

(7) マハタ種苗生産事業

瀬戸 久武・原 誠二(企画・先端研究室)

田中直幸・中嶋登・谷保文野(海洋研究部)

1 目的

トラフグに次ぐ新規養殖魚種として、「マハタ」の種苗生産(令和4年出荷計画;250gサイズ、30,000尾)を閉鎖循環飼育技術の活用により実施した。

2 方法

1) 親魚養成

親魚は県外産マハタおよび地元天然産マハタの2系統所有し、水産試験場本場(敦賀市)の海面生簀(サイズ:4m×4m×4m)を使用して養成した。餌料はスルメイカ、マサバ、カタクチイワシ等の生餌および配合飼料(日清丸紅飼料EP10号)を適宜給餌した。給餌間隔は4月下旬から10月下旬までは原則毎日給餌としたが、11月下旬から3月下旬までは週1~2回の給餌とした。

2) 種苗生産

(1) 採卵・採精・受精卵管理

令和3年6月21日に、水産試験場(敦賀市浦底)において、海面養殖生簀内から親魚候補として雌7尾を下腹部の膨らみや柔らかさ等を基準に選抜した後、成熟度を確認するため、雌はカニューレションを実施して卵径が450 μ m以上の3尾に胎盤性性腺刺激ホルモン(共立製薬株式会社製ゲストロン5000)

(以下、HCG)を背筋部に500IU/kgの濃度で注射した。同日、雄は腹部圧迫による放精が確認された2尾から、海水が混入しないよう留意しながらシリンジで採精し、雌の採卵時までそのまま冷蔵保存した。

採取できた精子および卵(カニューレション時に採取)は、VNNウィルス検査に供した。

採卵は、HCG打注後42~48時間後に腹部を圧搾して行った。乾導法による受精後、卵管理水槽(ゴースネットを設置した1トンパンライト水槽2基)内に浮上卵を収容し、中央部底面付近から微通気ならびに微注水で管理した。翌日、浮上卵を回収・計数の後、移送用袋に卵を丁寧に収容し(15万粒~20万粒)、酸素を注入して栽培漁業センターに移送した。移送後、一旦飼育水槽に袋のまま収容して水温調整を行った後、約3時間後に飼育水槽に受精卵を収容した。

(2) 初期餌料(ワムシ培養)

ワムシは、(国研)水産研究・教育機構 水産技術研究所からSS型ワムシとS型ワムシを1株ずつ入手し、それぞれ培養を行った。培養には0.2トン3基、0.5トン3基および1トンアルテミアふ化水槽6基を用い、ローテーションで使用した。培養水は2/3海水とし、濃縮クロレラ(ハイグレード、クロレラ工業株式会社製;200ml/1億個体)で培養した。

マハタへの給餌は、給餌前日に栄養強化クロレラ(スーパー生クロレラV12、クロレラ工業株式会社製;200ml/1億個体)に切替え、マハタ飼育水槽内のワムシ密度に応じて、1水槽あたり2億個体(8個

体/ml の密度) を目安に栄養強化ワムシを 35 日齢まで毎朝給餌した。

(3) ろ材の熟成

確実な硝化細菌を保有している(国研) 水産研究・教育機構 水産技術研究所 尾島庁舎から種ろ材(硝化細菌)を入手した。種ろ材は、循環飼育を行う生物ろ過槽のろ材(牡蠣殻)上に静置して、ろ材の熟成に供した¹⁾。

また、0.5 トンおよび 0.3 トンのろ材管理水槽を 2 基設け、次年度用に種ろ材の熟成・管理を行った。ろ材管理水槽には、硝化細菌の餌となる塩化アンモニウムを 1 週間に 1 回の割合で 40 mg/l 程度添加するとともに適宜海水を入替した¹⁾。

(4) 一次飼育(仔稚魚期とワクチン接種まで)

飼育水槽は、FRP 製角型水槽(5.8×3.6×1.4m, 有効水量 25m³) 4 槽(後に分槽して 5 槽)を用い、飼育水は電解殺菌処理海水(ろ過海水約 30t に対して電流値 16.0 に設定したオキシダント海水の活性炭処理水)を使用し、流水(かけ流し)飼育を行った。すなわち、7 日齢から約 5L/min で注水を始め、成長に応じて注水量を徐々に増やし、完全変態後の計数と分槽時まで 1 日あたり最大 200%換水率とした。飼育水温は自然水温、通気はエアブロック方式とし、4 日齢から酸素通気を行い、溶存酸素濃度が 6.0 mg/L 未満とならないよう、毎朝水温とともに測定して酸素通気量を都度調整した。照明は、ふ化から取り上げまで 24 時間照明とした。飼育初期の浮上へい死防止のため、0 日～7 日齢まで MT 皮膜オイル(マリンテック株式会社製)を熱湯で攪拌して乳化させた後、3ml/水槽の濃度で毎朝添加するとともに、10 日齢から 20 日齢までは油膜(皮膜)取り機を各水槽 0.5 時間設置し、水面の油膜等の有機物を除去した。ワムシの給餌期間中、水槽内のワムシ餌料として冷蔵ナンノクロロプシス(ヤンマリン K-1, クロレラ工業株式会社製)を適宜添加(300ml～1,000ml/日)した。

水槽表面で仔魚の蟬集が観察され始めた 17 日齢～19 日齢(全長約 5 mm)に、仔魚を台所用品のボウルを用い、表面に蟬集して浮遊する仔魚を掬ってそのまま分槽用の水槽に適宜収容した

20 日齢(全長 5.6 mm)から 49 日齢まで、ハイパーグロス(マリンテック株式会社製;強化剤)で強化した北米産アルテミア(1～2 千万個体/水槽)を午後 4 時に給餌した。

9 月 6 日から 9 月 8 日(73 日齢～75 日齢)に、全数を取上げて計数後、分槽を行った。1 水槽ごとの収容尾数の目安は 2,000 尾とした。ワクチン接種まで飼育水は注水(400%換水)を行いながら循環飼育を行う半循環飼育とした。

(5) 二次飼育(ワクチン接種以降)

10 月 13 日～14 日(日齢 110～111 日)に、「まはたウィルス性神経壊死不活化ワクチン(日生研株式会社製 オーシャンテクト VNN)」の接種を用法および用量に基づき行うとともに、形態異常魚の目視による選別を実施した。選別後、1,882 尾～2,736 尾の範囲で 6 水槽に収容した。飼育水は電解殺菌処理海水(ろ過海水約 30t に対して電流値 25.0 に設定したオキシダント海水の活性炭処理水)とし、水温が 20℃以下に差し掛かる 11 月中旬まで、注水(220%換水)を行いながら循環飼育を行う半循環飼育とした。循環システムは 9 月中旬から順次稼働し、以降、飼育水温が 20℃以上を保つよう閉鎖循環システ

ムを活用して注水量を徐々に減らし、1日あたりの換水率を20%まで低下させた。毎朝、水温と溶存酸素濃度は測定するとともに、適宜、アンモニア態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度および硝酸態窒素濃度を測定し、それらの蓄積による水質の悪化に留意して都度換水や生物ろ過槽の洗浄を実施した。給餌は8:30と15:30の2回を基本（休日は8:30の1回）とし、手撒きによる給餌を行った。給餌量は、翌年度の出荷計画である250g以上に到達するように、水槽毎の摂餌状況や測定結果を基に適宜増量した。

3 結果

1) 親魚養成

順調な親魚養成の結果、令和3年6月に採卵・採精が実施でき、養成親魚から良質な受精卵を得ることができた。しかしながら、採卵実施以降に、採卵・採精時のストレスやハンドリングに伴うと思料される親魚のへい死がみられた。

2) 種苗生産

(1) 採卵・採精・受精卵管理

6月23日に、HCGを打注した5尾のうち3尾から合計943gの卵を採取し、受精後に得られた浮上卵は181万粒であった（表1）。卵管理用水槽に、104万粒、77万粒に分け管理し、翌日、栽培センターへ144万粒を移送し、飼育水槽にはそのうち128万粒を水槽4面に収容した。ふ化率はそれぞれ93%、95%であった。

精子および卵のVNN検査は、検査に供した全ての個体が陰性であった。

表1. 採卵結果

雌No.	成熟度確認時体重 (kg)	採卵時体重 (kg)	卵重量 (g)	浮上卵数 (万個)	ふ化率 (%)	備 考
♀1(1600)	6.19	6.38	201.5	32	93	
♀2(15B3)	5.48	5.8	337.1	72		
♀3(15B8)	6.54	7.16	404.2	77	95	油球複数観察
♀4(15E2)	6.18	6.29	0	-		未採卵
♀5(タグ無し)	6.14	6.19	0	-		未採卵
♀6(-)	4.69	-	0	-		HCG打注せず
♀7(-)	4.56	-	0	-		HCG打注せず

(2) 初期餌料（ワムシ培養）

ワムシの給餌は、マハタ3日齢にSS型ワムシを1水槽あたり2.5億（10個体/ml）の密度から開始した。4日齢以降、給餌量は、翌日の飼育水槽内の残餌が9個以下は2億、10～15億個未満は1億、15～20個は0.5億ずつ各水槽に給餌することを基本とし、マハタ35日齢まで給餌した。本年は、SS型ワムシの培養が不調であったため、SS型ワムシの給餌は3日間のみで、給餌4日目以降はS型ワムシの給餌に移行した。ワムシ給餌の総数は、173億個体であった。

(3) 一次飼育（仔稚魚期ワクチン接種まで）

一次飼育は6月24日～9月8日（73日齢～75日齢）まで行った。マハタ卵の収容は4水槽で飼育を

開始し、水槽毎に 30 万粒～36 万粒の範囲で総計 128 万粒収容した。(表 2)。推定ふ化仔魚は 120.3 万尾、一次飼育終了時の生残数は 14,463 尾となり、ふ化仔魚等からの生残率は 0.5%～4%の範囲で、全体では 1.2%であった(表 2)。

飼育期間中、24 時間照明とし、室温は 24.3～26.9℃、飼育水温は 23.5～28℃、溶存酸素は 6.33～9.74 の範囲で推移した(図 1, 2, 3)。

仔稚魚期のマハタの成長は、各飼育水槽いずれも 30～35 日齢を境に成長スピードが増し、成長速度に変化がみられた(図 4)。

ワクチン接種まで稚魚を 1,755 尾～2,276 尾の範囲で 5 水槽から 7 水槽に拡大して収容密度を低くし再収容した。

表2. 一次飼育結果

飼育水槽		M7 ^{※1} (分槽区)	M8	M12	M14	M16	合計
飼育期間		7/12-9/8	6/24-9/7	6/24-9/6	6/24-9/8	6/24-9/6	
開始時	収容卵数(万粒)	-	36	32	30	30	128
	ふ化仔魚(万尾)	-	33.5	29.8	28.5	28.5	120.3
	飼育密度(尾/m ³)	-	13,400	11,920	11,400	11,400	
終了時	日齢	75	74	73	75	73	-
	平均全長(mm)	65.6	-	-	59.1	-	
	生残尾数(尾)	2,700	2,276	4,260	1,472	3,755	14,463
	生残率 ^{※2} (%)	4.0	0.8	1.6	0.5	1.3	1.2

※1 M7へ分槽したマハタの推定収容尾数は、M8から3.8万尾、M12から3万尾の計6.8万尾

※2 M7の生残率は分槽時の推定収容尾数から一次飼育終了時までを示す。

また、M8, M12はM7への移送尾数をふ化仔魚数から減じて生残率を求めた。

表3. 一次飼育終了後の再収容状況

飼育水槽	M5	M6	M11	M12	M13	M15	M16	合計
収容尾数(尾)	2,000	1,755	2,000	2,100	2,260	2,072	2,276	14,463

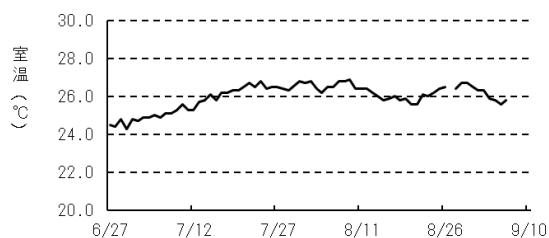


図 1. マハタ棟飼育室内温度の推移

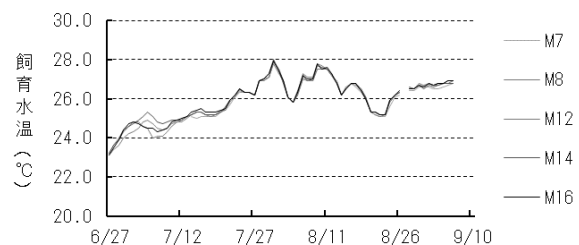


図 2. マハタ棟飼育水温の推移

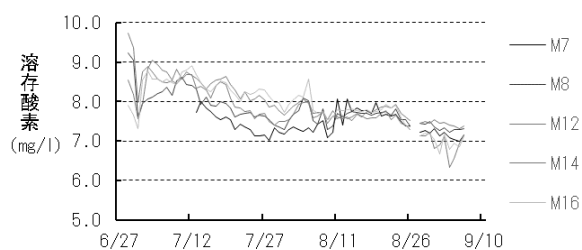


図 3. マハタ棟飼育溶存酸素濃度の推移

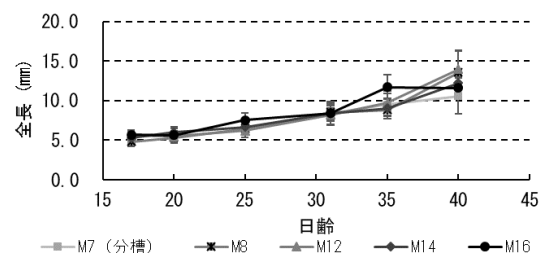


図 4. マハタ仔稚魚期の成長

(4) 二次飼育（ワクチン接種以降）

二次飼育は10月13～14日のワクチン接種以降、翌年度の出荷種苗として、6水槽で合計13,542尾の育成を開始した（表4）。令和4年3月31日時点の生残尾数は、13,478尾であり、生残率は99.5%であった（表4）。ワクチン接種時に目視による形態異常魚を観察したところ921尾確認された。その割合は全体で6.4%であった（表5）。

表4. 二次飼育の経過状況（年度末時点）

飼育水槽	M7	M8	M12	M13	M15	M16	合計
飼育開始日	10/13～	10/13～	10/14～	10/14～	10/14～	10/13～	
開始時 収容尾数（尾）	2,736	2,488	1,882	1,940	1,800	2,696	13,542
飼育密度（尾/m ³ ）	109.4	99.5	75.3	77.6	72.0	107.8	
年度末 生残尾数※1	2,720	2,474	1,878	1,926	1,790	2,690	13,478
(R4.3.31) 生残率（%）	99.4	99.4	99.8	99.3	99.4	99.8	99.5

※1 生残尾数の把握は、へい死個体を都度確認のうえ、計数して収容尾数から減じて求めた。

表5. 形態異常魚の割合

ワクチン接種時水槽 (一次飼育水槽の由来)	M5 (M16)	M6 (M16)	M11 (M12)	M12 (M7)	M13 (M12)	M15 (M7, M14)	M16 (M8)	合計
収容尾数（尾）	2,000	1,755	2,000	2,100	2,260	2,072	2,276	14,463
形態異常魚（尾）	118	56	87	101	147	124	288	921
形態異常割合（%）	5.9	3.2	4.4	4.8	6.5	6.0	12.7	6.4

二次飼育期間中の飼育水温（飼育水槽のうちM7水槽）は、冬期の外気温および取水水温の低下に反して、20℃前後を保持し、室温と同調して推移した（図5）。

飼育水中のアンモニア態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度および硝酸態濃度は、飼育の後期にいずれも上昇傾向を示した（図6, 7, 8）。

種苗の成長は、3月の時点で全長200mm、体重200gを超過し、生育は良好に推移した（図9, 10）。



図 5. 気温（外気温&室温）と水温（取水水温&飼育水温）の推移

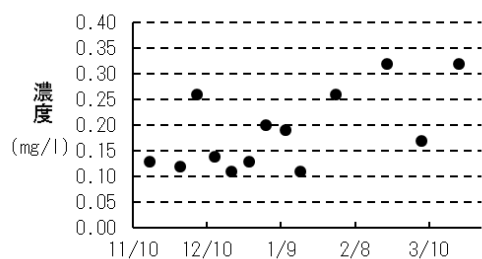


図 6. アンモニア態窒素濃度 ($\text{NH}_3\text{-N}$) の推移 (飼育水槽 M7)

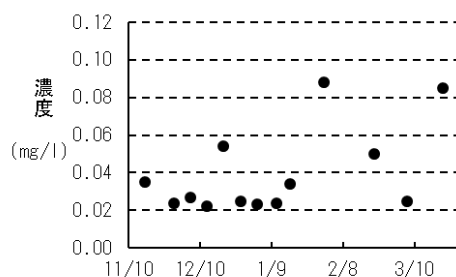


図 7. 亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$) 濃度の推移 (飼育水槽 M7)

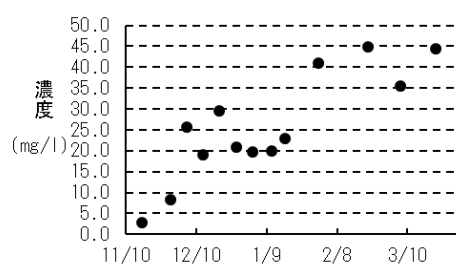


図 8. 硝酸態 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度の推移 (飼育水槽 M7)

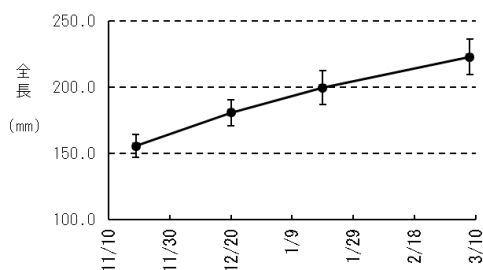


図 9. マハタ稚魚の全長の推移 (飼育水槽 M7)

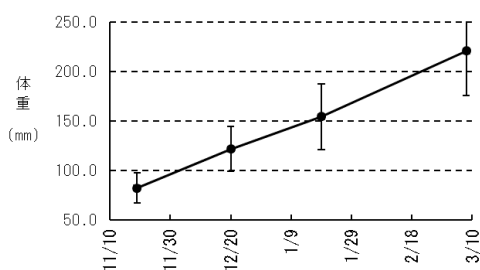


図 10. マハタ稚魚の体重の推移 (飼育水槽 M7)

3. 考察

一次飼育におけるマハタの生残率は 0.5%~4%の範囲で、全体では 1.2%であった (表 2)。飼育期間中、大きなトラブルやへい死の発生はみられなかったにもかかわらず、非常に低い生残率となった。過去には 17~18 日齢に原因不明の大量死の事例²⁾があるが、今年度は特に観察されなかった。ハタ類は共喰いが激しいことが知られており、他県の種苗生産では 50 日齢前後の全長が 25 mm程度の時期に 1 回目の選別を実施し、以降、数回以上の選別を繰り返している³⁾。今年度、その時期の選別が実施できなかったことがその後の生残率の低下に大きく影響を及ぼしたと推察され、適期の選別が共喰いの防止に極めて重要であると考えられた。

本県のマハタ種苗生産は、1年間の飼育を経て平均体重 250g 以上として出荷することとなっている。飼育水槽内には加温設備を有さず、閉鎖循環式システムを導入しており、本システムを活用した高成長の飼育が求められている。冬期間は外気温および取水水温がともに 10℃を下回るため（図 5）、高成長にとって閉鎖循環飼育による適水温の維持が極めて重要な要素である。しかしながら、今のところ完全閉鎖循環飼育は水質維持が非常に難しく、水質の悪化はすなわち摂餌活性の低下やへい死に直結する恐れが強いことから、今年度は 20%換水による半循環飼育を実施した。その結果、水温は概ね 20℃以上を維持することができ（図 5）、マハタの成長も概ね良好に推移した（図 9, 10）。しかしながら、二次飼育期間中、摂餌活性は日毎、水槽毎にバラつきがみられ、特に、飼育後半は水槽ごとの摂餌活性にバラつきが大きかった。このことから、長期飼育において安定した高成長を達成するためには、飼育水中のアンモニア態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度および硝酸態濃度等のモニタリングによって、よりきめ細やかな水質浄化のための部分換水が大切であると考えられる。

4 謝辞

本種苗生産を実施するにあたり、飼育技術について貴重なご助言とご協力をいただいた三重県尾鷲栽培漁業センターの糟谷亨氏、福井県水産試験場の多数の職員に感謝いたします。

5 文献

- 1) 山本 義久・森田哲男・陸上養殖勉強会（2017）：循環式陸上養殖. 緑書房：63-69
- 2) 畑中 宏之・水嶋 亨（2020）：新魚種（ハタ類）養殖用種苗生産技術の開発. 福井県水産試験場報告, 平成 30 年度:163-172
- 3) 糟谷 亨・河村 剛・二郷 卓生（2020）：マハタ種苗生産. 三重県栽培漁業センター（三重県尾鷲栽培漁業センター）事業報告書, 令和元年度：43-46