

栽 培 養 殖 部

カンパチ種苗実用化技術開発試験

外菌博人, 神野公広, 今吉雄二, 池田祐介

【目的】

これまで天然由来親魚からの自然産卵の実績がある手法で飼育環境を制御し、人工種苗由来の親魚から受精卵を採卵する技術を開発する。

【方法】

コンクリート製円形200k1水槽2面を使用して、継続して養成している人工種苗由来の親魚(6, 7歳魚58尾)で早期採卵試験を実施した。

飼育水には電解殺菌処理海水(注水:10KL/h)を用いた。餌料は、冷凍サバ、イカ及びオキアミを解凍し栄養剤を添加して、週3回飽食量給餌した。水温は、平成24年1月31日まで20℃を下回らないように調温し、2月1日から22℃、5月1日からは24℃まで設定温度を上昇させ、24℃を超えると自然水温とした。また、夏期は飼育水温が27℃以上にならないように冷却して注水した。日長は、1月中旬から1月末にかけて短日処理(8L16D)を行い、引き続き2月1日から長日処理(16L8D)を行った。

【結果及び考察】

これまで天然由来親魚での産卵コントロールで成功した方法で水温制御と日長処理を行ったが、6月末までに自然産卵を確認することはできなかった。

このため、7月2日及び9日にHCGホルモンを打注し産卵誘発を行ったが、産卵は確認できなかった。ホルモン打注と平行して親魚にカニューレションを行い、4尾のメス親魚から卵を採取し卵径を測定した結果、すべて150μm以下の未成熟卵であった。

7月19日には、12万粒の産卵が確認できたが、浮上卵は4万粒(浮上卵率25.0%)で、何れも未受精卵であった。

2月上旬から3ヶ月間の催熟期間の後に2ヶ月間自然産卵を待ったため、過剰な催熟となりホルモン打注の時点では成熟期から後退期になっていた可能性が大きい。このため、環境制御の期間の設定を再検討する必要がある。

表1 ホルモン打注時の魚体測定

No.	尾叉長 (cm)	体重 (kg)	性別	生殖腺重量 (g)	成熟度 (%)	備考
1	103	22.4	♀	134	0.60	
2	89	10.7	♂	34	0.32	
3	98	18.1	♀	132	0.73	
4	89	10.1	♂	58	0.57	
5	91	17.8	♀	98	0.55	
6	85	12.6	♀	145	1.15	

養殖魚種多様化技術開発事業 (オオモンハタ)

今吉雄二，神野公広，神野芳久，池田祐介

【目的】

養殖業者による赤潮・疾病対策や輸出を含めた経営多角化の実現には，養殖対象種の多様化が必要であり，その一環として，これまで利用されていなかったハタ類(オオモンハタ)の種苗生産技術開発を行う。

【方法】

1. 親魚養成

種苗生産用の受精卵を確保することを目的とし，以下の方法で親魚養成を行った。

(1) 親魚履歴

本センター地先で釣獲し，過年度から継続飼育している15尾を親魚候補として養成した。

(2) 飼育水槽

魚類棟角形50KL水槽(1面)を飼育水槽とした。

(3) 飼育条件

飼育海水はUV殺菌ろ過海水を使用し，換水率は約4回/日とした。水温については加温等を行わない自然水温の条件で飼育した。

(4) 給餌

餌料は厚さ約1cmの輪切りにした冷凍サバを用いた。飽食給餌を原則としつつ，水温低下の影響で摂餌量の減る冬期については，直近の摂餌状況を考慮しながら適宜調整した。

(5) 採卵

5月30日(水)から開始した。

午後，飼育水槽の排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し，翌朝目視による産卵確認と，産卵が確認された場合には卵の回収を実施した。

採卵ネット内の卵は，ネットを袋状にたぐり寄せながら直ちに回収し，50Lアルテミアふ化槽に収容後，エアレーションで全体を攪拌しながら1ml当たりの卵数を計数(時計皿上)し，1日当たりの総採卵数を算出した。

2. 種苗生産試験

(1) ふ化試験

種苗生産試験の予備試験として，採取した卵を，120Lアルテミアふ化槽に収容し，微通気，換水率10回/日の条件下で翌日まで育卵し，ふ化率を確認した。

収容した卵は，2～3時間おきに実態顕微鏡下(×20)で発生の状況を観察し，写真撮影した。

(2) 種苗生産試験

本センター養成親魚から得られた受精卵を使用して，種苗生産試験を行った。

本種の種苗生産試験は，本県では初めての試験であり，おそらく他機関においても例のない試みであるため，これまで本県において生産実績のある魚種の中で，最も近縁であるスジアラの手法を参考に実施した。

試験区は、従来からスジアラの種苗生産試験で用いられている、水槽に6個のエアストーンを等間隔に配置し、通気を行う6点通気区と、水槽中央にユニホース(ホース状エアストーン)を円形に配し、通気により水槽中央部で飼育水が上昇、側壁部で下降するようにした中央通気区の2試験区を設けた。

両試験区とも、20KL円形コンクリート水槽1面ずつを用い、試験開始当日に採取した卵を、育卵槽(50Lアルテミアふ化槽)内で浮上卵と沈下卵に分け、浮上卵のみを水槽に収容し、試験を開始した。

収容卵数は、6点通気区は151,200個(採卵数314,000個、浮上卵率48.1%、6月25日収容)、中央通気区は132,300個(採卵数402,000個、浮上卵率32.9%、6月26日収容)とした。

飼育水はUVにより殺菌したろ過海水を用いた。

換水率は、6点通気区、中央通気区ともに卵がふ化する日齢0～1については1回/日とし、日齢2～37までは0.5回/日とした。その後、配合飼料の給餌量増加等に併せて、段階的に3.5回/日まで増加させた。

通気量は、6点通気区では日齢0～1まで6点×5L/分、日齢2～23まで2点(水槽中央付近)×0.5L/分、日齢24以降は6点×0.5L/分から段階的に6点×1.5L/分まで増加させた。中央通気区では、日齢0～1まで10L/分、日齢2～22まで1.5L/分とし、日齢23以降はユニホースを取り外して6点通気区と同様にエアストーンを配し、6点×0.5L/分から段階的に6点×1.5L/分まで増加させた。

なお、日齢2以降は、両試験区とも酸素発生装置により飼育水中に酸素を供給し、DOが7～8mg/l前後になるよう調整した。

餌料については、生物餌料としてワムシとアルテミアを給餌した。ワムシについては、両試験区とも日齢2～5の期間はS型ワムシタイ株(以後SS型ワムシ)を20個/mlの密度で、日齢6～35の期間はS型ワムシ(以後S型ワムシ)を15個/mlの密度で給餌した。どちらのワムシも、培養の際にクロレラ工業(株)製スーパー生クロレラV12により栄養強化したものをを用いた。

ワムシの給餌と併せて、ワムシの栄養強化と仔魚の目隠し等の目的を兼ねて、日齢2～35の期間にナンノクロロプシスを添加した。添加量は、日齢2～6の期間は100万cells/ml、日齢7～35の期間は50万cells/mlとした。

日齢20からはアルテミアを0.25個/mlの密度で給餌した。アルテミアについても、培養の際にクロレラ工業(株)製バイオクロミスパウダーにより栄養強化したものをを用いた。

日齢12以降に給餌した配合飼料については、日本配合飼料(株)製「アンブローズNo.1～No.3」を用い、量、粒径は成長段階に応じて適宜調整した

また、水質の安定を目的とし、(有)アイエスシー社製「なぐらし」(化石サンゴ粉末)を日齢3～41の期間に200g/日(10g/KL)添加した。

飼育中は40W×2本の蛍光灯を水槽上部に4台設置し、蛍光灯下の照度を約5,000ルクスに調整した。日齢2～35までは24時間点灯とし、それ以降は7:00～17:00の間点灯し、照度を保った。

【結果及び考察】

1. 親魚養成

(1) 養成

昨年度、主に大型個体間の闘争行動により7個体が斃死し、22個体から15個体へと数を減らしてしまつた親魚候補であるが、今年度は激しい闘争行動は見られず、1尾の斃死も発生しなかつた。

水温が20℃に達した5月上旬から、大型個体が頭端部と各ヒレの先端部以外を白っぽく変色させ、盛んに他個体を追い回す行動や、多くの個体の腹部が膨満している様子が観察されるようになった。活動が鈍化する冬期には見られない行動・身体的変化であり、産卵が近づいていることを示すものと考えられる。

産卵については、6月12日に今年度初めての自然産卵が確認され、10月5日までの約4ヶ月間で、延べ67回確認された。

産卵期が終わると、徐々に摂餌量が減り始め、他個体を追いかけたり、給餌の際に勢いよく近づいてくる行動が見られなくなり、水槽のほぼ同じ場所に定位していることが多くなつた。

今年度は闘争行動も沈静化し、産卵も4ヶ月に渡って継続して確認され、飼育密度や個体間の力関係等のバランスが取れた状態になつたと判断されることから、来年度は追加更新を行わず、現在の状況を維持することに重点を置き、飼育管理に取り組みたいと考えている。

(2) 給餌(摂餌状況)

給餌量の推移については表1のとおり。

全体の傾向としては、産卵期をはさんだ5/14~10/12の期間に、週あたりの摂餌量が最も多くなる。11月中旬~3月下旬にかけて摂餌量が落ちるが、全く食べなくなる期間はない。

昨年度からの記録と併せて摂餌量を追っていくと、水温と摂餌量が関連している訳ではなく、4月に入ると11月よりも水温は低いにも関わらず、徐々に摂餌量が増えていくことが分かつた。

表1 給餌量の推移

期 間	給餌量	期間中の水温	期 間	給餌量	期間中の水温
4/2~5/11	2.0kg/週	16.7℃~20.0℃	11/5~11/9	2.5kg/週	22.4℃~22.0℃
5/14~10/12	3.0kg/週	19.7℃~24.6℃	11/12~11/16	1.7kg/週	21.7℃~20.3℃
10/15~10/19	2.0kg/週	24.6℃~23.8℃	11/19~12/21	1.5kg/週	20.2℃~16.8℃
10/22~10/26	2.5kg/週	24.0℃~23.6℃	12/25~12/28	1.2kg/週	16.4℃~16.5℃
10/29~11/2	3.0kg/週	23.4℃			

(3) 採卵

今年度は、6月12日に初回の産卵が認められ、以後10月5日までの期間に、延べ67回が確認された。その間の水温は22.6℃~29.1℃であつた(図1、表2)。

採卵数は、67回の合計で約1,841万粒であり、1回の平均採卵数は約27万粒(表2)、卵の平均粒径は0.77mmであつた。

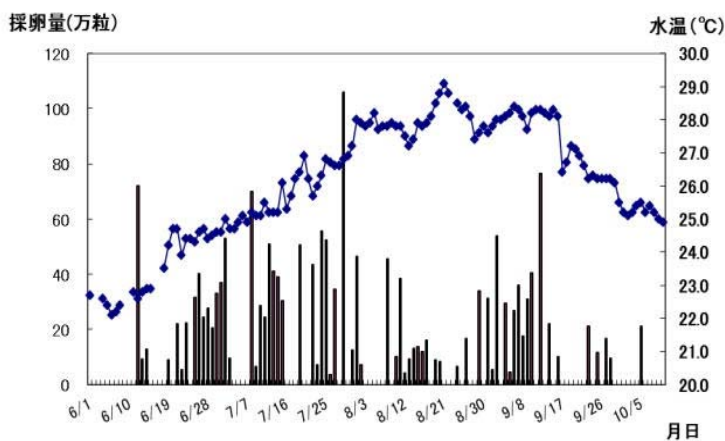


図1 飼育水温の推移と採卵量(H24)

本センター飼育の他のハタ類と比較すると、産卵期間についてはスジアラとほぼ同じ時期、

期間であり、総採卵数はスジアラ(23年度)の約1/13、ヤイトハタ(24年度)の約1/4と少なく、1回あたりの平均採卵数もスジアラの約1/7、ヤイトハタの約1/8であった。卵径はスジアラやヤイトハタよりも0.1~0.15mm小さいという結果が得られた。

昨年度は6月中旬~下旬にかけて約半月の期間のみの産卵で、本種の産卵について多くの情報を得ることはできなかったが、今年度は約4ヶ月の間産卵が続き、概容を把握するためのデータが得られたと考えている。来年度以降も、現在の飼育法を継続し、産卵期や産卵量の把握、種苗生産に用いる良質な受精卵の確保を目指して飼育管理していきたい。

表2 採卵実績(平成23~24年度)

年度	産卵開始		産卵終了		総卵数 (粒)	産卵 回数	平均産卵数 (粒)	最多産卵数 (粒)	最小産卵数 (粒)
	月 日	水温	月 日	水温					
H23	6月14日	22.2	6月25日	23.2	700,300	5	140,060	225,000	58,800
H24	6月12日	22.6	10月5日	25.5	18,415,600	67	274,860	1,060,000	36,000

2. 種苗生産試験

(1) ふ化試験

ふ化試験の結果を表3に示す。

表3 ふ化試験結果

採卵日	供試卵数(粒)	ふ化仔魚数(尾)	ふ化率(%)
6月12日	594,000	46,200	7.7

今年度は初回産卵分(採卵数:720,000粒、浮上卵率:82.5%)をふ化試験に供したが、7.7%と非常に低いふ化率であった。(※昨年度は、確認された5回の産卵分の、全ての浮上卵をふ化試験に供したが、いずれもふ化率は0%)

自然産卵により得られたハタ類の卵は、一般的に受精率が低いことが知られているが、本種もその傾向があると考えられ、今後、ふ化率改善のための対策(人工授精)を講じることも検討しなければならない。

ちなみに、今年度採卵した卵の、浮上卵率等をまとめたものが表4であるが、本種の卵は浮上卵率が非常に低く、50%を超えたのは、67回の採卵のうち13回のみであった。

種苗生産試験においては、浮上卵率、ふ化率の高い卵から、より多くのふ化仔魚を得ることが量産化への起点となるが、本種については、まず良質卵を得るための対策、工夫が必要であることが分かる。

表4 採卵数に対する浮上卵率

総採卵数(粒)	総浮上卵数(粒)	平均浮上卵率(%)	最低浮上卵率(%)	最高浮上卵率(%)
18,417,400	7,777,900	37.5	9.1	87.7

(2) 種苗生産試験

種苗生産試験の結果を表5に示す。

表5 平成24年度オオモンハタ種苗生産試験結果

試験区	收容卵数 (個)	ふ化尾数 (尾)	ふ化率 (%)	生産尾数 (尾)	サイズ (mm)	日齢 (取上時)	生残率 (%)
6点通気	151,200	53,061	35.0	62	59.0	64	0.11
中央通気	132,300	23,300	17.6	44	57.9	63	0.18
合計	283,500	76,361	26.9	106			0.13

生産尾数については、6点通気区が62尾、中央通気区が44尾と、いずれも非常に低い値となった。

原因については、試験初年度でもあり、現時点で特定するのは困難であるが、その一つとしてふ化率の低さが挙げられる。昨年度、今年度のふ化試験の結果よりも、今回の種苗生産試験では幾分高い値となったが、他魚種と比較すると非常に低い。突き詰めれば親魚養成にも関わる問題ではあるが、まずは採取した卵の発生率を確認するなどして、得られた卵の中でもより良質のものを種苗生産試験に供することで、一定の改善が図られると考える。

図2は、ふ化後2週間の仔魚生残数の推移を示しており、両試験区とも、2週間で日齢1の時点の約1割にまで減耗したことが分かるが、ふ化仔魚の絶対数が少ないため、浮上斃死や沈降死等、減耗要因を推定するに至らなかった。

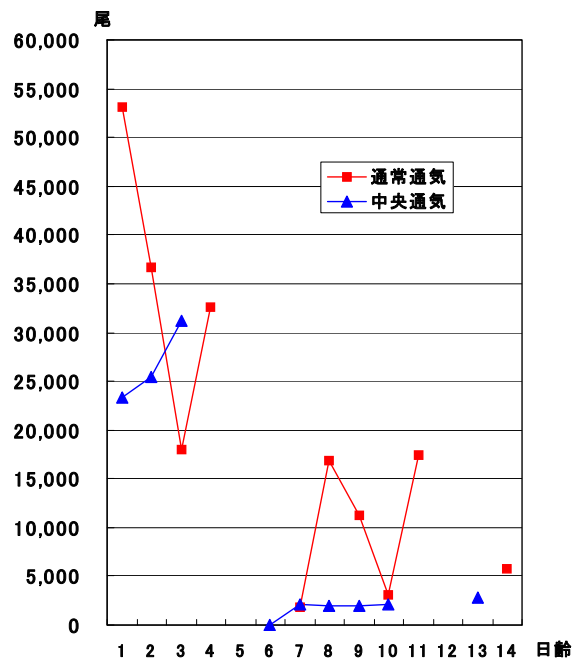


図2 仔魚生残数の推移

アルテミアを給餌し始めた日齢20以降は、大小差が顕著になり始め、共食い行動が頻繁に観察されるようになった。こちらは今後改善の余地がある減耗要因である。

仔稚魚の成長過程については、観察の結果スジアラとほぼ同じような過程を辿ることが分かり、日齢9でハタ類仔魚の特徴であるスパインが確認できるようになり(写真1：日齢17)、日齢30を過ぎるとスパインが消失し、稚魚の形態になるものが現れ始めた。



写真1 日齢17の仔魚



写真2 取り上げ時の稚魚

最終的に日齢65で取り上げたが、その際の平均全長は59.0mmであった(写真2)。

本試験は、本種による初の種苗生産試験であったが、浮上卵率、ふ化率の低さ、初期減耗、共食い行動の激しさなど、今後種苗生産を継続する上で大きな課題となる要素が数多く確認される結果となった。

親魚養成技術開発試験 (ヤイトハタ)

今吉雄二，神野公広

【目的】

養殖・放流対象種の多様化を目的とし，本県ではこれまで利用されていなかったハタ類(ヤイトハタ)の親魚養成技術開発を行う。

【方法】

1. 親魚養成

種苗生産用の受精卵を確保するため，以下の方法で親魚養成を行った。

(1) 親魚履歴

平成23年11月に垂水市海潟沖から導入した6歳魚13尾と，平成24年5月に同じく垂水市海潟沖から導入した6歳魚1尾の計14尾を親魚候補として養成した。

(2) 飼育水槽

魚類棟角形50KL水槽(1面)を飼育水槽とした。

(3) 飼育条件

飼育海水はUV殺菌ろ過海水，換水率は約4回/日，水温は加温等を行わない自然水温の条件で飼育した。

(4) 給餌

餌料は5cm角にカットした冷凍サバを用いた。給餌量は，1尾当たりの魚体重を9kgとし，総魚体重の約5%相当となる6kgのサバを週2回(3kg×2回)に分けて給餌することを原則とした。

冬期は水温の低下に伴い摂餌量が減少するため，直近の摂餌状況を考慮し，適宜調整した。

(5) 採卵

5月30日(水)から開始した。

午後，飼育水槽の排水部(採卵槽)に採卵ネットを設置し，翌朝目視による産卵確認と，産卵が確認された場合には卵の回収を実施した。

採卵ネット内の卵は，ネットを袋状にたぐり寄せながら直ちに回収し，50Lアルテミアふ化槽に収容後，エアレーションで全体を攪拌しながら1ml当たりの卵数を計数(時計皿上)し，1日当たりの総採卵数を算出した。

2. 採卵した受精卵を用いたふ化試験

将来的に種苗生産試験を行うことを前提とし，その予備試験として，採取した受精卵を120Lアルテミアふ化槽に収容し，微通気，換水率10回/日の条件下で翌日まで育卵し，ふ化率を確認した。

収容した卵は，2～3時間おきに実態顕微鏡下(×20)で発生の状況を観察し，写真撮影した。

3. オス化試験

ハタ類は雌性先熟の雌雄同体性を示し，群れの中で最も大型の個体から性転換するとされてい

る。そのため、飼育下では個体差がそれほど大きくない場合などに、オス親魚が存在せず自然産卵、人為的採卵ともに不調に終わる状況が懸念される。こうした状況を解消し、確実な自然産卵や人為的採卵を可能にするために、特定の個体に雄性ホルモンを投与し、オス化する試験を行った。

平成24年5月に、既に養成中の個体よりも一回り大型の、全長82.4cm、体重12.5kgの個体を新たに導入し、10KL水槽で養成を開始した。約1ヶ月間環境馴致した後、6月25日から7月13日の期間、メチルテストステロンを1mg/魚体重1kgとなるよう計量し、給餌時に冷凍サバに封入する方法で経口投与した。

【結果及び考察】

1. 親魚養成

(1) 養成

前年度から飼育している親魚候補13尾については、活動が鈍り摂餌量が減少する冬期を減耗することなく乗り切り、水温が17℃を上回り始めた4月20日以降、給餌の際に集まってくる個体が現れるなど、活動が活発化し始めた。

また、水温の上昇とともに、ペアでのランデブー遊泳や、比較的小型の個体の腹部膨満など、産卵に近いことを示す行動、変化が観察され始めた。

産卵については、詳細は後述するが、6月27日に初めての自然産卵が確認され、8月24日までの約2ヶ月間で、延べ29回確認された。

産卵終了後もしばらく活動の活発な期間が続いたが、水温が20℃を下回り始めた11月22日以降、摂餌量が減り始め、急激に活動が鈍化した。南方系種である本種については、この時点で飼育水の加温を開始した方が良いと考えられる。しかし、飼育設備、飼育コストの面から行っていない。

年間の最低水温を記録する1月下旬から2月にかけての期間には、日中、水槽のほぼ同じ場所に定位して動くことがなく、著しく体力を消耗している様子が窺えたが、3月13日には体表面にびらん、潰瘍がある個体が確認され、15日には同様の個体が8個体にまで増えた。滑走細菌による症状を疑い、エルバージュ浴を施したものの改善せず、27日までに4尾が斃死したため、28日には60KL水槽に移槽した後、飼育水を加温(2℃/日の割合で上昇するよう設定し、24℃まで)し、症状と体力の回復を図ったが、3月末までに合計6尾が斃死した。

斃死魚の潰瘍部組織を採取、検鏡すると、多数のスクーチカ繊毛虫が観察された。昨年度も自然水温で越冬させたが、今年度は水温が20℃を下回り始めたのが20日程度早く、冬期を通じて昨年度より1～2℃低めに推移した影響は大きいと考えられ、低水温で例年以上に体力を消耗したところにスクーチカ繊毛虫の寄生を受け、短期間で6尾もの斃死につながったと考えられる。

飼育コストは大きな問題ではあるが、本種にとって低水温は大きなストレスとなることは明らかであり、来年度以降は冬期に加温飼育を行う必要がある。

(2) 給餌(摂餌状況)

給餌量の推移については表1のとおり。

水温の上昇とともに摂餌は活発になり、産卵開始直前の6月18日以降は6.0kg/週を給餌した。

水温が20℃を下回り始めた11月22日の給餌分から残餌が出始め、15℃を下回り始めた1月25日以降は、餌の投入時に全く反応を示さなくなった。

今年度は、水温低下に伴う体力の消耗がスクーチカ繊毛虫による斃死を招いた一因と考えられることから、来年度以降は加温飼育により一定以上の摂餌量を保ち、体力的に良好な状態を維持できるようにしたい。

表1 給餌量の推移

期 間	給餌量	期間中の水温	期 間	給餌量	期間中の水温
4/2～4/20	2.0kg/週	16.7℃～17.3℃	6/18～11/22	6.0kg/週	23.5℃～19.8℃
4/23～4/27	2.5kg/週	17.4℃～18.9℃	11/26～11/30	5.5kg/週	19.3℃～18.9℃
5/1～5/4	3.0kg/週	18.6℃～20.1℃	12/3～12/7	4.0kg/週	18.2℃～17.9℃
5/7～5/25	4.0kg/週	19.9℃～21.3℃	12/10～12/14	3.0kg/週	17.6℃～17.2℃
5/28～6/1	4.5kg/週	21.1℃～22.7℃	12/17～1/25	2.0kg/週	18.0℃～15.5℃
6/4～6/8	5.0kg/週	22.5℃～22.4℃	1/28～2/1	1.5kg/週	14.8℃～15.7℃
6/11～6/15	5.5kg/週	22.7℃～22.8℃	2/4～3/29	1.0kg/週	15.9℃～16.7℃

(3)採卵

今年度は、6月27日に初回の産卵が認められ、以後8月24日までの期間に、延べ29回が確認された。その間の水温は24.4℃～29.1℃であった(図1、表2)。

採卵数は、29回の合計で約6,671万粒であり、1回の平均採卵数は約230万粒であった(表2)。

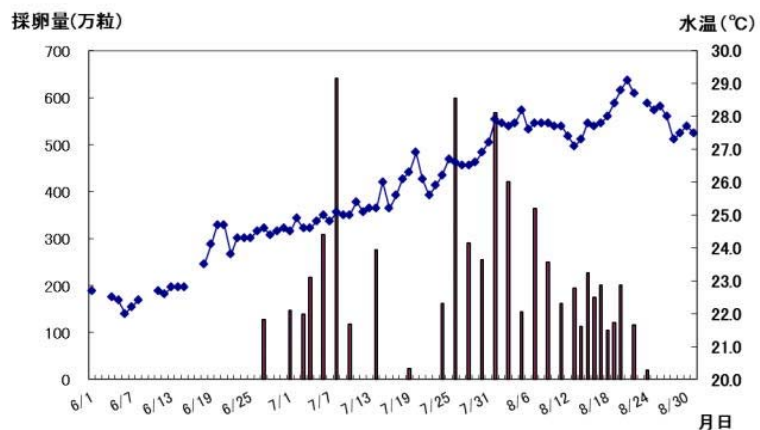


図1 飼育水温の推移と採卵量(H24)

本県における飼育下での

産卵は、今年度の事例が初めてである。当初、オス親魚不在による自然産卵の不調を想定し、後述のオス化試験を計画・実施中であったが、その進展を待たずに自然産卵が開始された。

また、種苗生産試験を実施する場合、当所におけるスジアラやオオモンハタの事例を参考にすると、水槽容量1KLあたり1万5千粒の受精卵を収容して開始するが、当センターの60KL水槽を使用した場合に必要となる90万粒を大きく上回る量の卵を、1回の採卵で供給可能であることが確認できた。

今後も、基本的に今年度の飼育法を継続しながら自然産卵による採卵を図り、本種の産卵期や産卵量等のデータを蓄積していきたいと考えている。

表2 採卵実績(平成24年度)

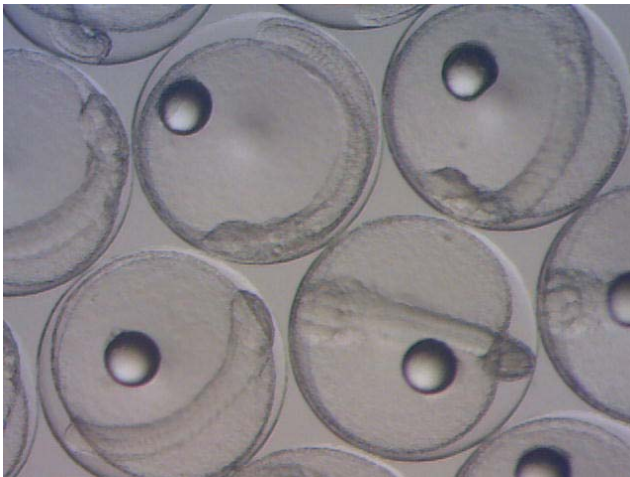
年度	産卵開始		産卵終了		総卵数 (粒)	産卵 回数	平均産卵数 (粒)	最多産卵数 (粒)	最小産卵数 (粒)
	月 日	水温	月 日	水温					
H24	6月27日	24.6	8月24日	28.4	66,712,000	29	2,300,414	6,402,000	195,000

2. 採卵した受精卵を用いたふ化試験

ふ化試験の結果を表3に示す。

表3 ふ化試験結果

採卵日	ふ化日	供試卵数	ふ化仔魚数	ふ化率(%)
6月27日	6月28日	930,900	856,000	92.0%
7月4日	7月5日	663,400	406,600	61.3%



受精卵(採卵当日17時撮影)



ふ化仔魚(日齢1)

自然産卵で得られたハタ類の卵は受精率が低いことが知られ、近縁種であるクエは20%程度という報告もあるが、今回の2回の試験ではどちらも60%を超える卵がふ化した。

6月27日に採卵した初回産卵分については60KL水槽1槽に、7月4日に採卵した4回目の産卵分については20KL水槽2槽にそれぞれ受精卵を収容する場合を想定して供試卵数を決定したが、得られたふ化仔魚数(=ふ化率)は、種苗生産に向けて一定の目処が立つ結果と言える。

来年度は、ふ化率等のデータ収集を継続しながら、良い結果が得られた卵についてはそのまま種苗生産試験への移行を計画している

3 オス化試験

メチルテストステロンを経口投与した個体を、7月20日に捕獲し、オス化の進行状況を確認した。

本個体は、当センター導入前に畜養されていた垂水市海潟沖の海面生け簀内では最大の個体ではなく、試験開始時の腹部圧搾で精液を採取することはできなかったが、メチルテストステロン投与後には、写真のように軽い腹部圧搾により精液が流れ出し、成熟したオスになっていることが確認された。

オス化の確認後、背部にダートタグを2本装着し、個体識別が容易にできるようにした後、他の親魚候補が養成されている50KL水槽に加えた。



腹部圧搾により流れ出す精液

本個体については、親魚候補の中で最大の個体であり、来年度以降、オス親魚として機能するこ

とを期待しているが、オス化試験のサンプルとしては、性転換の途中またはオスとしての成熟の途中であった可能性は否定できない。

今後、養成中の親魚候補の中から小型の個体を選び、同じ方法によるオス化の再現性を試験してみたいと考えている。

赤潮対応型給餌モデル開発研究

眞鍋美幸，池田祐介，今吉雄二，織田康平

【目的】

高水温期において、魚体重の増加を優先した給餌方法では、給餌過多による魚病の発生や漁場環境の悪化、ひいては赤潮発生の一要因となることが懸念される。これらについては、漁業者は経験に基づき試行錯誤しつつ、給餌方法の改良に取り組んでいるものの、暗中模索の状況である。

そこで、高水温期における無駄の少ない給餌法を解明し、養殖経営のコスト低減及び漁場環境への負荷を軽減することで、持続的な養殖業経営に寄与することを目的とする。

本研究では、一定の餌止め（絶食）期間を設け、その後、通常の給餌を再開して魚体回復状況を把握し、餌止めによる低コスト化、省力化の可能性を検討する。

【方法】

供試魚

鹿児島湾内で飼育された平均体重3,205gのブリ2年魚を用いた。

飼育管理

試験区は5区とし、それぞれ当センターの海面生簀（3.6m×3.6m×3.0m）に40尾ずつ収容し、平成24年7月24日から12月11日の140日間飼育した。給餌量は、市販EP飼料（S社製）を1日に1回飽食と思われる量を与え、給餌頻度は試験開始時から14週（10月末）までは週3日、15週（11月）から試験終了までは週4回とした。対照区として絶食期間を設けない区を1区、4週間絶食区を2区、6週間絶食区を3・4区、2週間に1回の給餌を8週間継続する区を5区とした。長期間絶食後、急に通常給餌を開始する事への魚体へ悪影響を検証するため、2区と3区は絶食前に徐々に給餌回数を減らし、絶食後は徐々に給餌回数を増やす制限給餌期を設けた。

表1 1週間あたりの給餌回数

月	7					8					9					10					11					12					合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25						
試験区	①	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	66				
	②	2	1	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	45				
	③	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	42				
	④	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48				
	⑤	3	3	0	0	1	0	1	0	1	0	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	45				

制限給餌期間
絶食期間

水温測定

生簀から水深1m付近にデータロガー（オンセット社製ウォーターテンププロv2）を垂下して1時間毎の水温を記録した。

魚体測定

魚体測定は、2週間に1回実施した。測定日には各区の尾叉長、魚体重を全尾数測定し、得られた結果から肥満度を算出し、絶食の影響と絶食後の回復状況を確認した。

血液性状分析

試験開始時，絶食終了時，制限給餌終了時，試験終了時に5尾/生簀を任意に取り上げ，尾柄部下部から採血を行った。採取した全血を用いてヘマトクリット値 (Ht)，ヘモグロビン量 (Hb) 及び赤血球数 (RBC) を測定するとともに血漿を用いて血液性状を測定した (表2)。

表2 血液検査項目の概略

検査項目		検査内容
Ht	ヘマトクリット値	血液中に占める血球の容積の割合
Hb	ヘモグロビン量	赤血球中の色素タンパク質の量
RBC	赤血球数	血液中の赤血球の数
GOT	グルタミン酸オキザロ酢酸トランスアミナーゼ	肝臓等に含まれる酵素
GPT	グルタミン酸ピルビン酢酸トランスアミナーゼ	肝臓等に含まれる酵素
ALP	アルカリフォスターゼ	小腸, 肝臓, 骨等に含まれる酵素
TCHO	総コレステロール	体内の脂質を表す値
TG	トリグリセライド(中性脂肪)	体内の脂質を表す値
Glu	グルコース(血糖)	血液中のブドウ糖
BUN	尿素窒素	タンパク質が体内で利用された後の老廃物
TP	総タンパク	血液中の様々な種類のタンパク質の総量

魚体の粗脂肪分析

絶食終了時，試験終了時に5尾/生簀を取り上げ，魚体の粗脂肪含有量を分析した。

【結果および考察】

飼育成績

(1) 生残率

生残率の推移を図1に示す。

試験終了時における生残率は，1区が85.0%で最も良く，次いで3区の82.5%，4区の80.0%，5区の77.5%と続き，2区が最も悪く72.5%であった。

へい死の原因については，試験開始前の予備飼育の段階から発生していたヘテラキシネ症 (エラムシ) やノカルジア症等の継続によるものであり，生残率の低い2区，5区を見ても，絶食開始日 (8月7日) 以前にその多くが斃死していることから，絶食や制限給餌の影響によるものではないと考えられた。

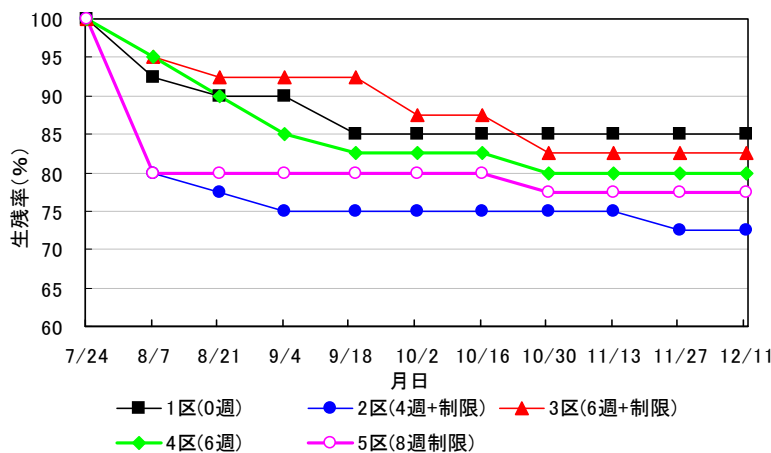


図1 生残率の推移

平成22年に北薩海域で発生した赤潮はおよそ2ヶ月間にも及んだため，前年度の試験では8週間絶食区を設定して餌止めの影響を試験したが，その生残率は他区 (餌止め0, 1, 2, 4週) よりも低い結果となった。一方，今年度の試験では8週間制限給餌区を設定したが他区との差は見られなかった。このことにより，2週間に1回でも給餌できれば餌止めによるへい死を防げることが示唆された。

(2) 魚体重

魚体重と平均水温 (1週間毎に水温を平均したもの) の推移を図2に示す。

期間中の最高水温は8月18日の31.2℃，最低水温は12月10日の15.2℃であり，1週間毎の平均水温は

16.9℃～28.9℃（平均24.5℃）で推移した。

1区の魚体重は平均水温が28℃以上であった9月中旬まではほぼ横ばいであったが、水温の低下とともに増加し、試験終了時は平均4,277gとなった。2区の魚体重は絶食及び制限給餌期間中は減少したが、その後急激に増加し、通常給餌に戻してから6週間後に1区に追いついた。3区、4区、5区は、2区と同様に絶食及び制限給餌期間中は減少し、通常給餌に戻してから増加したが、試験終了時まで1区には追いつかなかった。試験期間における魚体重の増重量は、1区が1,072.2gで最も多く、次いで2区の983.9g、4区の760.6g、5区の663.9g、3区の631.7gと続いた。

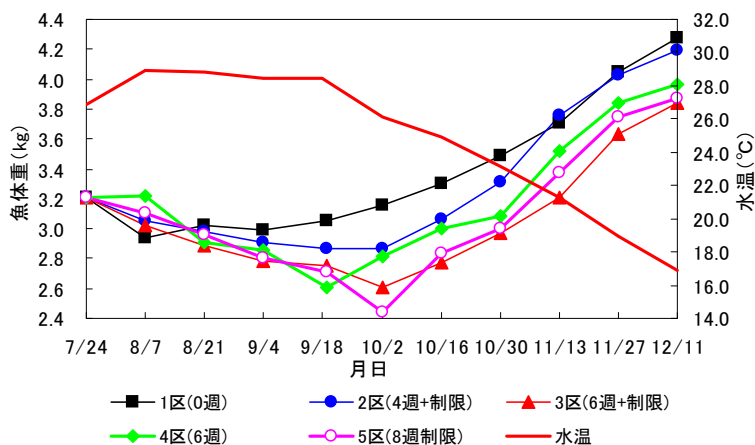


図2 魚体重と平均水温の推移

(3) 尾叉長

尾叉長と平均水温の推移を図3に示す。

試験開始時の尾叉長は57.9cm（全尾数平均）であった。1, 2, 4区は平均水温が28℃以上であった9月中旬まではほぼ横ばいであったが、水温の低下とともに上昇し、試験終了時の尾叉長は59.9～60.0cmで差は見られなかった。3区および5区は、絶食や制限給餌が終了し、水温が低下しても10月中旬までは横ばいとなり、その後上昇に転じた。試験終了時の尾叉長は、3区は59.6cmとなり、5区は58.9cmで最も短い結果となった。

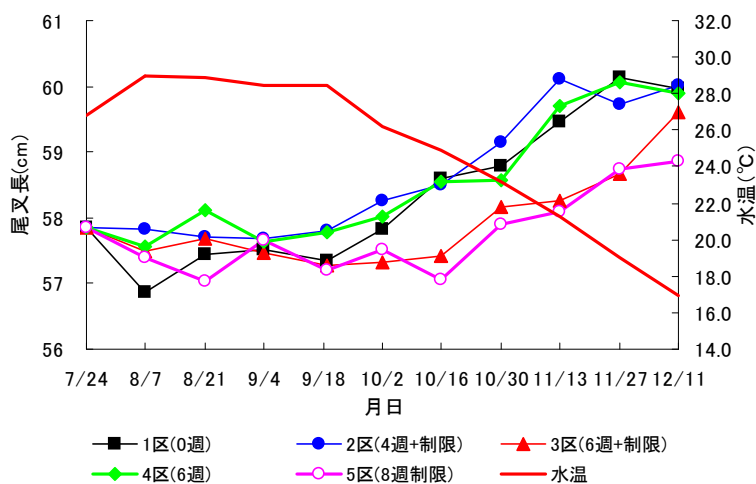


図3 尾叉長と平均水温の推移

(4) 肥満度

肥満度の推移を図4に示す。

試験開始時の肥満度は16.5（全尾数平均）であった。1区の肥満度は、高水温期はわずかに減少し、水温の低下とともに緩やかに増加した。2区～5区の肥満度は絶食または制限期間中は減少したが、給餌再開後は順調に回復した。試験終了時は、1区が最も高く19.8、次いで2区が19.3、5区が18.9、4区が18.4、3区が18.1であった。

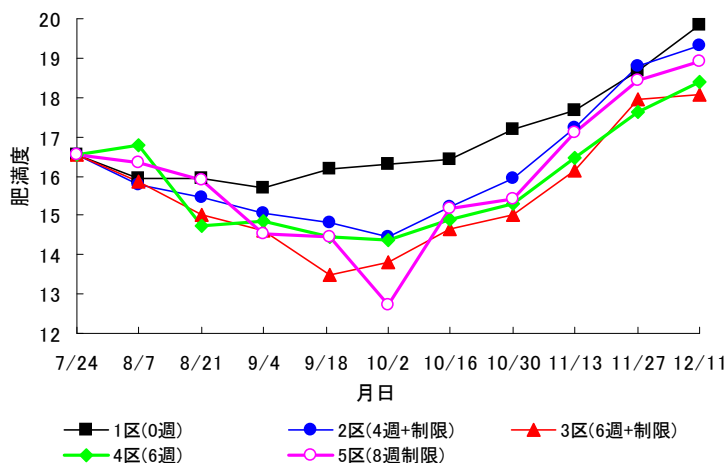


図4 肥満度の推移

(5) 魚体の粗脂肪含有量

魚体（背身，腹身）の粗脂肪分析結果を表3に示す。

絶食終了時，制限給餌終了時の粗脂肪含有量は各区とも1区（対照区）より少なかったが，2区から5区の中では2区（絶食4週後），3・4区（絶食6週後）より5区（制限8週後）の方が多かった。試験終了時の背身の粗脂肪含有量は，1区が最も高く，次いで2区，4区，5区，3区の順であった。一方腹身の粗脂肪含有量は，1区が最も高く，次いで2区，5区，3区，4区の順であった。

表3 粗脂肪含有量

	週数	背身(%)	腹身(%)
絶食・制限終了時			
1区(対照区)	8	5.9	9.9
2区(絶食4週+制限区)	6	1.7	5.1
3区(絶食6週+制限区)	8	1.3	3.6
4区(絶食6週区)	8	1.9	3.6
5区(制限8週区)	10	2.8	6.0
試験終了時			
1区(対照区)	20	9.4	16.5
2区(絶食4週+制限区)	20	8.5	15.3
3区(絶食6週+制限区)	20	5.6	13.4
4区(絶食6週区)	20	7.3	10.7
5区(制限8週区)	20	6.9	15.2

(6) 血液性状

血液性状を表4に示す。

表4 血液性状分析結果

週	区	Ht (%)	Hb (g/100ml)	RBC (×10 ⁴ 個/μl)	GOT (U/L)	GPT (U/L)	ALP (U/L)	TCHO (mg/dl)	TG (mg/dl)	Glu (mg/dl)	BUN (mg/dl)	TP (g/dl)
開始時	0 全区	48.9	14.9	459.4	195.0	17.4	136.0	388.2	98.2	224.8	12.0	5.5
絶食終了時	6 1区(対照区)	41.6	12.4	318.2	83.4	12.8	3.0	340.0	96.0	181.6	8.7	4.8
	6 2区(4週+制限)	43.2	12.7	371.6	132.2	19.4	158.0	309.0	221.6	186.8	5.7	4.6
	8 1区(対照区)	47.4	13.9	426.2	66.8	11.8	3.0	345.2	78.6	176.0	9.1	5.1
	8 3区(6週+制限)	38.4	12.1	391.0	49.8	5.6	86.4	238.8	193.4	143.6	5.8	3.6
制限終了時	8 4区(6週)	35.8	11.4	399.8	39.6	4.2	81.4	256.6	135.4	136.8	4.8	3.6
	10 1区(対照区)	43.4	12.9	407.4	30.4	6.8	3.0	401.2	56.4	185.0	14.5	5.2
	10 2区(4週+制限)	37.7	12.3	370.8	30.2	5.8	102.0	394.6	65.2	158.4	9.5	4.3
	10 3区(6週+制限)	33.4	12.5	368.2	41.0	6.6	102.0	292.4	139.2	154.2	8.4	4.0
	10 5区(8週制限)	37.3	12.9	408.0	39.2	6.6	107.0	318.4	150.0	161.4	4.9	4.2
終了時	20 1区(対照区)	42.0	14.8	392.2	26.0	5.8	48.0	331.2	43.8	142.4	4.0	3.8
	20 2区(4週+制限)	38.9	15.5	366.0	22.0	6.2	35.8	286.4	39.6	128.8	4.4	3.6
	20 3区(6週+制限)	33.9	15.1	335.2	71.2	8.4	48.6	351.2	48.8	151.2	5.6	4.3
	20 4区(6週)	35.2	14.1	396.2	13.0	4.4	54.0	304.0	37.6	148.0	5.8	3.7
	20 5区(8週制限)	46.8	16.5	443.4	33.6	6.8	59.6	379.6	43.0	166.4	5.9	4.4

絶食終了時，制限終了時のALP，TGは，1区（対照区）と比較して各区とも大幅に上昇していたが，試験終了時にはほとんど差がなくなった。TCHO，Glu，BUN，TPは，絶食終了時，制限終了時は1区と同等か低い値を示したが，試験終了時にはほとんど差がなくなった。その他の項目については，絶食，制限給餌期間との明確な関係はみられなかった。

まとめ

魚体重は，2区は絶食及び制限給餌期間中は減少したが，その後急激な増加がみられ，通常給餌に戻してから6週間後に1区に追いついた。一方，3区から5区も同様に，急激な体重増加がみられたものの，試験終了まで1区に追いつくことはなかった。

生残率，尾叉長，肥満度，粗脂肪含有量，血液性状においても，試験終了時における2区の値は，1区とほぼ同程度であった。

これらの結果から，夏場の高水温期に4週間絶食させても，年末の出荷最盛期には影響がない事が示唆された。

表5に飼育成績のまとめを示す。飼料効率，増肉係数の値は2区が最も良く，1区と比較して，試験終了時の給餌日数（給餌回数）が11日少ないことから省力化が，1尾あたりの給餌量が約700g少ない事から餌料費の低減が図られることがわかった。

表5 飼育成績のまとめ

飼育期間	平成24年7月24日～12月11日				
水温	15.2～31.2℃(平均24.5℃)				
試験区【絶食期間】	1区(対照区)	2区(4週+制限)	3区(6週+制限)	4区(6週)	5区(制限8週)
飼育日数	140	140	140	140	140
給餌回数	66	45	42	48	45
尾数	開始時	40	40	40	40
	終了時	34	29	33	32
平均体重(g)	開始時	3205.0	3205.0	3205.0	3205.0
	終了時	4277.1	4188.8	3836.6	3965.6
	増重量	1,072.2	983.9	631.7	760.6
尾叉長(cm)	開始時	57.9	57.9	57.9	57.9
	終了時	60.0	60.0	59.6	59.9
肥満度	開始時	16.5	16.5	16.5	16.5
	終了時	19.8	19.3	18.1	18.4
生残率(%)	85.0	72.5	82.5	80.0	77.5
総給餌量(g)	148,053	95,698	101,360	116,156	99,000
1尾あたり総給餌量(g/尾)	4,874	4,166	3,525	4,182	3,654
増重率(%)	33.45	30.70	19.71	23.73	20.71
日間増重率(%)*	0.20	0.19	0.13	0.15	0.13
日間給餌率(%)	0.76	0.54	0.56	0.64	0.56
飼料効率(%)	22.0	23.6	17.9	18.2	18.2
増肉係数	4.55	4.23	5.58	5.50	5.50

制限給餌については、試験終了時の3区（6週絶食+制限給餌）と4区（6週絶食）を比較すると、平均体重、尾叉長、肥満度、飼料効率、増肉係数等いずれも3区の方が劣る結果となり、6週絶食においては、急な給餌再開による影響よりも、制限給餌による給餌回数の減少の方が影響が大きいことがわかった。