

野辺地マコガレイ種苗作出試験

村松里美・鈴木亮・吉田雅範

目 的

野辺地産のマコガレイ親魚から種苗の作出試験を行い、種苗放流により陸奥湾系群の資源造成を図る。

材料と方法

1. 種苗生産技術開発

(1) 種苗生産

1) 人工授精

野辺地町漁業協同組合に水揚げされたマコガレイを、約 1 時間かけて当研究所に運搬し親魚として用いた。親魚の負担を軽減するため、海水で湿らせたスポンジを敷いたクーラーボックスに収容し運搬した。

当研究所に親魚を搬入後、直ちに卵および精子を搾出し、乾導法による人工授精を 2 回行った。1 回目（生産回次 1）は、雌 7 尾、雄 9 尾の合計 16 尾を用いて平成 28 年 12 月 9 日に、2 回目（生産回次 2）は、雌 10 尾、雄 5 尾の合計 15 尾を用いて 12 月 21 日に実施した。

1t パンライト水槽 2 面を使用し底面に受精卵を付着させ、積算水温 100℃になるまで 9℃の調温海水を、換水率 2 回転/日のかけ流しで管理した。また、積算温度 40℃以降に無作為に卵をサンプリングし、受精率を求めた。

2) 初期飼育

① 生産回次 1

ふ化した仔魚は容積法で尾数を算出して、30t 円形水槽(海水量 27t)1 面に 28 万尾収容し、低コスト、省力化を目指しマダイやヒラメなどで行われている「ほっとけ飼育」²⁾³⁾を導入し飼育した。

26 日齢まで止水で飼育を行い、27 日齢から調温海水を掛け流して飼育した。調温海水の換水率は 0.1 回転/日で開始し、最終的に 1.5 回転/日まで上げた。飼育水温は、7 日かけて収容時の 11.5℃から 14℃まで昇温させた。止水時は温水循環式ヒーターを使用して水温管理し、注水を開始してから 42 日齢まで、温水循環式ヒーターと調温海水により 14℃を維持した。飼育開始から 37 日齢まで、飼育水槽には、仔魚の壁面への衝突によるへい死軽減とワムシ培養のため、冷蔵高度不飽和脂肪酸強化濃縮淡水クロレラ（クロレラ工業(株)製：ハイグレード生クロレラ V12（以下、HG 生クロレラと称す））を添加した。

止水での飼育期間、飼育水中のアンモニアの吸着、底質改善及び水質改善を目的とし、8 日齢から 24 日齢まで、1 日間隔で貝化石（(株)グリーンカルチャ製：ロイヤルスーパーグリーン）500g を散布した。また、16 日齢に飼育水の 3 分の 1 を 2 時間かけて排水した後に、2 時間かけ調温海水を注水し元の海水量にする水交換を行った。底掃除は、内径 25mm アクリル管を用いサイフォン方式で、変態期に入る前の 26 日齢及び 27 日齢に 1 回目を行い、着底以降は取上げまで、底面の汚れに応じて適宜行った。

成長に伴い、飼育密度を考慮して¹⁾、43 日齢に 20t 円形水槽 1 面、51 日齢に 10t 円形水槽 2 面、角型 2t 水槽 3 面に分槽し飼育した。取り上げ時の生残率は重量法を用いて算出した尾数から推定した。また、体色異常（有眼側白化）の出現率を求めた。

② 生産回次 2

ふ化した仔魚は容積法で尾数を算出して、10t 円形水槽(海水量 8t)1 面に 3 万尾収容し、従来の飼育方法¹⁾で飼育を行った。

飼育水は調温海水を掛け流し、飼育水温を、5日間かけ収容時の12℃から14.5℃まで昇温させ、その水温を維持して飼育した。飼育水の換水率は1回転/日で開始し、39日齢から1.5回転/日に上げた。仔魚のガス病防止策として、調温海水は溶存ガスの過飽和状態を解消するため、微小な気泡の除去が可能な活性炭およびトラベロンフィルターを入れた曝気槽を通して注水した。また、活性炭等に付着した気泡は朝と夕方の2回塩ビパイプ等で突いて除去した。飼育開始から仔魚が着底した38日齢まで、仔魚の壁面への衝突によるへい死を軽減する目的で、飼育水にHG生クロレラを添加した。底掃除は内径25mmアクリル管を用いサイフォン方式で、着底が完了した38日齢に1回目を行い、それ以降取上げまで底面の汚れに応じて適宜行った。

収容尾数が少なかったため収容時の水槽1面のまま、取上げまで飼育した。取り上げ時の生残率は重量法を用いて算出した尾数から推定した。また、体色異常（有眼側白化）の出現率を求めた。

3) 餌料環境

生物餌料は、L型ワムシ奄美株（秋田県水産振興センター由来）およびアルテミア（北米ソルトレイク産）を、配合飼料はおとひめB1・B2（日清丸紅飼料㈱製）を使用した。

表1に生物餌料の栄養強化方法、表1-2に生物餌料の栄養強化量、表2にL型ワムシ給餌量、表3にアルテミア給餌量、表4に配合飼料給餌量を示した。

① ワムシ

生産回次1で実施した「ほっとけ飼育」は、生産魚類の飼育水槽内でワムシの培養と栄養強化を行い、そのまま餌とする方法である。今回は、仔魚が2日齢となった時点で、バッチ培養で得られたワムシ2.5億を飼育水槽内に収容し、定量ポンプを用いてHG生クロレラを1日かけ添加し、ワムシを栄養強化しつつ5億まで増殖させた。HG生クロレラの添加量は、ワムシ1億個体あたり150-300mlとした。

生産回次2では1tアルテミアふ化槽2基に、これまでの80%海水¹⁾ではなく100%海水を注水し、培養水温を19℃に保ち、

HG生クロレラを定量ポンプを用いて1日かけ添加して、粗放連続培養を行った。ワムシは給餌前日に必要量収穫し、500Lアルテミアふ化槽に収容して、表1および表1-2に示した方法で栄養強化を行った。必要量の強化剤インディペプラス（サイエンティック株式会社）を14℃調温海水に入れ、ハンドミキサーで約3分間攪拌し添加した。給餌は午前と午後に1回ずつ行い、昨年度の給餌量を参考¹⁾にして、4日齢から29日齢まで給餌した。

② アルテミア

アルテミアは乾燥卵を27℃の80%海水に収容し45時間かけてふ化させ、給餌前日に必要量を収穫し、

表 1. 生物餌料の栄養強化方法

生産回次：2回次			生産回次：1・2回次		
L型ワムシ			アルテミア		
強化剤：インディペプラス	午前給餌	午後給餌	強化剤：インディペプラス	午前給餌	午後給餌
水温（℃）	14	14	水温（℃）	20	20
強化時刻	16:00	16:00	強化時刻	10:30	10:30
強化量	表1-2参照		強化量	表1-2参照	
再強化時刻	-	9:00	再強化時刻	8:30	8:30
強化時間（h）	17	22.5	強化時間（h）	24	30
給餌時刻	翌9:00	翌13:00	給餌時刻	翌10:30	翌14:30

表 1-2. 生物餌料の栄養強化量

L型ワムシ			アルテミア		
必要量(億個体)	培養水量(L)	強化量(g)	必要量(万個体)	培養水量(L)	強化量(g)
0.1-0.5	200	10	>1500	100	20
0.5-1.0	300	20	1500-2000	200	30
1.0-2.5	500	45	2000-2500	200	40
			2500-3000	300	50
			3000-3500	300	60
			3500-4000	400	70
			4000-4500	500	80
			4500-5000	500	90

表 1 および表 1-2 に示した方法で栄養強化した。強化剤としてインディペプラスを用い、ワムシと同じ方法で添加した。給餌は、午前と午後それぞれ 1 回ずつ行い、昨年度の給餌量を参考¹⁾にして、生産回次 1、2 共に 28 日齢から取上げまで給餌した。

③ 配合飼料

生産回次 1 では 53 日齢から、生産回次 2 では 42 日齢から取上げまで、成長に応じて、配合飼料 5-40g を 1 日 1 回、生物餌料を給餌する前に手撒きで給餌した。

表 2. L 型ワムシ給餌量

区分	生産回次 1		生産回次 2	
			午前給餌	午後給餌
給餌時刻			9 : 00	13 : 30
最大給餌量 (万個体/日)			3,000	1,500
最小給餌量 (万個体/日)	ほっとけ飼育による 連続給餌		1,000	1,000
給餌期間 (日齢)			4-36	
総給餌量 (億個体)			3.4	

表 3. アルテミア給餌量

区分	生産回次 1		生産回次 2	
	午前給餌	午後給餌	午前給餌	午後給餌
給餌時刻	10 : 30	14 : 30	10 : 30	14 : 30
最大給餌量 (万個体/日)	3300	3000	400	400
最小給餌量 (万個体/日)	300	300	100	100
給餌期間 (日齢)	28-104		28-64	
総給餌量 (億個体)	27.4		0.7	

表 4. 配合飼料給餌量

区分	生産回次 1			生産回次 2	
	午前給餌	午前給餌	午後給餌	午前給餌	午後給餌
給餌時刻	8 : 30	6 : 00 9 : 00	12 : 00 16 : 00	8 : 30	—
最大給餌量 (g/日)	575	350	350	15	—
最小給餌量 (g/日)	300	150	150	10	—
給餌期間 (日齢)	53-79	80-168		43-66	
総給餌量 (g)	2,468	45,200		205	

(2) 中間育成

生産回次 1、2 で得られた稚魚 20.5 万尾を、71 日齢 (3 月 1 日) から、30t 円形水槽 1 面、20t 円形水槽 1 面、10t 円形水槽 3 面及び角型 2t 水槽 3 面で飼育した。

ろ過海水が 14℃ 以上に昇温するまでは、調温海水を注水して飼育水温を 12-14℃ に維持した。飼育水の換水率は飼育開始時を 1.5 回転/日とし、成長とともに徐々に 4 回転/日まであげた。

餌は、生物餌料としてアルテミアおよび冷凍コペポダを (1) 種苗生産と同じ方法で給餌し、配合飼料としておとひめ B1、B2 (日清丸紅飼料(株)製)、アンブローズ 400、600 (フィード・ワン(株)製) を、飼育稚魚体重の 5% を目安に、自動給餌器を使用して 4~6 回/日の頻度で給餌した。

稚魚の成長に応じて、適宜分槽や選別、調整放流を行い、収容密度が過密にならないように注意した。

調整放流を行う 1 週間前から、ろ過海水を用いて 1℃ずつ降温し、放流場所の水温と同程度になるように調温してから放流した。飼育水槽は底面の汚れの程度に応じて、適宜内径 25mm のアクリル管を用いサイフォン方式で掃除を行った。

(3) 種苗放流

平成 29 年 3 月 9 日に野辺地漁港内へ調整放流、4 月 27 日に野辺地川周辺の干潟域に無標識放流を行った。また、3 月 30 日に 1 歳魚、6 月 6 日に当歳魚を干潟域に標識放流（腹鰭抜去）した。

結 果

1. 種苗生産技術開発

(1) 種苗生産

1) 人工授精

表 5 に供試魚と採卵（精）結果、表 6 に人工授精結果について示した。

生産回次 1 では雌 4 尾から合計 369g を採卵、雄 9 尾から 66g を採精し、人工授精により 64.6 万粒（受精率 87.6%）の受精卵を得た。総受精卵数 64.6 万粒からふ化仔魚 35.2 万尾（ふ化率 54.4%）を生産し、うち 27.5 万尾を種苗生産に用いた。

生産回次 2 では雌 3 尾から合計 342g を採卵、雄 4 尾から 20g を採精し、人工授精により 43.0 万粒（受精率 62.9%）の受精卵を得た。総受精卵数 43.0 万粒からふ化仔魚 3.5 万尾（ふ化率 8.1%）を生産し、うち 3.0 万尾を種苗生産に用いた。

表 5. 供試魚と採卵（精）結果

生産回次	採卵年月日	親魚(雌)		親魚(雄)		使用尾数採卵(精)尾数		採卵重量(g)	採精重量(g)
		全長(mm)	体重(g)	全長(mm)	体重(g)	♀:♂(尾)	♀:♂(尾)		
1	H28.12.9	281-387	305-834	244-330	234-489	7 : 9	4 : 9	369	66
2	H28.12.21	272-360	242-614	253-285	216-318	10 : 5	3 : 4	342	20

表 6. 人工授精結果

生産回次	採卵数(万粒)	受精率(%)	受精卵数(万粒)	ふ化仔魚数(万尾)	ふ化率(%)	種苗生産に用いた仔魚数(万尾)
1	73.8	87.6	64.6	35.2	54.4	27.5
2	64.2	62.9	43.0	3.5	8.1	3.0
合計	138		107.6	38.7		30.5

2) 初期飼育

表 7 にマコガレイ種苗生産結果、図 1 にほっとけ飼育による L 型ワムシ培養結果について示した。

① 生産回次 1

ふ化仔魚 27.5 万尾を用いて種苗生産を行い、平成 29 年 3 月 1 日に取上げた結果、70 日間の飼育で平均全長 15.5mm、18.2 万尾の稚魚が得られ、生残率は 66.2%であった。有眼側白化個体の出現率は 10.2%と、

平成 27 年度¹⁾と比べると若干高い結果であった。

ほっとけ飼育によるワムシ培養は、31 日間で最大 18.9 億個体、最小 2.7 億個体、平均 9.4 億個体で推移した。

② 生産回次 2

ふ化仔魚 3.0 万尾を用いて種苗生産を行い、平成 29 年 3 月 1 日に取上げた結果、55 日間の飼育で平均全長 15.0mm、2.5 万尾の稚魚が得られ、生残率は 83.3%であった。有眼側白化個体の出現率は 2.6%と例年と比べかなり低い結果であった。

表 7. マコガレイ種苗生産結果

回次	飼育水温 (°C)	飼育期間 (日間)	収 容		取 上		生残率 (%)		
			收容日	尾数 (万尾)	平均全長 (mm)	取上日		尾数 (万尾)	平均全長 (mm)
1	11.5-14.5	70	H28.12.20	27.5	4.2	H29.3.1	18.2	15.5	66.2
2	11.0-14.0	55	H29.1.4	3.0	4.4	H29.2.28	2.5	15.0	83.3
計 (平均)				30.5	(4.3)		20.7	(15.3)	(73.8)

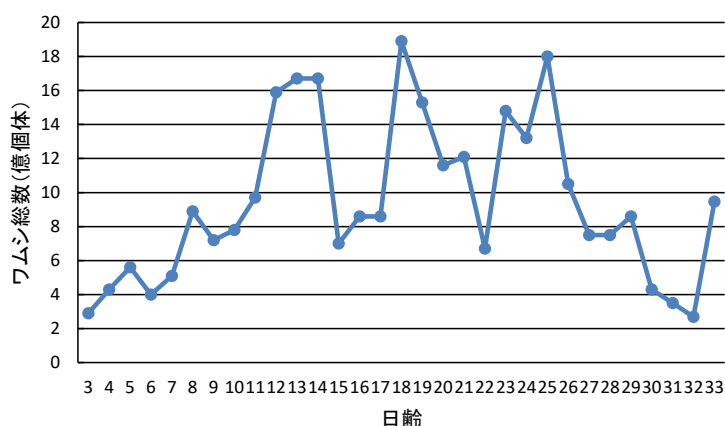


図 1. ほっとけ飼育による L 型ワムシ培養結果

(2) 中間育成

表 8 にマコガレイ中間育成結果を示した。

① 生産回次 1

種苗生産で得られた稚魚 18.2 万尾を用いて、平成 29 年 3 月 1 日から陸上水槽を用いて中間飼育を開始した。生産回次 1-1 は 8 日間、生産回次 1-2 は 29 日間、生産回次 1-3 は 57 日間、生産回次 1-4 は 97 日間中間育成を行い、それぞれの生残尾数は 5.78 万尾 (平均全長 9.0-17.9mm)、5.85 万尾 (平均全長 20.7-21.5mm)、2.20 万尾、2.40 万尾 (平均全長 35.9-45.2mm) で、計 16.23 万尾、平均生残率は 86.8%であった。

② 生産回次 2

種苗生産で得られた稚魚 2.0 万尾を用いて、平成 29 年 2 月 28 日から陸上水槽を用いて中間育成を開始した。9 日間中間育成し、生残尾数は 1.9 万尾 (平均全長 17.2mm) で、生残率は 95.0%であった。

表 8. マコガレイ中間育成結果

生産 回次	開 始			終 了				生残率 (%)	
	年月日	平均全長 (mm)	尾数 (万尾)	使用水槽	年月日	飼育期間 (日)	平均全長 (mm)		生残尾数 (万尾)
1-1				10t・1面 5t・2面 2t・3面	H29.3.9	8	9.0-17.9	5.78	86.8
1-2	H29.3.1	15.5	18.2	30t・1面 20t・1面	H29.3.30	29	20.7-21.5	5.85	
1-3				20t・1面	H29.4.27	57	-	2.20	
1-4				20t・1面 10t・1面	H29.6.6	97	35.9	2.00	
				10t・1面	H29.6.6	97	45.2	0.40	
2	H29.2.28	16.0	2.0	10t・1面	H29.3.9	9	17.2	1.90	95.0
合計			20.2					18.13	89.7

(3) 放流技術開発

表 9 にマコガレイ放流結果を示した。

平成 29 年 3 月 9 日に、当歳魚 7.68 万尾を野辺地漁港内へ調整放流した。3 月 30 日に、当歳魚 5.85 万尾および腹鰭抜去を行った 1 歳魚 850 尾を野辺地川の干潟域に放流した。4 月 27 日に、当歳魚 2.20 万尾、6 月 6 日に当歳魚 2.00 万尾および腹鰭抜去を行った当歳魚 3,673 尾を、野辺地川の干潟域に放流した。平成 28 年度の合計放流尾数は無標識魚 17.73 万尾、標識魚 4,523 尾であった。

表 9. マコガレイ放流結果

生産 回次	放流 年月日	平均全長 (mm)	放流尾数 (万尾)	標識尾数 (万尾)	標識種類
1	H29.3.9	9.0-17.9	5.78	調整放流	なし
	H29.3.30	20.7-21.5	5.85	0	なし
	H29.4.27	-	2.20	0	なし
	H29.6.6	35.9	2.00	0	なし
		45.2	0.40	(3,673)	腹ヒレ抜去
2	H29.3.9	17.2	1.90	調整放流	なし
合計			18.13	0.36	

考 察

今回、アルテミアの給餌期間が例年より長くなった¹⁾。これは、配合飼料の開始時期が遅くなったことで、配合飼料へ完全切り替えが上手くいかなかったことが原因と考えられた。配合飼料への切り替えが遅くなれば餌料コストが高くなってしまっただけでなく、生残率低下にも繋がるため、次年度はアルテミアの給餌期間を短くし配合飼料への完全移行を早めることが必要である。

本県においてマコガレイの種苗生産では初の試みであるほっとけ飼育を行ったところ、陸奥湾系群（野辺地産）の種苗生産で過去最高の取上げ尾数、生残率となったとともに、ワムシの培養および栄養強化のための収穫作業、給餌作業および栄養強化槽の洗浄、底掃除の回数などの面で省力化になった。再度ほっとけ飼育の有効性を検証するため、次年度以降も引き続き実施する必要がある。

文 献

- 1) 高橋進吾・鈴木亮（2016）放流効果調査事業（マコガレイ）. 青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 平成 27 年度, 481-484.
- 2) 栗田守人・近藤徹郎（2011）マダイ種苗生産におけるほっとけ飼育技術の有効性の検討. 島根県水産技術センター研究報告第 3 号, 33-40
- 3) 友田努・團重樹・小谷口正樹（2011）マダラ飼育における低コスト・省力化および安定生産への取組み. 日本海リサーチ&トピックス, 8, 11-13.