

# 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、平成 30 年 4 月 2 日に当研究所へ雌 10 尾、雄 6 尾の合計 16 尾の親魚を搬入後、直ちに卵および精子を搾出し、乾導法<sup>1)</sup>による人工授精を行った（生産回次 1）。2 回目は同年 4 月 6 日に、1 回目と同様に、当研究所へ雌 6 尾、雄 4 尾の合計 10 尾の親魚を搬入後、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 の人工授精によって得られた卵 127.5 万粒と生産回次 2 の人工授精によって得られた卵 51.8 万粒は目合 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）に附着させ、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、1 日齢時にふ化数を夜間計数によって求めた。

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 30 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 25 日齢まで止水で飼育を行い、26 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 11.1 $^{\circ}$ 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 58 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 38 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、6日齢から25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26日齢及び27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

20t円形水槽（海水量15t）でふ化した仔魚25.0万尾を使用して、平成29年度野辺地マコガレイ種苗作出試験から導入した「ワムシ収穫槽利用飼育」<sup>3)</sup>（以下、半粗放的飼育）で飼育を行った。

ワムシの粗放連続培養には500Lアルテミアふ化槽（以下、ワムシ培養槽）を使用し、ワムシ収穫槽に見立てた20t円形の仔魚飼育水槽に隣接させた。3日齢からワムシ培養槽と仔魚飼育水槽との間を内径8mmのホースで連結し、ワムシをサイフォン方式で培養水とともに連続的に飼育水槽へ供給した。仔魚の飼育開始から、従来飼育<sup>4)</sup>と同様に11-24℃調温海水を、0-41日齢までは換水率100%/日で掛け流し、飼育水槽内の水温が7日かけて11.6℃から14℃になるよう調整した。飼育開始から飼育水槽には、仔魚の壁面への衝突によるへい死軽減のため、HG生クロを添加した。なお、この飼育方法では、1~2週間に1回、培養槽のワムシの植え継ぎを行う必要がある。

変態期に入る前の30日齢から31日齢にかけて、内径25mmアクリル管を用いサイフォン方式で1回目の底掃除を行い、着底から取上げまでは、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生産回次1でL型奄美株（秋田県水産振興センター由来）を、生産回次2でS型八重山株（青森県栽培漁業振興協会由来）を、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4日齢時に、バッチ培養で得られたL型ワムシ2.7億個体を飼育水槽内に収容し、ほっとけ飼育を行った。また、18日齢時にも2.0億個体を飼育水槽内へ収容した。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、700ml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ではマコガレイがふ化を開始する前に、S型ワムシ7,500万個体をワムシ培養槽に収容した。ふ化後1日齢から100%海水を51.8L/日注水し、粗放連続培養に移行して連続給餌を行った。培養水温は、1kW電熱線ヒーターを用いて20℃を維持した。半粗放的飼育におけるワムシ培養用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。

### ② アルテミア

アルテミアは乾燥卵を28℃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、午前と午後各1回ずつとし、昨年度の給餌量を参考<sup>2)</sup>にして、生産回次1で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 39 日齢から取上げまで、成長に応じて、配合飼料 5-50g を 1 日 1 回、生物餌料を給餌する前に手撒きで給餌した。また 61 日齢からは自動給餌器を用いて、1 日 3 回の合計で 90g 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：インデイプラス	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	-	翌9:00	再強化時刻	翌8:30	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)
0.1-0.5	200	50	>1500	100	20
0.5-1.0	300	150	1500-2000	200	30
			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 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	粗放連続培養
ワムシ種類	L型奄美株	L型奄美株
給餌時刻		
最大給餌量（万個体/日）	ほっとけ飼育 による連続給餌	半粗放的飼育 による連続給餌
最小給餌量（万個体/日）		
給餌期間（日齢）	5-31	0-22
総給餌量（億個体）	-	-

表 3. 種苗生産期のアルテミア給餌量

区分	生産回次1	
	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)	550	550
最小給餌量 (万個体/日)	200	200
給餌期間 (日齢)	68-89	
総給餌量 (億個体)	14,700	

表 4. 種苗生産期の配合飼料給餌量

区分	生産回次1	
	手まき給餌	自動給餌
給餌時刻	08 : 30 14 : 30	8:00 13 : 00 16 : 00
最大給餌量 (g/日)	25	90
最小給餌量 (g/日)	5	90
給餌期間 (日齢)	63-65	
総給餌量 (g)	1,460	450

## (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 で得られた稚魚 1.0 万尾を、30t 円型水槽 1 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 (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	
	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)	550	550
最小給餌量 (万個体/日)	200	200
給餌期間 (日齢)	68-89	
総給餌量 (億個体)	14,700	

表 6. 中間育成期の配合飼料給餌量

区分	生産回次1
	自動給餌
給餌時刻	08:00 11:00 13:00 16:00
最大給餌量 (g/日)	330
最小給餌量 (g/日)	120
給餌期間 (日齢)	68-138
総給餌量 (g)	18,765

## 2. 放流技術開発

平成 30 年 8 月 31 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 8 尾から合計 1,719g を採卵、雄 4 尾から合計 44.5g を採精し、乾導法によって 127.5 万粒の卵を得た。総受精卵 80.7 万粒（受精率 63.2%）から、ふ化仔魚 30.0 万尾（ふ化率 37.1%）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 2 尾から合計 189g を採卵、雄 2 尾から合計 7g を採精し、乾導法によって 51.8 万粒の卵を得た。総受精卵 37.3 万粒（受精率 72.0%）から、ふ化仔魚 25.0 万尾（ふ化率 67.0%）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	H30.4.2	325-428	537-1,413	278-324	258-488	10:6	8:4	1,719	44.5
2	H30.4.6	312-402	378-642	319-334	257-488	6:4	2:2	189	7

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 <sup>*1</sup>	127.5	63.2	80.7	30.0	37.1	30.0
2	ふ化盆	51.8	72.0	37.3	25.0	67.0	25.0
<b>合計 (平均)</b>		<b>179.3</b>	<b>(67.6)</b>	<b>118</b>	<b>55</b>	<b>(52.0)</b>	<b>55.0</b>

\*1 ふ化盆：55×55cm枠（560μm目合いのネット）にマコガレイ卵を均等に付着させ、管理する方法。

(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 30 万尾を用いて、ほっとけ飼育により種苗生産を行い平成 30 年 6 月 20 日に取上げた結果、68 日間の飼育で平均全長 15.8mm、5.0 万尾の稚魚が得られ、生残率は 16.7%であった。同じ飼育方法を行った平成 29 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、平均全長はやや大きかったが、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 33.4%、平均全長 21.9mm 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 25.0 万尾を用いて、半粗放的飼育により種苗生産を行った結果、22 日齢に大量へい死が起こり、取り上げを行う前に試験終了となった。

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)
H30	1	ほっとけ飼育	30	16.6	68	H30.4.13	30.0	3.8	H30.6.20	5.0	15.8	16.7
	2	半粗放的飼育	20	17	22	H30.4.15	25.0	4.5	-	-	-	-
<b>計 (平均)</b>							<b>55.0</b>	<b>(4.1)</b>		<b>5.0</b>	<b>15.8</b>	<b>16.7</b>
H29		ほっとけ飼育	30				30.0	4.2		10.0	13.3	33.3
		従来飼育	10				46.5	4.2		23.9	13.5	51.4
過去5か年 平均			10								21.9	33.4

(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

種苗生産で得られた稚魚 5.0 万尾を用いて、平成 30 年 6 月 20 日から 30t 円型水槽及び 20t 円形水槽 1 面で中間飼育を開始した。70 日間中間育成を行い、平均全長 42.9mm の放流種苗 1.0 万尾を作出し、平均生残率は 20.0%であった。

表 10. マコガレイ中間育成結果

生産回次	開 始			使用水槽	終 了			生残率 (%)	
	年月日	平均全長 (mm)	尾数 (万尾)		年月日	飼育期間 (日)	平均全長 (mm)		生残尾数 (万尾)
1	H30.6.20	15.8	5.0	30t・1面 20t・1面	H30.8.31	70	42.9	1.0	20.0
<b>合計</b>			<b>5.0</b>					<b>1.0</b>	<b>20.0</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 の種苗を、平成 30 年 8 月 31 日に平均全長 42.9mm で 1.0 万尾を車力漁港内へ放流した。

表 11. マコガレイ放流結果

生産回次	放流年月日	日齢 (日齢)	平均全長 (mm)	放流尾数 (万尾)	放流場所	放流尾数 合計 (万尾)
1	H30.8.31	138	42.9	1.0	車力漁港	1.0

## 考 察

青森県栽培漁業基本計画（以下、基本計画）の目標生産尾数及びサイズは 8.0 万尾、全長 30mm であり、平成 30 年度の実績生産尾数は 5.0 万尾、平均全長は 15.8mm 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、日本海での生産尾数と合計すると 16 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。基本計画の目標放流尾数及びサイズは 5.0 万尾、全長 30-80mm であり、平成 30 年度の実績放流尾数は全体で 1.0 万尾、平均全長は 42.9mm 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、日本海の放流尾数と合計すると 6 万尾となり、目標以上であったが、サイズは概ね基本計画に準ずる結果となった。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っ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、平成 29 年度日本海系群（車力産）及び平成 29 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。この原因として、ふ化後 18 日齢時に、ワムシの増殖量がマコガレイ仔魚に必要な給餌量を下回り、一時的に餌不足となったため、栄養不足が原因で大量減耗を起こしたものと考えられた。また、配合飼料に切り替えた後のへい死が目立ったことから、ワムシ及びアルテミアといった生物餌料を止めて、配合飼料に切り替えるタイミングが悪かったため、仔魚が生物餌料から配合飼料に移行することが出来ず、餌不足になってしまったことが原因であると考えられた。

平成 29 年度陸奥湾系群（野辺地産）から導入した「半粗放的飼育」では、ふ化後 22 日齢に仔魚が大量減耗により、中間育成に至らなかった。この飼育方法では、ワムシの培養槽管理のため、1~2 週間に 1 度のペースで培養槽の植え継ぎを行うが、その際、およそ丸 1 日、仔魚にワムシが給餌されない日が発生し、大量へい死に繋がったと考えられた。次年度は、作業工程の確認を徹底し改善を図り、安定生産に繋げる。

今後、適正なワムシの量とマコガレイ仔魚密度の把握、省力化の有効性を検証するため、次年度以降も引き続き試験を実施する必要がある。

## 文 献

- 1) 小林哲夫（2009）日本サケ・マス増殖史．北大出版会，札幌，305.
- 2) 村松里美・鈴木亮・吉田雅範（2018）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 29 年度，428-435.
- 3) 村松里美・鈴木亮・吉田雅範（2018）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 29 年度，420-427.