

# 東紀州地域の水産業活性化総合対策事業-

## マハタ高品質種苗・養殖魚生産技術開発

### 1) 高品質種苗生産技術開発

辻 将治・宮本敦史・中村砂帆子・土橋靖史

#### 目的

新しい養殖魚であるマハタの産地間競争力を高め、東紀州地域のブランドとして定着させるため、種苗の高品質化（形態異常率の低減技術開発）に取り組む。なお、平成22年度までに開発したマハタの種苗生産技術を三重県尾鷲栽培漁業センター（以下、センター）に移転した。これにともない、大型水槽でのマハタの種苗生産技術開発については、センターの事業報告書に記載する。

#### 方法

「三重のマハタ」種苗量産安定化研究施設において、種苗生産試験を行った。なお、親魚養成、採卵および人工授精の詳細はセンターの事業報告書（岡田他 2013）に記載されており、ここでは本技術開発に関係する方法についてのみ記述する。

人工種苗の形態異常率の低減に向け、仔魚期初期の鰾の開腔率（鰾の一次開腔率）向上について試験を行った。

平成24年5月14日に親魚の成熟度調査を行い、胎盤性生殖腺刺激ホルモン（hCG, 500 IU/kg）の投与45～54時間後に採卵、採精した。そのうち、雌1尾と雄6尾の人工授精で得られた受精卵を試験で使用した。なお、人工授精にはNested-PCR法でVNN陰性と判断された精液を使用し、受精卵も同法により陰性であることを確認した。また、受精卵は卵管理水槽に収容し、受精24～26時間後に消毒（オキシダント海水0.5 ppm, 1分）を行い、飼育水槽へ収容した。採卵数90.9万粒のうち、卵消毒後に得られた浮上卵数は80.9万粒であり、SAIは54.2±0.2であった。

試験には0.5 m<sup>3</sup>水槽を21槽使用し、各水槽に受精卵を15,000粒ずつ収容した。試験に使用した受精卵のふ化率は95.2%、ふ化仔魚数は14,286尾/槽であった。飼育水温は26に加温した。

試験区として、水面の油膜を除去しない区（油膜非除去区）、流動パラフィンで水面と空気を遮断した区（流動パラフィン区）、オーバーフロー方式による排水で油膜を除去する区（油膜除去区）の3区を設定した。水槽数は、油膜非除去区5槽、流動パラフィン区7槽、油膜除去区9槽とした。注水による飼育水温の急激な変動を抑える

ため、注水は各区ともに9日齢から開始し、仔稚魚の成長に伴って注水量を徐々に増やした。浮上死を防止するため、油膜非除去区は0～10日齢まで、流動パラフィン区は0～3日齢まで、飼育水1 m<sup>2</sup>当たり0.1 mLの被膜オイルを添加したが、油膜除去区では同オイルを添加しなかった。油膜非除去区は油膜除去を行わず、油膜除去区は、オーバーフロー方式による排水で30日齢まで油膜除去を行った。流動パラフィン区は、3～30日齢まで流動パラフィンを飼育水表面に厚さ約7 mmで添加した。餌料として、S型ワムシ、ベトナム産およびソルトレイク産アルテミア、市販の配合飼料を用いた。S型ワムシは3～40日齢に給餌し、アルテミアは、20～24日齢まで各区でベトナム産を給餌し、平均全長が6 mmに到達後の25日齢以降試験終了までソルトレイク産アルテミアを給餌した。配合飼料の給餌は各区ともに37日齢以降試験終了まで行った。

鰾の開腔状況は、10～40日齢に実体顕微鏡下で押し潰し法を用いて確認し、49日齢および試験終了時に軟X線写真撮影で確認した。また、試験終了後に継続飼育したマハタ（192日齢）の開腔率も軟X線写真撮影で確認した。形態異常率（屈曲率）は、試験終了時および継続飼育したマハタ（192日齢）を軟X線写真撮影で確認した。

#### 結果および考察

油膜除去区で仔魚の流出および浮上死が多発したが、試験終了時の生残率に有意差はなかった（表1）。

鰾の開腔は14日齢に油膜除去区の2水槽で初めて確認された。その後、同区の全水槽で鰾の開腔個体が確認されるとともに、開腔率が上昇し、試験終了までに0～46.7%で推移した。試験終了時の同区における鰾の開腔率は11.1±8.2%を示した（表2）。一方、油膜非除去区および流動パラフィン区で鰾の開腔個体はほとんど確認されず、鰾の開腔率は0～6.7%で推移し、試験終了時にそれぞれ2.3±2.5%、0.9±1.9%を示した（表2）。18, 19, 20, 25, 31, 40, 49日齢および試験終了時における鰾の開腔率は、油膜除去区で有意に高い値を示し（ $P < 0.05$ ）、油膜除去で鰾の開腔率が向上すると考えられた。流動パラフィン区では、エアレーション部分を除いた水面が流

動パラフィンで覆われており、同区の鰾の開腔率が低いことから、仔魚期の初期に水面から空気を呑み込むことが、鰾が開腔する機会のひとつと考えられた。

屈曲率は、試験終了時の油膜除去区で有意に低く ( $P < 0.05$ )、試験終了後に継続飼育したマハタ (192 日齢) においても同区の屈曲率は低い傾向がみられた (表 2)。

油膜除去区は他試験区と比較して試験終了時の鰾の開

腔率が高く、屈曲率も低いことから、鰾の開腔で形態異常が低減する可能性が示された。今後は、最適な油膜除去法を検証し、鰾の開腔率を高める必要がある。

関連報文

岡田一宏・他 (2013) : 良質なマハタ種苗供給対策事業 . 平成24年度三重県栽培漁業センター事業報告書 .

表 1 マハタ種苗生産結果 (生残数, 生残率)

試験区	10日令		試験終了時 (60~67日令, 平均全長29.6 mm)	
	生残数 (平均±SD)	生残率 (%) (平均±SD)	生残数 (平均±SD)	生残率 (%) (平均±SD)
油膜非除去	10,162±2,322	71.1±16.3	778±362	5.5±2.5
流動パラフィン	10,566±2,480	74.0±17.4	571±239	4.0±1.7
油膜除去	7,578±2,764	53.0±19.4	529±152	3.7±1.1

表 2 マハタ種苗生産結果 (鰾の開腔率, 屈曲率)

試験区	試験終了時 (60~67日令, 平均全長29.6 mm)		192日令 (平均全長11.3 cm)	
	鰾の開腔率 (%) (平均±SD)	屈曲率 (%) (平均±SD)	鰾の開腔率 (%)	屈曲率 (%)
油膜非除去	2.3±2.5 <sup>b</sup>	11.3±9.5 <sup>a</sup>	100	9.3
流動パラフィン	0.9±1.9 <sup>b</sup>	11.6±5.5 <sup>a</sup>	100	14.8
油膜除去	11.1±8.2 <sup>a</sup>	3.5±2.9 <sup>b</sup>	100	5.6
			100	1.9

注) 異なる記号は Tukey-Kramer の多重範囲検定法で有意差がみられたことを示す ( $P < 0.05$ )。

# 東紀州地域の水産業活性化総合対策事業-

## マハタ高品質種苗・養殖魚生産技術開発

### 2) 高品質養殖魚生産技術開発

中村砂帆子・宮本敦史・土橋靖史

#### 目的

消費者から評価の高いマハタ養殖魚を生産するために、養殖魚の身質特性を把握するとともに、適切な脂質含量のマハタを周年安定供給できる養殖技術を開発する。

#### 方法

尾鷲湾内の海面生簀で飼育していたマハタ3歳魚（平均体重730g）を2.5×2.5×2.5mの海面生簀2面に78尾ずつ収容した。試験区は、粗脂肪含量が6%（6%区）、12%（12%区）のモイストペレット（MP）を投与する2区とし、週3回、1日1回飽食量を給餌した。

#### 1. 身質特性の把握

##### 1) 飼育成績

概ね毎月1回の頻度で総魚体重測定を行い、増重率、飼料効率、肥満度を算出した。

##### 2) 一般成分分析

6, 9, 12, 2月に各試験区から6尾ずつサンプリングして、魚体（内臓および左頭の上側背部筋肉）の一般成分（内臓は水分および粗脂肪、筋肉は水分、粗脂肪、粗蛋白および粗灰分）を分析した。

##### 3) 筋肉破断強度

レオメーター（山電社製、TPU-2C）を用いて、2）と同じ検体の筋肉の硬さを、死後0h, 24h, 48h, 72h, 168hに測定した。測定は背鰭前端基部付近の背側筋肉を厚さ1cmに切り出したものに対し、直径8mmの樹脂製円柱状プランジャーを2.5mm/secの速度で圧縮率90%まで貫入させることで行い、貫入時の最大荷重を筋肉の硬さとした。

##### 4) K値

2）と同じ検体の背部筋肉（右頭の上側）約5gを、死後0h, 24h, 48h, 72h, 168hに-80℃で凍結した。凍結した筋肉を鮮度チェッカー（QS-SOLUTION社製）を用いてマニュアルに従って分析し、K値を測定した。

#### 2. 飼料の適正な脂質含量の把握

食味試験をSD法によるアンケート調査で実施した。

質問は、「美味しそう、噛みごたえがある、美味しい、さっぱりしている、旨味がある、臭みがない」の7項目で、-3~3の7段階評価で行った。また最後に、「どちらの方が好まれるか」の質問を行った。

#### 結果および考察

##### 1. 身質特性の把握

##### 1) 飼育成績

飼育期間は2012年6月7日~2013年2月26日で、水深2m層の水温は12.8~28.0℃で推移した。増重率、飼料効率、肥満度を図1, 2, 3に示した。夏季の高水温および冬季の低水温、ハダムシの寄生による増重率、飼料効率の低下が見られた。また、水深2m層の水温が15.0~27.7℃（平均21.3℃）で推移した9月~1月で、増重率、飼料効率ともに最も良かった。肥満度は、高水温期の摂餌不良による低下が見られた。いずれも試験区間に有意差はなかった。

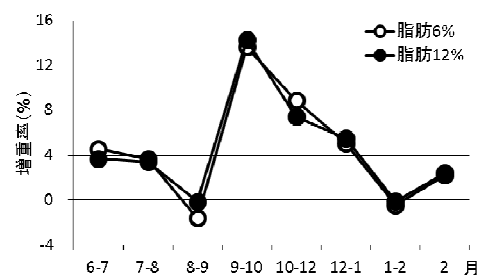


図1. 増重率

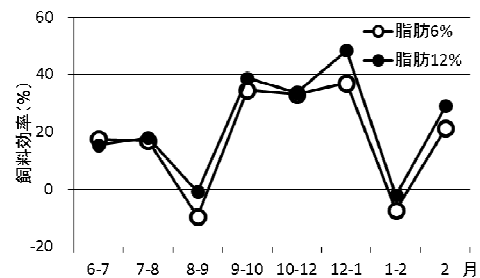


図2. 飼料効率

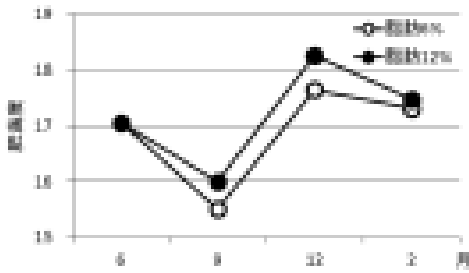


図 3. 肥満度

## 2) 一般成分分析

内臓および筋肉の一般成分の季節変動を図 4, 5 に示した。内臓については、9月に水分が上昇し、それに対応して粗脂肪が減少した。2月において、水分は6%区が有意に高く、粗脂肪は12%区が有意に高かった。その他のサンプリング月で有意差はなかったものの、水分は6%区で高く、粗脂肪は12%区で高い傾向があった。筋肉の水分および粗脂肪についても、内臓同様の季節変動を示した。12月において、水分は6%区が有意に高く、粗脂肪は12%区が有意に高かった。粗蛋白質、粗灰分については、試験区間で有意差はなく、大きな季節変動もなかった。

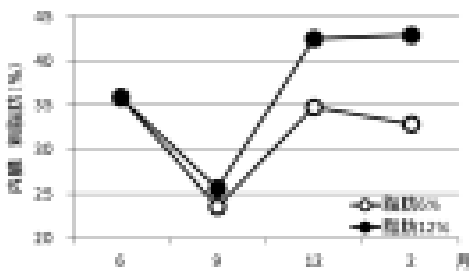
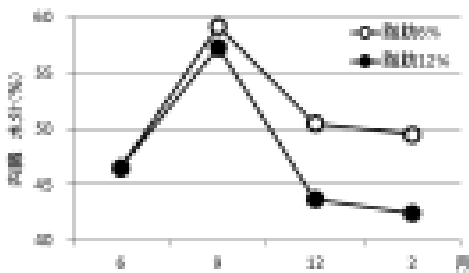


図 4. 内臓の一般成分の季節変動

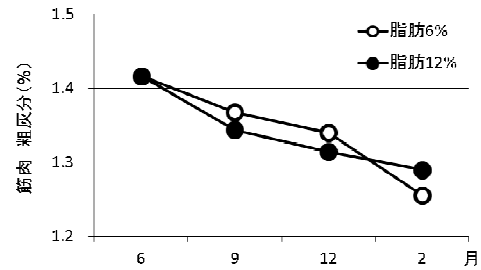
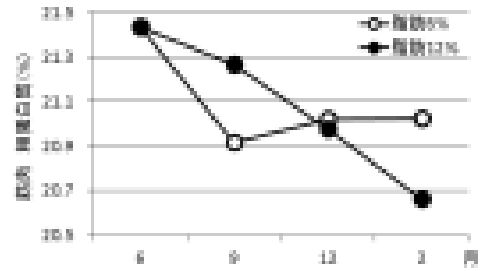
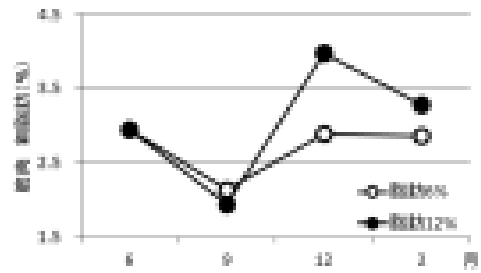
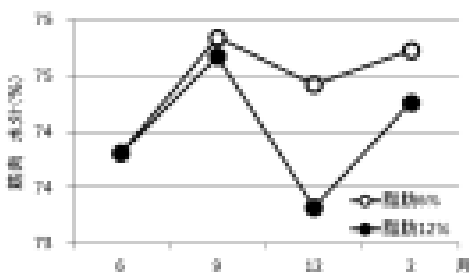


図 5. 筋肉の一般成分の季節変動

## 3) 筋肉破断強度

各試験区ともに、死後の時間経過とともに軟化する傾向が見られた。12月 168h のサンプルで6%区が12%区より有意に硬かった以外は、試験区間で有意差はなかった(図 6)。

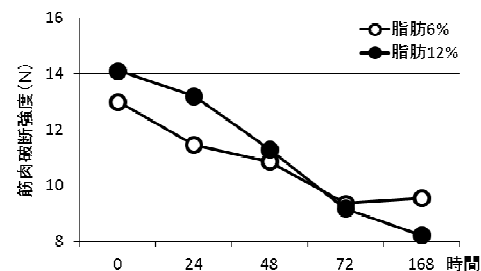


図 6. 筋肉破断強度の経時変化 (12月)

## 4) K 値

時間経過とともに K 値は上昇した。試験区間および季節による有意差はなかった。

## 2. 飼料の適切な脂質含量の把握

食味試験は1月および3月に行った。いずれの月も7項目中6項目で6%区の平均点が高かった。また、「どちらの方が好まれるか」の質問には、合計20人中15人が6%区と回答し、6%区の方が好まれる傾向があった。

# マダイ養殖コスト削減試験

中村砂帆子・宮本敦史

## 目的

マダイ養殖では、魚粉価格の高騰や魚病の発生等により生産コストが上昇している。本事業では、魚粉代替原料が成長と抗病性におよぼす影響を種々の水温帯で明らかにし、安定したコスト削減効果の期待できる魚粉代替原料の配合率を明らかにする。また、飼育設備の改善による魚病の発生予防を実証する。

## 方法

### 1. 魚粉代替原料の適正な利用方法の確立

試験区は、魚粉代替原料やタウリンを配合した4試験区を設定し(表1)、粗蛋白含量、粗脂肪含量が試験区間でほぼ同じになるように調整した。試験は高水温、中水温、低水温の飼育環境において行い、水温は自然水温とした。供試魚は、三重県尾鷲栽培漁業センターから導入したマダイ当歳魚を用いた。飼育密度を10kg/m<sup>3</sup>以下にするため、高水温期は30尾、中、低水温期は18尾収容した。各区には容量500Lの円形水槽2槽を用い、毎日1回飽食量を給餌した。各水槽には、砂ろ過海水を1時間当たり280L注水し、適量の通気を施した。

表1. 試験用飼料の配合比率

試験区	魚粉 50% (50%)	魚粉 30% (30%)	魚粉30% タウリン1% (30%+T1)	魚粉30% タウリン2% (30%+T2)
魚粉(g)	300	180	180	180
大豆油粕(g)	150	190	190	190
コーングルテンミール(g)	80	130	130	130
小麦粉(g)	70	100	100	100
タウリン(g)			6	12
合計(g)	600	600	606	612

### 1) 飼育成績、増重単価

飼育成績として、増重率、飼料効率を算出した。また、増重単価を、1kg当たりの単価50%区145円、30%区121円、30%+T1区123円、30%+T2区126円から算出した。

### 2) 体内侵入菌量

最終給餌日の翌日に飼育水槽から各7尾を取り上げ、*Edwardsiella tarda* MEE0309株の菌液(10<sup>7</sup>CFU/mL)で供試魚を1.5時間浸漬攻撃し、容量100Lの水槽に収容した。攻撃の24時間後、血液と腎臓を採取して、直ちにリン酸緩衝生理食塩水(PBS)で適宜希釈し、トリプトソイ寒天培地(TSA)に塗抹した。25-48時間の培養条件で増殖したTSA上のコロニーを計数し、血液は1ml当たりの、腎臓は1g当たりの菌量に換算した。

### 3) 抗病性評価

最終給餌日の翌々日に各水槽7尾から採血し、「改良ポンドサイドキット」マニュアル(平成9年度版)に従い、ニトロブルーテトラゾリウム(NBT)還元能、ポテンシャルキリング(PK)活性を測定した。

### 4) 組織切片

抗病性評価で用いた検体を採血後、腸管と体表を10%中性リン酸緩衝ホルマリンで固定した。固定後、腸管は輪切りに薄切してHE染色し、染色像の画像処理により、腸絨毛長、腸管外周長および腸絨毛長率(腸絨毛長÷腸管外周長×100%)を測定した。体表は脱灰処理した後、同じく組織切片を作成し、染色像の画像処理により、表皮と真皮を合わせた体表全体の厚さを測定した。

### 2. 飼育設備の改善による魚病の発生予防の実証

試験区は、2×2×2mの生簀網を用い、安定化区と非安定化区の2区とした。安定化区の生簀には、砂を入れた塩ビパイプを方形枠にしたものを底面に設置し、重りは非安定化区の2.5倍の重さのものを使用した。試験には1.と同じ供試魚を用い、それぞれ1,085尾(平均体重10.7g)ずつ収容した。EPを週3~5回、1日1回、体重の3~5%を目安に等量給餌した。

### 1) 形状安定化度合い

各区の生簀網の底辺角にHOB0水位口ガー(onset社製,U20-001-01-Ti)を設置し、1分毎の水圧の変化を記録し、最高水圧と最低水圧の差を算出することで、形状安定化の度合いを計測した。

### 2) 体表スレ率、眼球異常率、生残率

月1回、各区60尾の体表スレと眼球異常の有無を確認し、比較した。また、試験終了時に生残率を確認した。

### 3) *Edwardsiella tarda* 保菌率、抗病性評価

2012年9月18日、2013年1月21日に各区30尾取り上げ、腎臓より菌分離し、*E. tarda*の保菌率を測定した。また、9月18日にNBT還元能、PK活性を測定した。

### 4) 体内侵入菌量

1月21日に各区から体表スレの低いものと高いものを各6尾取り上げ、その翌日に上記方法で*E. tarda*に人為感染させ、血液と腎臓への侵入菌量を測定した。

## 結果および考察

### 1. 魚粉代替原料の適正な利用方法の確立

試験開始時の平均体重は、高水温期49.4g、中水温期

96.4g,低水温期 127.0gであった。飼育期間は順に 2012年 8月3日～10月3日(61日間),10月16日～12月11日(58日間),2013年1月7日～3月6日(58日間)で,平均水温は順に,26.9,20.0,13.5であった。

#### 1) 飼育成績,増重単価

増重率,飼料効率を表2に示した。いずれも試験区間に有意差はなかった。増重単価は,高,中水温期は30%+T1区,低水温期は50%区が最も優れていた。

表2. 飼育成績

試験区		50%	30%	30%+T1	30%+T2
高水温期	増重率(%)	124.6±25.6	112.3±2.7	118.2±20.3	117.8±3.5
	飼料効率(%)	27.6±4.5	26.6±0.8	27.5±5.0	28.5±1.2
中水温期	増重率(%)	31.7±2.2	31.1±0.4	32.3±5.5	31.5±1.0
	飼料効率(%)	13.5±0.3	13.3±0.6	14.2±2.4	13.6±0.3
低水温期	増重率(%)	7.9±1.9	3.8±0.1	2.8±1.2	4.4±3.9
	飼料効率(%)	11.5±3.4	6.0±0.1	4.6±2.3	6.8±5.8

#### 2) 体内侵入菌量

高水温期は菌培養の失敗により正しいデータが取れなかった。中水温期,低水温期の血中および腎中菌量について,試験区間に有意差はなかった。

#### 3) 抗病性評価

NBT還元能は,全水温期で試験区間に有意差はなかった。PK活性は,高水温期で30%区が30%+T2区より有意に高かった。中水温期では,試験区間に有意差はなかったものの,低魚粉飼料で低下する傾向が見られた。低水温期では,30%+T2区が30%+T1区より有意に高かった(表3)。

表3. PK活性

試験区	50%	30%	30%+T1	30%+T2
高水温期	0.009±0.022	0.029±0.027	0.016±0.020	0.004±0.014
中水温期	0.021±0.028	0.008±0.013	0.014±0.024	0.006±0.007
低水温期	0.023±0.011	0.022±0.011	0.015±0.012	0.034±0.019

#### 4) 組織切片

高水温期の腸管の組織切片は,固定の失敗により観察不可能であった。体表の厚さは,30%+T1区と30%+T2区が30%より有意に厚かった。中水温期の腸管の腸絨毛長率は,試験区間に有意差はなかったものの,低魚粉飼料で低下する傾向が見られた。体表の厚さは,50%区と30%+T2区が30%区より有意に厚かった。低水温期の腸絨毛長率は,50%区が30%+T2区より有意に高かった。体表の厚さは,有意差はなかったものの,低魚粉飼料の給餌による体表の薄化とタウリン添加による改善が見られた(表4)。

表4. 腸絨毛長率および体表の厚さ

試験区		50%	30%	30%+T1	30%+T2
高水温期	体表(μm)	107.6±40.6	81.7±15.2	129.9±37.3	125.4±24.8
	腸絨毛長率(%)	564.2±122.5	515.8±152.5	452.9±126.9	461.7±106.1
中水温期	体表(μm)	115.2±33.9	88.5±20.5	99.1±15.9	112.9±17.8
	腸絨毛長率(%)	715.7±145.2	590.6±122.9	619.1±144.4	544.6±185.1
低水温期	体表(μm)	106.7±27.8	97.8±25.4	107.6±29.5	110.6±33.8

#### 2. 飼育設備の改善による魚病の発生予防の実証

飼育期間は2012年6月26日～2013年1月21日,水深2m層の水温は13.3～28.0で推移した。

##### 1) 形状安定化度合い

最高水圧と最低水圧の平均差は,安定化区が2.43±0.65kPa,非安定化区が3.38±1.37kPaであり,安定化区の方が有意に小さかった。

##### 2) 体表スレ率,眼球異常率,生残率

体表スレ率は,8月において安定化区の方が有意に低かったが,その他の月では試験区間に差はなかった。眼球異常率は,いずれの月も試験区間に差はなかった。生残率は安定化区が77.7%,非安定化区が74.1%で,安定化区の方が高い傾向があった(表5)。

表5. 体表スレ率および眼球異常率

試験区	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	
体表スレ率(%)	安定化区	0.0	40.0	80.0	93.3	98.3	100.0	98.3
	非安定化区	1.7	65.0	88.3	91.7	96.7	100.0	98.3
眼球異常率(%)	安定化区	1.7	15.0	11.7	8.3	11.7	6.7	10.0
	非安定化区	1.7	13.3	5.0	10.0	8.3	8.3	13.3

##### 3) Edwardsiella tarda 保菌率,抗病性評価

保菌率は,試験区間に差はなかった。NBT還元能は,安定化区の方が有意に高かった(表6)。PK活性は,試験区間に差はなかった。

表6. NBT還元能

試験区	9月
安定化区	0.068±0.044
非安定化区	0.050±0.014

##### 4) 体内侵入菌量

血中および腎中菌量は,いずれの試験区も体表スレの度合いによる体内侵入菌量の差はなかった。

以上の結果から,生簀網の形状安定化がされていない場合,一時的な網形状の変形・縮小により高密度状態になり,体表スレ率が大きくなることが明らかとなった。エドワジエラ症の自然感染が成立しなかったため,形状安定化が本症の発生予防に繋がることを実証できなかったが,安定化によって抗病性が向上すると考えられた。

#### 参考文献

社団法人日本水産資源保護協会(1998).平成9年度バイオディフェンス機能活用健康魚づくり技術開発事業研究成果実績報告書.4-12

# 東日本大震災津波被害の養殖業復興事業 鮮度保持技術研究開発推進事業

土橋靖史・宮本敦史・中村砂帆子

## 目的

東日本大震災の津波被害により、県内の魚類養殖業は大きな被害を受け、養殖業者の経営は非常に厳しい状況となっている。そこで、養殖魚の付加価値向上をはかることで、養殖業の復興をはかるため、養殖マダイに海藻類、柑橘類および茶葉等を添加した飼料を給餌して飼育し、飼育成績や身質を分析し、鮮度保持効果や身質向上効果など、その付加価値向上効果を把握する。

## 方法

### 1 第1期飼育試験

試験区は、マダイ用粉末配合飼料を原料とした無添加のシングルモイスト(MP)を給餌する対照区と、対照区のMPに海藻、茶葉および柑橘の粉末を1:1:0.1の割合でミックスしたもの(以下、ミックス粉末)を2%添加したMPを給餌する区(ミックス区)の2区とした。

これら飼料を3×3×3mの海面生簀2面に51尾ずつ収容したマダイ(平均体重1.476g)に原則として週3回、1日1回の頻度で飽食給餌し、飼育成績を比較した。飼育期間は2012年5月28日から7月23日までの8週間とした。飼育期間中の水深2m層の水温は20.4~24.6で推移した。飼育開始時(0週)、2週、4週、および終了時(8週後)に全魚体重を測定し、飼育成績を求めた。また各試験区から6尾取上げ、体表の色彩測定(終了時のみ)、魚体(背部筋肉および腹腔内脂肪を含む内臓)の一般成分(水分、粗脂肪)、採血した血液成分(ヘマトクリット、総コレステロール、中性脂肪)を分析するとともに筋肉の破断強度および血合肉の色彩(褐変)の変化を測定した。さらに、三重大学の『みえ'食発・地域イノベーション'拠点施設』へ、K値(鮮度の指標)、遊離アミノ酸組成、および柑橘類由来の香気成分の分析を委託した。

### 2 第2期飼育試験

試験区は、第1期飼育試験と同じく対照区とミックス粉末区の2区とした。これら飼料を3×3×3mの海面生簀2面に38尾ずつ収容したマダイ(平均体重1.926g)に原則として週3回、1日1回の頻度で飽食給餌し、飼育成績を比較した。飼育期間は2012年10月22日から12月17日

での8週間とした。飼育期間中の水深2m層の水温は24.5~15.8で推移した。飼育開始時(0週)、2週、4週、および終了時(8週後)に全魚体重を測定し、飼育成績を求めた。また各試験区から6尾取上げ、第1期飼育試験と同じ項目の分析および測定を行うとともに、三重大学へも同じ項目の分析を委託した。

## 結果および考察

### 1 第1期飼育試験

試験終了時(8週後)までの飼育成績について、ミックス区の方が日間摂餌率は高かったが、日間成長率は対照区の方が高く、増肉係数(飼料効率)も良かった。死亡は両試験区とも認められなかった(図1)。

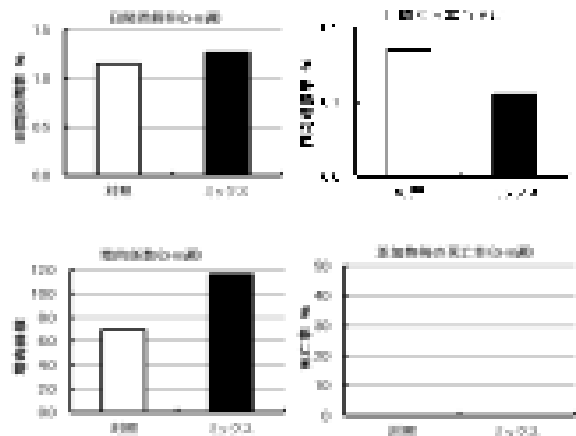


図1. 第1期飼育成績(5月28日~7月23日)

魚体の背部筋肉および腹腔内脂肪を含む内臓の一般成分(脂質、水分含量)について、4週後の内臓脂肪でミックス区の方が低い傾向がみられた他は、試験区間の差は認められなかった(図2)。

血液成分について、ヘマトクリット値でミックス区の方がやや低い傾向がみられた他は、総コレステロール、中性脂肪で試験区間の差は認められなかった。(図2)。

筋肉の破断強度および血合肉の色彩(褐変)の経時変化(0h、48h、96h、168h後)について、試験区間に差は認められなかった。

体表の色彩(8週後)について、ミックス区の方が明度(L)、彩度(C)とも高い傾向が認められた(図3)。

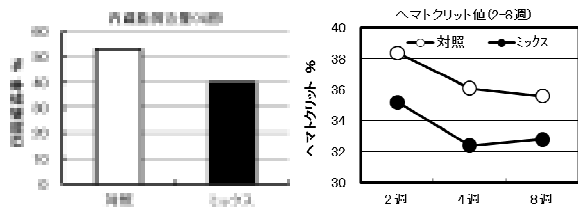


図2. 内臓脂肪（4週後）とヘマトクリット値

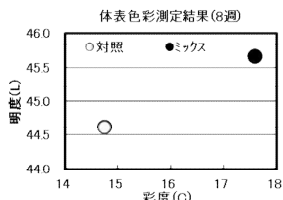


図3. 体表の色彩（8週後）

K値（4週目）について、ミックス区の168hの値は16.3%と対照区よりも低く、また刺身で食べることが可能な鮮度であった。タウリン含量（4週目）はミックス区の方が対照区よりも高かった（図4）。またミックス区の4週および8週後のマダイの筋肉中から、柑橘（セミノール果皮）由来のリモネンが検出された。

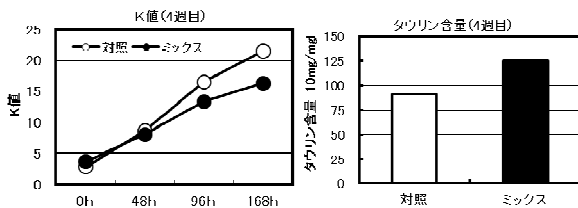


図4. K値（4週目）の経時変化とタウリン含量

## 2 第2期飼育試験

試験終了時（8週後）までの飼育成績について、日間摂餌率はほぼ同じであったが、第1期飼育試験と同様に、日間成長率は対照区の方が高く、増肉係数（飼料効率）も良かった。死亡は両試験区とも認められなかった（図5）。

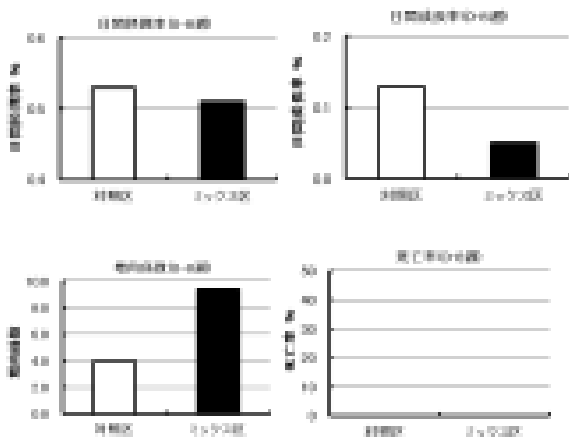


図5. 第2期飼育成績(5月28日~7月23日)

魚体の背部筋肉および腹腔内脂肪を含む内臓の一般成分（脂質、水分含量）について、試験区間の差は認められなかった。

血液成分について、ヘマトクリット、総コレステロール、中性脂肪で試験区間の差は認められなかった。

筋肉の破断強度および血合肉の色彩（褐変）の経時変化（0h、48h、96h、168h後）について、試験区間に差は認められなかった。

体表の色彩（8週後）について、第1期飼育試験と同様に、ミックス区の方が明度（L）、彩度（C）ともに高い傾向が認められた（図6）。

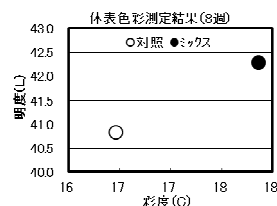


図6. 体表の色彩（8週後）

K値について、試験区間の差は認められなかった。タウリン含量は、第1期飼育試験よりも減少し、試験区間の差は認められなかった。ミックス区の4週および8週後のマダイの筋肉中からは、第1期飼育試験と同様にリモネンが検出された。来年度は肉質の改善向上と生産者間の品質の統一について検討する必要がある。



# 水産技術クラスター構築による水産物高付加価値化促進事業 ナマコ生産・加工イノベーション

土橋靖史・辻 将治

## 目的

ナマコ養殖および加工に関する地域水産技術クラスターを形成するとともに、海洋深層水を活用したナマコ養殖技術を開発し、実証試験による採算性の調査を行う。

## 方法

### 1 海洋深層水活用ナマコ養殖技術開発

海洋深層水を活用してナマコを飼育し、養殖に必要な条件を調査することを目的として、以下の試験を行った。

#### 1)1 歳ナマコ

昨年度から継続飼育しているクロナマコ人工種苗 1 歳 360 個（平均体重 1.4g）を用い、試験を開始した。飼育水槽として、マハタ研究施設（尾鷲市古江町）内に発砲スチロール製の 30L 水槽×8 槽を設置し、平成 24 年 6 月 20 日に 1 槽当たり 44 個ずつ収容した。試験区は、8 槽のうち 4 槽は自然水温で飼育する対照区（自然水温区）、残り 4 槽は海洋深層水での飼育を想定した試験区（低水温区）とし、試験区は約 2 週間かけて低水温に馴致した。餌料は、市販のナマコ配合飼料を週 3 回、1 水槽当たり 2g を給餌した。測定項目は、毎日の水温を測定するとともに、2 ヶ月毎（8 月 20 日、10 月 24 日、12 月 25 日、および 2 月 26 日）に生残数と総体重を測定した。

#### 2)0 歳ナマコ

平成 24 年 11 月 13 日に南伊勢町の種苗生産業者から、アオナマコ人工種苗 0 歳（約 0.5g）1,500 個を購入し、試験を開始した。飼育水槽として、マハタ研究施設（尾鷲市古江町）内に発砲スチロール製の 30L 水槽×12 槽を設置し、1 槽当たり 126 個ずつ収容した。試験区は、12 槽のうち市販のナマコ配合飼料を給餌する試験区（対照区）4 槽、市販のナマコ配合飼料粉末に砂を加えて給餌する試験区（飼育環境区）4 槽、海藻ヒジキの粉末に砂を加えて給餌する試験区（給餌方法区）4 槽とした。給餌方法は、配合飼料および海藻の粉末を週 3 回、1 水槽当たり 1g を飼育水槽に散布した。測定項目は、毎日の水温を測定するとともに、2 ヶ月毎（1 月 22 日、3 月 14 日）に生残数、体長、体幅を測定した。体長、体幅データから山名ら（2006）の方法により、標準体長を算出した。

## 結果および考察

### 1 海洋深層水活用ナマコ養殖技術開発

#### 1)1 歳ナマコ

水温測定結果を図 1 に示した。対照区は、13.9～26.9℃、低水温区は 13.9～16.2℃の範囲で推移した。10 月 24 日の測定では、生残率は対照区が 38.1%に対して、試験区が 67.3%、増重率は対照区が 112.8%に対して、試験区が 254.3%であり、海洋深層水での飼育を想定した水温 15℃前後でナマコを飼育したところ、1 歳ナマコは生残率、増重率ともに対照区よりも高かったが、両試験区ともに大小差が大きかった。また 12 月以降飼育水中にコペポダが発生し、成長不良や減耗が起きる事が課題として残った。

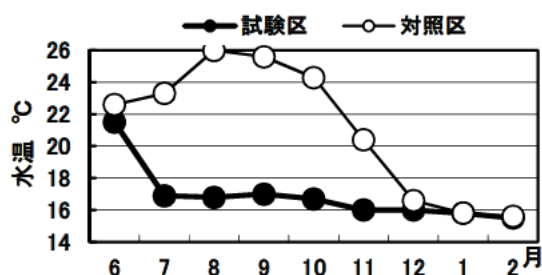


図 1 飼育水温の変化

#### 2)0 歳ナマコ

水温測定結果を図 2 に示した。13.7～20.3℃の範囲で推移した。3 月 14 日の測定では、生残率は対照区が 41.3%に対して、飼育環境区が 34.5%、給餌方法区が 55.2%であり、海藻ヒジキの粉末に砂を加えて給餌する試験区（給餌方法区）が最も生残率が高かった。標準体長は対照区が 27.6mm に対して、飼育環境区が 25.2mm、給餌方法区が 28.1mm であり、給餌方法区が最も成長が良かった。

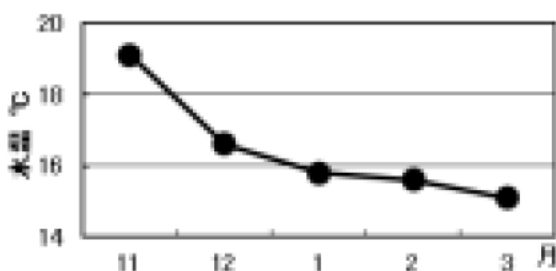


図 2 飼育水温の変化

# 水産技術クラスター構築による水産物高付加価値化促進事業 低未利用水産資源の魚類養殖の飼料材料としての活用

土橋靖史・中村砂帆子・竹内泰介

## 目的

低未利用水産資源から魚類養殖の飼料原料となる可能性がある資源(可能性資源)を2種類以上見出すとともに、可能性資源の成分分析によって、有効性試験に用いる飼料2種類を試作する。また新しい飼料を1種類以上開発する。

## 方法

### 1 低未利用水産資源の探索

魚類養殖の飼料原料となる可能性がある資源(可能性資源)として、漁業協同組合や市町等からの聞き取り調査に基づき、低未利用水産資源として、伊勢湾底曳網等の混獲物である甲殻類(サルエビ、フタホシシガニ等)と海藻類のアカモクをリストアップした。

### 2 魚類養殖の飼料材料としての活用

リストアップした低未利用資源を添加した飼料を試作し、試作飼料を用いた飼育試験を行った。

試験区は、マダイ用粉末配合飼料を原料とした無添加のシングルモイスト(MP)を給餌する対照区と、対照区のMPにアカモク粉末を2%添加したMPを給餌する区(アカモク区)、底曳網混獲物の甲殻類(サルエビ、フタホシシガニ等)粉末2%添加したMPを給餌する区(底曳混獲区)の3区とした。

これらの飼料を500L円形水槽3槽に25尾ずつ収容したマダイ(平均体重137g)に原則として週3回、1日1回の頻度で飽食給餌した。飼育期間は2013年1月21日から3月18日までの8週間とした。各水槽には、砂ろ過海水を1時間当たり250L注水し、適量の通気を施した。飼育水温は自然水温とした。飼育開始時(0週)、4週、および終了時(8週後)に全魚体重を測定し、飼育成績を求めた。また各試験区から6尾取上げ、体表の色彩測定を行うとともに、採血し、「改良pondサイドキット」マニュアル(平成9年度版)に従い、抗病性の指標であるニトロブルーテトラゾリウム(NBT)還元能、ポテンシャルキリング(PK)活性を測定した。

## 結果および考察

水温測定結果を図1に示した。試験期間中の水温は、11.8~14.6の範囲で推移した。



図1 飼育水温の変化

飼育成績を表1に示した。増重率、摂餌率、および増肉係数ともに対照区が最も良く、次に底曳混獲区、アカモク区の順であった。死亡は対照区と底曳混獲区で1尾ずつ認められた。

表1 飼育成績

試験区	増重率	摂餌率	増肉係数	死亡率
対照区	116.1	1.47	2.57	4.0
アカモク区	108.7	1.34	4.19	0.0
底曳混獲区	111.0	1.43	3.59	4.0

試験終了時の色彩測定結果を表2に示した。L値(明度)、a値(赤緑)、b値(黄青)、C値(彩度)ともに対照区よりも試作飼料区(アカモク区、底曳混獲区)の方が高い傾向が認められ、試作飼料区間ではアカモク区の方が高かった。

表2 色彩測定結果(試験終了時)

試験区	L値	a値	b値	C値
対照区	29.5	3.6	8.5	9.3
アカモク区	32.5	4.1	10.1	10.9
底曳混獲区	30.1	3.9	8.8	9.6

4週後の抗病性(NBT還元能、PK活性)測定結果を表3に示した。NBT還元能は底曳混獲区が高い傾向がみられた。PK活性は対照区よりも試作飼料区(アカモク区、底曳混獲区)の方が高い傾向が認められた。

表3 抗病性測定結果(4週後)

試験区	NBT還元能	PK活性
対照区	0.019	0.002
アカモク区	0.016	0.005
底曳混獲区	0.023	0.005

平成 26 年 3 月発行

編集兼発行者 〒517-0404 三重県志摩市浜島町浜島 3564-3

## 三 重 県 水 産 研 究 所

TEL 0599-53-0016

FAX 0599-53-2225

E-mail: [suigi@pref.mie.jp](mailto:suigi@pref.mie.jp)

<http://www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/SUI/>