

# カンパチの種苗生産におけるアルテミア給餌時期が生残に及ぼす影響

外園 博人・今吉 雄二・松原 中・池田 祐介

## 要 約

カンパチ *Seriola dumerili* の種苗生産における生残率を向上させるため、初期餌料であるアルテミア *Artemia sp.* の給餌開始時期が生残率に及ぼす影響の調査を目的とし、異なる給餌開始時期による種苗生産の比較試験を実施した。その結果、カンパチの種苗生産におけるアルテミアの給餌開始時期の違いは生残率に影響を及ぼし、早すぎると最終的には生残率が低下することが示唆された。アルテミアを早期に給餌すると、初期の生残率は良好に推移するものの、アルテミアの給餌により全長差を生じ、その後の共食いを助長して、最終的には生残率を低下させると推察された。しかし、途中の生残状況は早期のアルテミア給餌の方が良好であったので、共食いが助長される日齢 30 頃に効率的な選別を実施することで、大型個体の高成長を維持しつつ生残率の更なる向上の可能性が示唆された。

カンパチは、西日本地域で盛んに養殖されているものの、その養殖用種苗は外国産天然種苗に依存している。そこで、安価で安心・安全な種苗を安定的に確保するため、国内における人工種苗への関心が高まっている。

カンパチの種苗生産では、日齢 30 を過ぎた頃からの共食いによる減耗が多く、その防除のためアルテミアの給餌開始時期を遅らせて仔稚魚の大小差を抑制する方法<sup>1)</sup>が行われている。一方、日齢 20 頃までの生残率を向上させるために、比較的早い時期からアルテミアを給餌する機関<sup>2)</sup>もある。

ここでは、アルテミアの給餌開始時期がカンパチの種苗生産の生残率に及ぼす影響を試験したので報告する。

## 材料及び方法

### 1 親魚と採卵

試験に用いたふ化仔魚は、本センターの200kL水槽で養成した親魚から得た。2010年4月2日に親魚27尾(体重18kg程度)の飼育群から自然産卵で得られた卵を回収し、静置して未受精卵(沈卵)を取り除いた。受精卵を200Lアルテミアふ化水槽に收容し、4時間程度流水(水温23.6℃)で洗卵した。その後、受精卵を20kL円形水槽2面に等分して收容し、試験区1, 2とした(試験項目は後記4飼餌料参照)。

### 2 育卵

水温24℃程度で、紫外線殺菌処理したろ過海水により0.6回転/日の量で換水した。また、円形水槽の中央に直立した円柱状構造物の底面周囲に、10cm間隔に1mmの穴を開けた塩ビパイプ(直径13mm)を円形(直径1.1m)状に配置(以下、塩ビ環と記す)し、強通気で卵の沈下を防止した。

### 3 飼育方法

受精卵のふ化は收容翌日(日齢0)に開始され、ふ化が終了した日齢1で止水及び中通気とした。飼育水温は日令9まで24℃程度、日齢10から25℃程度、日齢12から26℃程度とした。換水は日齢5に0.24回転/日で開始し、最大7.8回転/日まで徐々に増加させた。通気は引続き塩ビ環で行い、日齢2まで中通気、日齢3から弱通気、日齢6から中通気、日齢11から強通気とした。底掃除を開始した日齢25からは、エアーストーン4個による通気(うち2個は酸素通気)とし、溶存酸素等の状況により通気量は1個あたり2~4L/分で調整した。

飼育水中のワムシ密度の維持等を目的に、ワムシ *Braconchionus rotundiformis*(S型)、*B. plicatilis*(L型)給餌を開始する日齢3からナンノクロロプシス *Nannochloropsis oculata* を飼育水へ添加した。日齢12までは午前8時30分に50万細胞/mL、日齢13からは午後2時30分に25万細胞/mLを追加、日齢21からは午前8時30分に75万細胞/mLと午後2時30分に38万細胞/mL、日齢 27 からは午前8時30分に100万細胞/mLと午後2時30分に50万細胞/mLを添加した。

開腔率を向上させるため, 日齢 2 ~ 5 において水槽周囲に蛍光灯を設置し, 午前 8:00 から午後 8:00 まで点灯して, 日没後の水面の暗いところでも 2lx 以上の照度を確保した。

なお, 水質検査として pH を週 5 回, アンモニア態窒素を週 3 回測定した。

#### 4 飼餌料

餌料には, S 型ワムシ, L 型ワムシ, アルテミア, コペポダ *Copepoda.sp* および配合飼料(海産種苗用なぎさ 2 ~ 3 号, 日清丸紅飼料)を用いた。日齢 3 ~ 4 に S 型ワムシ, 日齢 5 ~ 38 に L 型ワムシ, 日齢 23 ~ 38 にコペポダ, 日齢 26 ~ 37 に配合飼料を給餌した。アルテミアの給餌開始時期を今回の試験項目として, 試験区 1 には日齢 10 から, 試験区 2 には日齢 20 から開始し, 日齢 38 までそれぞれ給餌した。

給餌量は, ワムシは 1 日 0.5 ~ 3.6 億個体を, アルテミアは 1 日 150 ~ 600 万個体を, コペポダは 1 日 44 ~ 88 g (冷凍)をそれぞれ 2 回にわけて給餌した。また, 配合飼料は 1 日 0.2 ~ 2.2kg を午前 5:30 から午後 7:00 まで 15 分毎に自動給餌機で給餌した。

ワムシの栄養強化には 2kL 水槽 (S 型ワムシは 10kL 水槽)を用い, スーパー生クロレラ V12(クロレラ工業)〔添加量 600mL (S 型ワムシは 200mL)/ワムシ 1 億個体〕で 17 時間の栄養強化後, 第 1 回目の給

餌を午前 9:00 に, 給餌後にさらにマリングロス(日清マリンテック)〔添加量 500mL (S 型ワムシは 250mL)/ワムシ 1 億個体〕で 4 時間の栄養強化後, 第 2 回目の給餌を午後 1:30 に行った。

アルテミアは, 100L 水槽に脱殻卵を収容し, 28 でふ化後, その幼生をマリングロス(添加量 200mL/アルテミア 1 千万個体)で 3 時間の栄養強化後, 第 1 回目を午前 11:00 に給餌し, さらに 3 時間の栄養強化後, 第 2 回目を午後 2:00 に給餌した。

#### 5 成長・生残

体測として週 2 日各 20 尾を午後 2:00 頃採集して全長を測定した。ただし, 日齢 16, 19 には各 50 尾を午後 8:00 頃に採集し測定した。

また, 生残尾数の推定は, 日齢 1, 5, 9, 12, 16, 19 で行った。計数には, 一端にゴム栓を取り付けた長さ 3m, 直径 3cm の塩ビパイプを用い, 夜間に飼育水槽の 4 点から柱状サンプリングにより 4L 程度を採水し, 採水中の個体数から容積法で生残尾数を推定した。取り揚げ時には全数計数を行った。

なお, アルテミアを早めの日齢 10 から給餌した試験区 1 については, アルテミア給餌後の午後 2:00 頃に 20 尾を採集し, アルテミアの摂餌状況について調査した。

全長の比較は, Mann-Whitney の U 検定で行った。

表1 生残率と平均全長

日齢	試験区 1			試験区 2		
	尾数 (千尾)	生残率 (%)	平均全長 ± SD (mm)	尾数 (千尾)	生残率 (%)	平均全長 ± SD (mm)
1	398	100.0	-	351	100.0	-
3	-	-	4.0 ± 0.1	-	-	3.9 ± 0.2*
5	271	68.1	-	303	86.3	-
6	-	-	4.0 ± 0.2	-	-	4.1 ± 0.2
9	255	64.1	4.8 ± 0.2	230	65.5	4.5 ± 0.3*
12	198	49.7	-	189	53.8	-
16	100	25.1	6.2 ± 0.5	79	22.5	6.8 ± 0.9*
19	124	31.2	7.3 ± 1.4	59	16.8	7.3 ± 1.2
23	-	-	9.8 ± 1.7	-	-	10.1 ± 1.7*
26	-	-	13.3 ± 1.7	-	-	12.7 ± 1.1
30	-	-	15.2 ± 2.0	-	-	14.6 ± 1.9
33	-	-	15.1 ± 1.5	-	-	22.0 ± 5.6*
38	14	3.5	30.3 ± 4.3	19	5.4	26.4 ± 4.7*

\*  $P < 0.05$

## 結果

### 1 採卵と育卵

採卵数2,450千粒のうち受精卵1,453千粒を2等分し、20kL円形水槽2面に収容した。全てがふ化したと考えられる日齢1の仔魚数は試験区1が398千尾(ふ化率54.8%)、試験区2が351千尾(同48.3%)であった。

### 2 水質

pH については、試験区1は 8.01 ~ 8.18, 試験区2は 8.10 ~ 8.22の範囲で推移した。また、アンモニア態窒素については、試験区1は 194ppm 以下, 試験区2は 192ppm 以下の範囲で推移した。いずれの検査項目も仔稚魚の飼育に影響を及ぼさないレベルと考えられた。

### 3 成長

生残率と平均全長の結果を表1に示した。

全長は、日齢3(3.9 ~ 4.0mm)から日齢30(14.6 ~ 15.2mm)まで両区とも同様に増加したものの、日齢33では試験区1(15.1mm)より試験区2(22.0mm)が有意に大きかった( $P < 0.05$ )。しかし、日齢38の取り揚げ時には、試験区1(30.3mm)より試験区2(26.4mm)が有意に小さかった( $P < 0.05$ )。

### 4 生残

生残率は、日齢9の比較試験開始時には両区とも65%前後と同程度であったが、日齢19には試験区1(31.2%)の方が試験区2(16.8%)より高かった。また、取り揚げを行った日齢38では、試験区2の生残率(5.4%)の方が試験区1(3.5%)より高かった。

### 5 全長組成

日齢9, 16, 19及び38における全長組成の推移を図1に示した。日齢16になると試験区1, 2とも極端に大きなサイズの個体が出現し、試験区1では日齢19においても引き続き極端に大きな個体が見られた。日齢38では、試験区1の小型魚が少なくなり、試験区2に比較して大型群を中心に分布した。

### 6 へい死

底掃除を開始した日齢26以降のへい死尾数の推移を図2に示した。試験区1は、日齢32からへい死尾数が増え、日齢36からは極端に増加した。一方試験区2は、日齢34からのへい死が多かったものの、試

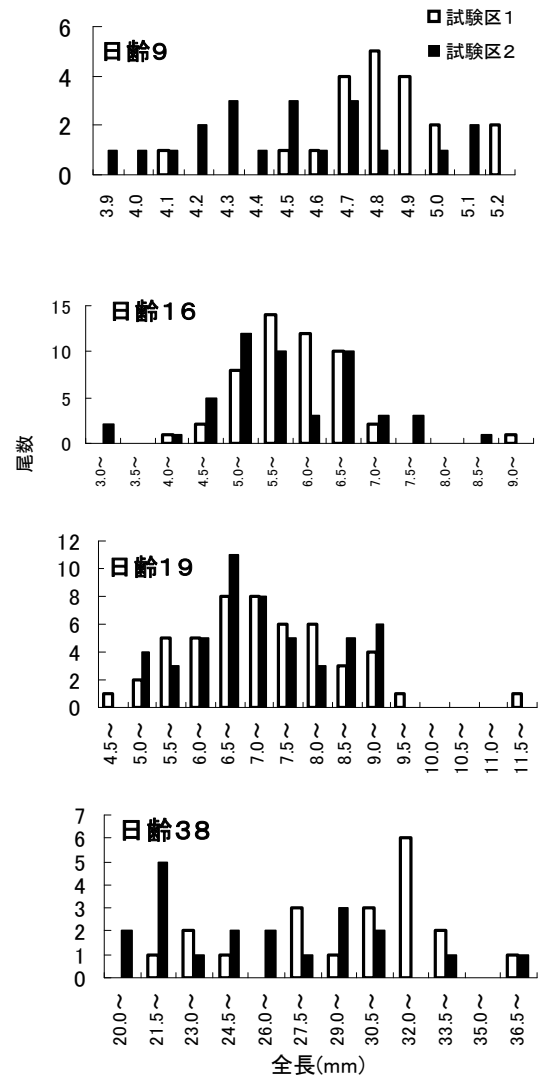


図1 全長組成の推移

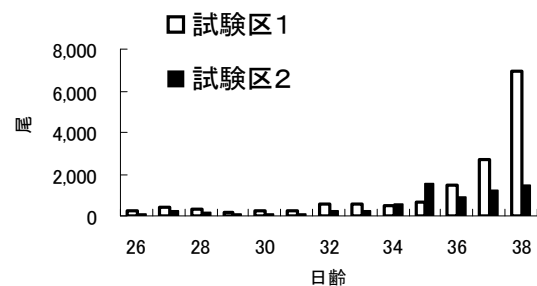


図2 へい死尾数の推移

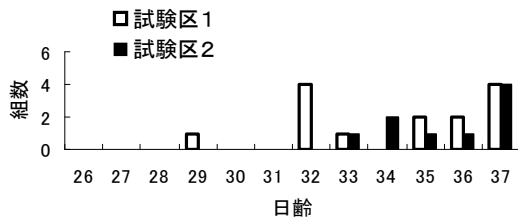


図3 共倒れ組数の推移

験区1のように急増することはなかった。

### 7 共倒れ

底掃除を開始した日齢26以降の共倒れ組数の推移を図3に示した。共倒れとは、共食い行為の結果、捕食魚が被食魚をくわえたまま窒息し、捕食者・被食者ともにへい死した場合を示す。試験区1は、試験区2より早い日齢29から共倒れが出現し、取り揚げ直前まで続いた。試験区2は、日齢33から取り揚げ直前まで出現した。

### 8 アルテミアの摂餌状況

試験区1におけるアルテミアの初期摂餌状況を表2に示した。アルテミアの給餌を開始した初日の日齢10には20尾中7尾で摂餌が確認された。その後、アルテミアの摂餌が確認された割合は徐々に増加し、日齢13では20尾中13尾で摂餌が確認された。

測定当初の日齢11より摂餌個体の方が大きい傾向にあるが、日齢14では有意に大きい結果となった ( $P < 0.05$ )。測定期間中において、アルテミアを摂餌した最小個体は、日齢13における全長4.3mmの個体であった。

### 考 察

日齢10～19において、試験区2へはアルテミアを給餌せず、試験区1へのみアルテミアを給餌したが、日齢19の生残率は試験区1が良好で(表1)、アルテミアを早めに給餌した結果、初期の生残率が良好に推移したものと考えられた。

日齢16に出現した極端に大きなサイズの個体についてはアルテミアの給餌・無給餌に関わらず出現するが、試験区1では日齢19においても極端に大きなサイズの個体がみられたことより、アルテミアの給餌はその出現を助長すると考えられた。

試験区1では日齢20から大型魚による小型魚へのつつきが観察されたのに対し、試験区2で初めて確認されたのは日齢24だった。その後も、試験区2に比較して試験区1のつつきは激しく、日齢30前後ではかなりの頻度でつつきが見られた。その結果、具体的なデータは示すことはできないが、日齢33頃には、一部の極端な大型魚を除くと、十分に摂餌できない小型魚が多くなり、試験区1の平均全長の伸びは停滞し、試験区2より小さい結果となった(表1)ものと考えられる。

試験区1では極端に大きな個体と小型魚が混在することから、試験区2に比べて試験区1の共倒れの出現が早いとともに(日齢29, 32)(図3)、小型魚が十分な摂餌ができなかったためか、その後のへい死尾数の増加は激しかった(図2)。その結果、日齢38における取り揚げ時の生残率は、試験区2に比較して試験区1は低い結果となった(表1)。また、全長は試験区1の方が大きい結果となった(表1)が、これは試験区1の小型魚の多くが摂餌不良のため取り揚げ直前にへい死したためと推察された。

カンパチ仔稚魚はアルテミアを好んで摂餌し、比較的早い時期(日齢10)から、また最小全長4.3mmから摂餌が確認された。しかし、当初よりアルテミアを摂餌する個体は摂餌しない個体に比較して大きい傾向にあり、給餌開始4日後には有意な差が生じる

表2 アルテミアの初期摂餌状況(試験区1)

日齢	10	11	12	13	14
調査尾数	20	20	20	20	20
摂餌尾数	7	10	11	13	10
非摂餌尾数	13	10	9	7	10
摂餌個体の全長(mm)	-	4.9±0.3	5.1±0.5	5.2±0.5	6.1±0.5
非摂餌個体の全長(mm)	-	4.6±0.3	4.8±0.5	4.8±0.3	5.2±0.8*

\*  $P < 0.05$

までになった。このことより、アルテミアを早期に給餌すると全長差を生じ、その後の共食いを助長して、最終的には生残率を低下させることが推察された。

以上の結果、カンパチの種苗生産におけるアルテミアの給餌開始時期の違いは生残率に影響を及ぼし、早すぎると最終的には生残率が低下することが示唆された。しかし、途中の生残状況は早期の給餌が良好であったので、今後は共食いが助長される日齢 30 頃に効率的な選別を実施することにより、大型個体の高成長を維持しつつ、生残率を更に向上させることが期待される。

### 謝 辞

本研究を行うにあたり、カンパチの飼育管理に協力して取り組んで頂いた種苗開発部の臨時職員の皆さまに、心からお礼申し上げます。

### 文 献

- 1) 独立行政法人 水産総合研究センター．新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「カンパチ種苗の国産化及び低コスト・低環境負荷型養殖技術の開発」平成 20 年度報告書．2009；21-24．
- 2) 山田敏之．カンパチの種苗量産試験．平成 12 年度長崎水試事報．2001；61-62．

外園，今吉，松原，池田