

# 車力マコガレイ種苗作出試験

村松里美・鈴木亮・吉田雅範

## 目 的

つがる市車力産のマコガレイ親魚から種苗の作出試験を行い、種苗放流により日本海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) 人工授精

車力漁業協同組合に水揚げされたマコガレイを、約 1.5 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。

人工採卵は 2 回行い、1 回目は、2019 年 4 月 1 日に当研究所へ雌 16 尾、雄 8 尾の合計 24 尾の親魚を搬入後、直ちに卵および精子を搾出し、乾導法による人工授精を行った（生産回次 1）。2 回目は同年 4 月 8 日に、1 回目と同様に、当研究所へ雌 13 尾、雄 1 尾の合計 14 尾の親魚を搬入後、1 回目の採精後に畜養していた 2 尾も用いて、直ちに乾導法による人工授精を行った（生産回次 2）。

生産回次 1 の採卵によって得られた卵 122.9 万粒と生産回次 2 の採卵によって得られた卵 145.3 万粒は受精後に、目合 560 $\mu$ m ポリエチレンネット、外径 16mm 塩ビパイプで作製した 55 $\times$ 55cm 枠のふ化盆（図 1）に付着させ、1t パンライト水槽内に垂下して、積算水温 80 $^{\circ}$ C になるまで 5.3–9.5 $^{\circ}$ C の濾過海水を、換水率 2 回転/日で掛け流して管理した。積算温度 80 $^{\circ}$ C 時にふ化盆を飼育水槽へ移動し、飼育水槽内でふ化させた。

各生産回次で積算温度 40 $^{\circ}$ C 以降に無作為に卵をサンプリングし受精率を求め 1 日齢時に魚体測定を行った。



図 1. ふ化盆（枠 55 $\times$ 55cm 目合 560 $\mu$ m）

#### (2) 種苗生産

##### 1) 飼育環境

###### ① 生産回次 1

30t 円形水槽（海水量 27t）1 面に 36.0 万尾収容し、平成 29 年度車力マコガレイ種苗作出試験<sup>2)</sup>から導入した「ほっとけ飼育」を行った。

飼育開始から 22 日齢まで止水で飼育を行い、23 日齢から調温海水を掛け流して飼育した。換水率は 10% / 日で開始し、最終的に 150% / 日まで上げた。収容時に 10.9 $^{\circ}$ C であった飼育水温を、6 日かけて 14 $^{\circ}$ C 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 36 日齢まで、温水循環式ヒーターと調温海水により 14 $^{\circ}$ C を維持した。飼育開始から 41 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㈱製：ハイグレード生クロレラ V12（以下、HG 生クロと称す））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、7 日齢から 20 日

齢まで、1日間隔で貝化石（㈱グリーンカルチャア製：ロイヤルスーパーグリーン）500gを散布した。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22日齢及び23日齢に1回目の底掃除を行い、着底以降は取上げまで、底面の汚れに応じて適宜底掃除を行った。また、重量法で取り上げ時の生残尾数を推定した。

## ② 生産回次2

10t円形水槽（海水量8t）でふ化した仔魚26.2万尾を使用して、従来の飼育方法で飼育を行った。

飼育開始から取上げまで調温海水を掛け流して飼育した。換水率は100%/日で開始し、最終的に180%/日まで上げた。仔魚のガス病予防策として、調温海水内の溶存ガスを取り除くため、微小な気泡の除去が可能な活性炭及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45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生クロを添加した。内径25mmアクリル管を用いて、サイフォン方式で、取上げまで底面の汚れに応じて適宜底掃除を行った。

## 2) 餌料環境

生物餌料として使用したワムシはL型奄美株（秋田県水産振興センター由来）、アルテミアは北米ソルトレイク産を使用した。配合飼料についてはアンブローズ100・200・600（フィード・ワン㈱製）を使用した。

表1-1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に種苗生産期のアルテミア給餌量、表4に種苗生産期の配合飼料給餌量を示した。

### ① ワムシ

生産回次1ではマコガレイ仔魚が3日齢時に、バッチ培養で得られたL型ワムシ3.2億個体を飼育水槽内に收容し、ほっとけ飼育を行った。また、14日齢時にも4.0億個体を飼育水槽内へ收容した。ほっとけ飼育におけるワムシ培養の餌料および栄養強化剤として、HG生クロを使用した。1日分の餌料であるHG生クロは300mlを淡水で4Lまで希釈し、定量ポンプ（㈱イワキ製：電磁定量ポンプEHN型コントローラーRベシクタイプ）を用いて24時間連続給餌した。

生産回次2では1tワムシ培養槽2基を用いて、100%海水を2.8mL/sで注水し、培養水槽19℃で粗放連続培養を行った。ワムシの培養には、1日分の餌料であるHG生クロ400mLを淡水で4Lまで希釈し、定量ポンプを用いて24時間連続給餌した。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收容して、表1-1及び表1-2に示した方法で栄養強化を行った。強化剤として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㈱製：スーパー生クロレラV12）を淡水で1Lまで希釈し、点滴式で2時間かけ添加した。給餌頻度は、午前と午後に各1回ずつとし、2日齢から45日齢までとした。

### ② アルテミア

アルテミアは乾燥卵を28℃の80%海水に收容し45時間かけてふ化させ、給餌前日に必要量を収穫し、表1-1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（サイエンティック㈱）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。給餌頻度は、午前と午後に各1回ずつとし、生産回次1で20日齢から取上げまでとした。生産回次2では、25日齢から取上げまでとした。

### ③ 配合飼料

生産回次1では43日齢から取上げまで、成長に応じて、配合飼料10-20gを1日2回、生物餌料を給餌する前に手撒きで給餌した。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5-10g1日2回、生物餌料を給餌する前に手撒きで給餌した。

また、58日齢からは自動給餌器を用いて、1日3回の合計で72gを給餌するようセットした。

表 1-1. 生物餌料の栄養強化方法

生産回次：1回次	L型ワムシ		生産回次：1・2回次	アルテミア	
強化剤：SV12	午前給餌	午後給餌	強化剤：インディハプラス	午前給餌	午後給餌
水温（℃）	14	14	水温（℃）	20	20
強化時刻	10:30	16:00	強化時刻	10:30	16:00
強化量	表1-2参照		強化量	表1-2参照	
再強化時刻	翌8:30	—	再強化時刻	翌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

\* SV12＝スーパー生クロレラV12の略称

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(ml)	必要量(万個体)	培養水量(L)	強化量(g)	再強化量(g)
0.1-0.5	200	50	>1500	100	10	5
0.5-1.0	300	150	1500-2000	200	20	10
			2000-2500	200	30	15
			2500-3000	300	40	20
			3000-3500	300	50	25
			3500-4000	400	60	30
			4000-4500	400	70	35
			4500-5000	500	80	40
			5000-5500	500	90	45
			6000<	500	100	50

表 2. L型ワムシ給餌量

区分	生産回次 1	生産回次 2	
	連続給餌	通常飼育	
ワムシ種類	L型奄美株		
給餌時刻		9:00	13:30
最大給餌量（万個体/日）	ほっとけ飼育 による連続給餌	2,000	2,000
最小給餌量（万個体/日）		400	400
給餌期間（日齢）	5-22	2-45	
総給餌量（億個体）	—	11.4	

表 3. 種苗生産期のアルテミア給餌量

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)	1,000	1,000	500	500
最小給餌量 (万個体/日)	300	300	10	10
給餌期間 (日齢)	20-57		25-57	
総給餌量 (億個体)	4.5		1.4	

表 4. 種苗生産期の配合飼料給餌量

区分	生産回次1	生産回次2
	手まき給餌	手まき給餌
給餌時刻	8 : 30 13 : 30	8 : 30 13 : 30
最大給餌量 (g/日)	20	10
最小給餌量 (g/日)	10	5
給餌期間 (日齢)	43-57	42-57
総給餌量 (g)	160	100

## (3) 中間育成

表 5 に中間育成期のアルテミア給餌量、表 6 に中間育成期の配合飼料給餌量を示した。

生産回次 1 と生産回次 2 で得られた稚魚合計 4.7 万尾のうち、1.4 万尾を 10t 円型水槽 2 面で中間育成を行った。

調温海水をかけ流して飼育水温 14℃を維持し、濾過海水が 14℃台になった時点で切換え、濾過海水のみを掛け流して稚魚を飼育した。換水率は 180%/日で開始し、稚魚の成長とともに徐々に 400%/日まで上げた。

生物餌料としてアルテミアを給餌した。配合飼料としてアンブローズ 200・400・600・800(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 3~4 回/日の頻度で給餌した。

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。

表 5. 中間育成期のアルテミア給餌量

区分	生産回次1・2	
	午前給餌	午後給餌
給餌時刻	10 : 30	14 : 30
最大給餌量 (万個体/日)	500	500
最小給餌量 (万個体/日)	300	300
給餌期間 (日齢)	58-74	
総給餌量 (億個体)	2.7	

表 6. 中間育成期の配合飼料給餌量

区分	生産回次1・2		
	自動給餌		
給餌時刻	8 : 00	13 : 00	16 : 00
最大給餌量 (g/日)	600		
最小給餌量 (g/日)	16		
給餌期間 (日齢)	58-177		
総給餌量 (g)	12,862		

2. 放流技術開発

2019年10月10日に車力漁港内へ放流した。

結 果

1. 種苗生産技術開発

(1) 人工授精

表7に供試魚と採卵、採精結果、表8に人工授精結果を示した。

生産回次1では雌3尾から合計614.5gを採卵、雄3尾から採精し、乾導法によって122.9万粒の受精卵を得た。総受精卵98.3万粒(受精率80.0%)から、ふ化仔魚36.0万尾(ふ化率36.6%)を得て、全尾数を種苗生産に用いた。また、生産回次2では雌4尾から合計726.5gを採卵、雄2尾から採精し、乾導法によって145.3万粒の受精卵を得た。総受精卵58.8万粒(受精率40.5%)から、ふ化仔魚26.2万尾(ふ化率44.6%)を得て、全数を種苗生産に用いた。

表 7. 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 ♀ : ♂ (尾)	採卵(精)尾数 ♀ : ♂ (尾)	採卵重量 (g)
		全長 (mm)	体重 (g)	全長 (mm)	体重 (g)			
1	2019/4/1	315-449	431-1,220	215-345	267-546	16 : 8	3 : 3	614.5
2	2019/4/8	265-420	240-1,209	282-332	274-420	13 : 3*	4 : 2	726.5

\*3尾のうち、2尾は1回目採精後に畜養していた雄

表 8. 人工授精結果

生産回次	卵管理方法	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	ふ化盆	122.9	80.0	98.3	36.0	36.6	36.0
2	ふ化盆	145.3	40.5	58.8	26.2	44.6	26.2
<b>合計 (平均)</b>		<b>268.2</b>	<b>(60.3)</b>	<b>157.1</b>	<b>62.2</b>	<b>(40.6)</b>	<b>62.2</b>

(2) 種苗生産

表 9 にマコガレイ種苗生産結果について示した。

1) 生産回次 1

ふ化仔魚 36.0 万尾を用いて、ほっとけ飼育により種苗生産を行い 2019 年 6 月 11 日に取上げた結果、57 日間の飼育で平均全長 15.6mm、4.6 万尾の稚魚が得られ、生残率は 12.8%であった。同じ飼育方法を行った昨年度車力マコガレイ種苗作出試験<sup>3)</sup>の結果と比較し、平均全長は同程度だったが、生残率は低い結果であった。また、過去 5 か年平均の生残率 32.9%、平均全長 18.4mm と比較すると、生残率及び平均全長とも小さかった。

2) 生産回次 2

ふ化仔魚 26.2 万尾を用いて、従来の飼育方法で飼育を行い、2019 年 6 月 12 日に取上げた結果、57 日間の飼育で平均全長 15.6mm、0.1 万尾の稚魚が得られ、生残率は 0.4%であった。

表 9. マコガレイ種苗生産結果

生産年	生産回次	飼育方法	水槽規模 (トン)	平均飼育水温 (°C)	飼育期間 (日間)	収 容			取 上			生残率 (%)
						ふ化日	尾数 (万尾)	平均全長 (mm)	取上日	尾数 (万尾)	平均全長 (mm)	
2019	1	ほっとけ飼育	30	14.3	57	4/13	36.0	4.3	6/11	4.6	15.6	12.8
	2	通常飼育	10	18.4	57	4/18	26.2	4.0	6/12	0.1	15.6	0.4
<b>計 (平均)</b>							<b>62.2</b>	<b>(4.2)</b>		<b>4.7</b>	<b>15.6</b>	<b>6.6</b>
2018		ほっとけ飼育	30				30.0	3.8		5.0	15.8	16.7
		半粗放的飼育	20				25.0	4.5		-	-	-
過去5か年平均											18.4	32.9

(3) 中間育成

表 10 にマコガレイ中間育成結果を示した。

1) 生産回次 1、2

生産回次 1 及び 2 の種苗生産で得られた稚魚合計 4.7 万尾を 4mm の選別器で選別し、平均全長 16.5mm の 1.4 万尾を用いて、2019 年 6 月 12 日から 10t 円形水槽 2 面で中間育成を開始した。120 日間中間育成を行い、平均全長 73.2mm の放流種苗 0.4 万尾を作出し、平均生残率は 28.6%であった。

表 10. マコガレイ中間育成結果

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)	
2019/6/12	16.5	1.4	10t・2面	10/10	120	73.2	0.4	28.6
<b>合計</b>		<b>1.4</b>					<b>3.7</b>	<b>28.6</b>

(4) 放流技術開発

表 11 にマコガレイ放流結果を示した。

生産回次 1 及び 2 の種苗生産で得られた稚魚合計 4.7 万尾を、4mm の選別器を用いて選別し、網から抜けた平均全長 13.9mm の 3.3 万尾は、調整放流として 2019 年 6 月 13 日に車力漁港内に放流した。残った稚

魚を中間育成し、2019年10月10日に平均全長73.2mmの0.4万尾を車力漁港内へ放流した。

表 11. マコガレイ放流結果

放流 年月日	日齢 (日齢)	平均全長 (mm)	放流尾数 (万尾)	放流場所
2019/6/13	59	13.9	3.3	車力漁港
2019/10/10	178	72.3	0.4	車力漁港

## 考 察

青森県栽培漁業基本計画（以下、基本計画）の年間目標生産尾数及びサイズは8.0万尾、全長30mmであり、日本海の実績生産尾数は4.7万尾、平均全長は15.6mmであった。基本計画では、全海域で8万尾の放流を目標としているので、陸奥湾での生産尾数と合計すると64.6万尾となり、目標以上であったが、サイズは目標以下であった。基本計画の年間目標放流尾数及びサイズは5.0万尾、全長30-80mmであり、日本海の実績放流尾数は全体で3.7万尾、平均全長は15.6-73.2mmであった。基本計画では、全海域で5万尾を目標としているので、陸奥湾の放流尾数と合計すると16.6万尾となり、目標以上であったが、サイズは目標以下となった。今後も引き続き、マコガレイ資源増大のため基本計画に則したマコガレイ種苗の生産試験を行っていく必要がある。

昨年度に引き続き「ほっとけ飼育」を行ったが、2018年度日本海系群（車力産）及び2018年度陸奥湾系群（野辺地産）と比較し、取上げ尾数及び生残率ともに下回った。取上げまでの餌料状況を比較したところ、本試験では、ワムシの給餌期間が短く、次の餌料段階であるアルテミアへの切り替えが、例年と比較し早かったために、小さい個体がアルテミアを食べられず餌不足となり大量減耗につながったものと考えられた。

表 12. ワムシ給餌期間、取上げ尾数、生残率の比較

	ワムシ給餌期間 (日齢)	取上げ尾数 (万尾)	生残率(%)
2019車力産	3-22	4.7	12.8
2018車力産	4-31	5.0	16.7
2018野辺地産	3-41	13.0	49.1

## 文 献

- 1) 村松里美・鈴木亮・吉田雅範（2019）車力マコガレイ種苗作出試験．青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，平成30年度
- 2) 村松里美・鈴木亮・吉田雅範（2019）野辺地マコガレイ種苗作出試験．青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告，平成30年度