

マハタ、クエの種苗生産・養殖高度化技術開発事業

種苗生産の高度化に関する研究

辻 将治・宮本敦史・羽生和弘・土橋靖史

目的

東紀州地域のブランドとしてマハタ、クエの定着を図るため、高品質種苗を安定して生産する技術確立し、養殖業者への種苗供給体制を整える。なお、平成20年度から3ヶ年をかけて、これまでに開発してき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）に移転する。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

1. 生産効率向上に関する技術開発

1) 生残率向上技術開発

「三重のマハタ」種苗量産安定化研究施設（以下、研究施設）において、マハタ、クエの種苗生産試験を春期および秋期に行った。

①親魚養成

表1のとおり、マハタは国産および韓国産の天然親魚と、平成11年度および13年度産の人工親魚を保有し、クエは国産天然親魚と、10年度産人工親魚を保有した。マハタ、クエの春期人工授精で用いた親魚はセンターの陸上水槽1槽と海面生簀4面に收容し、秋期人工授精で用いた親魚は研究施設の陸上水槽2槽に收容し、飼育した。センターの陸上水槽は、電照時間および飼育水温の環境制御を行った。

研究施設の陸上水槽は、異なる2種類の環境制御法を行った。水槽1は、土橋他(2007)のマハタの成熟促進方法に基づき、9月12日まで水温15.0℃、6時間明期で飼育した後、一日に0.1℃ずつ加温し、5日毎に明期を1時間ずつ延長する長日処理を行い、10月14日の第1回次の人工授精までに水温19.0℃、14時間明期とした。その後、10月28日の第2回次の人工授精までに水温21.0℃、15時間明期とし、さらに11月26日の第3回次の人工授精までに水温24.0℃とした。一方、水槽2は、9月22日まで水温17.0℃、6時間明期で飼育し、一日に0.1℃ずつ加温し、2～3日毎に1時間ずつの長日処理を行い、10月14日の第1回次の人工授精までに水温20.0℃、14時間明期とした。その後、10月27日の第2回次の人工授精までに水温22.0℃、15時間明期とし、さらに11月

26日の第3回次の人工授精までに水温25.0℃とした。マハタの人工授精は第1回次に行い、クエの人工授精は、第2および3回次で行った。

給餌は、マハタ、クエともに冷凍サバ、スルメイカに総合ビタミン剤を添加した餌料およびモイストペレット（以下、MP）を原則として週2回飽食量を給餌した。

表1. 保有したマハタ、クエ親魚（春期、秋期生産）

生産時期	魚種	尾数	体重 (kg)	
春期	マハタ	天然親魚	24	5.6～17.5
		人工親魚	54	3.6～10.7
	クエ	天然親魚	24	—
		人工親魚	83	3.4～9.4
秋期	マハタ	天然親魚 (韓国産)	19	8.1～18.9
		人工親魚	8	4.4～10.6
	クエ	人工親魚	17	4.7～9.1

②採精採卵および人工授精

マハタ、クエともにカニューレーションによる成熟度調査を行い、成熟が確認できた雄および雌にhCG（胎盤性性腺刺激ホルモン）を注射した（マハタ：500IU/kg、クエ：600IU/kg）。採精および採卵は、注射42～54時間後に腹部圧搾で行った。受精は採卵直後に乾導法で行い、媒精後、水槽に收容して浮上卵と沈下卵を分離した。その後、浮上卵を卵管理水槽に收容し、受精24～26時間後にウイルス性神経壊死症（VNN）対策としてオキシダント海水による受精卵消毒（0.5ppm、60秒）を行った。なお、精子および受精卵はnested-PCR法でVNN検査を行い、雌の卵巣卵については検査を行わなかった。

③仔稚魚飼育試験

マハタの春期試験は、試験区として人工親魚（対照）区、油膜除去区、アルテミア給餌量50%区（アルテミア給餌量を対照区の50%に削減）、高照度区（水面直上の照度を5,000～6,000Luxに維持）および天然親魚区の5試験区（500L水槽3槽/区）を設定した。天然親魚区以外の試験区は、13年度に生産したVNN未発症個体のうち、優良成長個体を親魚に養成した天然雄親魚7尾と人工雌親魚1尾を交配して得られた受精卵（VNN陰性）を500L水槽に15,000粒ずつ收容した。天然親魚区は、天然雌親魚1尾と天然雄親魚7尾を交配して得られた受精卵（VNN陰性）を500L水槽に15,000粒ずつ收容した。餌料は、仔稚

魚の成長にともない、S型ワムシ、アルテミアおよび配合飼料を給餌した。飼育水には電解殺菌海水を用い、水温は25℃とした。油膜除去区以外の試験区は、飼育初期の浮上死亡を防止するため、日齢0から10まで被膜オイルを飼育水に添加し、油膜除去は行わなかった。一方、油膜除去区は被膜オイルを添加せず、日齢11から25に油膜除去器を用いて水面の油膜を除去し、さらに水面の油分を吸着させ、沈降させることを目的に、日齢7から取上まで貝化石を水面に散布した。10日齢の生残尾数は夜間に柱状サンプリングを行うことで推定し、取上尾数は日齢60から62（全長20～30mm）に全数を計数して求めた。

マハタの秋期試験は、天然親魚（対照）区、油膜除去区、高照度区および人工親魚区の4試験区（500L水槽3～6槽/区）を設定した。人工親魚区以外の試験区は、天然雄親魚9尾と天然雌親魚1尾を交配して得られた受精卵

（VNN陰性）を500L水槽に15,000粒ずつ収容した。人工親魚区は、天然雄親魚9尾と13年度に生産したVNN未発症個体のうち、優良成長個体を親魚に養成した人工雌親魚1尾を交配して得られた受精卵（VNN陰性）を500L水槽に15,000粒ずつ収容した。基本的な飼育は春期と同様の方法で行ったが、油膜除去区の除去期間は変更し、日齢11から45とした。また、春期試験と同様の方法で10日齢の生残尾数を推定し、取上尾数は日齢65から67（全長20～30mm）に全数を計数して求めた。

クエの春期試験は、試験区として対照区および油膜除去区を設定した。両試験区ともに、浮上死亡を防止するため、日齢0から5に被膜オイルを飼育水に添加した。油膜除去区では、日齢10から15に油膜除去器を用いて油膜除去を行う計画であったが、中止した。10日齢の生残尾数はマハタと同様の方法で推定した。

2) 形態異常低減対策

軟X線写真撮影により、取り上げたマハタの仔稚魚の開鰓率を調査するとともに、取り上げ後に継続飼育したマハタ（全長約10cm）の開鰓率および形態異常率を調査した。

2. 優良種苗の育種技術開発

マハタの天然親魚区と人工親魚区における仔稚魚の生残率、開鰓率および形態異常率を比較した。

また、マハタ春期試験の天然親魚区と人工親魚区で生産したマハタのVNN耐性を比較した。マハタを取上げ後、それぞれ継続飼育を行い、平均体重が76.9gに成長したマハタに対して、 10^{10} および 10^{20} TCID₅₀/0.1ml/尾の2条件でVNNのウイルス攻撃試験を行った。試験は14日間行い、累積死亡率を求めた。

結果および考察

1. 生産効率向上に関する技術開発

1) 生残率向上技術開発

①採精採卵および人工授精

マハタの春期人工授精では、5月17日の成熟度調査時に排精が確認された雄親魚7尾と卵巣卵の卵径が450μm以上の雌親魚7尾の背筋部にhCGを注射した。5月19日（注射42～54時間後）に雄7尾、雌7尾から採精、採卵した。雄7尾から得られた精液は全てNested-PCR法でVNN陰性と判断され、全ての精液を用いて人工授精を行った。種苗生産には、雄7尾と雌5尾から得られた受精卵（全てVNN陰性）を使用し、卵管理水槽に収容後、受精後24～26時間後に受精卵消毒（オキシダント海水0.5ppm、60秒）を行い、飼育水槽へ収容した。総採卵数984.0万粒のうち、卵消毒後に得られた浮上卵数は598.2万粒であった。SAIは 30.5 ± 20.7 であった。

マハタの秋期人工授精では、10月12日に成熟度調査を行い、春期と同様の基準で雄親魚9尾、雌親魚13尾にhCGを注射した。10月14日の人工授精日に雄は水槽1で6尾、水槽2で3尾から採精し、雌は水槽1で6尾、水槽2で1尾から採卵した。採精した精液は、全てNested-PCR法でVNN陰性と判断され、全ての精液を用いて人工授精を行った。雄9尾と雌7尾から得られた受精卵は全て陰性であった。総採卵数421.0万粒のうち、卵消毒後に得られた浮上卵数は363.5万粒であった。SAIの平均値は 19.0 ± 13.3 であった。種苗生産には、卵質が良かった受精卵のみを使用し、卵管理水槽に収容後、受精後24～26時間に春期と同様に受精卵消毒を行い、飼育水槽へ収容した。

クエの春期人工授精では、6月15日の成熟度調査時に排精が確認された雄親魚6尾と過熟卵および卵巣卵の卵径が450μm以上の雌親魚18尾の背筋部にhCGを注射した。6月17日（注射42～54時間後）に雄6尾、雌12尾から採精、採卵した。このうち、Nested-PCR法でVNN陰性と判断された雄5尾を用いて人工授精を行った。雄5尾と雌12尾から得られた受精卵（全てVNN陰性）のうち、種苗生産には雌2尾の受精卵を使用し、卵管理水槽に収容後、マハタと同様に受精卵消毒を行い、飼育水槽へ収容した。総採卵数1,676万粒のうち、卵毒後に得られた浮上卵数は614.0万粒であった。SAIは 17.7 ± 13.6 であった。

クエの秋期人工授精では、10月25日に成熟度調査を行い、10月26日に春期と同様の基準で雄親魚3尾、雌親魚4尾にhCGを注射した。10月28日（注射42～54時間後）に水槽1で雄1尾、雌2尾から採卵、採精し、水槽2で雌2尾から採精した。人工授精を試みたが、浮上卵をほとんど得ることが出来なかったため、種苗生産試験は行わなかった。また、成熟度調査は、11月24日にも行ったが、hCGの注射基準に到達した成熟度の雌親魚を確認することは

表 2. 春期マハタ種苗生産試験結果

試験区	水槽	収容 卵数	ふ化 仔魚数	ふ化率 (%)	10日齢		取上時 (日齢60~62)			133日齢 (約10cm)	
					生残数 (平均±SD)	生残率 (%) (平均±SD)	生残数 (平均±SD)	生残率 (%) (平均±SD)	開鰓率 (%) (平均±SD)	開鰓率 (%)	形態異常率 (%)
人工親魚 (対照)	0.5t×3	15,000	14,823	98.8	12,428±3,526	83.8±23.8	264±122	1.78±0.82	79.5±27.4	94.2	36.5
アルテミア 給餌量50%	"	"	"	"	12,643±1,519	85.3±10.2	153±36	1.05±0.25	70.5±31.1	98.1	19.2
油膜除去 (日令11~)	"	"	"	"	9,971±1,275	67.3±8.6	506±133	3.49±0.92	10.9±10.9	94.2	17.3
高照度 (5,000~6,000Lux)	"	"	"	"	5,464±965	36.9±6.5	3±5	0.02±0.03	87.5	—	—
天然親魚	"	"	14,498	96.7	10,715±2,587	73.9±17.8	260±272	1.80±1.87	48.1±39.7	98.1	13.5

表 3. 秋期マハタ種苗生産試験結果

試験区	水槽	収容 卵数	ふ化 仔魚数	ふ化率 (%)	10日齢		取上時 (日齢65~66)			152日齢 (約10cm)	
					生残数 (平均±SD)	生残率 (%) (平均±SD)	生残数 (平均±SD)	生残率 (%) (平均±SD)	開鰓率 (%) (平均±SD)	開鰓率 (%)	形態異常率 (%)
天然親魚 (対照)	0.5t×6	15,000	14,031	93.5	7,933±1,108	56.5±7.9	347±367	3.28±3.74	8.7±10.6	68.8±23.9	54.6±21.3
油膜除去 (日令11~)	0.5t×3	"	"	"	6,194±1,167	44.2±8.3	222±247	2.30±2.56	8.4±5.2	90.4±8.2	59.6±13.6
高照度 (5,000~6,000Lux)	"	"	"	"	11,429±3,929	81.5±28.0	23±39	0.23±0.41	10.0	94.7	31.6
人工親魚	"	"	9,654	64.4	8,514±3,440	88.2±35.6	254±160	2.63±1.66	17.4±17.2	76.8±27.0	47.9±2.9

できなかった。養成中のクエ親魚に疾病が発生していることが確認されており、疾病が卵質に影響した可能性も考えられるが、原因は不明であった。

②仔稚魚飼育試験

マハタの春期試験の結果を表2に示す。取上時の生残数および生残率は、油膜除去区で高く、高照度区で低い値となった。高照度区では、日齢15以降に浮上死亡が多発し、日齢20で頭部が異常に膨張した個体が多数観察された。同様の症状は21年度にも観察されており、照明に用いたハロゲンランプが原因と考えられた。そこで、22年度はハロゲンランプに代えて水銀灯を使用したが発生を抑えることが出来なかった。原因としては、飼育水の加温に用いた200Vチタンヒーターによる接触刺激(火傷)が考えられた。

マハタの秋期試験の結果を表3に示す。試験期間中にVNNは発症せず、3年ぶりの生産に成功した。防疫体制を徹底したことが効果的であったと考えられる。取上時の生残数および生残率は、高照度区で低い値となった。高照度区では、日齢11以降に飼育水温が20℃まで低下することがあり、それともなって生残数が減少したと考えられる。

クエの春期試験の結果を表4に示す。日齢8以降に魚が激減した。ふ化率が低かったことから、使用した受精卵の卵質に問題があったと考えられる。

2) 形態異常低減対策

マハタの軟X線写真撮影の結果について、春期の結果を表2に、秋期の結果を表3に示す。なお、クエは生残尾数が少なかったため、軟X線写真撮影を行わなかった。

春期における取上時の開鰓率について、天然親魚区以外の4試験区では油膜除去区が最も低く、10.9±10.9%であった。一方、その他の3試験区の開鰓率は70.5~87.5%であり、試験区間で差はみられなかった。油膜除去区で開鰓率が低下した原因としては、油膜除去器の存在、あるいは貝化石を水面に散布したことが開鰓を阻害した可能性も考えられるが、不明であった。

秋期における取上時の開鰓率は、人工親魚区以外の3試験区間で差はみられず、8.4~10.0%であった。

以上の結果から、本年度に行った油膜除去法では、マハタの取上時の開鰓を促すことは出来ないと考えられた。マハタの開鰓条件は不明だが、少なくとも取上時に開鰓している個体は確認されるため、今後も開鰓条件を追求する必要がある。

春期における取上げ後に継続飼育したマハタ(全長約10cm)の開鰓率は、天然親魚区以外の4試験区では94.2~98.1%、形態異常率は17.3~36.5%であった。

秋期における、取上げ後に継続飼育したマハタ(全長約10cm)の開鰓率は、人工親魚区以外の3試験区間では68.8~94.7%、形態異常率は31.6~59.6%であった。

表 4. 春期クエ種苗生産試験結果

水槽	収容卵数	ふ化 仔魚数	ふ化率 (%)	10日令		取上時 (日令54)	
				生残数	生残率 (%)	生残数	生残率 (%)
3 t (対照区)	90,000	38,700	12.5~58.2	6,667	17.2	日令15で廃棄	
3 t (油膜除去区)	〃	〃	〃	11,250	29.1	1	0.003
5 t	150,000	64,500	〃	7,143	11.1	77	0.12

2. 優良種苗の育種技術開発

マハタの春期の生残率は、天然親魚区で $1.8 \pm 1.9\%$ であり、人工親魚区で $1.8 \pm 0.8\%$ であった (表 2)。マハタの秋期の生残率は、天然親魚区で $3.3 \pm 3.7\%$ であり、人工親魚区で $2.6 \pm 1.7\%$ であった (表 3)。天然と人工親魚区で生残率に差はみられなかった。

マハタの春期における取上げ時の開鰓率は、天然親魚区で $48.1 \pm 39.7\%$ であり、人工親魚区で $79.5 \pm 27.4\%$ であった (表 2)。マハタの秋期における取上げ時の開鰓率は、天然親魚区で $5.7 \pm 4.5\%$ であり、人工親魚区で $17.5 \pm 17.2\%$ であった (表 3)。人工親魚区の開鰓率が高くなる傾向がみられることから、開鰓には遺伝的な要因も関係しており、人工親魚から採取した受精卵を種苗生産に用いることによって、取上げ時の開鰓率が向上する可能

性が考えられた。

また、取上げ後に継続飼育したマハタ (全長約 10cm) の形態異常率は、春期の天然親魚区で 13.5%、人工親魚区で 36.5% であり、秋期の天然親魚区で 54.6%、人工親魚区で 47.9% であった。

VNN のウイルス攻撃試験では、 $10^{1.0} \text{TCID}_{50}/0.1 \text{ml}/\text{尾}$ で攻撃した場合、累積死亡率は天然親魚区で 72.7%、人工親魚区で 40.9% を示し、 $10^{2.0} \text{TCID}_{50}/0.1 \text{ml}/\text{尾}$ で攻撃した場合、累積死亡率は天然親魚区で 77.3%、人工親魚区で 63.6% を示した。いずれも統計的に有意な差はみられなかったものの、人工親魚 (感染耐化魚) から採取した受精卵を種苗生産に用いることによって、生産した種苗の VNN 耐性が向上する可能性が考えられた。