

栽培漁業技術開発事業（マダラ）

菊谷 尚久・鈴木 亮^{*1}・高橋 宏和
・尾鷲 政幸・川崎 啓助^{*2}

目 的

本県で漁獲されるマダラのうち特に陸奥湾産卵群の漁獲量は、昭和 61 年の 2,035 トンを最高に平成 3 年までは 1,300～2,000 トン台であったが、それ以降激減し、平成 18 年には過去最低の 25 トンまで落ち込んだ。

この陸奥湾産卵群のマダラ資源の増大を図るため、県栽培漁業基本計画に技術開発対象種としてマダラが取り上げられ、種苗生産・中間育成・放流の技術開発に取り組んできたところであり、今年度も引き続き、種苗安定生産技術開発と標識放流調査を行った。

材料と方法

1 種苗安定生産技術開発

脇野沢地先で漁獲されたマダラ親魚を室内水槽に收容し、自然産卵及び人工授精で得られた受精卵からふ化させた仔魚を用いて種苗生産試験を行い、安定した生産技術の開発について検討した。また、標識放流用種苗を確保するため、海中網生簀による中間育成を行った。

(1) 種苗生産試験

親魚及び採卵：平成 21 年 12 月に脇野沢村漁協に水揚げされたマダラ親魚に、個体識別できるように標識札をつけ、脇野沢村漁業協同組合のクロソイ種苗生産施設の 25 トン水槽 2 面に活魚で收容した。そして、短期蓄養により水槽内で自然産卵した受精卵及び人工授精により得られた受精卵をふ化に供した。

飼育期間：平成 22 年 1 月 14 日～平成 22 年 5 月 20 日

供 試 魚：受精卵を下北事業所のハッチングジャーに收容した後、積算水温 30～60℃になった段階で当所に移送し、当所のハッチングジャーに收容してふ化させた仔魚を飼育に供した。收容密度は 1 万尾/トンを目安とした。

飼育水槽：屋内の 10 トン円形水槽 4 面及び 15 トン角型水槽 1 面を使用した。

飼育用水：円形水槽ではアクアトロンによる調温海水を使用し、飼育水温を 10℃前後に調整して使用し、角型水槽では濾過海水を無加温で使用した。飼育水には冷蔵濃縮淡水クロレラ(クロレラ工業：生クロレラ V12)または冷蔵濃縮淡水ナンノクロロプシス(クロレラ工業：ヤンマリン K-1)を添加した。

給 餌：L 型ワムシ(能登島栽培漁業センター由来の小浜株)、アルテミア、冷凍コペポータ(サイエンティック株式会社：雅 1、2 号)、配合飼料(協和発酵：N400、N700)を給餌した。ワムシの培養は、従来どおりの 1 トンアルテミアふ化槽 4 水槽を培養槽としたバッチ方式(3 日間の植継ぎ)と 1 トンパンライト水槽 2 面を培養槽とした粗放連続培養方式で行い、冷蔵濃縮淡水クロレラを餌料に用いた。生物餌料の栄養強化方法を表 1、2 に示した。栄養強化はワムシでは 16℃、アルテミアでは 20℃に設定した室温にて無加温で行い、強化剤は、ワムシでは冷蔵高度不飽和脂

*1 地方独立行政法人青森県産業技術センター食品総合研究所

*2 脇野沢村漁業協同組合

肪酸強化濃縮淡水クロレラ(クロレラ工業：スーパー生クロレラ V12)を、アルテミアではインディペプラス(サイエンティック株式会社)を使用した。配合飼料は自動給餌器と手撒きで給餌した。

表1 ワムシ(L型)の栄養強化方法

| 区分 | 朝給餌 | 夕給餌 |
|--------------|-------|--------|
| 水温(°C) | 16 | 16 |
| 密度(個体/ml) | 150 | 150 |
| 強化時刻 | 13:00 | 13:00 |
| SV12(cc/億個体) | 400 | 400 |
| 強化時間(h) | 20 | 26 |
| 給餌時刻 | 翌9:00 | 翌15:30 |

表2 アルテミアの栄養強化方法

| 区分 | 朝給餌 | 夕給餌 |
|-----------------------------|--------|--------|
| 水温(°C) | 20 | 20 |
| 密度(個体/ml) | 60 | 60 |
| 強化時刻 | 16:00 | 16:00 |
| インディペプラス(g/m ³) | 150 | 150 |
| 強化時間(h) | 15 | 24 |
| 給餌時刻 | 翌朝9:00 | 翌16:00 |

(2) 中間育成試験

試験期間：平成22年4月28日～平成22年6月25日

試験場所：むつ市脇野沢、海中網生簀(5m×5m×3m)4面

供試魚：種苗生産試験で得られた稚魚43,400尾

給餌：冷凍コペポード及び配合飼料(協和発酵：C1000)を朝夕2回摂餌に応じて給餌した。

2 標識放流調査

中間育成した稚魚に右腹鰭抜去による標識を行い、脇野沢地先及び佐井村とむつ市脇野沢の境界付近に放流した。また、脇野沢村漁協に水揚げされたマダラのうち人工種苗(腹鰭切除標識魚)の混獲状況を調査し、放流効果推定の基礎資料とした。

結 果

1 種苗安定生産技術開発

(1) 種苗生産試験

①親魚

採卵用のマダラ親魚は、平成21年12月23、25日に雌49尾、雄61尾の合計110尾を蓄養することができ、その魚体測定結果を表3に、全長組成を図1に示した。

全長では、雌59～91cm、雄63～86cmの範囲にあり、また、体重では、雌2.5～7.6kg、雄2.9～8.5kgの範囲にあった。

表3 マダラ親魚測定結果

| | | cm | | | |
|----|----|------|------|----|----|
| 全長 | 尾数 | 平均 | 標準偏差 | 最高 | 最低 |
| 雌 | 49 | 76.8 | 5.82 | 91 | 59 |
| 雄 | 61 | 74.9 | 5.16 | 86 | 63 |

| | | kg | | | |
|----|----|------|-------|-----|-----|
| 体重 | 尾数 | 平均 | 標準偏差 | 最高 | 最低 |
| 雌 | 49 | 5.43 | 1.284 | 7.6 | 2.5 |
| 雄 | 61 | 4.94 | 1.200 | 8.5 | 2.9 |

| | | 肥満度 | | | |
|-----|----|-------|-------|------|------|
| 肥満度 | 尾数 | 平均 | 標準偏差 | 最高 | 最低 |
| 雌 | 49 | 11.77 | 1.038 | 13.7 | 9.2 |
| 雄 | 61 | 11.54 | 0.802 | 14.5 | 10.0 |

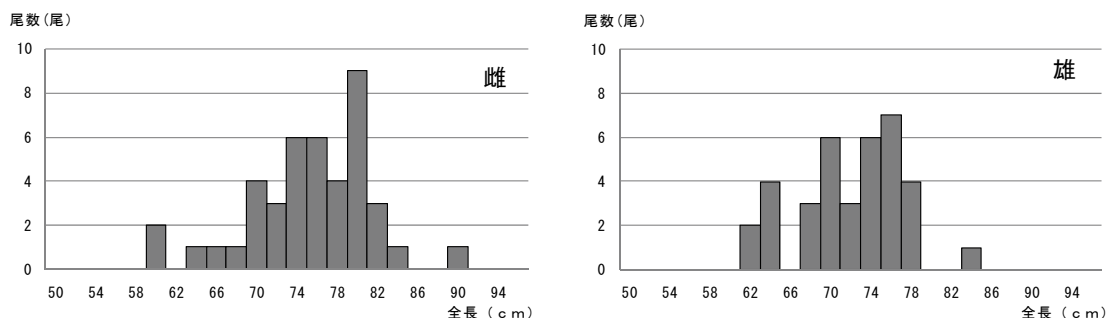


図1 マダラ親魚の全長組成

②採卵

1月2日、9日に計10尾が自然産卵し約5.2kgの受精卵を得た。1月2日の受精卵からは1月14日に約119万尾のふ化仔魚が、1月9日の受精卵からは1月25日に約66万尾のふ化仔魚が得られ、それぞれ種苗生産に用いた(表4)。従来12月下旬に実施できた早期の採卵が翌年1月にずれ込む傾向となっており、今年度も1月の採卵であった。

表4 マダラ採卵結果

| 年 | 産卵尾数(尾) | 全長 (cm) | 体重 (kg) | 産卵月日 | 卵管理 (水総研) | | | | | |
|----|---------|-------------------|-------------------------|---------|-----------|----------|----------|----------|-----------|---------|
| | | | | | 收容月日 | 收容卵重量(g) | 水温 (°C) | ふ化月日 | ふ化尾数 (万尾) | ふ化率 (%) |
| 22 | 6 | 78,86,62,80,80,80 | 6.3,7.6,2.5,5.5,6.6,5.9 | 1.2 | 1.7 | 1,500 | 5.8-10.0 | 1.14 | 65 | 13.5 |
| | | | | | 1.7 | 1,500 | 5.8-10.0 | 1.14 | 54 | 11.3 |
| | 4 | 80,77,71,81 | 7.0,5.5,4.3,6.6 | 1.9 | 1.20 | 2,200 | 4.1-9.7 | 1.25 | 66 | 9.4 |
| 21 | 2 | 81,70 | 6.6,3.7 | 1.3 | 1.9 | 2,400 | 6.0-7.6 | 1.16 | 180 | 23.7 |
| | 3 | 77,77,82 | 5.5,5.6,6.8 | 1.7 | 1.15 | 3,000 | 5.3-7.3 | 1.16 | 196 | 20.6 |
| | 1 ※ | 80 | 7 | 1.9 | 1.15 | 1,225 | 6.0-7.7 | 1.22 | 266 | 68.2 |
| | 2 | 72,72 | 4.3,5.8 | 1.11 | 1.20 | 1,250 | | | | |
| | 2 | 68,69 | 3.8,3.6 | 1.7 | 1.16 | 3,340 | 5.3-7.3 | 1.20 | 196 | 57.9 |
| 20 | 2 | 67,66 | 4.0,3.1 | 1.9 | 1.16 | 3,080 | 5.3-7.3 | 1.21 | | |
| | 1 | 67 | 3.3 | 1.11 | 1.16 | 2,015 | 5.3-7.3 | | | |
| 19 | 4 | 75.0 | 5.0 | 1.4 | | 1,000 | 5.2-7.3 | 1.16 | 110 | |
| 18 | 6 | 73.5-82.5 | 4.5-7.2 | 1.6,1.2 | | 940 | 3-8 | 1.28-2.8 | 107 | |

※人工採卵

③種苗生産

昨年の結果から、マダラの種苗生産の初期を粗放的飼育管理手法にすることで、ワムシ給餌期間中の生残率の向上につながる可能性が示されたことから¹⁾、本年度は全ての試験区で粗放的管理手法を実施した。

種苗生産における餌料系列と水槽管理について表5に、種苗生産結果を表6に示した。

ふ化仔魚は合計で70万尾收容し、ワムシを日令1~84日、アルテミアを日令25~120日、冷凍コペポータを日令25~59日以降、配合飼料を日令96~116日以降にそれぞれ給餌し、平均全長34.1~42.0mmの稚魚43,000尾を生産した(生残率0~15.7%)。

表 5 種苗生産における餌料系列と水槽管理

| | 給餌日令 | | | | |
|----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|
| | 1-1(10t) | 1-2(10t) | 1-3(10t) | 1-4(15t) | 2-1(10t) |
| ワムシ(L型) | 1~44 | 1~44 | 1~44 | 1~84 | 1~44 |
| アルテミア | 30~96 | 25~96 | 26~50 | 59~120 | 30~95 |
| 冷凍コペポータ | 25~104 | 25~116 | 26~50 | 59~125 | 25~112 |
| 配合飼料 | 97~104 | 97~116 | - | 116~125 | 96~116 |
| 1日当たり換水率 | ~24日:40% | ~45日:23% | ~24日:40% | ~76日:100% | ~18日:20% |
| | ~54日:100% | ~54日:100% | ~44日:100% | ~109日:200% | ~40日:40% |
| | ~76日:200% | ~76日:200% | ~50日:200% | 110日~:300~ | ~49日:100% |
| | 77日~:300 ~450% | 77日~:300 ~450% | | 450% | ~70日:200% 71日~:300 ~450% |
| 底掃除 | 30日目に1回目 40日目に2回目 以降隔日で実施。 | 30日目に1回目 40日目に2回目 以降隔日で実施。 | 30日目に1回目 40日目に2回目 以降隔日で実施。 | 48日目に1回目 60日目に2回目 70日目に3回目 80日目に4回目 85日目を以降隔日 で実施。 | 30日目に1回目 40日目に2回目 以降隔日で実施。 |
| | 冷蔵ナンノ | 冷蔵ナンノ | V12 | V12 | 冷蔵ナンノ |

※1-4はろ過海水(加温なし)

表 6 マダラ種苗生産結果

| 年 | 回次 | 産卵月日 | 生産期間 | 飼育水温 (°C) | 使用水槽 | 収容 | | 取上 | | 生残率 (%) |
|-----|-------|---------|-----------|--------------|-------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | | | | | | 尾数 (万尾) | 平均全長 (mm) | 尾数 (万尾) | 平均全長 (mm) | |
| H22 | 1-1 | 1.2 | 1.14~4.28 | 8.4~13.5 | 円型・10t | 10 | 4.6 | 0.63 | 40.3 | 6.3 |
| | 1-2 | 1.2 | 1.14~5.10 | 7.3~13.8 | 円型・10t | 10 | 4.6 | 0.71 | 42.0 | 7.1 |
| | 1-3 | 1.2 | 1.14~3.5 | 7.6~11.4 | 円型・10t | 10 | 4.6 | 廃棄 | - | - |
| | 1-4 | 1.2 | 1.14~5.20 | 3.6~10.0 | 角型・15t | 30 | 4.6 | 1.43 | 34.1 | 4.8 |
| | 2-1 | 1.9 | 1.25~5.17 | 6.5~11.6 | 円型・10t | 10 | 4.8 | 1.57 | 36.3 | 15.7 |
| | 計 | 1.2、1.9 | 1.14~5.20 | 3.6~13.8 | 10t4面、15t1面 | 70 | 4.6、4.8 | 4.3 | 34.1-42.0 | 6.2 |
| H21 | 1-1~4 | 1.11 | 1.22~5.20 | 5.4~14.1 | 10t4面 | 40 | 4.5 | 2.1 | 42.0 | 5.3 |
| H20 | 1-1~2 | 1.7 | 1.23~5.21 | 9.2~13.0 | 30t2面 | 60 | 4.6 | 1.9 | 37.3 | 3.2 |
| H19 | 1-1~4 | 1.4 | 1.16~5.9 | 10.0 | 10,30t各2面 | 80 | 4.1 | 3.2 | 35.2 | 4.0 |
| H18 | 1-1~4 | 1.6-12 | 1.28~6.18 | 10.0 | 10,30t各2面 | 80 | 4.5-4.8 | 3.8 | 35.7-70.2 | 4.8 |

(2) 中間育成試験

飼育試験で得られた稚魚 43,400 尾を 4 月 28 日から 5 月 20 日に脇野沢村漁協の中間育成施設に運搬し、海中網生簀 4 面で飼育した結果、6 月 23、25 日に平均全長 62.2~81.6mm の稚魚 31,300 尾(生残率 72.1%) を取り上げた(表 7)。

表 7 マダラ中間育成結果

| 年 | 飼育期間 | 収容 | | 取り上げ | | 生残率 (%) | 標識 | |
|----|-----------|-----------|--------------|-----------|--------------|------------|-----------|-------|
| | | 尾数 (尾) | 平均全長 (mm) | 尾数 (尾) | 平均全長 (mm) | | 尾数 (尾) | 方法 |
| 22 | 4.28~6.25 | 43,400 | 34.1~42.0 | 31,300 | 62.2~81.6 | 72.1 | 31,300 | 右腹鰭除去 |
| 21 | 5.20~6.24 | 21,000 | 42.0 | 17,000 | 66.6 | 81.0 | 17,000 | 左腹鰭除去 |
| 20 | 5.14~6.19 | 19,000 | 37.3 | 13,500 | 61.0 | 71.1 | 13,500 | 右腹鰭切除 |
| 19 | 4.26~6.16 | 32,000 | 35.2 | 30,500 | 76.9 | 95.3 | 30,500 | 左腹鰭切除 |
| 18 | 5.11~6.20 | 35,000 | 37.4 | 32,500 | 76.9 | 92.9 | 10,000 | 右腹鰭切除 |

2 標識放流調査

(1) 標識放流

中間育成した稚魚全数に標識（右腹鰭抜去）をつけて、6月23、25日に中間育成施設から放流した。
平成2年からの県全体（当所、脇野沢村漁協、佐井村漁協）のマダラ人工種苗の放流結果は表8のとおりであった。

表8 マダラ人工種苗の放流状況

| 放流群 | 総放流尾数 | 内標識放流尾数 | 標識方法・部位(千尾) |
|-----|---------|---------|--------------------------------|
| H2 | 647 | 647 | 第1背鰭抜去 |
| H3 | 805 | 805 | 左腹鰭抜去 |
| H4 | 5,000 | 5,000 | 右腹鰭抜去 |
| H5 | 29,600 | 29,600 | 左腹鰭切除 |
| H6 | 28,000 | 28,000 | 右腹鰭切除 |
| H7 | 126,000 | 126,000 | 左腹鰭切除 |
| H8 | 245,000 | 12,000 | 右腹鰭切除 |
| H9 | 133,000 | 52,000 | 左腹鰭切除 |
| H10 | 186,000 | 55,000 | 右腹鰭切除 |
| H11 | 253,000 | 159,000 | 右腹鰭切除(136)、ALC(23) |
| H12 | 151,500 | 79,100 | 右腹鰭切除(60)、ALC(15)、イラstrom(4.1) |
| H13 | 129,500 | 55,000 | 左腹鰭切除 |
| H14 | 95,400 | 66,500 | 右腹鰭切除 |
| H15 | 1,000 | 0 | |
| H16 | 109,583 | 58,000 | 右腹鰭切除 |
| H17 | 63,000 | 20,000 | 左腹鰭切除 |
| H18 | 35,500 | 10,000 | 右腹鰭切除 |
| H19 | 30,500 | 30,500 | 左腹鰭切除 |
| H20 | 13,500 | 13,500 | 右腹鰭切除 |
| H21 | 24,700 | 24,700 | 左腹鰭抜去 |
| H22 | 51,900 | 51,900 | 右腹鰭抜去 |

(2) 市場調査

平成21-22年漁期の脇野沢村漁協と佐井村漁協におけるマダラ漁獲量は、合計210トンで、前年漁期比123%と、近年の豊漁年であった昨年をやや上回った（表9）。

平成21年12月～平成22年2月に、脇野沢村漁協に水揚されたマダラ親魚19,189尾について標識魚の有無の確認と魚体測定を行った結果、標識魚が33尾確認された。

表9 脇野沢村漁協と佐井村漁協におけるマダラ漁獲量

| 漁期 | 脇野沢 | 佐井 | 合計 |
|----------|---------|--------|---------|
| 平成16-17年 | 23,404 | 37,497 | 60,901 |
| 平成17-18年 | 6,857 | 11,364 | 18,221 |
| 平成18-19年 | 9,954 | 10,267 | 20,221 |
| 平成19-20年 | 11,342 | 11,459 | 22,801 |
| 平成20-21年 | 96,032 | 73,973 | 170,005 |
| 平成21-22年 | 122,816 | 87,596 | 210,412 |

表 10 マダラ人工種苗の再捕実績

| 再捕年 | 放流年 放流尾数 | H2 | H3 | H4 | H5 | H6 | H7 | H8 | H9 | H10 | H11 | H12 | H13 | H14 | H15 | H16 | H17 | H18 | H19 | 不明 | 合計 (尾) |
|-----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|----|-----------|
| H6年 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| H7年 | 5 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 11 |
| H8年 | 1 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | 6 | 15 |
| H9年 | 1 | 4 | 5 | 18 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 40 |
| H10年 | | 1 | | 2 | 10 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | 16 |
| H11年 | | | 2 | 3 | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | 4 | 12 |
| H12年 | | | 1 | 2 | | | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | 5 | 11 |
| H13年 | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | 2 |
| H14年 | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 2 |
| H15年 | | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | | 3 |
| H16年 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| H17年 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 3 | | | | | | | | 1 | 6 |
| H18年 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| H19年 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 |
| H20年 | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | | | | 2 | 6 |
| H21年 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 15 | 15 | 2 | | | 33 |
| 累積再捕尾数(尾) | | 8 | 11 | 12 | 25 | 20 | 6 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | 1 | 0 | 19 | 15 | 2 | 0 | 26 | 158 |
| 累積再捕率(%) | | 1.236 | 1.366 | 0.240 | 0.084 | 0.071 | 0.005 | 0.025 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.001 | 0.005 | 0.000 | — | 0.033 | 0.075 | 0.020 | 0.000 | | |

再捕年:漁期年(12月～翌年6月)

放流尾数:鱧切除及び抜去標識放流尾数(尾)

累積再捕率(%):ある年の放流群の累積再捕尾数/ある年の標識放流尾数×100(%)

考 察

種苗生産期間におけるワムシ給餌期間中とそれ以降の生残率について表 11 に示した。

飼育初期における粗放的管理手法では、換水率を 20%程度にした 1-2 回次及び 2-1 回次のワムシ終了時における生産率は 42.2%及び 47.8%となり、換

水率を 40%にした 1-1 回次の生残率 23.1%の約 2 倍となったことから、粗放の飼育手法でも換水率を 20%にすることで生残率のさらなる向上が期待できると考えられた。

また、ヒラメ等の種苗生産で広く実施されている冷蔵濃縮淡水クロレラを飼育水に添加した 1-3 回次では、飼育水の悪化によると考えられる仔魚のへい死が発生して飼育を中止したことから(表 6)、粗放の飼育管理手法では飼育水への冷蔵濃縮淡水クロレラの添加は有効ではなく、冷蔵濃縮ナンノクロプシスを使用する必要があると考えられた。

しかし、ワムシ給餌期以降の生残率はワムシ給餌前の生残率と比較して低く(16.7~32.8%)、今後のマダラ種苗生産の課題として残ったままであり、マダラ稚魚の嗜好性が高い冷凍コペポーダ²⁾を活用して、効率よく配合餌料に移行するための餌料系列の検討が必要である。

文 献

- 1) 菊谷尚久・吉田由孝・鈴木亮・尾鷲政幸・川崎啓助(-2011) 資源増大技術開発事業(マダラ). 平成 21 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 363-368.
- 2) 青森県水総研セ増養殖研究所(2006) 北海道・青森県・秋田県・富山県・茨城県・千葉県・京都府・山口県編. 平成 17 年度資源増大技術開発事業報告書(魚類 A グループ), pp. 青 1-14.