

カンパチ種苗生産方法の改良

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2025-04-24
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 塩澤, 聡, 竹内, 宏行, 廣川, 潤
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014550

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



カンパチ種苗生産方法の改良

塩澤 聡^{*1, *2}・竹内宏行^{*1, *3}・廣川 潤^{*1, *4}

Improved Seed Production Techniques for the Amberjack, *Seriola dumerili*

Satoshi SHIOZAWA, Hiroyuki TAKEUCHI, and Jun HIROKAWA

Seed production techniques for amberjack were modified and their effectiveness was verified. Two peaks of high mortality during rearing were observed from hatching until day 17 and after day 30. Earlier mortality could be reduced by the improvement of aeration methods and later mortality could be reduced both by the modification of weaning from live feeds to artificial diets and by the use of novel size grading methods. In particular, improvements of weaning for seeds at 15 mm TL by feeding artificial diets increased the viability of seeds. This technique led to the development of novel size grading methods of seeds at 15 mm TL, and mortality due to cannibalism after day 30 decreased significantly. As a result of applying these techniques, survival at about day 40 (28 mm TL) in two seed production trials was 120,000 in total, and average survival rate was 11.4%, which was twofold that of rates obtained using older methods.

2003年8月27日受理

カンパチ *Seriola dumerili* は熱帯・亜熱帯に広く分布するアジ科ブリ属の魚類で、我が国では北海道を除く水域に生息する¹⁾。本種はブリ属の中で最も大きくなり、市場価値も高いことから、ブリ *S. quinqueradiata* に替わる養殖対象魚種で注目されている。しかし、カンパチは、ブリやヒラマサ *S. lalandi* に比べて国内で捕獲される天然種苗の数が少ないため²⁾、我が国における本種の養殖種苗の大部分は海外からの輸入で占められているのが現状である。

このため、これまで国内数カ所の試験研究機関や民間企業で、カンパチの種苗生産に関する研究開発が行われている³⁻⁷⁾。(社)日本栽培漁業協会(以下、日栽協)は、八重山事業場で1986年よりカンパチの種苗生産技術開発に取り組んできたが、他のブリ属と同様に、“初期減耗”や“共食い”という問題点を抱えており、種苗量産は難しいとされてきた。このため、1991年に7.5万尾の種苗が生産されたのが最高であり⁸⁾、早急な量産技術の確立が求められていた。問題解決には、種苗生産に大きな影響を与えている飼育初期の減耗要因の究明と防除技

術開発、および飼育後期の共食いによる減耗の防除対策の開発が必須である。しかし、本種のこれらの減耗要因と防除方法を明らかにした知見はほとんどない。

そこで、本報は飼育初期(ふ化から日齢15)の減耗要因として、仔魚の水槽内での沈降状態、飼育初期の摂餌状況、鰾の開腔(以下、開鰾)の有無に注目し、水槽内の飼育水の流れと仔魚の行動との関係、ワムシの大きさと摂餌量との関係、さらに水面に生じる油膜と開鰾との関係を調べた。そして、通気方法の改良、ワムシの大きさと給餌量の変更、水面の油膜除去方法の改善を試み、初期減耗の軽減の効果について検証した。また、飼育後期(日齢31から取り揚げまで)の減耗要因は、共食い、大型個体からの攻撃や取り揚げ時のハンドリング等の刺激による死亡(酸欠症状に似た急性的な死亡、以下ショック死)に注目し、共食いと種苗のサイズ差との関係、配合飼料の摂餌による刺激に対する耐性の向上について調べた。そして、選別で種苗サイズの画一化と配合飼料の早期給餌による餌付けを試み、後期減耗の軽減効果を検証した。

^{*1} 日本栽培漁業協会八重山事業場 〒907-0451 沖縄県石垣市梓海大田148 (Yaeyama Station, Japan Sea-Farming Association, Ishigaki, Okinawa, 907-0451 Japan).

^{*2} 現所属: 同協会小浜事業場 〒917-0117 福井県小浜市泊26.

^{*3} 現所属: 同協会宮津事業場 〒626-0052 京都府宮津市小田宿野1721.

^{*4} 現所属: 同協会古満目事業場 〒788-0315 高知県幡多郡大月町古満目330.

材料と方法

飼育試験の設定条件 飼育の初期および後期におこる減耗軽減を目的に、2回の飼育試験を行った。

試験1は、飼育後期の共食いとショック死を軽減するため、配合飼料の早期餌付け、およびサイズ選別を設定した。

試験2は、飼育初期の仔魚の沈降防止のために通気方法を変更し、摂餌不足を補うための小型ワムシの給餌、および鰾の未開腔による減耗を軽減するため油膜除去を行った。また、アルテミアノープリウスは使わず、ワムシと配合飼料のみを給餌した。更に、試験1と同様に、配合飼料の早期餌付け、サイズ選別を設定した。

採卵とふ化 親魚は、日裁協八重山事業場で1992年、1993年に生産した種苗を海上の網生簀(5×5×5 m)で養成した4歳魚(平均体重12.3 kg)と5歳魚(平均体重13.0 kg)の2群を用いた。産卵は陸上の110 kl八角型コンクリート水槽で行い、水温は自然水温(22~25℃)とした。催熟は市販の胎盤性性腺刺激ホルモン(動物専用ゴナトロピン3000, 帝国臓器製薬)を用い、魚体重1 kgあたり1000IUを背鰭基部の筋肉に注射した。自然産卵した卵をゴース地製のネットで回収し、受精卵を流水式の0.5 klふ化管理水槽でふ化まで管理した。

試験1は、1997年4月10日に4歳魚から採卵された受精卵を用いた。浮上卵88.5万粒より74.4万尾(ふ化率46.0%, 奇形率2.8%)のふ化仔魚を得、このうち59.9万尾を試験に供した。

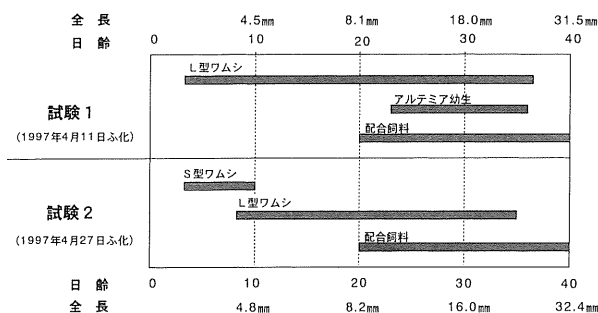


図1. 飼育試験に使用した餌料の種類と給餌期間

表1 使用した餌料の種類と給餌量

餌料の種類	試験1	試験2
ナンノクロロプシス*(kl)	80.5	67.0
シオミズツボワムシ(S)(億個体)	—	11.5
シオミズツボワムシ(L)(億個体)	122.0	132.5
アルテミアノープリウス(億個体)	10.2	—
配合飼料(粒径: 250 μm)(kg)	2.5	3.4
(粒径: 400 μm)(kg)	4.2	5.6
(粒径: 700 μm)(kg)	8.3	22.7
(粒径: 1000 μm)(kg)	5.3	17.3

* ナンノクロロプシスはワムシの餌料として給餌。2,000万細胞/mlで換算

試験2は、1997年4月26日に5歳魚から得られた受精卵を使用した。浮上卵88.5万粒より53.0万尾(ふ化率59.9%, 奇形率1.6%)のふ化仔魚が得られ、このうち45.4万尾を試験に用いた。

仔稚魚の飼育

1. 収容 ふ化仔魚は、2回の試験とも、ふ化後1日目(日齢1)にふ化管理水槽から飼育水槽(60 kl八角型コンクリート水槽: 実容量50 kl)に直径40 mmホースのサイホン方式で直接収容した。

2. 餌料の種類と給餌期間 給餌した各餌料の給餌期間を図1に、各給餌量を表1に示した。

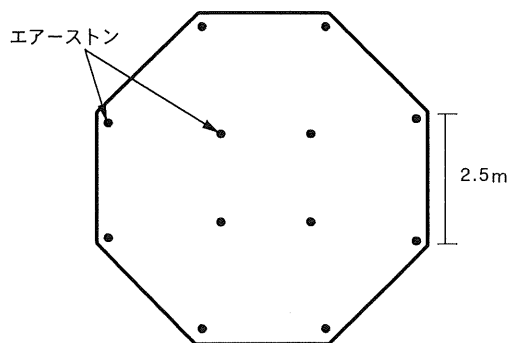
試験1は、開口直後(日齢3)より濃縮淡水クロレラ(生クロレラV12, クロレラ工業)とパン酵母で培養したL型ワムシ *Brachionus plicatilis* (給餌密度5個体/ml)、平均全長8 mm(日齢20)より配合飼料(初期飼料A250, B400, 協和発酵)、平均全長10 mm(日齢23)よりアルテミア *Artemia franciscana* 幼生を給餌した。アルテミアの給餌開始時期は全長6 mmから10 mmに遅らせ、配合飼料への早期餌付けを試みた。ワムシの栄養強化は、油源(キリンビール)と冷蔵濃縮ナンノクロロプシス *Nannochloropsis oculata* を用い、アルテミアは油源のみで栄養強化とした。

試験2は、開口直後(日齢3)より濃縮淡水クロレラ(生クロレラV12, クロレラ工業)とパン酵母で培養したS型ワムシ *Brachionus rotundiformis* (給餌密度10~15個体/ml)、平均全長4 mm(日齢8)よりL型ワムシ(給餌密度5個体/ml)、平均全長8 mm(日齢20)より配合飼料を給餌した。試験1は平均全長23.8 mmまでL型ワムシの摂餌が確認されたため、試験2はアルテミアの給餌を行わずに全長8 mmから取り揚げまでワムシと配合飼料を併用給餌した。ワムシの栄養強化は、油源と冷蔵濃縮ナンノクロロプシスでした。

3. 飼育管理 給餌開始から飼育水槽に冷蔵濃縮ナンノクロロプシスを添加した。添加はサイホン方式により24時間連続で行い、飼育水中のナンノクロロプシス密度を50万細胞/mlになるようにした。水面照度は水槽直上に遮光幕を設置して、適宜開閉し、1,000~2,000 luxになるように調節した。飼育水は砂ろ過海水を紫外線で処理して使用した。試験1の換水率は、収容から開口(日齢3)まで止水、開口から日齢10まで0.5回転/日、日齢11~20の間は1.0回転/日、その後取り揚げまで1.5回転/日とした。試験2は収容から流水で飼育し、日齢20まで1.0回転/日、その後取り揚げまで1.5回転/日とした。毎日午前中に残餌、糞および死亡魚等は自走式底掃除機(おそうじくん, 神戸メカトロニクス)で掃除した。ふ化仔魚収容時は自然水温(試験1は23℃, 試験2は25℃)とし、収容後は1日に1℃の割合で昇温させて25~26℃を維持した。

4. 通気 試験1の通気は、エアーストン12個で行い、八角形の各頂点に1個ずつと、中心から半径1 mの位置

試験 1



試験 2

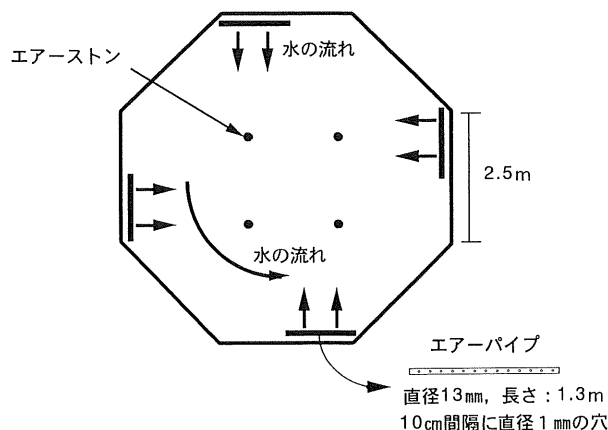


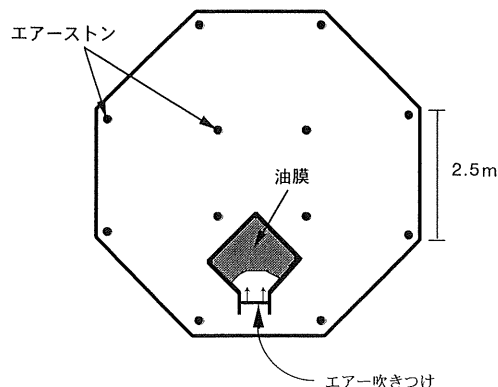
図 2. 水槽上から見たエアーストン、エアパイプの配置図
太線矢印は気泡の動きにより生じる飼育水の流れの方向を表す。

を頂点とする正方形の各頂点に 1 個ずつ垂下した (図 2)。通気量は、ふ化仔魚収容直後から取り揚げまで弱通気 (0.5~1.0 l/分/エアーストン) とした。

試験 2 は、エアパイプ (直径 13 mm 塩化ビニール製パイプ) 4 本とエアーストン 4 個で行った。エアパイプは、八角型水槽の底部の一つおきの 4 辺の片側に 1 本ずつ水平に配置した。また、エアーストンは、中心から半径 1 m の位置を頂点とする正方形の各頂点に 1 個ずつ垂下した (図 2)。各エアパイプの長さは、水槽の 1 辺の半分の長さ (1.3 m) とし、直径 1 mm の穴を 10 cm 間隔に 13 個開けた (図 2)。通気量は、収容直後から開口 (日齢 3) まで強通気 (50 l/分/エアパイプ, 2 l/分/エアーストン) とし、開口直後 (日齢 3) から開鰓の終了 (日齢 10) まで弱通気 (20 l/分/エアパイプ, 0.5~1.0 l/分/エアーストン) とした。日齢 11 以降は再度強通気とした。エアパイプの通気で飼育水を水平方向 (反時計回り) に回転させ、強通気の場合 90 秒で 1 回転、弱通気の場合 120 秒で 1 回転になるように通気量を調整した。

5. 油膜除去 試験 1 は日齢 6 より、試験 2 は日齢 3 より油膜回収装置 (図 3) を取り付け回収した。油膜は 1 日 8~10 回柄杓で水面より取り除いた。

試験 1



試験 2

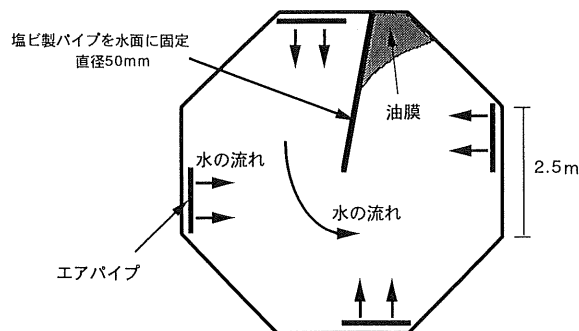


図 3. 油膜回収方法

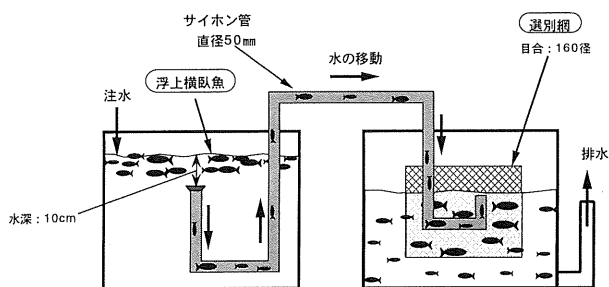


図 4. 夜間取り揚げおよびサイズ選別方法

6. サイズ選別 種苗の成長差の拡大にともない共食いが頻繁に出現する時期 (試験 1 は日齢 27, 試験 2 は日齢 29) にサイズ選別を行った。直径 50 mm のホースを用いて、サイホン方式により夜間水面に浮遊し「睡眠様状態」の稚魚を飼育水槽から吸い出し、別水槽に設置した選別網 (目合: 160 径, 大きさ: 1.0×1.0×1.0 m) 内に収容して大小 2 群に選別した (図 4)。選別網の外に抜けた群はそのまま飼育を続け、選別網内に留まった群は飼育水とともに別の水槽に移槽して再収容し、取り揚げまで別々に飼育を継続した。

7. 計数および測定 生残尾数の推定は、日齢 10 までほぼ毎日行い、日齢 3 までは昼間に、日齢 4 以降は夜間に行った。計数方法は、直径 50 mm の塩化ビニール製パイプを用いて水槽内の 10 定点より柱状サンプリングを行い、容量法により生残尾数を推定した。全長 6 mm 頃

表 2. カンパチ試験結果の概要

生産区分	収容			飼育			取り揚げ				備考
	月日	尾数 (万尾)	密度 (尾 /kl)	水温 (℃)	主な餌の 種類	飼育 日数	月日	尾数 (万尾)	平均全長（範囲） (mm)	生残率 (%)	
試験 1	4.11	59.9	11,980	23.0–25.0	ワムシ	35	5.16	2.87	25.2	(16.0–33.2)	選別後*1の大型群 選別後*1の小型群 未選別群
					アルテミア	40	5.21	1.99	28.5	(22.4–34.7)	
					配合飼料	35	5.16	0.12	30.2	(23.4–35.5)	
小計	4.11	59.9	11,980			40		4.98	26.6*3	(16.0–35.5)	8.3
試験 2	4.27	45.4	9,080	25.0–26.0	ワムシ	38	6.4	6.17	29.0	(21.9–36.5)	選別後*2の大型群 選別後*2の小型群 未選別群
					配合飼料	46	6.12	0.84	41.1	(33.8–49.5)	
						38	6.4	0.04	34.1	(28.9–42.6)	
小計	4.27	45.4	9,080			46		7.05	30.5*3	(21.9–49.5)	15.5
合計		105.3						12.03	28.9*3	(16.0–49.5)	11.4

*1: 日齢 27 にサイズ選別・分槽

*2: 日齢 29 にサイズ選別・分槽

*3: 加重平均

(日齢 15 頃) から、底掃除で回収される死亡魚尾数をもとに生残尾数を推定した。取り揚げ時は全数計数を行った。日齢 3 より 3 日おきに 30 尾の全長を万能投影機で測定した。なお、全長の測定時に、実体顕微鏡下で消化管内容物と開鰓の有無についても調べた。

8. ふ化仔魚の無給餌飼育

各飼育試験に供したものと同じふ化仔魚を 500 ml/容器に 30 尾ずつ収容し、各 2 例の無給餌飼育 (22°C) を行った。毎日、死亡魚を計数し取り除き、生残を調べた。

結 果

取り揚げ結果 結果の概要を表 2 に示した。試験 1 は、サイズ選別後の大型群を日齢 35、小型群を日齢 40 に取り揚げた。取り揚げた種苗の平均全長は 26.6 mm (16.0~35.5)、尾数は 4.98 万尾 (生残率 8.3%) であった。試験 2 は、サイズ選別後の大型群を日齢 38、小型群を日齢 46 に取り揚げた。取り揚げた種苗の平均全長は 30.5 mm (21.9~49.5)、尾数は 7.05 万尾 (生残率 15.5%) であった。計 2 回の試験で、平均全長 28.9 mm (16.0~49.5) の種苗 12.0 万尾を生産し、その平均生残率は 11.4% (8.3~15.5) であった。

成長 試験 1 および 2 の仔稚魚の成長と生残を図 5 に示した。両試験ともに全長は日齢 7 まで顕著な増加は見られず、開口時の全長 (3.9 mm) とほぼ同じであった。日齢 10 で全長 4.5~4.8 mm、その後は急激に成長し、日齢 20 で全長 8.1~8.2 mm、日齢 35~40 で全長 25~30 mm となった。成長するに伴って成長差は大きくなり、日齢 20 以降には最大個体の全長が最小個体の全長の 2 倍以上となり、成長の速い大型個体が小型個体を捕食しようとする共食い行動が見られるようになった。共食いによる共倒れ魚 (共食いにより、捕食個体が被食個体を飲み込めずに死亡したもの) が初めて見られたのは 2 回の試

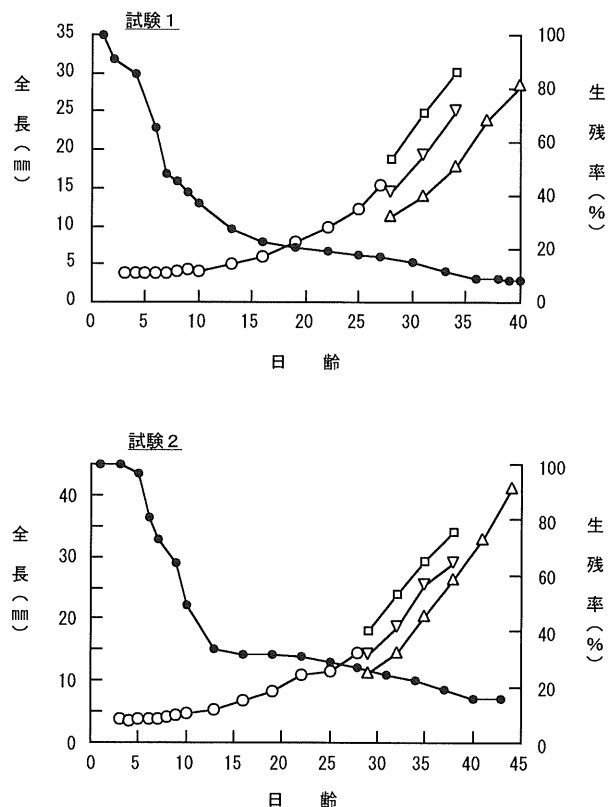


図 5. カンパチ飼育試験における成長と生残状況
 —○—: 全長 (選別前), —△—: 選別小型群,
 —▽—: 選別大型群, —□—: 未選別群,
 —●—: 生残率.

験とも日齢 22 で、その時の平均全長は試験 1 は 10.0 mm (6.0~12.4)、試験 2 は 11.0 mm (7.5~15.6) であった。

生残 試験 1 は、日齢 3 の開口時の生残率は 88.3% であったが、日齢 4 以降に大量死亡が発生し、日齢 13 で 27.7% となった。日齢 18 以後は大量死亡が見られないものの生残尾数は漸減し、日齢 30 で 15.4% となった。その後、日齢 32 以後は共食いによる大量減耗が見られ、取

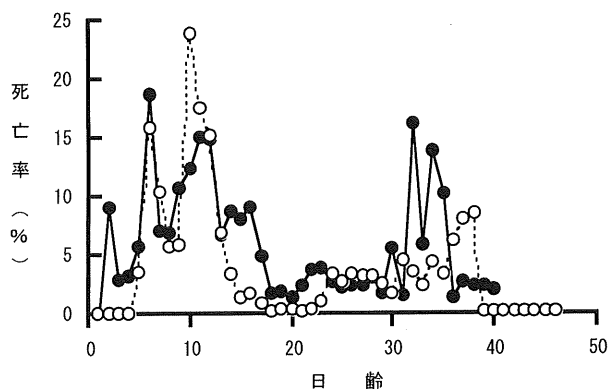


図 6. カンパチ飼育期間中の死亡率の推移
死亡率=当日の死亡尾数/前日の生残尾数×100.
—●—: 試験 1, …○…: 試験 2.

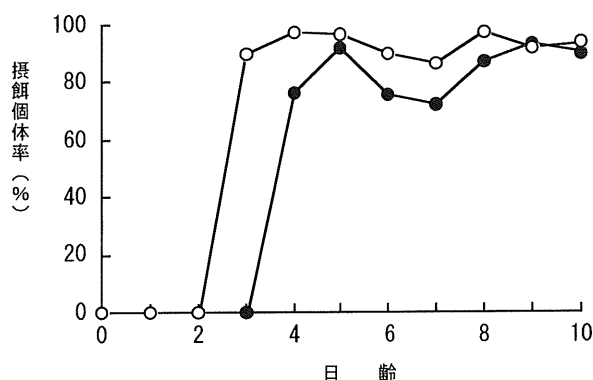


図 7. カンパチの初期飼育における摂餌個体率の推移
摂餌個体率=摂餌している個体数/調査個体数×100.
—●—: 試験 1, —○—: 試験 2.

り揚げ時点の生残率は 8.3%となった(図 5)。

試験 2 は、開口前後までほとんど減耗はなく、日齢 3 での生残率は 100%であった。しかし、日齢 5 以降に大量死亡が発生し、日齢 13 での生残率は 33.5%となった。日齢 15~22 の間はほとんど死亡は見られなかったが、日齢 22 以降より共食いの発生とともに生残尾数は漸減して、日齢 30 での生残率は 25.0%となった。その後更に共食いによる大量減耗が見られ、取り揚げ時で 15.5%と

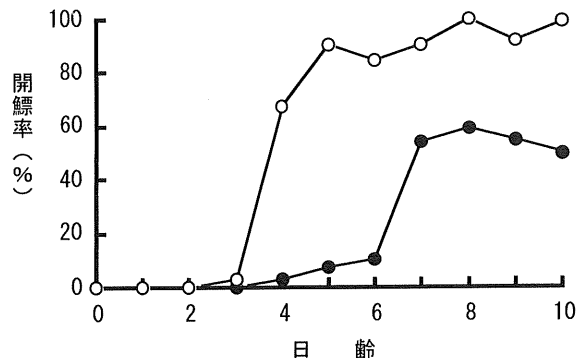


図 8. カンパチ仔魚の開鰓率の推移
開鰓率=開鰓個体数/調査個体数×100.
—●—: 試験 1, —○—: 試験 2.

なった(図 5)。

試験 1 および 2 の飼育期間中毎日の死亡率(当日の死亡尾数/前日の生残尾数×100)の推移を図 6 に示した。期間中の死亡率をみると、5%以上の死亡率は、試験 1 で、日齢 2、日齢 5~17 と日齢 30~35 で見られ、それぞれの死亡率のピークは 9.0%、18.6%、16.1%であった。試験 2 は、日齢 6~13 と日齢 36~38 の間に見られ、それぞれの死亡率のピークは 23.8%、8.5%であった。このうち、初期減耗は、試験 1 で日齢 2、日齢 6 および日齢 10~12 に、試験 2 で日齢 6 および日齢 10~12 に死亡率のピークがみられた。なお、500 ml 容器の無給餌飼育(22℃)は、試験と同様に日齢 6 に大量死亡がみられ、試験 1、2 とも日齢 8 までに全数が死亡した。

摂餌 試験 1 および 2 の初期飼育の摂餌個体率(摂餌尾数/調査尾数×100)の推移を図 7 に示した。試験 1 は、開口が日齢 3 の 15:00 に始まり、開口当日の摂餌個体率は 0%であったが、開口翌日には 76.0%に上昇した。その後日齢 8 まで 70~80%で推移し、日齢 13 以後は、100%となった。また、L 型ワムシの摂餌は平均全長 23.8 mm まで確認された。一方、配合飼料の摂餌は平均全長 10 mm で 28%の個体が摂餌していることが確認された。

試験 2 は、開口当日(日齢 3)の摂餌個体率は 89.9%であり、その後も摂餌個体率は 90%以上で推移し、日齢 13

表 3. カンパチのサイズ選別結果の概要

生産区分	選別前			選別後			取り揚げ		
	日齢	尾数 (万尾)	平均全長(範囲) (mm)	日齢	尾数 (万尾)	平均全長(範囲) (mm)	日齢	尾数 (万尾)	平均全長(範囲) (mm)
試験 1	27	10.30	15.5 (8.8-22.8)						
大型群				28	5.53	14.5 (8.5-17.6)	35	2.87	25.2 (16.0-33.2)
小型群				28	3.06	11.3 (8.6-13.7)	40	1.99	28.5 (22.4-34.7)
未選別群				28	1.71	17.9 (9.6-23.7)	35	0.12	30.2 (23.4-35.5)
試験 2	29	11.07	14.4 (12.4-17.4)						
大型群				30	8.75	14.3 (9.6-18.1)	38	6.17	29.0 (21.9-36.5)
小型群				30	1.89	11.4 (9.0-13.8)	46	0.84	41.1 (33.8-49.5)
未選別群				30	0.43	17.2 (10.2-25.6)	38	0.04	34.1 (28.9-42.6)

* サイズ選別から取り揚げまでの期間の生残率

以降は、100%となった。平均全長 12 mm で 80%以上の個体で配合飼料の摂餌が確認された。また配合飼料に餌付きにくい小型個体は L 型ワムシを摂餌していたため、飢餓による死亡はみられなかった。

鰾の開腔 開鰾率（開鰾尾数/調査尾数×100）の推移を図 8 に示した。試験 1 の開鰾は日齢 4 に始まり、日齢 5 の開鰾率は 7.0%，日齢 7 には 59.4% となり、日齢 10 まで開鰾率は 50% 台を推移した。取り揚げ時の平均開鰾率は 69.6%（大型群：93.5%，小型群：35.2%）であった。試験 2 の開鰾は日齢 3 より始まり、日齢 5 の率は 90.8% で、日齢 3～5 の 3 日間ではほぼ全個体が開鰾した。日齢 10 および取り揚げ時（日齢 46）のその率は、それぞれ 99%，100% であった。試験 2 は日齢 3 より油膜除去を行った結果、日齢 6 より除去を行った試験 1 に比べて開鰾率は大きく向上した。

サイズ選別 共食いは 2 回の試験とも日齢 20 で出現し、以後、共食い行動が頻繁に観察された。しかし、底掃除によって回収した死亡魚の中には共倒れ魚はほとんど見られず、大型個体からの攻撃によりショック死したと推測される小型個体が多かった。

試験 1、2 のサイズ選別結果の概要を表 3 に示した。選別のために移槽に成功した尾数の割合（選別終了後の大型群・小型群の合計尾数/選別終了後の各群の合計尾数×100）は、試験 1 は 83.4%，試験 2 は 96.1% であった。試験 1 は、エアーストンの間の数カ所に、浮上個体群が分断されたため、エアパイプにより飼育水を水平方向に回転させた試験 2 に比べて移槽に成功した尾数の割合が低下した。

選別後から取り揚げまでのそれぞれの生残率は、試験 1 は大型群で 64.4%，小型群で 65.0%，未選別群で 7.1% であり、試験 2 は、大型群で 70.5%，小型群で 44.4%，未選別群で 9.0% であった。2 回の試験で各選別群の減耗の主原因は共食いおよび大型個体からの攻撃によるショック死による死亡であり、未選別群の減耗が最も大きかった。

考 察

減耗の時期と原因 試験期間中の死亡率の推移から、ふ化から日齢 17 までの飼育初期と日齢 30～38 までの飼育後期の 2 つの減耗ピークがみられた。初期減耗は、親魚由来のふ化仔魚の質、飼育環境、餌料生物等の飼育条件が不適当であったことが考えられるが、特定できなかった。飼育後期の減耗は、共食いによる捕食あるいは、他個体からの攻撃によるショック死によると考えられる。**飼育方法の改良** 本試験は、飼育過程の減耗を軽減するために、初期飼育は通気方法の改良、ワムシの大きさと給餌量の変更、水面の油膜の除去、後期飼育はサイズ選別、配合飼料の餌付けについて検討した。

1. 通気方法 従来のブリ属仔魚の通気飼育は、水槽内

に均等に配置されたエアーストンにより行うため、飼育水が主に垂直方向にのみ攪拌され、水槽底部に攪拌されない場所が形成された。開口前のブリ属仔魚は、この攪拌されない場所に集まり、水槽底部に沈降する傾向がみられた（塩澤、未発表）。この沈降を防ぐ方法として、エアーストンとエアパイプを併用し、飼育水を垂直方向と水平方向に攪拌させた。ブリの場合、この方式により、開口前後に見られた仔魚の沈降による死亡が減少し、初期生残率が大きく向上した^{9,11)}。今回の試験でも、従来通気法の試験 1 に比べて試験 2 で開口時（日齢 3）にほとんど減耗がなかったことから（図 6）、この通気方法はカンパチ仔魚にも有効であると考えられた。

2. 給餌方法 試験 2 は、開口直後に L 型ワムシに替えて S 型を給餌し、さらにその給餌密度を従来の 2～3 倍である、10～15 個体/ml に増加させた結果、開口当日の摂餌個体率が、L 型ワムシを使用した試験 1 に比べて高くなった。このことから、開口仔魚にとって小型のワムシの給餌および高い給餌密度は初期摂餌の促進に有効であることが窺われた（図 7）。しかし、両試験とも日齢 6 に大量死亡が起きた。また、500 ml 容器の無給餌飼育（22℃）も、試験と同様に日齢 6 に大量死亡がみられた。これらから、日齢 6 前後の大量死亡は摂餌の有無とは別の要因で起きたと考えられ、ふ化仔魚の質、飼育環境の検討が今後の課題である。

配合飼料の利用は、これまでも試行されているが¹²⁾、ブリ属は一般に餌付けが困難なため、全長 8～20 mm の期間でアルテミア幼生が餌料系列の中心となっていた。しかし、アルテミア幼生の単独給餌を行った場合、ブリは稚魚の刺激に対する耐性が低下し、選別、大型個体の攻撃や取り揚げ等の刺激に対して、ショック死がおきることが頻繁に観察されている¹³⁾。人工飼育したブリは全長 10 mm 以降急激に、刺激に対する耐性が低下するが^{10, 11)}、配合飼料を摂餌させると回復する¹⁴⁾。このため、カンパチも共食いが始まる平均全長 15 mm までに配合飼料へ完全に餌付け刺激に対する耐性を高めておくことが重要であろう。このため、試験 2 は、アルテミア幼生の給餌を行わずに、平均全長 8 mm より L 型ワムシと配合飼料の併用給餌を行うことで配合飼料への餌付けを試みた。消化管内容物の調査の結果、全長 10 mm 以上の個体から配合飼料に餌付き始めた。このことは、全長 10 mm 以上の個体は、L 型ワムシだけでは、餌不足となり、配合飼料を摂餌するようになったためと推察された。一方、全長 10 mm 以下の小型個体は、配合飼料に餌付きにくい傾向が見られた。しかし、小型個体も、L 型ワムシを摂餌することにより、飢餓による死亡はみられず、成長とともに次第に配合飼料に餌付いた。今回、平均全長 15 mm までに、大部分の個体を配合飼料に餌付けることができたため、移槽、選別、取り揚げ等の刺激によるショック死は見られず、稚魚の刺激に対する耐性は増加したと考えられた。その結果、捕食魚からの攻撃

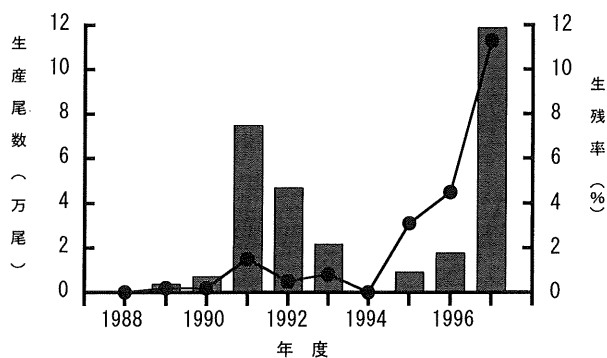


図9. カンパチ種苗生産尾数と生残率の推移
■: 生産尾数, —●—: 生残率.

に対して強くなり、日齢30以降の死亡が減少した(図5)と考えられる。

3. 油膜除去方法 カンパチの開鰓はブリ、ヒラマサとほぼ同時期の日齢3～7にみられ、他のブリ類と同様にカンパチでも油膜除去が必要であることが判明した。今回、開鰓の有無が生残に与える影響は、明らかにできなかったが、試験1でサイズ選別後の小型群に、明らかに開鰓していない個体が多かった。このため、結果として開鰓しなかった個体は共食いにより死亡する可能性が高いと考えられ、開鰓個体の割合を高めることが重要である。試験2は、通気方法を改良して油膜回収方法を改良した。この方法で、油膜は飼育水とともに90～120秒で水面を水平方向に1回転し、水面に固定した塩ビ製パイプにより回収された。この結果、効率的な油膜回収が可能になり、試験2で開鰓率が向上した。

4. サイズ選別方法 SAKAKURA and TSUKAMOTO¹⁵⁾はブリ稚魚の攻撃行動は、体サイズ差が大きい場合ほど攻撃頻度が高いことを明らかにし、差の解消が共食い行動による減耗を防ぐ有効な方策であるとしている。

今回は、稚魚が夜間に、水面付近で睡眠様状態となる行動特性を利用して、サイホンによる移槽で、サイズ選別を行った。カンパチは升間ら¹⁶⁾が、平均全長15mmで本行動特性が発現することを確認しており、流れ藻につく習性に対応するものと推察している。この睡眠様状態の出現状況と照度との関係を調べた結果、ブリと同様¹⁷⁾、カンパチも 10^{-2} lux以下になると出現し始めた。なお、今回用いた選別網(目合160径)は、試験2で選別後の大型群の尾数が多くなり、成長差を軽減させるため等分する面では、効果的な選別を行うことはできなかった。今後、適正な目合を検討することも必要である。

量産化の可能性 日裁協八重山事業場における、生産尾数と生残率の推移を図9に示した。生産尾数は、1991年に7.5万尾の種苗を生産したが、その後の生産尾数は2万尾以下で低迷した。しかし、今回実施した飼育手法の改良により、飼育後期の減耗が大きく軽減され、12万尾(2飼育事例)の種苗生産に成功し、種苗量産化への足がかりが得られた。

今後は、飼育中で最も大きな減耗である初期減耗の防止技術開発により、更なる生産尾数の向上が期待できる。初期減耗は、他のブリ属でも共通の課題である。カンパチの初期減耗(日齢2～12)は、後期減耗(日齢30～38)と異なり、いくつかの要因が関与していると考えられる。初期減耗期間の死亡率を詳細に調べると、試験1で日齢2、日齢6および日齢10、試験2は日齢6および日齢10にモードがみられることから(図6)、これらの各モードは異なる要因により死亡していることが推察される。更に、日齢6の死亡率のモードは、親魚由来のふ化仔魚の質であり、日齢10のそれは、摂餌に影響を与える環境条件が要因として推量される。今後は、これらの要因を明らかにしていくことが、初期減耗対策上必要である。

形態異常 量産化により、形態異常の問題も出現してくる。ブリは、骨化の始まる10mm以前の分槽や中軸骨格の骨化が完了する15mm以前の網選別で形態異常の生じる可能性が高いと指摘されている¹⁸⁾。今回のサイズ選別は、飼育水とともに選別網の中に収容し、数時間選別網の中に放置するので、大型魚と小型魚に能動的に分離させることになり、形態異常の生じる可能性は低いと思われるが、今後検討が必要である。

脊椎骨上弯症は、ブリで開鰓の有無との関係が明らかになっている¹⁹⁾。すなわち、開鰓しなかった仔魚は、全長13cm以上から、脊椎骨上弯症を発症する個体が多く出現する。今後、カンパチも開鰓しなかった個体の脊椎骨上弯症の発症の有無について確認する必要がある。

要 約

1. カンパチ種苗生産で生残率の向上を目的に、飼育中における減耗実態について調べるとともに、減耗を軽減するため、カンパチの従来型の飼育手法を改良し、その効果を調べた。
2. 飼育中の減耗は、日齢17までの飼育初期と日齢30以降の飼育後期の共食いによる2つの減耗がみられ、これらにより生残率が大きく低下した。
3. これらの減耗軽減策は、飼育初期は通気方法、飼育後期は給餌方法の改良、サイズ選別方法の改良を行った。
4. 通気方法の改良で、水槽内の開口前の仔魚の分布を均一化し、仔魚の沈降による死亡が改善された。
5. 全長8mmからワムシと配合飼料の併用による給餌で、配合飼料への餌付けが容易になり、平均全長15mmで配合飼料の餌付けが可能となった。また、配合飼料の摂餌により刺激に対する耐性が高くなり、共食いによる、被食個体のショック症状による死亡が減少した。
6. カンパチ稚魚の夜間の行動特性を利用することにより、平均全長15mmでの取り揚げおよびサイズ選別が可能となり、共食いによる死亡が減少した。

7. 飼育方法の改良により、平均生残率が10%以上となり、2回の生産試験から、12万尾の種苗を生産することができた。このことから、本種の種苗量産の可能性が示唆された。

謝 辞

本稿を御校閲頂くとともに有益な御助言を頂いた日本栽培漁業協会の古澤 徹常務理事、松永 繁参事ならびに福永辰廣部長に感謝致します。また、本稿を取りまとめるにあたり、貴重な御助言や情報を御提供頂いた長崎大学水産学部阪倉良孝助教授に深謝致します。さらに、試験に御協力を頂いた八重山事業場の職員の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 落合 明・田中 克 (1986) 新版魚類学 (下). 恒星社厚生閣, 東京, pp. 814-815.
- 2) 原田輝雄 (1978) 養魚講座4 ハマチ・カンパチ. 緑書房, 東京, pp. 190-201.
- 3) 立原一憲・宮木廉夫 (1991) 太陽熱利用養殖技術開発研究 III カンパチの種苗生産試験. 平成元年度長崎県水産試験場事業報告, 106-107.
- 4) 東京都水産試験場 (1990) 小笠原養殖漁業技術開発試験, カンパチ類. 平成2年度東京都水産試験場事業報告, 167.
- 5) 脇田敏夫・藤田征作・織田康平・松原 中・松元則男・松元正剛 (1999) 特産高級魚生産試験 (カンパチ-I). 平成9年度鹿児島県栽培漁業センター事業報告書, 20-22.
- 6) 松本正勝・清水博 (1996) カンパチの種苗生産技術開発試験. 平成8年度宮崎県水産試験場報告書, 147-152.
- 7) 土津井憲彰・福見敏房・長谷川好男 (1979) 養殖カンパチの成熟状態と人工採卵・ふ化仔魚の飼育について. 栽培技研, 8, 95-103.
- 8) 日本栽培漁業協会 (1993) 種苗生産技術の開発, かんぱち類. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成3年度), 182-183.
- 9) 日本栽培漁業協会 (1996) 種苗生産技術の開発, ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成6年度), 135-137.
- 10) 日本栽培漁業協会 (1997) 種苗生産技術の開発, ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成7年度), 157-159.
- 11) 日本栽培漁業協会 (1998) 種苗生産技術の開発, ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成8年度), 151-154.
- 12) 日本栽培漁業協会 (1998) 種苗生産技術の開発, カンパチ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成8年度), 182-183.
- 13) 日本栽培漁業協会 (1991) 種苗生産技術の開発, ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成元年度), 145-146.
- 14) 日本栽培漁業協会 (1997) 餌料生物の培養技術と配合飼料の開発, ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成7年度), 120-122.
- 15) SAKAKURA, Y., and K. TSUKAMOTO (1998) Effects of density, starvation and size difference on aggressive behaviour in juvenile yellowtails (*Seriola quinqueradiata*). *J. Appl. Ichthyol.*, 14, 9-13.
- 16) 升間主計・兼松正衛・照屋和久 (1990) カンパチの卵内発生と仔稚魚の形態. 魚雑, 37, 164-169.
- 17) SAKAKURA, Y., & TSUKAMOTO, K. (1997) Effects of water temperature and light intensity on aggressive behaviour in the juvenile yellowtails. *Fish. Sci.*, 63, 42-45.
- 18) 勝山明里 (1989) アジ科魚類2種の仔稚魚期の摂餌, 遊泳器官の発達と種苗生産上の問題点—I. ブリ. 栽培技研, 18, 65-82.
- 19) 日本栽培漁業協会 (1993) 種苗生産技術の開発, 形態異常の出現状況の把握とその防止方法の開発. ブリ. 日本栽培漁業協会事業年報 (平成3年度), 248-249.