

シマアジの種苗生産における 2, 3の問題点について

荒川 敏久・高屋 雅生・北島 力・吉田 範秋・山下 金義
山本 博敬・IZQUIERDO Maria Soledad*・渡辺 武*

Some Problems in Mass Propagation of Striped

Jack *Caranx delicatissimus*

Toshihisa ARAKAWA, Masao TAKAYA, Chikara KITAJIMA,
Noriaki YOSHIDA, Kaneyoshi YAMASHITA, Hiroyoshi YAMAMOTO,
Maria Soledad IZQUIERDO, and Takeshi WATANABE

Induction of spawning and fry rearing of striped jack (Shimaaji) were conducted aiming at mass propagation of this species for net cage culture.

Spawning of matured brood stock (33 fish, 2.6~6.7 kg BW) was induced by intermuscular injection of silver carp pituitary (4 mg/kg BW) and Human Chorionic Gonadotropin (HCG; 500 IU/kg BW). The total of 12.6 million eggs were obtained with an average hatchability of 17.3 %. The hatched larvae (2.6 mm TL) were fed on rotifers, *Artemia*, natural zooplankton, red sea bream eggs and artificial diets according to their body size, and grew up to 50 mm TL in 50~60 days after hatching at 22~24 °C.

Floating larvae with abnormally expanded swim-bladder were found 1~3 weeks after hatching. Strong aeration (1~1.5 ℓ/mim) was found to be effective to reduce appearance of this abnormality. Juveniles fed on *Artemia* nauplii were sensitive to mechanical stimuli such as transportation and handling, leading to a high mortality. While feeding with natural zooplankton or cultured *Tigriopus* made juveniles more tolerant to these procedures.

シマアジ *Caranx delicatissimus* DÖDERLEIN は新しい養殖対象魚種として近年脚光をあびており、各地の機関で種苗生産に関する研究が進められつつある。

本種の人工受精および仔稚魚の飼育は1973年に近畿大学の原田ら^{1,2)}により初めて成功し、1977年には大分生態水族館³⁾において自然産卵に成功したことから本格的な種苗生産が始まった。その後、1983年には日本栽培漁業協会古満目事業所⁴⁾で、1984年には東京都小笠原水産センター⁵⁾で自然産出卵が得られ種苗の量産化が大きく前進した。し

かしながら、本種の量産規模の拡大には多くの問題点が残されているため、一事業所当りの種苗生産尾数は現在10万尾程度にすぎない。

筆者らも、1985年から本種の種苗生産技術の開発に関する研究に着手し、翌年には約7万尾の種苗の生産に成功した。しかしながら、未だ良質卵の安定確保は困難であり、また、産出卵からの種苗獲得率も鰻異常膨満仔魚や活力が極端に弱い稚魚の出現等により、順調な飼育例でも約4%にすぎなかった。そこで、今回は種苗生産過程において生じたこれらの問題点を解明するために2, 3

* 東京水産大学 (Tokyo University of Fisheries)

の予備試験を行ったので報告する。

材 料 と 方 法

産卵誘発 産卵誘発には2群の親魚を用いた。1群は長崎県漁業公社が平均体重2kgの天然魚から4年間養成し、1983年に長崎県水産試験場増養殖研究所(当所)に輸送し、さらに2年間養成した平均体重5.8kgのもの18尾である。他の1群は、1979年に大分生態水族館から分与された稚魚を当所で7年間養成した平均体重3.8kgのもの15尾である(図1)。これらの親魚はいずれも当所地先の野母湾に設置した網生簀において養成したが、1985年11月26日に25尾、12月3日に8尾をソーラーシステムにより水温を21.5°Cに調節した室内100m³水槽に収容した。給水量は1日500m³(5回転)とし、この内50m³は新鮮海水の給水、残りは再濾過海水の循環で賄った。ただし、pHが8.0以下、あるいは溶存酸素量が6.0mg/l以下に低下した場合には飼育水の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{2}{3}$ 量(50~70m³)を新鮮海水と交換した。

親魚への給餌は、12月には1週間に1回、1月には5日に1回、2~3月には1週間に3回とした。1回の給餌量は総体重の2%で、餌料には冷

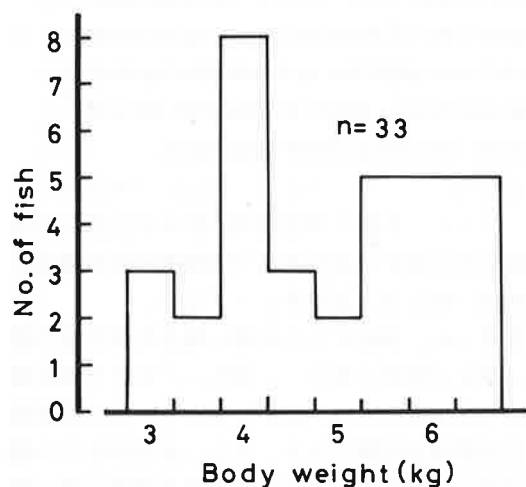


図1 親魚の体重の分布

Fig. 1. Distribution of body weight of striped jack brood stock.

凍イカ2.2kgと冷凍南極オキアミまたはアジ鮮魚1kgにビタミン剤(商品名:パラミックスA60g、ピンピンエース30g、ユベラ錠33粒)を添加して用いた。なお、パラミックスAとピンピンエースは各1gをゼラチンカプセルに詰め、ユベラ錠は $\frac{1}{4}$ に切り、全量をイカの胴中に詰め込んで与えた。

採卵はホルモンの筋肉注射による産卵誘発により行った。ホルモン剤にはハクレン脳下垂体4mg/kgの懸濁液とHCGホルモン(商品名:ゴナトロピン)500IU/kgを併用した。筋肉注射は、水槽の水を $\frac{1}{3}$ 程度に減水して魚を取り上げ、200ppmの2-フェノキシエタノールで麻酔した後に行った。減水後の新鮮海水の補給により水温は17~18°Cに下降したが、翌日には21.5°Cに回復した。産出卵は水槽内に設置したネットにより集卵した。

採集した受精卵は、沈卵を除去した後、室内6m³水槽に設置したゴース布地製のネット(φ50cm×50cm、有効水量約80l)中に収容し、水温21.5°C、微通気、微流水の条件下でふ化直前まで管理した。収容卵数はネット当り32万粒*とした。ふ化直前の卵は、再度沈卵を除去した後、21.5°Cに加温した室内6~40m³水槽に収容してふ化させた。

仔稚魚の飼育 仔稚魚の飼育は、前述の室内6~40m³水槽に1m²当り2個のエアーストン(三井砥石K.K.製MA-30)を配して7例を行った。通気量は1エアーストン当り0.3~1.5l/minの割合で行った。飼育水温は当初21.5°Cとしたが、この後3日に1°C程度上昇させ、最終的には22~24°Cに調整した。

餌料系列は図2に示したとおりで、シオミズツボウムシ(ワムシと略記)を日令3~40、アルテミアを日令15~50、天然プランクトンを日令17~40、マダイ卵と配合飼料を日令40~50、ミンチ肉を日令45以降給餌することとしたが、採集不調時には天然プランクトンとマダイ卵は給餌されなかった。ワムシはパン酵母とクロレラで培養した後クロレラと油脂酵母で1日二次培養したものを、アルテミアは天津産のものを乳化油脂(商品名:エスター85)で1日ω3高度不飽和脂肪酸

* 卵1g当り1,600粒として換算

(ω3HUFAsと略記)強化したノウブリウスを、天然プランクトンは野母湾で夜間灯火採集した生のものを、マダイ卵は当日採卵した受精卵を、配合飼料は日本農産工業 K.K.製マダイ3号と4号を、ミンチ肉はイカナゴと南極オキアミにビタミン剤(商品名：パラミックスA)を外割で1%添加して調製したものをそれぞれ用いた。

鰾の異常膨満に関する予備試験 ふ化後10~20日頃の仔魚の鰾が異常に膨満して水槽の表面に浮き上り、へい死する現象が多く飼育例でみられた。仔魚期における鰾への空気取り込みは通気量に関係することが知られているため、この問題に関連し、次のような予備試験を行った。すなわち、6 m²水槽2面にそれぞれ12個のエアーストンを配し、ふ化仔魚約1万尾ずつを收容し、通気量を日令10までは1~1.5 l/minとし、日令11以降もそのままの割合で続ける槽(強通気区)と、0.1~0.3 l/minに減じる槽(弱通気区)を設け、仔魚の観察を行った。

稚魚の活力に関する予備試験 アルテミアのノウブリウスのみを長期間給餌した稚魚は活力が非常に弱く、取り扱いにより容易にへい死する例が多く見られた。この現象は天然プランクトンやチグリオプスを多く給餌した場合には見られないことから、この問題に関連し、次のような予備試験を行った。すなわち、100 l水槽2槽に全長11.9mm

(日令21)の稚魚を各440尾收容し、14日間ワムシとアルテミアを給餌する槽(アルテミア区)とワムシとチグリオプスを給餌する槽(チグリオ区)を設け、試験終了時の活力を比較すると共に、餌料と稚魚の脂肪酸分析を行った。活力は稚魚約30尾を手網に抄い取り空中に10秒間露出した場合の1日後の生残率と、21°Cの飼育槽から直ちに19°Cの水槽へ收容した場合の生残率を指標として求めた。

結果と考察

産卵誘発 親魚の肥満度(BW/FL³×1000)を図3に示した。シマアジは非常に肥り易い魚であり、天然では肥満度14~18のものが飼育下では30を越す事例もみられ、このように肥満した親魚では成熟、産卵が妨げられることが知られている⁵⁾。今回使用した親魚の平均肥満度は20.7(17.4~24.1)であり、自然産卵が行われた東京都小笠原センター⁵⁾の19.4(15.8~25.3)に比べて多小肥り気味ではあるものの、おおむね産卵可能な範囲にあったと考えられる。

採卵結果を表1に示した。産卵はホルモン注射の40~50時間後に行われた。3回のホルモン注射により、合計1,264万粒を採卵したが、得られたふ

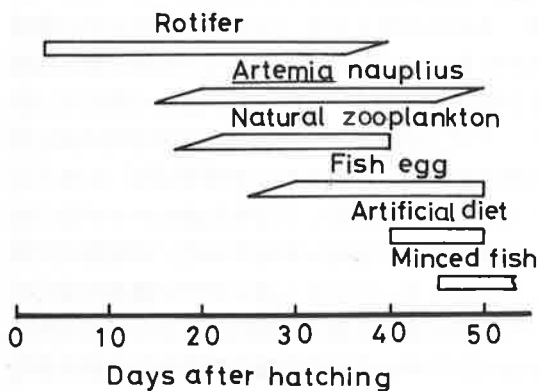


図2 40m³水槽での飼育に用いた餌料の系列

Fig. 2. Feeding schedule used for rearing of striped jack in 40 m³ tank.

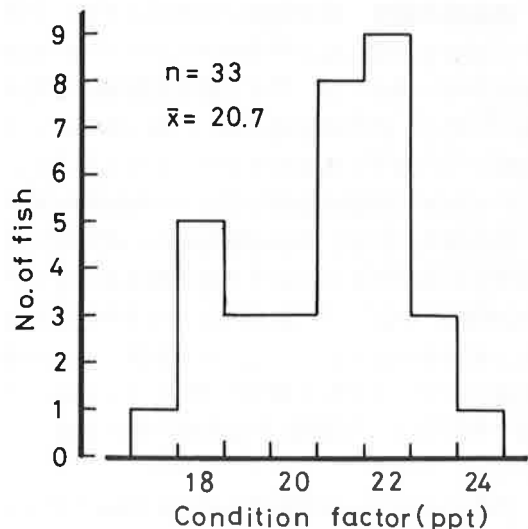


図3 親魚の肥満度(体重/尾又長³)の分布
Fig. 3. Distribution of condition factor (BW/FL³) of striped jack brood stock.

表1 採卵結果

Table 1 Results of spawning after injection of silver carp pituitary and HCG in striped jack

Date	No. of spawned eggs (×10)	No. of hatched larvae (×10)	Hatching rate (%)
12 Jan.	1,674	32	1.9
20 Feb.	8,474	1,760	20.8
29 Mar.	2,494	398	16.0
Total	12,642	2,190	17.3

化仔魚は219万尾で、平均ふ化率は17.3%であった。採取した受精卵の卵径は0.93~1.03mm(平均0.95mm)で、手網で抄い取った状態で1g中に約1,600粒の卵を数えた。採卵数およびふ化率は、ホルモン処理条件がほぼ同じであるにもかかわらず大きく異なり、2月20日の産卵における値が最も良く、次いで3月29日、1月12日の順であった。

このように、シマアジ親魚は体重1kg当り4mgのハクレン脳下垂体と500IUのHCGホルモンの併用注射により産卵が誘発されることが明らかになった。しかし、今回の産出卵のふ化率は極めて低く、今後ホルモン処理条件の改善が必要であると考えられた。また、今回の採卵結果から、本種の産卵適期は2月頃であると考えられた。

仔稚魚の飼育 飼育試験は7例行ったが、このうち通気量が弱い場合や天然プランクトンの給餌量が少ない場合には、仔魚の鰓異常膨満による大量へい死や、活力が極端に弱く、取り扱いにより容易にへい死する稚魚を生じた。しかしながら、これら以外には飼育過程で目立った疾病や大量へい死は認められず、40m³水槽を用いた飼育例では33万尾のふ化仔魚から約7万尾の稚魚を生産した(生残率21.2%)。この飼育例における仔稚魚の成長と生残率を図4に示した。なお本例における通気量はエアーストン1個当り1~1.5ℓ/min、天然プランクトンの給餌は日令17~50の間毎日であった。

仔魚の全長は、ふ化直後2.61±0.02mm(平均±標準偏差)であったものが、その日の内に3.18±0.08mmになり、日令14で4.90±0.26mm、日令29で9.35±1.63mm、日令42で20.0±3.13mm(稚魚)に成長し、日令50~57には50mm前後の種苗サイズに

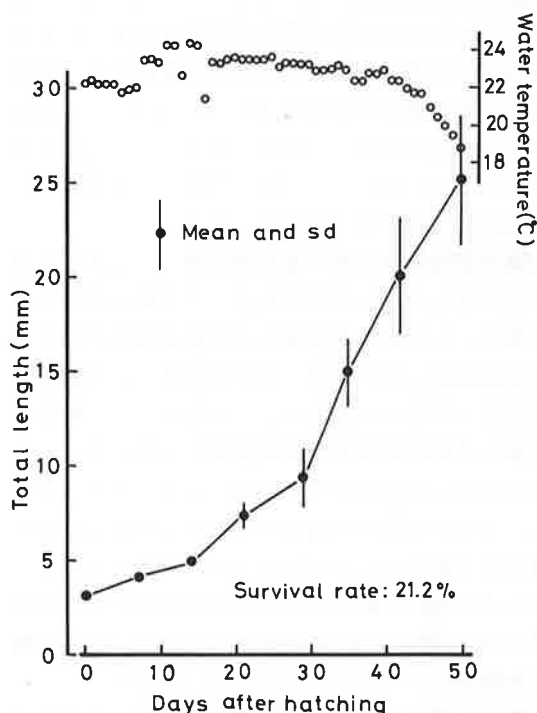


図4 40m³水槽での飼育におけるシマアジ仔稚魚の成長と生残

Fig. 4. Growth and survival rate of striped jack fry reared in 40 m³ tank.

達した。

鰓の異常膨満に関する予備試験 鰓が異常に膨満し水面に浮き上る魚(浮漂魚)は明らかに弱通気区に多く、日令14にはそれらの個体の鰓の体積は正常に遊泳している個体の6倍にも達した(表2)。これらの魚の消化管は鰓により圧迫され、内容物の量が明らかに少なくなっていた。また、これらは水表面に浮漂して正常な遊泳ができないため、摂餌活動も困難と考えられた。浮漂魚の大部分は死に至り、このことはシマアジ種苗生産における生残率減少の最大の要因であると考えられる。強通気区においてはこのような異常魚の出現は少なく、通気を強くすることによって浮漂魚の出現を軽減できることが明らかになった。しかしながら、どのような原因で鰓の異常膨満が起り浮漂魚が出現するのか、また、通気による浮漂魚減少の機序についても明らかでなく、今後の問題として残さ

表2 日令14における浮漂魚と正常遊泳魚の鰾の比較

Table 2 Comparison of size and volume of swim-bladder between swimming (normal) and floating larvae (abnormal) of striped jack at 14 days after hatching

	Swimming larva	Floating larva
Total length (mm)	4.88±0.32*	5.00±0.20
Major axis length of swim-bladder (mm)	0.45±0.10	0.61±0.08
Minor axis length of swim-bladder (mm)	0.28±0.05	0.52±0.09
Volume of swim-bladder** (mm ³)	0.04±0.02	0.19±0.08

* $\bar{X} \pm S. D. (n=20)$

** $\frac{4}{3} \pi \times (\text{Major axis}) \times (\text{Minor axis})^2$

れた。

稚魚の活力に関する予備試験 試験結果を表2に示した。アルテミア区はチグリオ区に比べ稚魚の成長、活力共に劣った。特に稚魚を10秒間空中に露出した場合の生残率は、アルテミア区では46.7%で、チグリオ区(96.7%)の約1/2に過ぎず、取り扱いにより容易にへい死することが明らかになった。

給餌した餌料と稚魚の全魚体総脂質の脂肪酸組成を表3に示した。 ω 3HUFAは海産魚の必須脂肪酸(EFA)として知られているが、アルテミアにおける含量は3.19%(乾物当り)でチグリオプス(3.83%)の約80%であった。また、アルテミアでは ω 3HUFAの内エイコサペンタエン酸(EPA)の総脂肪酸中に占める割合は11.2%とかなり高いものの、ドコサヘキサエン酸(DHA)は僅か0.6%しか含まれていなかった。一方、チグリオプスはEPAを6.9%、DHAを10.6%含み、DHAの割合がEPAを上回っていた。飼育試験終了時の全魚体の脂肪酸組成は餌料の脂肪酸を良く反映し、アルテミア区ではEPA含量は試験開始時と大差ないが、DHAは7.8%から2.8%へ大幅に減少した。一方、チグリオ区ではEPAは11.6%から5.9%に減少したものの、DHAは逆に7.8%から18.4%に増加した。その結果、魚体中の

表3 アルテミアとチグリオプスを給餌した稚魚の飼育結果

Table 3 Results of the feeding experiment with striped jack juveniles fed on *Artemia* and *Tigriopus*

	Tank	
	<i>Artemia</i>	<i>Tigriopus</i>
Initial		
No. of juvenile	440	440
Total length (mm)	11.9±0.17*	11.9±0.17
Final		
No. of juvenile	337	288
Total length (mm)	20.6±4.60	21.1±4.80
Survival rate (%)	75.6	65.5
Activity		
Survival rate in** holding test (%)	46.7	96.7
Survival rate in*** temperature test (%)	70.0	86.7

* $\bar{X} \pm S. D. (n=30)$

** Thirty fish were exposed to air for 10 sec.

*** Thirty fish were transported from 21 °C to 19 °C sea water.

ω 3HUFA含量(乾物)は、開始時の2.18%が、終了時にはアルテミア区では1.91%に減少し、チグリオ区では2.79%に増加した。

このように、稚魚の活力に大きな差が見られた両区において魚体の ω 3HUFAに差を生じていることから、アルテミア区における活力の低下の原因はEFA欠乏による可能性が示唆された。しかしながら、今回給餌したアルテミアの ω 3HUFAレベルではマダイ稚魚の活力は低下しない⁶⁾ことから、シマアジの ω 3HUFAの要求量がマダイより高く、EFAとしてEPAだけでなくDHAも要求するのではないかと推察された。さらに、アルテミアにはEFA以外にも何等かの栄養的欠陥があることも考えられるので、今後、飼育試験と化学分析によりこの問題の解決を図る必要があろう。

要 約

シマアジ養成親魚の産卵誘発および仔稚魚の飼育に関する予備試験を行い、以下の結果を得た。

- ① 体重2.9~6.6kg、肥満度17.4~24.1の親魚に、体重1kg当り4mgのハクレン脳下垂体と500IUのHCGホルモンを併用して筋肉注射することにより、産卵が誘発された。
- ② 3回のホルモン処理により、33尾の親魚から

表4 アルテミア, チグリオプスおよびそれらを摂餌したシマアジの総脂質の脂肪酸組成
Table 4 Fatty acid composition of total lipids from *Artemia*, *Tigriopus* and Striped Jack.

Fatty acids	<i>Artemia</i>	<i>Tigriopus</i>	Striped Jack		
			before feeding	after feeding	
				<i>Artemia</i>	<i>Tigriopus</i>
14:0	1.27	1.37	1.41	1.03	0.96
15:0	0.60	0.79	0.42	0.58	1.20
16:0	10.99	12.48	19.58	14.30	17.37
16:1	18.17	8.10	8.16	11.58	5.11
16:2+17:0	3.21	4.52	1.00	2.82	4.32
16:3+16:4	2.80	4.09	1.55	2.65	1.74
18:0	4.37	5.91	9.31	7.73	9.21
18:1	30.13	14.73	22.16	27.18	18.63
18:2 ω 6	5.17	3.08	3.82	4.60	2.50
18:3 ω 6	0.31	—	—	0.27	0.05
18:3 ω 3	3.26	11.51	0.62	2.08	2.82
18:4 ω 3	0.30	1.77	0.05	0.17	0.18
20:0	0.09	0.22	0.06	0.10	—
20:1	0.63	0.88	0.66	0.53	0.75
20:2 ω 6	0.11	0.17	0.18	0.11	0.15
20:3 ω 6	0.13	0.11	0.16	0.19	0.13
20:4 ω 6	2.37	2.07	4.78	4.05	3.41
20:4 ω 3	0.20	1.96	0.29	0.23	0.66
20:5 ω 3	11.17	6.93	11.58	12.20	5.85
22:1	0.49	0.15	0.04	0.04	0.04
22:4 ω 9	0.03	0.13	0.45	0.39	0.10
22:4 ω 6	—	0.10	0.43	0.23	0.54
22:5 ω 6	—	0.62	0.05	0.04	1.23
22:5 ω 3	0.21	0.72	4.95	2.07	1.71
22:6 ω 3	0.63	10.60	7.79	2.80	18.41
24:1	0.04	0.73	0.10	0.04	0.80
$\Sigma\omega$ 3HUFA	12.21	20.21	24.61	17.30	26.63
Saponifiable lipids (%)	91.01	92.24	63.26	69.18	74.24
Crude lipids (% dry weight)	28.76	20.53	14.00	15.95	14.10
ω 3HUFA in whole body (% dry weight)	3.19	3.83	2.18	1.91	2.79

1,264万粒を採卵したが、得られたふ化仔魚は219万尾(平均ふ化率17.3%)であった。

- ③ 水温22~24°Cで、仔魚はふ化後50~60日で50mm程度の種苗サイズに成長した。飼育が順調であった場合の生残率は、ふ化仔魚から種苗サイズまで約20%であった。
- ④ ふ化後10~20日頃に鰾が異常に膨満して水槽の表面に浮き上り、へい死する仔魚が多数みられたが、本現象の発現率はエアーストン当り1

~1.5 l/min程度の強い通気を行った場合には軽減された。

- ⑤ ワムシに併用してアルテミアのみを給餌した稚魚は活力が非常に弱く、取り扱いにより容易にへい死したが、天然プランクトンや培養したチグリオプスを併用して給餌することにより活力は向上した。

文 献

- 1) 原田輝雄・村田修・宮下盛：養成シマアジの成熟と採卵，近畿大学水産研究所報告，(2)，143—149 (1984)。
- 2) 原田輝雄・村田修・宮下盛：シマアジの人工ふ化飼育，近畿大学水産研究所報告，(2)，151—160 (1984)。
- 3) 岩本浩：シマアジの養殖，養殖，18(1)，74—76 (1981)。
- 4) 松本淳・河野一利：シマアジの採卵について，栽培技研，14(1)，35—42 (1985)。
- 5) 村井衛・青木雄二・西村和久・隆島史夫：小笠原父島におけるシマアジの親魚養成と採卵，水産増殖，33(2)，82—87 (1985)。
- 6) 長崎県水産試験場：乳化油脂による生物餌料の栄養価の改善，昭和57年度健苗育成技術開発報告書，1983，pp 1—16。