

カンパチ種苗実用化技術開発試験

外園博人，今吉雄二，池田祐介

【目 的】

鹿児島県のカンパチ養殖生産量は全国第一位の生産量を占めているが，養殖用種苗は中国産天然種苗に依存しているため，種苗コストが高い，確保が不安定，疾病の持込みリスク，などの問題を抱えている。これまでの取組みで，種苗量産の技術は概ね開発されたものの，種苗の実用化を進めるには，養殖業者の希望する時期に高品質な種苗を生産する必要がある。そこで，産卵時期の制御技術や，成長・生残が良好な種苗を生産する選抜育種技術の開発を図る。

【方 法】

1 親魚養成試験

(1)人工種苗由来親魚からの採卵試験

水産技術開発センターの200kℓ円形水槽に，人工種苗由来の8歳魚(平均16kg)14尾を収容し，成熟促進のための環境制御(水温22～23℃，日長16L8D)を平成26年2月1日～4月6日の約65日間行った。

(2)産卵時期制御試験

県カンパチ種苗生産施設の100kℓ八角形水槽2面に，天然由来の5歳魚(平均12kg)を各26尾，22尾収容し，3～4月採卵用の環境制御(水温22℃，日長16L8D)を平成26年3月1日から，8月採卵用の環境制御を試験区1は7月31日(水温22℃，日長16L8D)から，試験区2は6月21日(日長16L8D)及び6月28日(水温22℃)から行った。

2 種苗生産試験

(1)選抜育種卵による種苗生産試験

上記1(1)で得られた受精卵を供し，県カンパチ種苗生産施設の100kℓ八角形水槽において，これまで種苗量産の実績がある方法で生産を行った。

(2)産卵時期制御による種苗量産試験

上記1(2)で得られた受精卵を供し，県カンパチ種苗生産施設の100kℓ八角形水槽において，これまで種苗量産の実績がある方法で生産を行った。

【結果及び考察】

人工種苗由来親魚からの採卵技術開発を目的に環境制御を行い，受精卵を得ることができた。また，採卵技術の制御開発を目的に，3～4月及び8月の採卵に向けて天然由来親魚の環境制御をおこない，計画どおり採卵することができた。さらに，これらの受精卵による種苗生産試験で，種苗を量産することができた。

これまでの試験で，産卵時期を制御した上で種苗を量産する技術は概ね開発された一方で，選抜育種については，ふ化率の向上，量産の再現性及び更に継代を重ねた高次の育種種苗生産などの課題が残されている。

詳細な報告は，カンパチ種苗実用化のための技術開発試験の結果報告を参照。

平成 2 6 年 度 カンパチ種苗実用化のための技術開発試験の結果報告(概要)

親魚養成

- 1 人工種苗由来親魚からの採卵技術開発を目的に環境制御を行ったところ，ホルモン打注なしの自然産卵で受精卵を得ることができた。
- 2 養殖の開始時期を外国産天然種苗と同等あるいはそれより早期にするため，採卵時期の制御技術開発を目的に，3～4月の採卵に向けて天然由来親魚の環境制御を行ったところ，計画どおり3～4月に産卵が見られた。
更に8月の採卵に向けて環境制御を行ったところ，計画通り8月に産卵が見られた。

種苗生産

- 3 選抜された人工種苗由来の親魚から採卵した受精卵を用いて種苗生産試験を実施したところ，平均全長 31.5 mmの種苗 150 千尾を生産できた。
- 4 時期を制御して採卵した受精卵を用いて種苗量産試験を実施したところ，3月採卵では平均全長 34.4 mmの種苗 113 千尾，8月採卵では平均全長 34.8 mmの種苗 152 千尾を生産できた。

全 体

- 5 選抜された人工種苗由来の親魚から採卵し，その育種卵により種苗を量産することに成功した。
ただし，ふ化率の向上，量産の再現性及びF₃の生産などの課題が残されている。
- 6 これまでの試験で，産卵時期を制御することにより，養殖業者が望む時期や出荷時期など養殖効率の良好な時期にあわせて種苗を量産する技術が概ね開発された。

1 親魚養成一覧

試験区	由来と年休群	平均体重(kg)	収容尾数	採卵内容	採卵状況
育	人工由来8歳魚	1 6	1 4	3～4月採卵	○
3～4月-1	天然由来の5歳魚	1 2	2 6	3月採卵	○
3～4月-2	天然由来の5歳魚	1 2	2 2	4月採卵	○
8月-1	天然由来の5歳魚	1 2	2 6	8月採卵	○
8月-2	天然由来の5歳魚	1 2	2 2	8月採卵	○

2 産卵月の推移

年	H18年	H19年	H20年	H21年	H22年	H23年	H24年	H25年	H26年
採卵月	6月	5～6月	5～8月	5～7月	4～8月	2～7, 9月	3～7, 9月	3, 7月	3～4, 8月

平成26年度

カンパチ種苗実用化のための技術開発試験の結果報告

試 験 項 目	試 験 内 容																						
親魚養成試験 【目的】	『人工種苗由来の親魚からの採卵試験』 これまで天然由来親魚から自然産卵実績がある方法で飼育環境を制御し，人工種苗由来親魚から受精卵を採卵する技術を開発する。 『産卵時期制御試験』 養殖の開始時期を外国産天然種苗と同等あるいはそれより早期にするため，採卵時期の制御技術を開発する。																						
1 人工親魚 【方法】	供試魚 次のとおり試験区を設定し，採卵試験を実施した。 <table><tr><td>年級群</td><td>供試尾数</td><td>収容水槽</td><td>備 考</td></tr><tr><td>8 歳</td><td>1 4 尾</td><td>200kℓ</td><td>約16kg/尾</td></tr></table> 飼育 【給餌】週3回，冷凍のサバ，イカ及びオキアミを解凍し栄養剤を添加して飽食量与えた。 環境制御 成熟促進のための環境制御（水温22～23℃，日長16L8D）を2月1日～4月6日までの約65日間行った。 親魚の栄養状況の維持や産卵誘発のための環境制御は下表のとおりとした。 <table><tr><td>月 日</td><td>水 温</td><td>日 長</td><td>備 考</td></tr><tr><td>～ 1/31</td><td>19</td><td>10L14D</td><td rowspan="3">栄養維持 成熟促進 誘 発</td></tr><tr><td>2/1～</td><td>22</td><td>16L 8D</td></tr><tr><td>3/11～</td><td>23</td><td>↓</td></tr></table>	年級群	供試尾数	収容水槽	備 考	8 歳	1 4 尾	200kℓ	約16kg/尾	月 日	水 温	日 長	備 考	～ 1/31	19	10L14D	栄養維持 成熟促進 誘 発	2/1～	22	16L 8D	3/11～	23	↓
年級群	供試尾数	収容水槽	備 考																				
8 歳	1 4 尾	200kℓ	約16kg/尾																				
月 日	水 温	日 長	備 考																				
～ 1/31	19	10L14D	栄養維持 成熟促進 誘 発																				
2/1～	22	16L 8D																					
3/11～	23	↓																					
【結果】	3月12日と4月1日に下表のとおり産卵があった(ホルモン打注なし)。 <table><tr><td>月 日</td><td>総採卵数 (万粒)</td><td>浮上卵数 (万粒)</td><td>浮上卵率 (%)</td></tr><tr><td>3/12</td><td>111.3</td><td>91.1</td><td>82.0</td></tr><tr><td>4/ 1</td><td>136.5</td><td>132.3</td><td>96.9</td></tr></table> 種苗生産試験（後述）に使用	月 日	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)	3/12	111.3	91.1	82.0	4/ 1	136.5	132.3	96.9										
月 日	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)																				
3/12	111.3	91.1	82.0																				
4/ 1	136.5	132.3	96.9																				
2 産卵時期制御 1) 3～4月採卵	(1) 供試魚																						

【方法】

垂水市地先からカンパチ親魚棟（垂水市）に，平成24年5月と平成25年11月に収容して，それぞれ試験区1及び試験区2とした。

試験区	由来と年級群	収容尾数	収容水槽	備 考
1	天然由来の5歳魚	26尾	100kℓ	約12kg/尾
2	天然由来の5歳魚	22尾	100kℓ	約12kg/尾

(2)飼育

【給餌】週3回，冷凍のサバ，イカ及びオキアミを解凍し，栄養剤を添加して飽食量与えた。

【換水】紫外線で殺菌した海水を1.5回転/日追加した。

(3)環境制御

成熟促進のための環境制御（水温22℃，日長16L8D）を試験区1，2とも3月1日から行った。

親魚の栄養状況の維持や産卵誘発のための環境制御は下表のとおりとした。

試験区	月 日	水 温	日 長	備考
1，2	～2/18 2/19～ 3/ 1～	20 ↓ 22	11L13D 8L16D 16L 8D	栄養維持 " 成熟促進

【結果】

3月1日から成熟促進のための環境制御を行ったところ，試験区1は自然産卵で3月下旬に，試験区2はホルモン打注で4月中旬に下表のとおり産卵がみられた。

試験区	月 日	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)
1	3/19	70.5	65.2	92.5
	3/23	69.4	62.4	89.9
	3/26	81.1	78.4	96.6
	3/29	71.5	69.8	97.6
	小 計	292.5	275.8	平均94.2
2	4/10	542.3	188.0	34.7
	4/11	81.5	39.3	48.2
	4/12	88.8	8.7	9.8
	4/18	8.8	4.4	50.0
	小 計	721.4	240.4	平均35.7
合 計		1,013.9	516.2	平均64.9

種苗生産試験（後述）に使用

2)8月採卵
【方法】

(1)供試魚

3～4月採卵の試験区1，2を引続き8月採卵に供試した。

(2)飼育
上記 - 2 - 1) に同じ。

(3)環境制御

成熟促進のための環境制御を試験区 1 は7月31日(水温22℃, 日長16L8D)から, 試験区 2 は6月21日(日長16L8D)及び6月28日(水温22℃)から行った。

産卵抑制や誘発のための環境制御は下表のとおりとした。

試験区	月 日	水 温	日 長	備 考
1	~ 3/29 3/30 ~ 4/13 ~ 7/31 ~	22 21.8 19 22 } 0.2 /日 で降温	16L 8D ↓	抑 制 ↓ (抑制) 誘 発
2	~ 6/10 6/11 ~ 6/21 ~ 6/29 ~	20 20 20 22	11L13D 8L16D 16L 8D ↓	栄養維持 ↓ 成熟促進 ↓

【結果】

試験区 1 では産卵誘発のための環境制御を行う前の7月中～下旬に6回, 試験区 2 では7月下旬に1回の産卵がみられたものの, 試験区1,2とも8月に下表のとおり産卵がみられた。

なお, 浮上卵は種苗生産試験に供する場合のみ計数した。

試験区	月 日	総採卵数 (万粒)	浮上卵数 (万粒)	浮上卵率 (%)
1	8/ 2	46.6	-	-
	8/ 3	172.9	168.0	97.2
	8/ 5	63.2	-	-
	8/ 6	69.7	-	-
	8/ 8	33.7	-	-
	8/ 9	67.3	-	-
	8/10	12.1	-	-
	8/12	66.8	-	-
	小 計	532.3	-	-
2	8/13	67.2	-	-
	8/19	24.5	-	-
	小 計	101.7	-	-
合 計		634.0	-	-

種苗生産試験(後述)に使用

【考察】

人工種苗由来の親魚において, 日長と水温の制御(16L8D, 22℃)を38日間実施した後に, 水温を23℃に昇温して誘発したところ, ホルモン打注を行わなかったにも関わらず, 初めて自然産卵した。

前年度, ホルモン打注で初めて産卵した親魚群であり,

	前年度の実績が「産み癖」となって、今年度は初めての自然産卵にいたったものと考えられる。 これまでの試験結果から、人工種苗由来親魚は天然由来親魚に比べて産卵しにくいと考えられるが、天然由来親魚と同様に「産み癖」をつければ、次年度の産卵の可能性が高まるものと考えられる。 産卵時期制御試験の3～4月採卵において、前年度に産卵している試験区1は比較的容易に産卵したが、同じ天然由来5歳魚群であっても、陸上飼育初年度の試験区2の場合、ホルモン打注をしなければ産卵にいたらなかった。 3～4月に自然産卵した試験区1は、水温19℃で成熟の抑制を行ったが、7月中旬には産卵が始まり、7月下旬には冷却能力の限界により飼育水温が20℃前後になったことと相まって、頻繁に産卵した。 8月にも産卵したので目的は達したものの、前年度同様、現在の制御方法で次の産卵まで引き延ばすのは4ヶ月程度が限界であると考えられる。 ホルモン打注で4月に産卵した試験区2では、成熟をリセットし、成熟促進のための環境制御を再度行ったところ、4ヶ月後の8月には自然産卵が可能となった。 つまり、次の採卵までの期間に応じて、成熟を抑制する方法や成熟をやり直す方法を選択できると考えられる。
種苗生産試験 【目的】	『選抜育種卵による種苗生産試験』 成長や生残状況が良好な優良品種を生産するため、選抜された人工種苗由来の親魚から採卵した受精卵を用いて種苗生産の技術を開発する。 『産卵時期制御による種苗量産試験』 養殖の開始時期を外国産天然種苗と同等あるいはそれより早期にするため、時期を制御して採卵した受精卵を用いて種苗量産の技術を開発する。
1 選抜育種卵分 【方法】	供試卵 - 2) - 1 で3月12日に採卵した浮上卵を供した。 洗卵 特に行わなかった。 育卵 100kℓ八角形水槽に浮かべた500ℓアルテミアふ化槽に輸送されてきた受精卵を収容し、紫外線滅菌海水を注水しながら到着時と同じ22℃でふ化を含めて44時間程度育卵した。 ふ化仔魚の収容 育卵・ふ化後の仔魚を500ℓアルテミアふ化槽から100kℓ八角形水槽に収容した。 注水 日齢1～4は無換水、日齢5から紫外線殺菌海水の注水を開

始し、徐々に増やして、取揚げ時は8回転/日程度の換水率で注水した。

通気

分散器8個を8辺の隅に配置し、飼育水が一定の方向に回るように通気した。

また、魚の鰓集と吸い込みを防止するため、中央にエアーストン1個を配置し通気した。

通気量は、開鰓率を高めるため開口～開鰓までは微弱とし、その他の期間は概ね強めとした。

飼育水添加

飼育水中のワムシの飢餓防止を主な目的として、開口～開鰓にスパー生クロレバV12を1リットル、開鰓～取揚げ時までナンノクロロプシス50万細胞/mlを確保するように、概ね毎日補充した。

測定項目

水温，溶存酸素量，照度，pH，NH₄ - N

底面掃除

全長約12mm（日齢23）以降、概ね毎日実施した。

全長測定

ふ化から5日毎に実施した。

オイル添加

開鰓から配合飼料給餌開始までの期間，1水槽当たり3mlを1日3回添加した。

餌料系列

【ワムシ】

- ・ワムシは下表による培養及び栄養強化を行った。
- ・給餌期間は開口～取揚げ時までとした。
- ・給餌方法は1日2回（9:00，13:30），栄養強化水槽からプランクトンネット（53μm）で採集し、紫外線照射海水で5分間洗浄した後に給餌した。
- ・給餌基準は飼育水1ml当たり5～10個とした。

ワムシの 餌料及び 強化剤	強化時間 （時間）	強化時間 （時間）
9:00	ナノクロプシ 2万細胞/億 スパー生クロレバV12 300ml/億 アクアプラスET 400g/kl すじこ乳化油 30g/kl	- 17 17 17
13:30	ナノクロプシ 2万細胞/億 スパー生クロレバV12 300ml/億 アクアプラスET 400g/kl マリングロスE X 1.5l/kl すじこ乳化油 30g/kl	- 22 22 4 4

【アルテミア】

日齢16～取揚げ時において、脱殻処理した卵をふ化させ、マリングロスEX1.5ℓ/㎏とすじこ乳化油30g/㎏の基準で2.5～5.5時間かけて栄養強化した後、1日2回（11:00，14:00）給餌した。

【冷凍コペポータ】

日齢18～取揚げ時において、1日2回、バケツに海水を貯めて解凍し給餌した。

【配合飼料】

日齢21～取揚げ時において、概ね日の出から日没までの間、1水槽当たり自動給餌機2台を用いて、口径にあわせた3サイズの配合飼料を15分間隔で給餌した。

ワムシ、アルテミア、冷凍コペポータ及び配合飼料の総給餌量は次のとおり。

ワムシ （億個体）	アルテミア （億個体）	冷凍コペポータ （kg）	配合飼料 （kg）
389.3	15.9	20.6	80.2

計数

取揚げ時に自動計数機で計数を行った。

【結果】

開鰾率は概ね100%と良好であった。

最終的な試験結果については下表のとおりであった。

卵収容数		885千粒
ふ化仔魚数		515千尾
ふ化率		58.2%
飼育水温		22 ~ 27
終了時	日齡	39
	生産尾数	150千尾
	生残率	29.1%
	平均全長	31.5mm

2 時期制御採卵分

1)3月採卵分

【方法】

供試卵

- 2 - 1)試験区1で3月19日に採卵した浮上卵を供した。

～ は選抜育種採卵分と同様の方法とし、以下に記載する若干の変更を行った。

【変更内容】

洗卵

200ℓアルテミアふ化槽に供試卵を収容し、産卵水温と同じ22℃の紫外線殺菌海水を少しずつ注水しながら2時間程度洗卵

	注水 取揚げ時は6回転/日の換水率で注水 底面掃除 全長約14mm（日齢24）以降，毎日実施 餌料系列 ワムシ，アルテミア，冷凍コペポータ及び配合飼料の総給餌量は次のとおり。 <table><tr><th>ワムシ （億個体）</th><th>アルテミア （億個体）</th><th>冷凍コペポータ （kg）</th><th>配合飼料 （kg）</th></tr><tr><td>342.7</td><td>22.3</td><td>22.0</td><td>62.4</td></tr></table>	ワムシ （億個体）	アルテミア （億個体）	冷凍コペポータ （kg）	配合飼料 （kg）	342.7	22.3	22.0	62.4									
ワムシ （億個体）	アルテミア （億個体）	冷凍コペポータ （kg）	配合飼料 （kg）															
342.7	22.3	22.0	62.4															
【結果】	開鰾率は概ね100%と良好であった。 最終的な試験結果については下表のとおりであった。 <table><tr><td>卵収容数</td><td>680千粒</td></tr><tr><td>ふ化仔魚数</td><td>680千尾</td></tr><tr><td>ふ化率</td><td>100.0%</td></tr><tr><td>飼育水温</td><td>22～27</td></tr><tr><td rowspan="4">終了時</td><td>日齢</td><td>38</td></tr><tr><td>生産尾数</td><td>113千尾</td></tr><tr><td>生残率</td><td>16.6%</td></tr><tr><td>平均全長</td><td>34.4mm</td></tr></table>	卵収容数	680千粒	ふ化仔魚数	680千尾	ふ化率	100.0%	飼育水温	22～27	終了時	日齢	38	生産尾数	113千尾	生残率	16.6%	平均全長	34.4mm
卵収容数	680千粒																	
ふ化仔魚数	680千尾																	
ふ化率	100.0%																	
飼育水温	22～27																	
終了時	日齢	38																
	生産尾数	113千尾																
	生残率	16.6%																
	平均全長	34.4mm																
2)8月採卵分 【方法】	供試卵 - 2 - 2)試験区1で8月3日に採卵した浮上卵を供した。 ～ は3月採卵分と同様の方法とし，以下に記載する若干の変更を行った。 【変更内容】 洗卵 産卵水温22.3 から26 へ馴致しながら4時間程度洗卵 育卵 26 で25時間程度育卵 注水 取揚げ時は9回転/日の換水率で注水 底面掃除 全長約14mm（日齢23）以降，毎日実施 餌料系列																	

	【アルテミア】 日齢14～取揚げ時に給餌 【冷凍コペポータ】 日齢16～取揚げ時に 1 日 2 回給餌 【配合飼料】 日齢19～取揚げ時に給餌 ワムシ，アルテミア，冷凍コペポータ及び配合飼料の総給餌量は次のとおり。 <table><tr><th>ワムシ (億個体)</th><th>アルテミア (億個体)</th><th>冷凍コペポータ (kg)</th><th>配合飼料 (kg)</th></tr><tr><td>348.1</td><td>12.8</td><td>20.0</td><td>88.0</td></tr></table>	ワムシ (億個体)	アルテミア (億個体)	冷凍コペポータ (kg)	配合飼料 (kg)	348.1	12.8	20.0	88.0									
ワムシ (億個体)	アルテミア (億個体)	冷凍コペポータ (kg)	配合飼料 (kg)															
348.1	12.8	20.0	88.0															
【結果】	開鰾率は概ね100%前後と良好であった。 最終的な試験結果については下表のとおりであった。 <table><tr><td>卵収容数</td><td>1,036千粒</td></tr><tr><td>ふ化仔魚数</td><td>1,036千尾</td></tr><tr><td>ふ化率</td><td>100.0%</td></tr><tr><td>飼育水温</td><td>26～28</td></tr><tr><td rowspan="4">終了時</td><td>日 齢</td><td>35</td></tr><tr><td>生産尾数</td><td>152千尾</td></tr><tr><td>生残率</td><td>14.7%</td></tr><tr><td>平均全長</td><td>34.8mm</td></tr></table>	卵収容数	1,036千粒	ふ化仔魚数	1,036千尾	ふ化率	100.0%	飼育水温	26～28	終了時	日 齢	35	生産尾数	152千尾	生残率	14.7%	平均全長	34.8mm
卵収容数	1,036千粒																	
ふ化仔魚数	1,036千尾																	
ふ化率	100.0%																	
飼育水温	26～28																	
終了時	日 齢	35																
	生産尾数	152千尾																
	生残率	14.7%																
	平均全長	34.8mm																
【考察】	選抜育種卵による種苗生産試験では，全長31.5mmの種苗 (F₂)150千尾を生産し，量産の目安100千尾 / 回次を超過する良好な成績をあげることができた。 選抜育種卵による種苗生産については，ふ化率の向上，量産の再現性及びF₃の生産が課題と考えられる。 産卵時期制御による種苗量産試験では，3月採卵分で全長34.4mmの種苗113千尾，8月採卵分で全長34.8mmの種苗152千尾と，どちらも100千尾 / 回次を超過する良好な量産結果であった。 これまでの試験により，産卵時期と種苗量産の時期を制御する技術は，概ね開発されたものと考えられる。																	