

4. キジハタ量産化試験

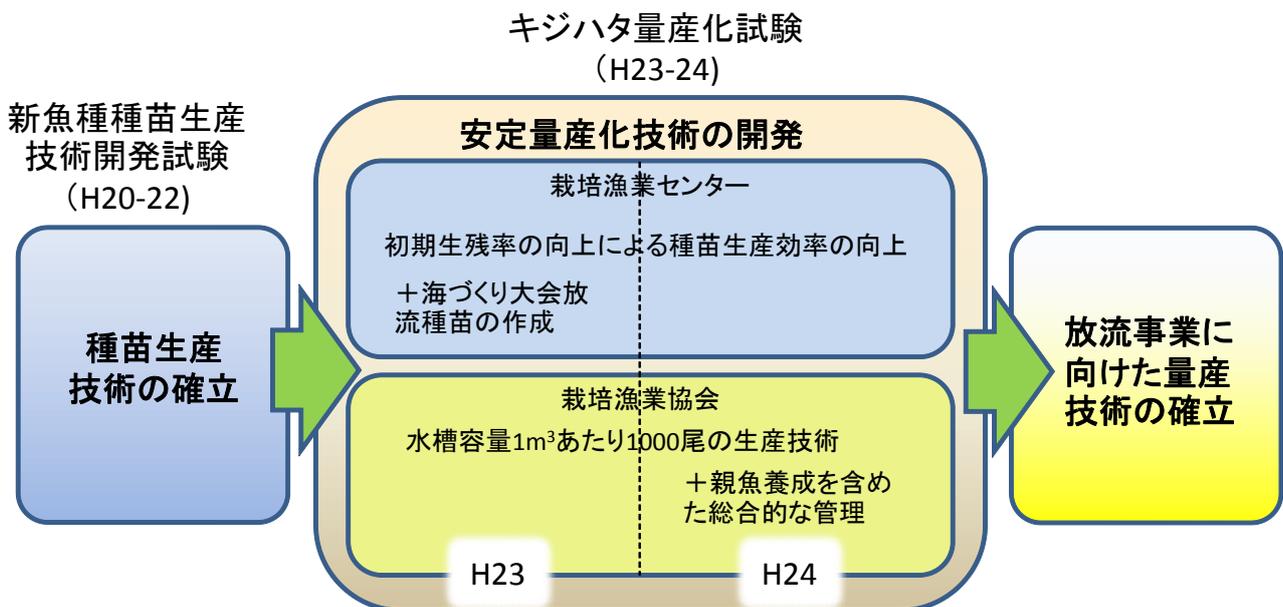
(1) 担当：福本一彦・福井利憲・水本 泰（生産技術室）谷田部誉史（栽培漁業協会）

(2) 実施期間：H23-24年度（平成24年度予算額：5,050千円）

(3) 目的・意義・目標設定：

- ①キジハタは単価が高く、かつ定着性が強いと言われており、栽培漁業に適した種と考えられる。
- ②県内の一本釣り漁業者から、放流の要望が強く、組合独自に漁獲サイズを規制し、小型魚は再放流するなど資源管理意識も高い。
- ③H20-22年度に実施した新魚種種苗生産技術開発試験において、目標であった水槽1m³あたりの生産数1,000尾を達成したため、その飼育方法の再現性の確認と安定性の向上を図る。
- ④生産コスト削減のため、初期生残率の向上を図る（目標：日齢10時点での生残率40%）。

(4) 事業展開フロー



(5) 取り組みの成果

【小課題-1】：量産安定化試験

1 目的

放流事業に必要な種苗量産技術の安定化および生産コストの削減を図る。

2 方法

(1) 採卵

① 自然採卵

自然採卵には円柱型コンクリート水槽（水深約1.7m、容量12t）2面を用い、6月中旬に外見から雄雌を判別した2010年購入群親魚（雄16個体、雌29個体）、および2011年購入群親魚（雄8個体、雌18個体）を収容した。採卵は、水槽からオーバーフローした海水をネットで受け、自然産卵し流下した卵を毎朝回収した。得られた卵はメスシリンダーを用いて浮上卵と沈下卵に分離し、浮上卵を受精卵とした。採卵期間は2012年6月20日から7月31日であった。

② 人為催熟

人為催熟には、2010年度購入群親魚（雌10個体、雄5個体）、2011年度購入群親魚（雌12個体、雄5個体）、および2012年度購入群親魚（雌16個体、雄5個体）を用いて行った。ヒト胎盤性生殖腺刺激ホルモン（hCG）を0.5IU/BW（g）の濃度で腹腔内に投与し、投与後36-42時間後に得られた卵と精子を用いて乾導法により受精させた。

(2) 種苗生産

今年度は、①収容卵数を減らし、初期生残率を向上させる、②アルテミア代替配合飼料の給餌によ

II. H24成果 4 キジハタ量産化試験

る作業の効率化，③生産数が維持できているか否かの検証のためサンプリング精度の向上，について検討した。

飼育には26tおよび28tの八角形コンクリート水槽を2面ずつ計4面使用し，5例の飼育を行った．飼育水は紫外線殺菌海水を用い，換水は1日あたり実水量の5-10%から開始し，水質や油膜等の状況に応じて最大200%まで増加させた．通気は，水槽の8辺に設置したユニホース（タイプC）を使用し，このうち1ヶ所を酸素発生器（近畿酸素（株），オージネーター600）に接続し，通気および酸素通気を行った．また，水槽中央部にもエアーストーンを設置し，通気した．通気量は仔魚の成長段階に応じて水面流速をみながら調整した．飼育水槽の照明は，日令0-12の間は，常時照度を確保するために，水槽Aでは日令0-12，水槽B-1では日令0-10，水槽B-2では日令0-9の間，それぞれ夜間に水銀灯を点灯し，日中は白色の遮光幕（遮光率20%）を張り，水槽への光量を調整した．また，水槽Aでは日令33，水槽B-2では日令16に黒色遮光幕（遮光率80%）で全面遮光した．

供試卵は前述の受精卵を用いて，水槽4面に収容した．

飼育水には，ワムシの増殖と栄養強化，仔魚のストレス軽減，稚魚の共食い防止を目的として，適宜ナンノクロロプシス，スーパー生クロレラV12（以下SV12と記す），HG生クロレラV12（以下HG12）を添加した．また，水質の安定を図るために，日齢7以降，ナグラシ，フィッシュグリーンおよびロイヤルフィッシュグリーンを添加，散布した．餌料にはSS型ワムシ，S型ワムシ，配合飼料を使用した．ワムシの栄養強化はSV12，バイオクロミスおよびタウリンを用いて5時間以上行った．ワムシは飼育水中の密度が20個体/mlとなるよう給餌した．給餌期間はSS型ワムシが日齢1-7，S型ワムシが日齢8-25であった．配合飼料の給餌は日齢14から開始し，午前6時から午後5時までの間に6回に分けて手捲きで行った．

また，種苗生産初期の生残率推定の際，これまで水槽の端、中、底各1地点ずつの円柱サンプリングを行ってきたが，推定生残率のバラツキが大きかった．そこで，今年度は下表のようにサンプリング頻度を増加させ，推定値の精度向上を図ることを目的とした．

2012年

日令	サンプリング方法
0-3	（端×3地点、中×3地点、底（端、中間、中央の3地点））/水槽を8時に行う
4-7（沈降期）	（端×1地点、中×1地点、底×1地点）/水槽を8、17、20、23時に行う
8、9、11、12	（端×4地点、中間×2地点、中×3地点、底×1地点）/水槽を8時に行う
10（夜間照明消灯期）	（端×1地点、中×1地点、底×1地点）/水槽を8、17、20、23時に行う
15、20、30	（端×5地点、中×3地点）/水槽を8時に行う *ただし，上層で採集できない場合は，底層もサンプリングする．

2010、2011年

日令	サンプリング方法
0-3	（端×1地点、中×1地点、底×1地点）×2/水槽を8時に行う
4-7（沈降期）	（端×1地点、中×1地点、底×1地点）×2/水槽を8、17、20、23時に行う
8、9	（端×1地点、中×1地点、底×1地点）×2/水槽を8時、16時に行う
10（夜間照明消灯期）	（端×1地点、中×1地点、底×1地点）×2/水槽を8、17、20、23時に行う
11	（端×1地点、中×1地点、底×1地点）×2/水槽を8時 （底×1地点）×2/水槽を20時に行う
12-14	（端×1地点、中×1地点、底×1地点）×2/水槽を8時に行う
20、30	（端×1地点、中×1地点）×2/水槽を8時に行う

*夜間消灯：2010年 日令9、11、 2011年 日令9、10

種苗の取上げは日齢36（水槽A）および37（水槽B-2）にフィッシュポンプを用いて行った．

(3) 中間育成 (公益財団法人鳥取県栽培漁業協会委託)

取上げた種苗を90径モジ網および目合い8mmのトリカルネットを用いて大, 中, 小の3サイズに選別し, このうち中および小サイズに選別された3.6万個体を中間育成に用いた. 中間育成には種苗生産と同様の水槽4面を使用した. 餌料は配合飼料 (商品名: おとひめEP0, 1, 2および3; 日清丸紅飼料(株)) を魚体重の5%になるよう1日7回にわけて給餌した. 死亡個体の回収および残餌, 糞の除去は1日1回行った. 中間育成は31~32日間行った.

3 結果

(1) 採卵

自然採卵による採卵数は2010年, 2011年両購入群を併せて延218万粒であった (図1). また, 人為催熟により得られた受精卵は214万粒であった.

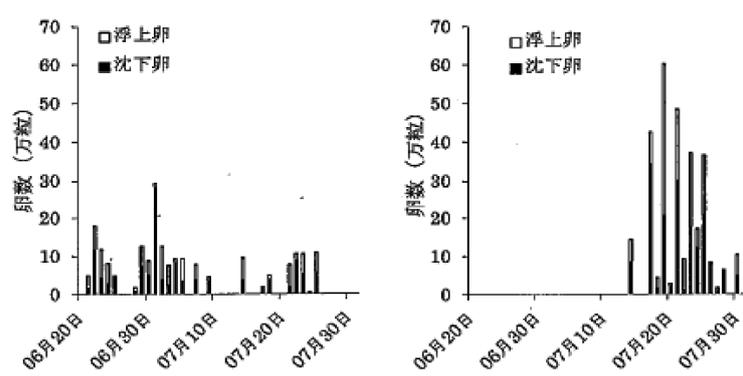


図1 日別自然採卵結果 (左図: 2010年購入群, 右図: 2011年購入群)

(2) 種苗生産

各水槽の取り上げ結果を表1に示した. 生産尾数は1.2万尾 (水槽A) および2.4万尾 (水槽B-2) で計3.6万尾を取り上げた. 水槽1m³あたりの生産尾数は477尾/m³および915尾/m³となり, 安定生産目標の1,000尾/m³を達成できなかった. 卵収容時からの生残率は8.6% (水槽A) および15.9% (水槽B-2) であった.

種苗生産終了時の形態異常率は, 水槽Aが15.1%, 水槽B-2が78.8%であり (表2), 内訳をみると, 水槽Aでは脊椎骨異常 (12.7%) > 鰓蓋欠損 (2.4%) > 頭部陥没 (0.8%) の順に高く, 水槽B-2では鰓蓋欠損 (73.7%) > 脊椎骨異常 (15.7%) > 頭部陥没 (6.0%) の順に高かった.

表1 キジハタ種苗生産結果

水槽	水槽容量	形状	受精卵収容			10日目		取り上げ							
			月日	粒 (万)	密度 (粒/m ³)	ふ化率 (%)	生残率 (%)	月日	飼育日数	尾数 (万尾)	密度 (尾/m ³)	平均全長 (範囲: mm)	生残率 (%)	平均水温 (範囲: °C)	
A	26	8角形	7/21	14.4	5,538	98.4	11	8/27	36	1.24	477	27.8	(19.2-36.8)	8.6	28.2(27.0-30.0)
B-1	26	8角形	7/23	16.6	6,385	-	4	8/6	13	0.49	190	-	-	3.0	28.9(27.5-29.9)
B-2	26	8角形	8/7	15	5,769	100	31	9/14	37	2.38	915	23.5	(15.9-36.8)	15.9	27.3(24.9-28.8)
C	28	8角形	8/6	20	7,143	99.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	28	8角形	8/6	20	7,143	99.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合計				86						3.62					

表2 キジハタ種苗における形態異常の出現状況

水槽	生産区分	月日	ふ化後日数	平均全長 (mm)	形態異常率 (%)	形態異常の内訳 (%)					観察尾数
						頭部陥没	鰓蓋欠損	脊椎骨異常	口部異常	その他	
A	種苗生産	8/27	36	26.5	15.1	0.8	2.4	12.7	0	0	126
B-2	終了時	9/14	37	22.0	78.8	6.0	73.7	15.7	0	0	57

(3) 初期生残率の推定方法の検討

図2～4に水槽A, B-1, B-2水槽における2010～2012年の推定生残率の推移を示した。

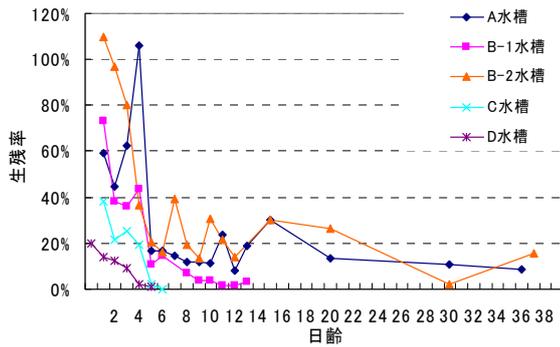


図2 2012年各水槽の推定生残率の推移

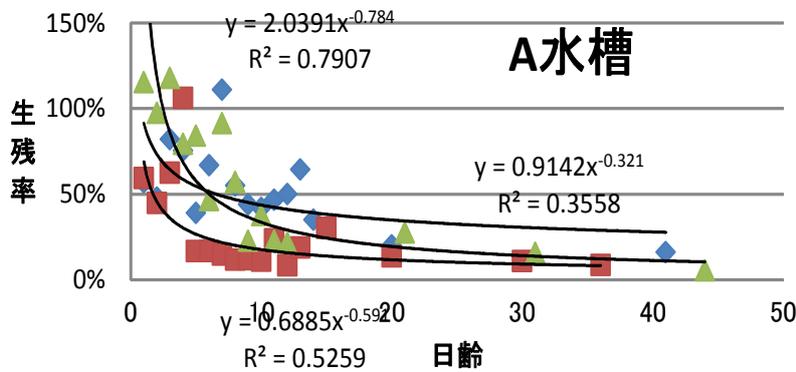


図3 水槽Aにおける日令15までの推定生残率の推移 (緑：2010年, 青：2011年, 赤：2012年)

2010～2012年の推定生残率の近似曲線は次のように示された。

2010年： $y = 1.7568 X^{0.688}$ $R^2 = 0.6455$

2011年： $y = 0.6682 X^{0.103}$ $R^2 = 0.0629$

2012年： $y = 0.7542 X^{0.655}$ $R^2 = 0.4438$

近似曲線の信頼性を示すR²乗値は、2010年 (0.6455) > 2012年 (0.4438) > 2011年 (0.0629) となり、サンプリング頻度を増した2012年のR²乗値は必ずしも高くない結果となった。

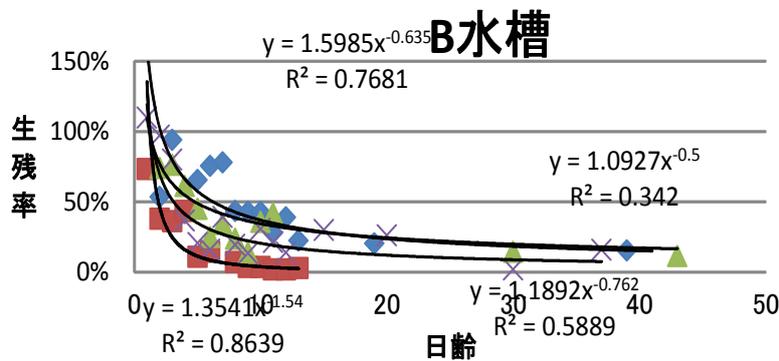


図4 水槽B-1, B-2における日令13までの推定生残率の推移 (緑：2010、青：2011、赤：2012)

2010～2012年のB水槽におけるキジハタの推定生残率の近似曲線は次のように示された。

2010年： $y = 1.4861 X^{0.772}$ $R^2 = 0.7276$

2011年： $y = 1.5251 X^{0.599}$ $R^2 = 0.6496$

2012年： $y = 1.3541 X^{1.54}$ $R^2 = 0.8639$

なお、2012年のB水槽の日令13の生残率は、取り上げ後全数計数した値を記した。
 近似曲線の信頼性を示すR2乗値は、2012 (0.8639) > 2010 (0.7276) > 2011 (0.6496) となり、B水槽ではサンプリング頻度を増した2012年のR2乗値が最も高い結果となった。

生残率について、近似曲線を描いたが、サンプリング頻度の増した2012年の相関係数 (R2乗値) が、過去2年より高かったのは、水槽B-1のみであった。また、サンプリングされる稚魚の個体数が比較的多い水槽Aでは、サンプリング頻度を増したからといって、近似曲線のR²乗値が必ずしも高くならなかった。

一方、サンプリングされる稚魚の個体数が比較的少なかった水槽Bの推定値は、実際の取り上げ尾数と大差はないことが明らかになった。

現時点では、2012年のサンプリング方法で精度が増したとは言い切れないため、引き続きデータを蓄積していく予定である。

次に、水槽A、Bにおける端、中、底における1Lあたりの稚魚数について図5、6に示した。過去3年のデータから、夜間沈降が起こるとされる日令4-7には、沈降は生じておらず、この間に、頻繁に夜間サンプリングを行う必要はないと考えられる。

また、消灯日の夜には、両水槽とも、夜間沈降がみられるので、この日はサンプリングを行い、沈降が認められた場合、エアーを強める必要がある。

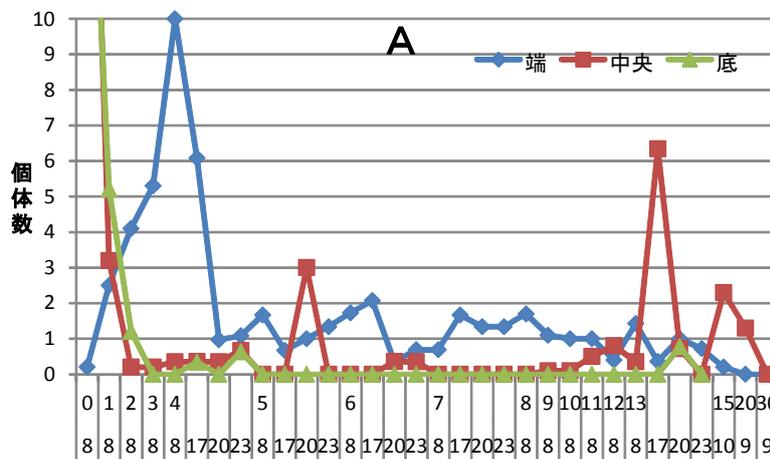


図5 水槽Aにおける端、中、底の1Lあたりの稚魚数の推移 (2012)

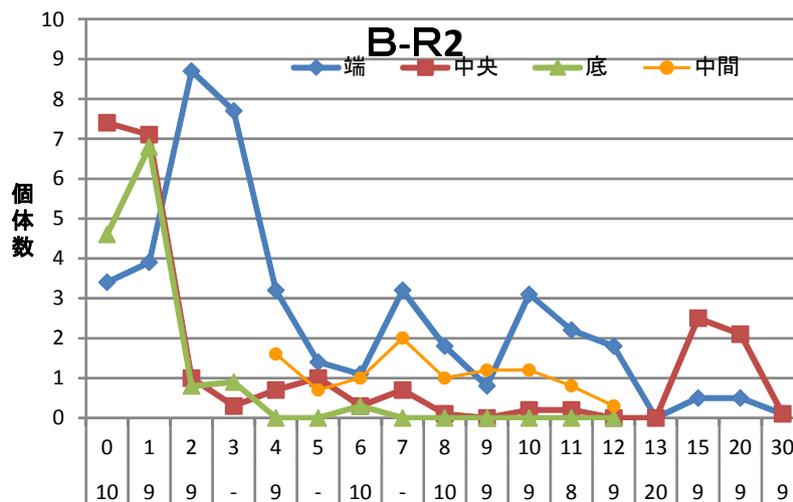


図6 水槽B-1における端、中、底の1Lあたりの稚魚数の推移 (2012)

以上を踏まえ、今後は、生産重視のサンプリングを行う以下の方法を提案する。

日令	サンプリング方法
0-3	(端×3地点、中×3地点、底(端、中間、中央の3地点)/水槽を8

II. H24成果 4 キジハタ量産化試験

	時に行う
4-12	(端×4地点、中間×2地点、中×2地点、底×1地点) /水槽を8時に行う
10 (照明消灯期)	(端×1地点、中×1地点、底×1地点) /水槽を17、20、23時に行う
15、20、30	(端×4地点、中×3地点) /水槽を8時に行う *ただし、上層で採集できない場合は、底層もサンプリングする。

(4) 中間育成

中間育成結果を表3に示した。中サイズ種苗(平均全長27.8mm) 1.2万尾および小サイズ種苗(平均全長23.5mm) 2.4万尾を収容し、平均全長69.9mmの種苗1.1万尾および平均全長51.4mmの種苗2.0万尾をそれぞれ生産した。生残率は、中サイズ種苗が91.1%、小サイズ種苗が83.2%であった。

表3 中間育成結果

水槽容量	面数	収容			取り上げ			生残率 (%)
		尾数 (万尾)	密度 (尾/m ³)	全長 (mm)	尾数 (万尾)	密度 (尾/m ³)	全長 (mm)	
26	2	1.2	239	27.8	1.1	217	69.9	91.1
26	2	2.4	457	23.5	2.0	380	51.4	83.2

4 考察

安定生産:

今年度は、安定生産目標の1,000尾/m³を達成できなかった。原因として、これまで行ってきた親魚養成による自然採卵が不調であったことが挙げられる。自然採卵が不調であったことの原因として、例年に比べて水温が低かったこと、これまで養成していた親魚が性転換し雄が増加していたこと、等が考えられた。

また、公益財団法人鳥取県栽培漁業協会が、親魚養生の経費削減を目的として2012年6月に親魚を購入し、自然採卵の可能性を検討したが、種苗生産に必要な良質な卵数を確保することはできなかった(鳥取県栽培漁業協会、未発表)。

このため、対応策として人為採卵の可能性について検討したところ、2011年購入養成親魚へのホルモン注射では、必要量の浮上卵を確保できなかったが、2012年8月購入の親魚では、試験に必要な浮上卵数(55万粒)を確保することができた。しかし、この内の40万粒からふ化した仔魚は日令4-5で生残率が大きく減少し、生産中止となった。原因として、採卵時期が遅れたことによる卵質の悪化などが考えられ、安定生産のための採卵方法について課題が残った。

卵の収容数:

これまでの収容卵数と取り上げ尾数、生産密度の結果を表4、表5に示した。

表4 各水槽別の収容卵数、取り上げ個体数および生残率

水槽容量 ^ト	2010年				2011年				2012年			
	収容卵数 (万粒)	取上尾数 (日令)	密度 (尾/m ³)	生残率 (%)	収容卵数 (万粒)	取上尾数 (日令)	密度 (尾/m ³)	生残率 (%)	収容卵数 (万粒)	取上尾数 (日令)	密度 (尾/m ³)	生残率 (%)
A (26)	50	27,605 (44)	1,062	6	30	46,067 (41)	1,772	16	14.4	12,410 (36)	477	9
B (26)	52	58,637 (44)	2,255	11	30	48,693 (39)	1,873	15	15	23,787 (37)	915	16
C (28)	40	50,860 (42)	1,816	13	40	50,331 (38)	1,798	13				
D (28)	40	47,072 (39)	1,681	12	40	42,627 (38)	1,522	11				

表5 2010年~2012年における収容卵数別の平均取り上げ尾数および平均生産密度

収容卵数 (万粒)	飼育例 (N)	平均取上げ尾数	平均生産密度 (尾/m ³)	平均取上げ日令
15	2	18,099 ± 8,045	696 ± 310	37 ± 1

30	2	47,380 ± 1,823	1,823 ± 71	40 ± 1
40	4	47,723 ± 3,787	1,704 ± 135	39 ± 2
50	2	43,121 ± 21,943	1,659 ± 844	44

収容卵数別の平均取上げ尾数をみると、40万粒の場合が最も多いが、30万粒と40万粒の間に大差はない。しかし、15万粒では大きく減少する。また、平均生産密度についてみると、30万粒の場合が最も高いが、15万粒では大きく減少し、1,000尾/m³の生産目標に達していない。

このことから、収容卵数15万粒では、収容卵数が不足していると考えられる。収容卵数20万および25万粒での生産については、検討課題として残ったが、現時点では、収容卵数は30万粒がよいと考えられた。

アルテミア代替飼料の給餌の検討：

これまでの飼育例におけるアルテミアと代替配合飼料の給餌状況、取上げ尾数、および形態異常率の結果について表6に示した。

アルテミア給餌の有無が生残に与える影響について調べるため、取上げ尾数を日令20での推定生息尾で除して100を乗じた値を生残率として比較したところ、各水槽ともに同じロットの卵を用いて種苗生産した2011年は、アルテミアの有無による水槽の間の生残率に差はなかった。一方、アルテミア代替配合飼料のみを給餌し、異なるロットの卵を用いて生産した2012年は、64%および61%で前年の同条件の値より低かった。

次に、アルテミア給餌の有無による平均形態異常率についてみると、アルテミア給餌有りでは16.3 ± 9.9%、無しでは33.3 ± 30.9%で、無しの場合の方が高かった。

このことから、アルテミア給餌の有無によって生残率に差が生じる可能性は低いですが、アルテミア給餌無しの場合、形態異常が高まる可能性が示された。

特に、今年度はB水槽で著しく高い形態異常率であり、形態異常が生じる原因の究明が今後の検討課題として挙げられた。

表6 各水槽別の収容卵数、取り上げ個体数および生残率

水槽容量 ^ℓ	2010年					2011年					2012年				
	収容卵数(万粒)	取上尾数(日令)	給餌状況(日令)	形態異常率(%)	日令20～取上げまでの生残率(%)	収容卵数(万粒)	取上尾数(日令)	給餌状況(日令)	形態異常率(%)	日令20～取上げまでの生残率(%)	収容卵数(万粒)	取上尾数(日令)	給餌状況(日令)	形態異常率(%)	日令20～取上げまでの生残率(%)
A (26)	50	27,605 (44)	ア (20-37)	11	20	30	46,067 (41)	ア (20-37) ジェ (17-28)	11	77	14.4	12,410 (36)	ジェ (14-29)	15	64
B (26)	52	58,637 (44)	ア (20-37)	24	6	30	48,693 (39)	ア (20-37) ジェ (16-27)	11	79	15	23,787 (37)	ジェ (19-31)	79	61
C (28)	40	50,860 (42)	ア (18-35)	8	53	40	50,331 (38)	ジェ (17-28)	14	77			-		
D (28)	40	47,072 (39)	ア (18-35)	33	83	40	42,627 (38)	ジェ (16-27)	25	81			-		

生残率推定のためサンプリング方法

生残率推定のためサンプリング方法が確立され、精度が向上した。

5 残された問題点及び課題

- ・ 生産経費の約2/3を占める親魚管理コストの削減、および計画的な種苗生産や種苗放流が可能になり、かつ卵質が高く、安定した卵数を確保できると期待される人為催熟技術の確立。
- ・ 高い形態異常率が生じる原因の究明および対策。