の生存日数、成長を観察することを目的とした。実験水槽2個に孵化仔魚をそれぞれ250尾収容し、一方を無給餌区（S1）とし全個体が死亡するまで無給餌で飼育し、他を給餌区（F1）とし開口後ただちに給餌を行なった（Table 1. 参照）。毎日両区からそれぞれ20尾を無作為に取りあげ、全長、体長など測定した。

1971年は、前年度の実験結果にもとづき開口後2日経過して給餌した場合の成長、歩留りおよび發育に及ぼす影響を観察した。実験には前年度と同様の水槽を用い、孵化仔魚をそれぞれ300尾収容した。餌料は前年用いたもののほかにブラインシュリンプおよびシオダマリミジンコを追加した（Table 1.）。開口当

日から給餌する区を給餌区 (F2-4), 開口後2日経過してから給餌する区を初期無給餌区 (S2-4) とし, それぞれ3組設け, 25日間の飼育後, 全尾数を取りあげ実験区別に生残尾数, 全長, 体長を測定し発育段階を観察した。

1972年は, 前年と同様の目的で実験水槽8個を用い, 孵化直後の仔魚をそれぞれ500尾収容した。給餌区 (F5-8) は開口当日から, 初期無給餌区 (S5-8) は開口後2日経過してからそれぞれ給餌した。孵化後7日, 15日, 27日および36日目に対照区と初期無給餌区からそれぞれ1区を抽出し生残個体全部を固定し前年と同様の観察を行なった。

1973年は, 適切な給餌開始時期を知るため初期の給餌開始日のちがいが成長, 歩留りなどに及ぼす影響を観察した。実験水槽は6個用いそれぞれに孵化仔魚500尾を収容した。給餌区 (B9) は開口当日から給餌し, 初期無給餌5区 (S9-13) はそれぞれ開口後1, 2, 3, 4, 5日間経過してから給餌をはじめた。25日間飼育の後, 全区の生残個体を固定し, 生存尾数, 全長, 体長を測定, 観察した。

稚仔魚の固定には, 5%中性ホルマリンを使用し, 体長測定はすべて万能投影器で拡大し, 光電式マイクロメータで計測した。また発育の観察は, 実体顕微鏡と万能投影器を用い, 主として稚仔魚の外部形態上の特徴である仔魚膜の形状変化, 尾下骨と基底部の形成, 鰭条の発生および尾鰭の後縁形状などを基準として3段階に区分した (Fig. 4)。

結 果

飼育条件として各年度の飼育期間, 水温, 餌料の種類と投与期間を Table 1. に示した。投餌期間は孵化後の日数で示した。1972年における飼育水温が他年度に比べ最も低く, 仔魚の開口時期がいずれの年度より1日遅れた。飼育に用いた濾過海中には検鏡の結果とくに仔魚の餌料となるような生物は認められなかった。斃死魚は毎日とりあげ計数したが, 不明魚が多く正確な日間死亡数は得ることができなかった。これは主として実験開始当初の仔魚がきわめて小さいことと, 斃死魚が短時間のうちに分解されることなどから底部に沈積してもその発見がむづかしいことによるものである。

Table 1. Rearing conditions of experimental larvae in 1970-73.

Date	Temperature (°C)	Lot No.	Feeding schedule			
			Oyster larvae	Rotifer	<i>Artemia</i> nauplii	<i>Tigriopus</i>
May 28-June 6, 1970	19.4-22.0	F1	2-8	4-8		
		S1	-	-		
May 21-June 14, 1971	18.3-20.1	F2-4	2-8	7-20	18-26	21-26
		S2-4	4-8	7-20	18-26	21-26
May 15-June 21, 1972	16.8-19.2	F5-8	3-8	7-20	18-36	21-36
		S5-8	5-8	7-20	18-36	21-36
May 1-June 24, 1973	17.3-21.1	F9	2-8	7-20		21-25
		S9	3-8	7-20		21-25
		S10	4-8	7-20		21-25
		S11	5-8	7-20		21-25
		S12	6-8	7-20		21-25
		S13	7-8	7-20		21-25

Feeding schedule is shown by the days after hatching. F groups are fed as soon as the mouth is open. S groups are starved for varying number of days following mouth opening.

1. 無給餌飼育による仔魚の成長と減耗

1970年の実験における無給餌区と給餌区における供試魚の経過日数に伴う全長組成の変化を Fig. 1. と Table 2. に示した (1970)。

供試魚は、孵化後2日目に開口し、開口時の全長は、3.45 mmであった。給餌区、無給餌区とも仔魚の卵黄は孵化後3日目に吸収された。無給餌区の仔魚は、飼育水温 19.4~22.0°C で孵化後8日目に全供試個体が斃死した。全長は孵化後4日目に最大平均3.55 mmに達するが、以後伸長は認められない。成長の限界時期である孵化後4日目までの日間成長は0.177 mmである。

無給餌区における成長と外部形態、減耗との関連をみるため無給餌飼育の場合の減耗曲線と開口、卵黄および油球吸収の時期を Fig. 2. に示した。これは本実験と並行して行なったもので50尾の仔魚を供試し

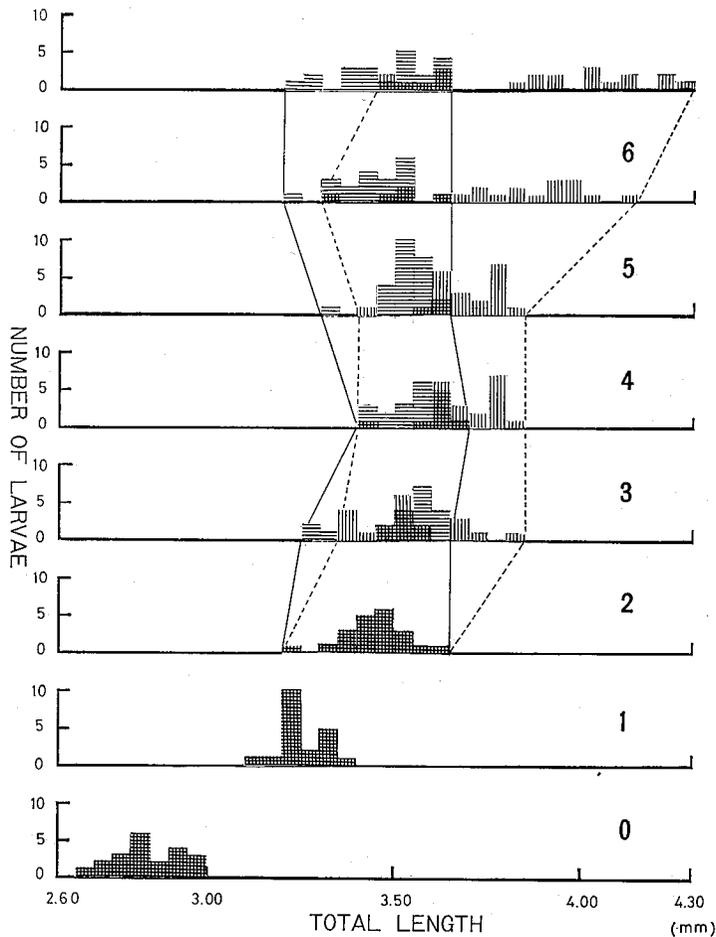


Fig. 1. Frequency distribution of total length of the 1970 experimental larvae. Those for fed larvae are shown by the histogram with vertical bars and those for starved with horizontal bars. The solid and the broken lines denote respectively range of the total length of the starved and the fed larvae.

Note the difference in the variation of range of size between starved and fed larvae. Numerals in the graph show the number of days passed after hatching.

Table 2. Total length of the fed and the unfed larvae in the 1970 experiment. The unfed are starved to death.

Date	Days after hatching	Fed			Unfed		
		Mean TL. (mm)	SD	N	Mean TL. (mm)	SD	N
May 29	0	2.84	0.08	21	the same as in the fed larvae		
May 30	1	3.25	0.05	20			
May 31	2	3.45	0.08	21			
June 1	3	3.52	0.10	20	3.52	0.11	20
June 2	4	3.68	0.08	21	3.55	0.06	20
June 3	5	3.67	0.15	24	3.52	0.05	25
June 4	6	3.83	0.21	20	3.44	0.09	20
June 5	7	3.89	0.27	21	3.47	0.13	21

N=Number of larvae measured
SD=Standard deviation

斃死魚を観察しやすいガラス水槽 (10 l 容量) を用いた。その結果、不明魚は3尾で一応無視できるものと考えた。無給餌区における仔魚の成長限界をこの曲線上でみると孵化後4日目はほぼ卵黄吸収期に相当している。その発育段階における歩留りは約90%である。油球が吸収される孵化後6日目頃は、歩留りは約50%を示し、仔魚の伸長は停止する。

実験水槽内での仔魚は、卵黄吸収時前後は上層で浮游し時々活潑な行動を示すが、油球吸収時はほとんどの仔魚が静止した状態で中層ないし下層に位置するか、あるいは水槽底部に横たわり卵黄吸収時と油球吸収時では行動面で明らかな差異が観察された。

給餌区は、孵化後2日目、すなわち仔魚の開口当日から給餌を行なったが給餌1日後にはすでに無給餌区との間に成長差が現われた。以後、給餌区は成長と共に全長の変異幅が次第に大きくなった。とくに6日目からその傾向が著しく現われた。給餌区における孵化後7日目の全長は3.89 mmで孵化からの日間成長は0.15 mmで、無給餌区の成長限界時期である孵化後4日目までの日間成長は0.210 mmである。両区における孵化後4日目までの日間成長の差、 $0.210 - 0.177 = 0.033$ mm、が仔魚が外部から餌料を摂取したことによる成長差と考えられる。

成長と仔魚の外部形態、主として卵黄吸収との関連をみるため Fig. 3. に孵化直後の仔魚の卵黄断面積を100とした場合の吸収過程と油球の吸収経過を示した。開口は孵化後2日目に起こったが、個体により若干の時間的ずれはあった。卵黄も孵化後3日目に吸収し終えたが、検鏡の結果から考えて約2時間程度

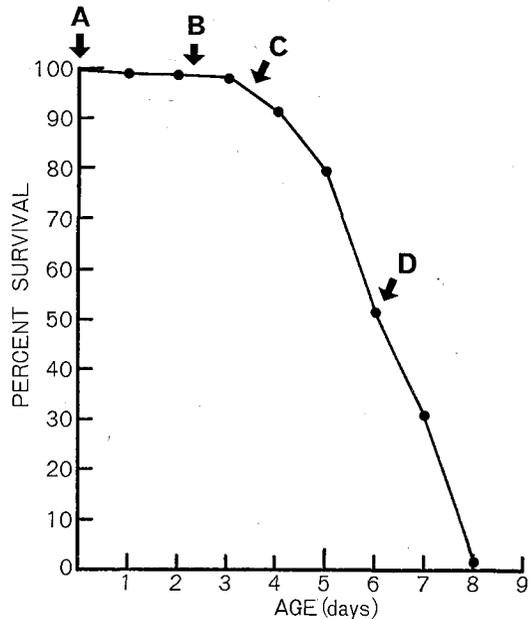


Fig. 2. Survival curve for the unfed larvae (S-1) after hatching.

A: Hatching B: Mouth opening C: Yolk absorption D: Oil globule absorption

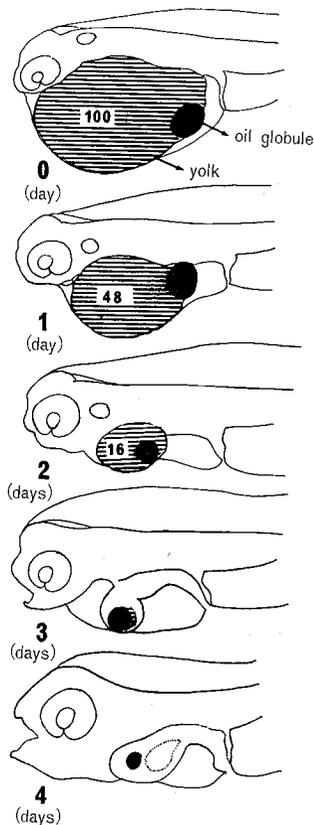


Fig. 3. Process of yolk absorption.

The area in the sagittal section of the yolk sac is taken as an index of its volume, and the rate of absorption is expressed as a percentage against that at the stage just after hatching.

Table 3. Survival, growth and development of the larvae by the end of 25 day experiment in 1971.

Items	Lot No.					
	F2	F3	F4	S2	S3	S4
Original number of larvae	300	300	300	300	300	300
Percent survival	4.33	12.0	8.66	5.66	12.0	10.0
Mean body length (mm)	7.21	6.40	5.94	4.69	5.62	7.10
SD	1.27	0.85	0.84	0.81	0.91	1.36
Developmental stage (%)						
A	0	8.3	26.9	64.7	47.2	6.4
B	0	30.5	26.9	35.3	33.3	22.5
C	100	61.2	46.2	0	19.5	71.1

SD=Standard deviation

See Table 1 for the feeding schedule for each lot, and Fig. 4 for the criteria of developmental stages.

の個体差があると思われる。

2. 初期無給餌の歩留りに及ぼす影響

1971年に25日間飼育した供試魚の生残率、成長および発育などの観察結果を Table 3. に示し、1972年に36日間飼育し、孵化後15日、27日および36日目の時点で観察した結果を Table 4. に示した。

1971年の結果についてみると25日間の飼育による最終歩留りは、給餌群 (F2-F4) が8.33%、初期無給餌群 (S2-S4) が9.22%でわずかながら初期無給餌群が高い歩留りを示した。供試魚の収容および飼育は一応同一条件で行なったにもかかわらず Table 3. のように歩留りにかなり大きな変動がみられた。これが餌料密度、斃死による仔魚の収容密度差などの生物環境、あるいは無機的环境のいずれによるものか明らかでないが今後更に検討する必要がある。

1972年の結果についてみると、15日の時点で給餌区 (F6) の歩留りが71%であるのに対し、初期無給餌区 (S6) が31%と著しく差が認められた。27日目では給餌区 (F7) 48%であるのに対し、初期無給餌区 (S7) が52%であった。同じように36日目では両区 (F8, S8) の間には若干の差異が現われているにすぎない。

3. 初期無給餌の成長に及ぼす影響

成長については、1971年と1972年の結果をすでに Table 3. と Table 4. に示した。1971年の例では、最終時点での成長はやや給餌区がよい結果となった。体長の変異巾は、両区とも成長がよい

Table 4. Growth and survival of the larvae in the 1972 experiment.

Days after hatching	Lot No.	Mean body length (mm)	SD	N	Survival rate (%)	Lot No.	Mean body length (mm)	SD	N	Survival rate (%)
7	F5	3.215	0.127	100		S5	3.057	0.156	100	
15	F6	4.456	0.330	219	71.2	S6	3.790	0.350	106	31.2
27	F7	6.601	0.737	221	48.6	S7	5.848	0.734	192	52.4
36	F8	7.964	1.117	69	14.4	S8	7.735	1.011	51	10.2

N=Number of larvae measured

SD=standard deviation

Mean body length of newly hatched larvae is 2.476 ± 0.097 mm (N=121)

程大きくなる傾向を示している。これを1972年の結果について測定日別にみると、15日目の時点が給餌区(F6)が平均体長 4.456 ± 0.330 mmであるのに対し、初期無給餌区(S6)は 3.790 ± 0.350 mmで最も成長差が大きい。以後日数が経過するにつれ初期無給餌が次第に成長差を小さくしている。すなわち飢餓による成長の遅れは一期間は大きく現われるが以後日数が経過するにつれ漸次減少する傾向を示す。

4. 初期無給餌の発育に及ぼす影響

発育については、1971年の最終測定日、25日目および1972年の27日目と36日目の仔魚について観察した。方法でのべたような要領で観察した結果、Fig. 4. に示した発育段階に区分することができた。この場合必ずしも全観察個体が表示した3段階にそのまま適合するとは限らないが、どの発育段階に最も近いかを観察することによって発育状態の相対的な比較は可能と考えた。

A期は、区分した発育段階のうちで最も初期の段階である。仔魚膜の形状は、孵化仔魚と比較し大きな変化はなく、そのほかの観察の基準とした形態もとくに変化は認められない。B期は、仔魚膜の形状が変化し、背鰭の基底、尾下骨の形成が見られる。C期は、仔魚膜は各鰭の形成へと変化し、各鰭々条が形成されると共に尾鰭後縁が截形を呈する。

1971年の25日目、1972年の27日目の観察結果(Fig. 5.)では給餌区が初期無給餌区に比べC期が多く、A期が少なく発育の面ではやや進んでいるといえる。しかしながら1972年の36日目における観察では、ほぼ初期無給餌の発育が給餌区と同程度となった。この傾向は、成長でみられた結果と同一といえる。

5. 初期無給餌期間のちがいが歩留り、成長に及ぼす影響

孵化仔魚が開口してからどの時点で給餌を開始

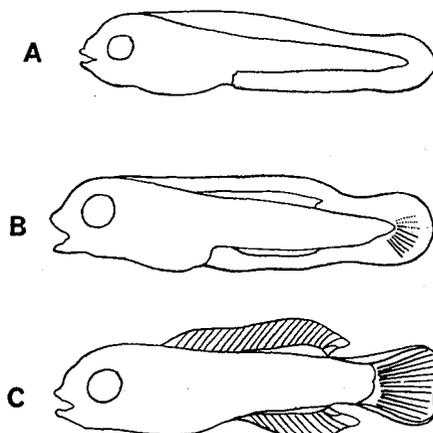


Fig. 4. Semidiagrammatic drawings of the three main developmental stages into which the reared larvae were assorted.

Stage A: Both yolk sac and oil globule just absorbed, profile of the larval membrane is uniform, without fin rays.

Stage B: Several rays are present in caudal fin, profile of the larval membrane changes in accordance with the development of hypural bone, and dorsal and anal fin. Several fin rays develop in the caudal, but none in the dorsal and anal.

Stage C: Rays and spines of fins become distinct. The hind margin of caudal fin is truncate.

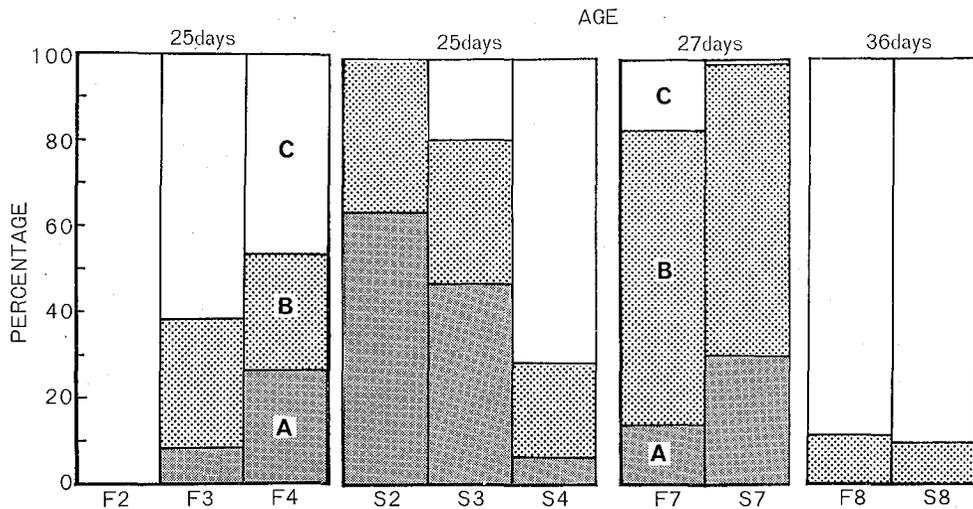


Fig. 5. Stage compositions of the larvae at the end of experiment of each lot, showing the effects of initial starvation on the morphogenesis. Refer to Table 1 for the details of the rearing conditions for each lot of larvae.

するのが餌料効率などの飼育技術面で効果的であるか飼育に際して把握しておく必要がある。Table 5. に初期無給餌期間をかえた各群について25日間飼育した結果を示した。給餌区 (F 9) は開口当日 (孵化後2日目) より給餌し、以後1日ずつ給餌開始を遅らせたのがS 9 ~ S 13である。歩留りは給餌開始日が早い程高い率を示した。孵化後4日目 (S 10) 以内は、10%以上を示したが5日目 (S 11) になると約半数の歩留りとなった。孵化後6日目 (S 12) に給餌を開始した場合は15日目に、孵化後7日目 (S 13) に給餌開始した場合は11日目にそれぞれ全個体が斃死した。

Table 5. Survival and growth of the larvae in 1973 experiment showing the effects of delay of feeding.

Items	F9	S9	S10	S11	S12	S13
Days of initial feeding after hatching	2	3	4	5	6	7
Percent survival at the end of experiment	14.2	13.1	11.6	4.4	0	0
Mean body length (mm)	5.69	5.56	5.49	4.83		
SD	0.61	0.50	0.49	0.71		
Growth rate per day during feeding period (mm)	0.128	0.128	0.130	0.105		

SD=Standard deviation

成長も歩留りと同様の傾向を示した。孵化後4日目までに給餌を行なった場合は、とくに大きな成長差はみられない。各区における給餌期間中の日間成長率をみると、わずかではあるが、孵化後4日目 (S 10) から給餌した場合が最も高い結果を示した。開口後すぐ給餌した場合と同様な歩留り、成長および選別効果を得るためにふ化仔魚が開口して、初期の給餌を最大限遅らせることができるのは一応孵化後4日目 (開口後2日目) 頃と考えられる。

考 察

今回マダイを対象として行なった実験では飢餓の影響は、歩留り、成長および発育に15日頃まではかなり悪影響を及ぼすが、以後25~27日、36日の時点では漸次遅れをとりもどしている。これらのことから判断すれば、総じて短期間の飢餓の影響は、初期に成長、発育などの遅れとして現われても日数経過と共に回復する傾向にあるといえる。また、その影響は初期の斃死としては高率で現われるが、以後の斃死は減少し、一定期間経過すれば給餌区と同程度の生残りがあつたものとする。

以下、無給餌、初期無給餌および給餌開始の異なる場合について考えてみたい。

無給餌の場合、孵化後8日目に全個体が斃死したが、3日目に卵黄が吸収されるとそれ以後はまもなく成長が認められなくなった。このことは卵黄が仔魚にとって開口して外部から餌料を摂餌するまでの重要な栄養であることを示している。また、油球の吸収が進むにしたがい無給餌の仔魚は縮少し、油球吸収2日後には全個体が斃死した。渡辺⁵⁾(1971)はマサバ、*Scomber japonicus*で同様な実験を行ない、無給餌のものは開口した後、油球の残存している期間は生存可能であると述べている。Blaxter & Hempel⁴⁾(1963)らは無給餌飼育による仔魚の成長限界が卵黄吸収期頃であることを指摘し、Lasker⁵⁾(1970)は、Anchovy、*Engraulis mordax*の仔魚(無給餌飼育生存日数7日)の飼育試験から歩留りを最大限良くするためには、卵黄吸収後1.5日までかあるいはそれより早く給餌する必要があると述べている。May(1971)は、Grunion、*Leuresthes tenuis*、Jones⁶⁾(1972)は、Turbot、*Scophthalmus maximus*でそれぞれ給餌開始日が仔魚に与える影響を検討し、卵黄吸収期が歩留り、成長および餌料効果の面から大切な時期であるとしている。また千葉(1961)は、コイ、*Ciprinus carpio*の実験で高率の生残率を望むためには仔魚が卵黄を吸収するまでに投餌を開始する必要があることを指摘している。いずれも卵黄吸収期が給餌を開始する場合の重要な時期であることを示唆している。

マダイ仔魚の場合も同様に卵黄吸収期までは外部から摂餌しなくても成長が認められることは、卵黄吸収期までが歩留りを最大限にするための限界範囲であることを示唆している。

初期無給餌の場合の影響を1971年と1972年の飼育結果から考えると今回行なったような飼育条件の下で短期間飼育した場合は、低い歩留り、成長、発育として現われるが、飼育期間が長くなるに従い影響は少となり、給餌区との差異がなくなる傾向にある。また、この影響は、発育の遅れとしてよりむしろ成長面での遅れとして顕著に現われる。

発育は、初期の餌料が不足しても日数が経過すれば進むが、成長には短期間で影響が現われ、回復に時間を要するものと考えられる。

マダイは孵化後22日頃から形態的には後期仔魚から稚魚への変化が起こり(福原⁷⁾:1969)、いわゆるcriticalな時期にあたり斃死も多くなる。1972年に測定日とした孵化後27日目、36日目頃にはこのcriticalな時期もほぼ経過し、比較的安定した時期にあたるのでこの時期以後に初期無給餌区と給餌区との間で生残率に大きな差が現われるとは考えられない。このことを歩留りの点から考えると、初期無給餌区すなわち開口後2日間無給餌の後飼育した場合も、従来行なわれている方法で開口時に摂餌可能な状態で飼育した場合もかわらないことになる。言い換えれば、初期の無給餌期間(開口時から卵黄吸収期)に斃死した仔魚は、飼育の対象にしても歩留りの向上には関与しない仔魚、すなわち質的に劣った仔魚、斃死すべき仔魚と考えることができる。もちろんこれはその時の飼育技術との関連で決定されるべきことではある。

無給餌により早期に斃死する孵化仔魚は、卵径の大小、親魚の年令などと関連があるといわれる。⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾ Blaxter & Hempel(1963)、Bagenal¹¹⁾(1969)らはHerring、*Clupea harengus*とBrown trout、*Salmo trutta*で大きい卵から得た仔魚は、小さい卵から得た仔魚より餌なしで長く生きるという結果を得ている。Toom¹²⁾(1958)もまた同様な結果を得ている。無給餌で長く生きる仔魚が、すなわち種苗を生産するため

の飼育に適した仔魚と判断するには不十分としても、投餌回数および開始時期などの給餌技術の点から考えれば稲葉¹³⁾(1953)のいうように飼育し易い仔魚といえる。倉田¹⁴⁾(1959)は、稚仔魚の critical period の検討をする中で“実際に死亡が起こる以前からすでに決定づけられている”と稚仔魚の中に質的な差異があることを示唆している。前述した初期無給餌区と給餌区の稚仔魚に実験の最終時点ではほとんど生残り差がないこと、および Fig. 2. に示した無給餌飼育における減耗曲線で卵黄吸収あるいは油球吸収前に斃死する仔魚がいることからこのことは明らかである。

以上のことを考え合わせれば、マダイの場合孵化仔魚は質的に差異があり、種苗として飼育するためには適当でない個体が存在する可能性が強い。また、それは開口後2日間、おおむね卵黄吸収期までの無給餌飼育によりある程度ふり分けられることができそうである。厳密には給餌開始日の異なる場合の結果と Fig. 2 に示した卵黄吸収経過と減耗曲線で表わしたように卵黄吸収後0.5日程度までの無給餌が仔魚をふり分けられるには最も有効であるといえる。実際に実施するには今後更に詳細な検討が必要であるが一応卵黄吸収期までを無給餌の期間としてもかなりの効果はあり無難であると考えられる。すべての孵化仔魚を種苗として飼育するための対象にするより、その時の飼育技術と考え合わせ何らかの方法で死すべき仔魚、弱い仔魚を区分できれば飼育の対象より除くべきである。このことにより培養餌料の有効利用、飼育管理などの生産過程での省力が可能である。また質的に斉一性のある種苗を生産するための第1段階であるといえる。生産された種苗がどのような種苗であるか、それを利用する面で知る必要があると同様に飼育しようとする仔魚がどのような仔魚であるか知る必要があろう。

今後は大量生産の過程で実際に適用させた場合の問題点について更に検討を加えて行きたい。

要 約

初期の無給餌がマダイ仔魚の歩留り、成長、発育に及ぼす影響と初期給餌開始日を仔魚の歩留り、成長、発育の面から検討した。得られた結果は次のとおりである。

1. 無給餌飼育(水温19.4~22.0°C)をした場合の仔魚の生存日数は8日間で、体長の伸長は卵黄、油球が残存する孵化後4日目まで認められたが、以後日数が経過するに伴ない縮少した。
2. 初期の無給餌(開口後2日間)は短時間の飼育では仔魚の成長、歩留りおよび発育に遅れをもたらすが、飼育期間が長くなるに伴ない漸次回復する傾向が認められた。
3. 異なる給餌開始日で飼育した結果、歩留り、成長などから最大限給餌開始日を遅らせることが可能な時期は、卵黄、油球の残存する孵化後4日目までと考えられた。
4. 以上の点から孵化仔魚が質的に異なることが考えられ、飼育に適した仔魚を選択する必要があること、またこのことが種苗生産の省力化、計画性の点から必要であることを指摘した。

文 献

- 1) MAY, R. C., 1971: Effects of Delayed Initial Feeding on Larvae of the Grunion, *Leuresthes tenuis* (AYRES). Fish. Bull., 69 (2), 411-425.
- 2) 千葉健治, 1961: 種苗生産に関する基礎的研究 I. コイ仔魚・稚魚期の生長・生残りに及ぼす餌の影響について. 淡水研報, 11(1), 105-128.
- 3) 渡部泰輔, 1970: マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究. 東海水研報, (62), 1-283.
- 4) BLAXTER, J. H. S. & G. HEMPEL, 1963: The Influence of Egg Size on Herring Larvae (*Clupea harengus* L.). J. Cons., 28, 211-240.
- 5) LASKER, R., H. M. FEDER, G. H. THEILACKER & R. C. MAY, 1970: Feeding, Growth, and Survival

- of *Engraulis mordax* Larvae Reared in the Laboratory. Marine Biology, 5, 345-353.
- 6) JONES, A., 1972: Studies on Egg Development and Larval Rearing of Turbot, *Scophthalmus maximus* L., and Brill, *Scophthalmus rhombus* L., in the Laboratory. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 52, 965-986.
 - 7) 福原修, 1969: マダイの卵発生と初期における形態の変化についての観察. 水産増殖, 17(2), 71-76.
 - 8) 藤田経信, 1933: 水産蕃殖学, 427 pp. 東京.
 - 9) NIKOLSKY, G. V., 1963: The Ecology of Fishes. vx+352pp., New York.
 - 10) 張雨帆ほか, 1966: 中国淡水養殖学 (上), 周達生訳, VIII+222pp., 米子.
 - 11) BAGENAL, T. B., 1969: Relationship between Egg Size and Fry Survival in Brown Trout *Salmo trutta* L. J. Fish. Biol., 1, 349-353.
 - 12) TOOM, M. M., 1958: Experiments in the Incubation of Baltic Herring Eggs. Trudy Vniro, 34, 19-34.
 - 13) 稲葉伝三郎, 1953: ニジマスの卵径と稚魚の大きさ. 水産増殖, 1(1), 32-34.
 - 14) 倉田博, 1959: ニシン稚魚の飼育について. 北水研報, 20, 117-138.