

省力・省コスト型種苗生産システム開発事業

柳谷 智・菊谷尚久・鈴木 亮・尾鷲政幸

目 的

栽培漁業の推進を図るため、ワムシ連続培養技術を用いた省力・省コストの種苗生産技術を開発する。

材料と方法

1. ワムシ安定培養技術開発試験

1) 安定粗放連続培養技術確立試験(1回目)

試験期間 平成 21 年 4 月 1 日から 7 月 16 日まで

供試ワムシ 2 月 14 日に(独)水産総合研究センター能登島栽培漁業センターから譲り受けた L 型ワムシ(小浜株)を当研究所で植継培養したもの

培養水槽 5t 円形水槽

培養水温 チタンヒーターで加温し、水温 18℃に調節

培養希釈海水 ろ過海水を 3 μ m、1 μ m フィルターで処理した海水と水道水で 60%希釈海水に調節

注水方法 海水、水道水をそれぞれかけ流し

通気方法 エアーストーン 4 から 8 個

餌料 6 月 4 日(64 日目)まで冷蔵濃縮淡水クロレラ(クロレラ工業(株)製:生クロレラ V12)を給餌した。6 月 5 日(65 日目)から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:スーパー生クロレラ V12)と冷蔵濃縮淡水クロレラを同量混合して給餌

給餌方法 6 月 8 日(68 日目)まで朝、夕 2 回給餌し、6 月 9 日(69 日目)から定量ポンプで自動給餌

2) 安定粗放連続培養技術確立試験(2回目)

試験期間 平成 21 年 11 月 6 日から 12 月 7 日まで

供試ワムシ 11 月 5 日に(独)水産総合研究センター能登島栽培漁業センターから譲り受けた L 型ワムシ(小浜株)

培養水槽 5t 円形水槽

培養水温 チタンヒーターで加温し、水温 16℃に調節

培養希釈海水 ろ過海水を 3 μ m、1 μ m フィルターで処理した海水と水道水で 80%希釈海水に調節

注水方法 海水、水道水をそれぞれ水槽上部のタンクに入れてオーバーフローさせ、タンク下部につけたバルブから定量注水

通気方法 ユニホース(外径 26mm、内径 16mm、長さ 1m)8 本

餌料 冷蔵濃縮淡水クロレラ(クロレラ工業(株)製:生クロレラ V12)を給餌

給餌方法 定量ポンプで自動給餌

3) 再現性確認及び高希釈海水での安定粗放連続培養技術確立試験

試験期間 平成 21 年 12 月 9 日から平成 22 年 3 月 15 日まで

供試ワムシ 1-2) 試験で培養した L 型ワムシ(小浜株)を回収し、植継培養したもの

培養水槽 5t 円形水槽
 培養水温 チタンヒーターで加温し、水温 16℃に調節
 培養希釈海水 ろ過海水を 3 μ m、1 μ m フィルターで処理した海水と水道水で 2月 15日 (68日目)まで 80%
 希釈海水、2月 16日 (69日目)から 85%希釈海水に調節
 注水方法 海水、水道水をそれぞれ水槽上部のタンクに入れてオーバーフローさせ、タンク下部に
 つけたバルブから定量注水
 通気方法 ユニホース(外径 26mm、内径 16mm、長さ 1m)8本
 餌料 1月 9日 (31日目)まで冷蔵濃縮淡水クロレラ(クロレラ工業(株)製:生クロレラ V12)を
 給餌 1月 10日 (32日目)から冷蔵高度不飽和脂肪酸含有濃縮淡水クロレラ(クロレラ工業
 (株)製:HG 生クロレラ V12)を給餌
 給餌方法 定量ポンプで自動給餌

4) 低培養水温での安定粗放連続培養技術確立試験

試験期間 平成 22年 1月 21日から 3月 9日まで
 供試ワムシ 1-3) 試験で培養した L型ワムシ(小浜株)の一部
 培養水槽 30t 円形水槽
 培養水温 チタンヒーターで加温し、2月 1日 (11日目)まで水温 16℃、2月 2日 (12日目)から水温
 15℃に調節
 培養希釈海水 ろ過海水を 3 μ m、1 μ m フィルターで処理した海水と水道水で 80%希釈海水に調節
 注水方法 海水、水道水をそれぞれ水槽上部のタンクに入れてオーバーフローさせ、タンク下部に
 つけたバルブから定量注水
 通気方法 ユニホース(外径 26mm、内径 16mm、長さ 1m)16本
 餌料 冷蔵高度不飽和脂肪酸含有濃縮淡水クロレラ(クロレラ工業(株)製:HG 生クロレラ V12)
 を給餌
 給餌方法 定量ポンプで自動給餌

2. 省力・省コスト型魚類種苗生産技術開発試験

1) ヒラメ省力化飼育試験

試験期間 平成 21年 6月 1日から 7月 16日まで
 供試仔魚 (社)青森県栽培漁業振興協会から譲り受けたヒラメ受精卵を 1t パンライト水槽に収容して
 ふ化させた仔魚
 飼育水槽 5t 円形水槽
 飼育水温 水温 15℃から徐々に水温 18℃に昇温した。ろ過海水の水温が 18℃に達した時点でろ過海水
 に切り替え
 飼育海水 ろ過海水と加温海水の混合
 餌料 1-1) 試験で生産した L型ワムシ
 給餌方法 培養水槽からサイホンで自動給餌

2) マコガレイ省力化飼育試験

試験期間 平成 21年 12月 27日から平成 22年 3月 1日まで

供試仔魚 マコガレイ受精卵(親魚は野辺地町漁協)を 1t パンライト水槽に收容してふ化させた仔魚
飼育水槽 5t 円形水槽
飼育水温 水温 8℃から徐々に水温 15℃に昇温し、以後水温 15℃で飼育
飼育海水 ろ過海水と加温海水の混合
餌料 1-3)試験で生産した L 型ワムシ
給餌方法 培養水槽からサイホンで自動給餌

3) マダラ省力化飼育試験

試験期間 平成 22 年 1 月 25 日から 3 月 9 日まで
供試仔魚 マダラ受精卵(親魚は脇野沢村漁協)をハッチングジャーに收容してふ化させた仔魚
飼育水槽 30t 円形水槽
飼育水温 チタンヒーターで加温し、10℃に調節
飼育海水 ろ過海水
餌料 1-4)試験で生産した L 型ワムシ
給餌方法 培養水槽からサイホンで自動給餌

結果及び考察

1. ワムシ安定培養技術開発試験

1) 安定粗放連続培養技術確立試験(1 回目)

植継培養した L 型ワムシ 2.9 億個を元種に、4 月 1 日(0 日目)から 5t 水槽で培養水温 18℃、60%希釈海水で粗放連続培養試験を行った。

培養結果を表 1 に、培養期間中の培養水温の推移を図 1 に、希釈海水の推移を図 2 に、D0 の推移を図 3 に、クロレラ給餌量の推移を図 4 に、ワムシ密度、卵率(卵/親虫)の推移を図 5、ワムシ回収、追加個体数の推移を図 6 に示した。

培養水温は 16.5~21.5℃(平均 18.6℃)で変動した。海水と水道水はかけ流しで注水したため希釈海水濃度は 53.8~66.9%(平均 59.5%)と変動幅が大きかった。D0 は 6 月 9 日(69 日目)から測定した。L 型ワムシが好適に増殖する D0 は 3mg/L 以上必要とされているが、今回の結果では 2.65~4.84mg/L(平均 3.68mg/L)と 3mg/L 未満が測定され、L 型ワムシには培養槽内の環境は溶存酸素不足と思われた。クロレラの総給餌量は 143L であった。ワムシ密度は 18~379 個/ml(平均 155 個/ml)と大きく変動し、ワムシ密度が 300 個/ml 以上になるとその後ワムシは急減した。卵率(卵/親虫)は 10.0~133.0%(平均 45.0%)と大きく変動した。以上のように培養が不調なため、ワムシの回収・追加を繰り返して 106 日間培養を維持した。

ワムシ安定培養技術として粗放連続培養技術の導入を試みたが、今回は粗放連続培養の基本である 1 回の元種で連続注水、連続給餌、連続収穫する培養法を確立できなかった。この要因として希釈海水濃度が不安定であったこと、低 D0 で推移したこと、連続給餌できなかった期間があったことや目標ワムシ密度(300 個/ml)が高すぎたことが考えられた。

表 1 ワムシ培養結果 (試験 1-1)

培養期間	培養日数 (日)	培養水槽 (t)	ワムシ摂取数 (億個)	希釈海水 (%)	培養水温 (°C)	DO (mg/L)	ワムシ密度 (個/ml)	卵率 (%)	総給餌量 (L)
				平均 (最小~最大)	平均 (最小~最大)	平均 (最小~最大)	平均 (最小~最大)	平均 (最小~最大)	
平成21年4月1日~ 7月16日	106	5	2.9	59.5 (53.8~66.9)	18.6 (16.5~21.5)	3.68 (2.65~4.84)	155 (18~379)	45.0 (10.0~133.0)	143

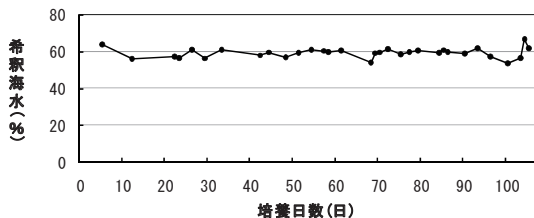


図 1 培養水温の推移 (試験 1-1)

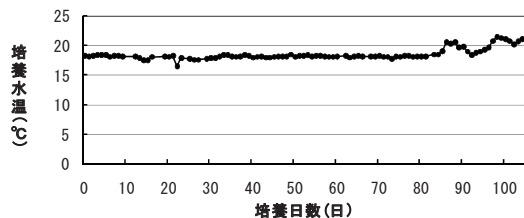


図 2 希釈海水の推移 (試験 1-1)

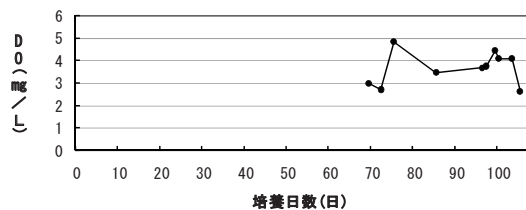


図 3 DO の推移 (試験 1-1)

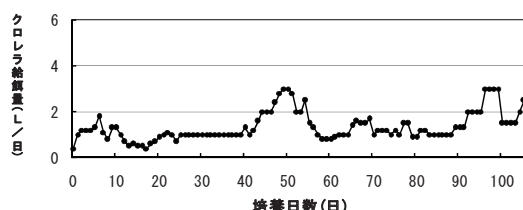


図 4 クロレラ給餌量の推移 (試験 1-1)

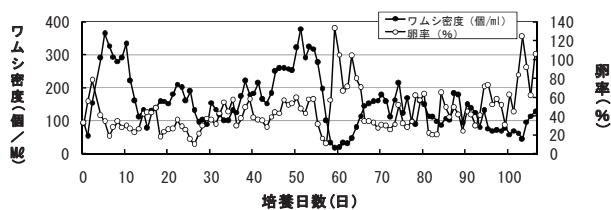


図 5 ワムシ密度、卵率 (卵/親虫) の推移 (試験 1-1)

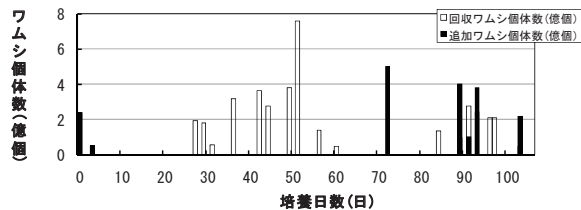


図 6 ワムシ回収、追加個体数の推移 (試験 1-1)

2) 安定粗放連続培養技術確立試験 (2 回目)

(独)水産総合研究センター能登島栽培漁業センターから輸送した L 型ワムシ 5.6 億個を 11 月 6 日 (0 日目) から 5t 水槽で培養水温 16°C、80% 希釈海水で粗放連続培養試験を行った。

培養結果を表 2 に、培養期間中の培養水温の推移を図 7 に、希釈海水の推移を図 8 に、DO の推移を図 9 に、クロレラ給餌量の推移を図 10 に、ワムシ密度、卵率 (卵/親虫) の推移を図 11 に、ワムシ日間増殖率の推移を図 12 に示した。

1-1) 試験で海水と水道水のかげ流しが希釈海水濃度を不安定にしたと思われたので今回は海水、水道水をそれぞれ水槽上部のタンクに入れてオーバーフローさせ、タンク下部につけたバルブから定量注水した。定量的に注水したことで希釈海水濃度は 77.7~79.3% (平均 78.4%) と安定した。培養水温は 15.9~16.4°C (平均 16.2°C) であった。DO は 4.45~7.38 mg/L (平均 5.93mg/L) と L 型ワムシの増殖には十分な溶存酸素濃度であった。クロレラの総給餌量は 34L であった。当初、目標ワムシ密度を 150 個/ml とし、クロレラ給餌量を 1.5L/日に設定して培養したが、途中、ワムシ密度が低下したためクロレラ給餌量を減らして培養した。卵率 (卵/親虫) は 30.5~78.6% (平均 55.2%) で 1-1) 試験での 80% 以上にはならなかった。日間増殖率は -2.2~53.1% (平均 23.0%) と大きく変動したが、ワムシ密度は 65~192 個/ml (平均 113 個/ml) と 1-1) 試験より変動は小さかった。ワムシの総収穫数は 29 億個、収穫率 (注水量/培養水量) は 15.4~23.7% (平均 22.0%) であった。懸濁物除去、水質改善を図るために貝化石を計 11.5kg 添加した。今回は 1 回の

元種で培養水温 16℃、80%希釈海水で 30 日間粗放連続培養が継続できた。

当研究所における魚類種苗生産でのワムシ給餌期間はおおむね 30 日程度なので、粗放連続培養で 1 生産期間のワムシを供給できることがわかった。この要因として希釈海水濃度が安定していたこと、高 DO で推移したこと、目標ワムシ密度を 150 個/ml に減らしたことで、貝化石を使用し、ユニホースで微粒泡通気したことにより培養環境及び細菌相が安定したことなどが考えられた。

表 2 ワムシ培養結果(試験 1-2))

培養期間	培養日数 (日)	培養水槽 (t)	ワムシ採取数 (億個)	希釈海水 (%) 平均 (最小~最大)	培養水温 (℃) 平均 (最小~最大)	DO (mg/L) 平均 (最小~最大)	ワムシ密度 (個/ml) 平均 (最小~最大)	卵率 (%) 平均 (最小~最大)	日間増殖率 (%) 平均 (最小~最大)	収穫数 (億個)	収穫率 (%) 平均 (最小~最大)	総給餌量 (L)	貝化石総使用量 (kg)
平成21年11月6日~ 12月7日	31	5	5.6	78.4 (77.7~79.3)	16.2 (15.9~16.4)	5.93 (4.45~7.38)	113 (65~192)	55.2 (30.5~78.6)	23.0 (-2.2~53.1)	29	22.0 (15.4~23.7)	34	11.5

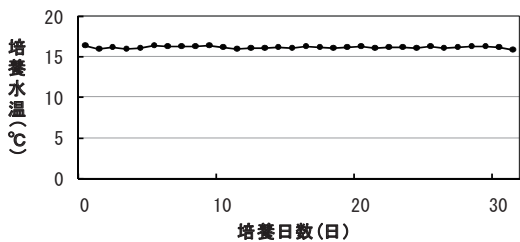


図 7 培養水温の推移(試験 1-2)

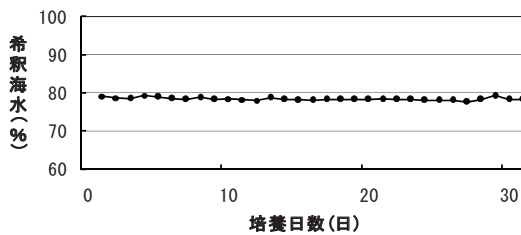


図 8 希釈海水の推移(試験 1-2))

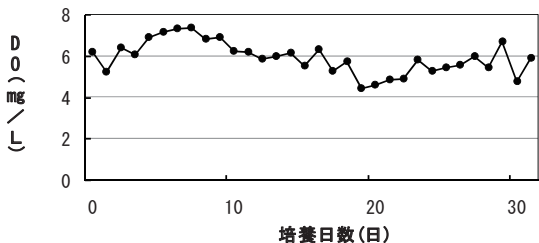


図 9 DO の推移(試験 1-2))

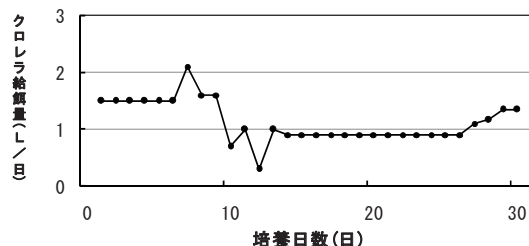


図 10 クロレラ給餌量の推移(試験 1-2))

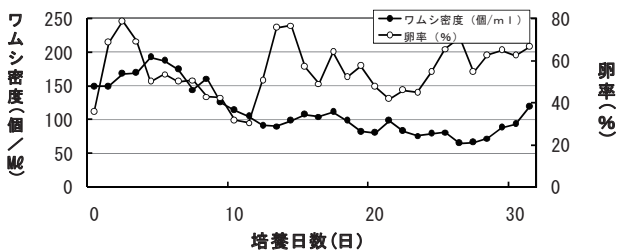


図 11 ワムシ密度、卵率(卵/親虫)の推移(試験 1-2)

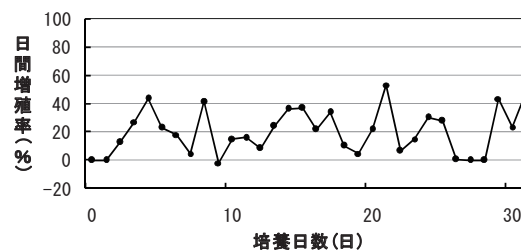


図 12 ワムシ日間増殖率の推移(試験 1-2)

3) 再現性確認及び高希釈海水での安定粗放連続培養技術確立試験

再現性を確認するために同じ元種で再度培養水温 16℃、80%希釈海水で粗放連続培養試験を行い、さらに L 型ワムシ(小浜株)高塩分耐性を強化するために 85%海水で粗放連続培養試験を行った。

培養結果を表 3 に、培養期間中の培養水温の推移を図 13 に、希釈海水の推移を図 14 に、DO の推移を図 15 に、クロレラ給餌量の推移を図 16 に、ワムシ密度、卵率(卵/親虫)の推移を図 17 に、ワムシ日間増殖率を図 18 に示した。

12 月 7 日に 1-2) 試験で培養した L 型ワムシを回収し、培養水温 16℃、80%希釈海水で植継培養した L 型ワムシ 7.5 億個を 12 月 9 日(0 日目)から 5t 水槽で培養水温 16℃、80%希釈海水の連続注水で培養を始

めた。1-2)試験と同じく定量的に注水したことで希釈海水濃度は76.9~81.5% (平均79.6%)と安定した。培養水温は14.6~16.8℃ (平均16.1℃)であった。D0は3.4~7.0 (平均5.0mg/L)とL型ワムシの増殖には十分な溶存酸素濃度であった。クロレラの総給餌量は128Lであった。卵率(卵/親虫)は32~79.5% (平均52.2%)、ワムシ密度は120~256個/ml (平均193個/ml)、日間増殖率は-3.4~58.1% (平均21.5%)と大きく変動した。ワムシの総収穫数は121億個、収穫率(注水量/培養水量)は15.0~23.4% (平均19.9%)であった。懸濁物除去、水質改善を図るために貝化石を計22.5kg添加した。今回、同じ元種で培養水温16℃、80%希釈海水で68日間粗放連続培養でき、1-2)試験の再現性を確認したと考えられた。

次に、2月16日(0日目)から80%から85%希釈海水に塩分濃度をあげてL型ワムシを培養した。培養水温は12.4~17.5℃ (平均16.2℃)、希釈海水濃度は84.4~86.4% (平均85.6%)、D0は3.7~6.3mg/L (平均4.4mg/L)、ワムシ密度は125~317個/ml (平均248個/L)、卵率(卵/親虫)は36.2~86.7% (平均53.3%)、日間増殖率は-9.8~59.6% (平均17%)、ワムシの総収穫数は45億個、収穫率(注水量/培養水量)は14~14.9% (平均14.6%)、クロレラの総給餌量は67L、貝化石は1kg添加した。培養破綻なく3月15日(28日目)まで培養し、85%希釈海水でも28日間粗放連続培養できることがわかった。

1-2)、1-3)試験で連続注水、連続給餌、連続収穫等によるワムシの粗放連続培養が可能となったことから、今後、植継培養とのコスト面での比較検討を行い、粗放連続培養が植継培養より優ることを明らかにし、さらには高ワムシ密度での培養条件の検討により、当研究所での魚類種苗生産時におけるワムシの安定供給を図る。

また、海水濃度に近い希釈海水でワムシを安定かつ高密度で培養できれば淡水クロレラ由来の細菌の影響を少なくし、仔稚魚水槽でのワムシに対する塩分ショックが弱まることで、より活力あるワムシを供給できると考えられた。今後、より海水濃度に近い希釈海水でのワムシの培養を検討する必要がある。

表3 ワムシ培養結果(試験1-3))

培養期間	培養日数 (日)	培養水槽 (t)	培養水量 (t)	ワムシ摂取 数	希釈海水	培養水温	D0	ワムシ密度	卵率	日間増殖率	収穫数	収穫率	総給餌量	貝化石総使用量
					(%)	(℃)	(mg/L)	(個/ml)	(%)	(%)	(億個)	(%)	(L)	(kg)
					(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	(平均)	(平均)		
					(最小~最大)	(最小~最大)	(最小~最大)	(最小~最大)	(最小~最大)	(最小~最大)	(最小~最大)	(最小~最大)		
平成21年12月9日~ 平成22年2月15日	68	5	4.9 (4~6)	7.5	79.6 (76.9~81.5)	16.1 (14.6~16.8)	5.0 (3.4~7.0)	193 (120~256)	52.2 (32.0~79.5)	21.5 (-3.4~58.1)	121	19.9 (15~23.4)	128	22.5
平成22年2月16日~ 3月15日	28	5	5.9 (5.2~6)		85.6 (84.4~86.4)	16.2 (12.4~17.5)	4.4 (3.7~6.3)	248 (125~317)	53.3 (36.2~86.7)	17.0 (-9.8~59.6)	45	14.6 (14~14.9)	67	1

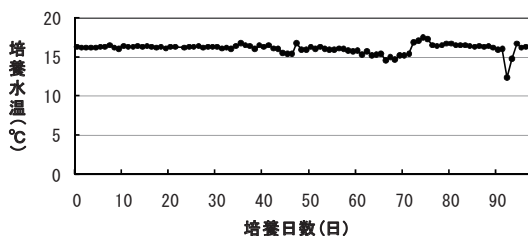


図13 培養水温の推移(試験1-3))

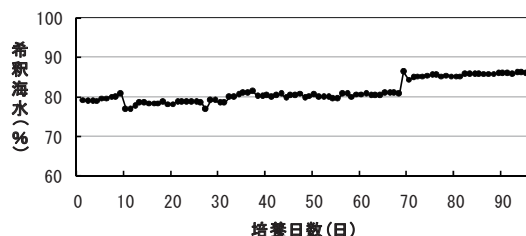


図14 希釈海水の推移(試験1-3))

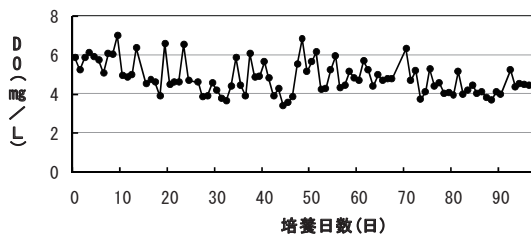


図 15 DO の推移 (試験 1-3)

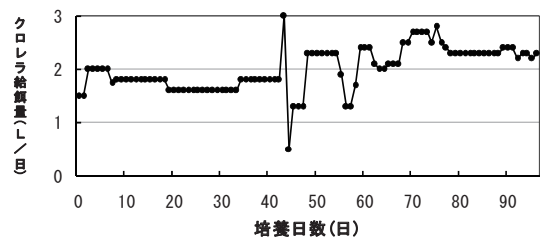


図 16 クロレラ給餌量の推移 (試験 1-3)

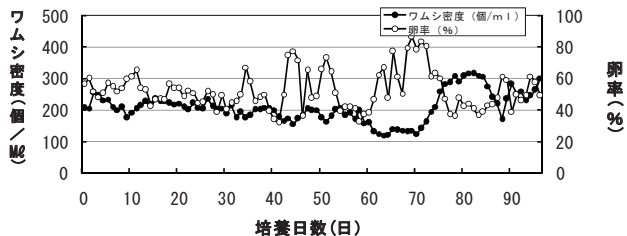


図 17 ワムシ密度、卵率 (卵/親虫) の推移 (試験 1-3)

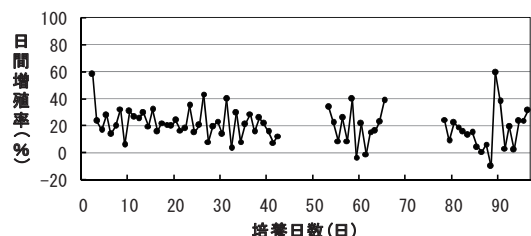


図 18 ワムシ日間増殖率の推移 (試験 1-3)

4) 低培養水温での安定粗放連続培養技術確立試験

マダラ等の飼育水温の低い種苗生産に対応するため、培養水温 15℃での粗放連続培養試験を行った。

1-3) 試験で培養した L 型ワムシ 4.7 億個を 1 月 28 日 (0 日目) から 30t 水槽で培養水温 16℃、80% 希釈海水の連続注水で培養を始め、2 月 2 日 (5 日目) から培養水温を 15℃にした。

培養結果を表 4 に、培養期間中の培養水温の推移を図 19 に、希釈海水の推移を図 20 に、DO の推移を図 21 に、クロレラ給餌量の推移を図 22 に、ワムシ密度、卵率 (卵/親虫) の推移を図 23 に、ワムシ日間増殖率の推移を図 24 に示した。

1-2) 試験と同じく定量的に注水したことで希釈海水濃度は 78.3~81.1% (平均 79.9%) と安定した。培養水温は 14.8~16.1℃ (平均 15.1℃)、DO は 1.63~6.10mg/L (平均 3.92mg/L)、ワムシ密度は 156~398 個/ml (平均 252 個/ml)、卵率 (卵/親虫) は 24.8~62.1% (平均 41.5%)、日間増殖率は -15.7~59.1% (平均 14.2%)、ワムシの総収穫数は 203 億個、収穫率 (注水量/培養水量) は 8.8~15.7% (平均 10.8%)、クロレラの総給餌量は 251L、貝化石は 26kg 添加した。DO は最低で 1.63mg/L を示したが、ワムシの増殖に影響を及ぼさなかった。2 月 20 日 (23 日目) からワムシ密度が増加したのは給餌量を多くしたことによるものと考えられた。培養破綻なく 3 月 9 日 (40 日目) まで培養し、培養水温 15℃でも 35 日間粗放連続培養できることがわかった。

マダラ仔稚魚飼育での飼育水温は 10℃前後であり、水温 15℃でワムシを培養できればマダラ仔稚魚水槽でのワムシの水温ショックが弱まることで、より活力あるワムシを供給できると考えられ、また、これまでの 16~18℃培養と比較して燃料費も減らすことができることからコスト減にも繋がると考えられた。今後、よりマダラ仔稚魚飼育水温に近い水温でのワムシの培養の可能性について検討する必要がある。

表 4 ワムシ培養結果 (試験 1-4)

培養期間	培養日数 (日)	培養水槽 (t)	培養水量 (t)	ワムシ採取数	希釈海水 (%)	培養水温 (°C)	DO (mg/L)	ワムシ密度 (個/ml)	卵率 (%)	日間増殖率 (%)	収穫数 (億個)	収穫率 (%)	総給餌量 (L)	貝化石総使用量 (kg)
					平均	平均	平均	平均	平均	平均		平均		
					(最小~最大)	(最小~最大)	(最小~最大)	(最小~最大)	(最小~最大)	(最小~最大)		(最小~最大)		
平成22年1月28日~3月9日	40	30	20 (19~20)	4.7	79.9 (78.3~81.1)	15.1 (14.8~16.1)	3.92 (1.63~6.10)	252 (156~398)	41.5 (24.8~62.1)	14.2 (-15.7~59.1)	203	10.8 (8.8~15.7)	251	26

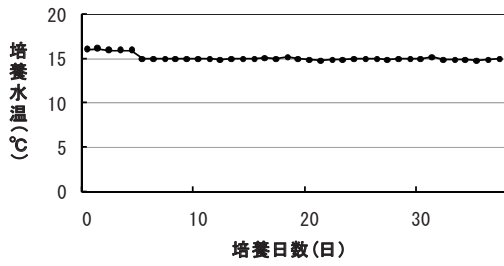


図 19 培養水温の推移(試験 1-4))

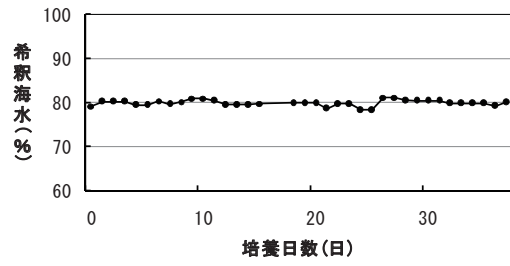


図 20 希釈海水の推移(試験 1-4))

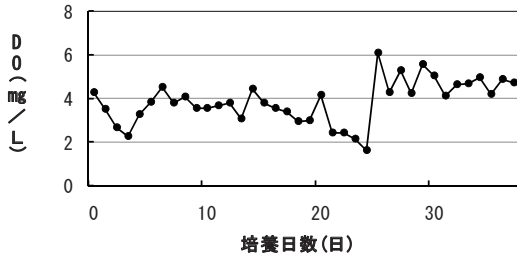


図 21 DOの推移(試験 1-4))

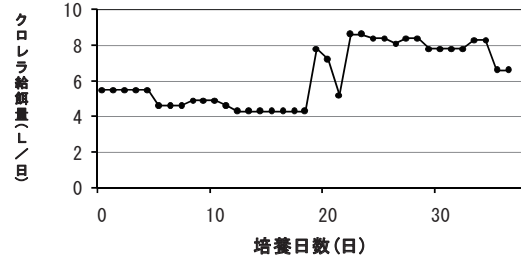


図 22 クロレラ給餌量の推移(試験 1-4))

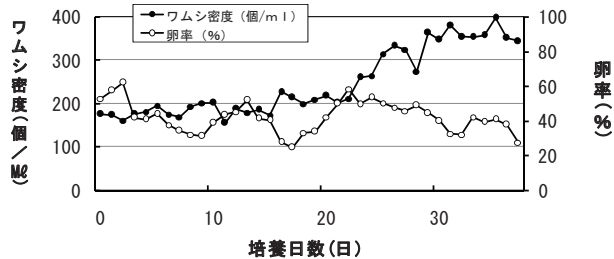


図 23 ワムシ密度、卵率(卵/親虫)の推移(試験 1-4))

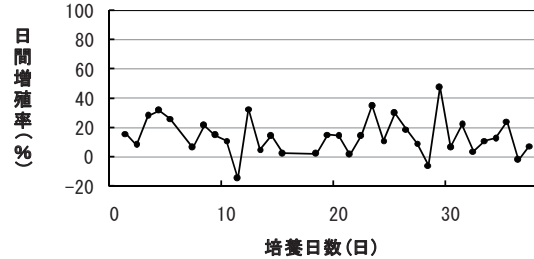


図 24 ワムシ日間増殖率の推移(試験 1-4))

2. 省力・省コスト型魚類種苗生産技術開発試験

1) ヒラメ省力化飼育試験

(社)青森県栽培漁業振興協会から譲り受けたヒラメ受精卵を 1t パンライト水槽に收容してろ過海水を微流水、微通気でふ化させた。6月4日にふ化仔魚 52,790尾(平均全長 3.2mm)を 5t 水槽に收容し、飼育を行った。

飼育結果を表 5 に、飼育期間中の飼育水温の推移を図 25 に、DO の推移を図 26 に、ワムシ密度の推移を図 27 に、平均全長の推移を図 28 に示した。

給餌はワムシ培養槽とヒラメ飼育槽をサイホンで繋ぎ、自動給餌した。飼育水温 13.2~20.9℃(平均 17.4℃)、DO は 5.39~6.12mg/L(平均 5.59mg/L)、ワムシ密度は 0.3~32.0 個/ml(平均 10.7 個/ml)であった。アルテミア、配合餌料は給餌しなかった。作業の省力化を図るため、底掃除、へい死魚の計数はしなかった。7月16日(42日目)に 3,130尾(平均全長 14.2mm、生残率 5.9%)を取上げた。福田¹⁾の報告では日令 27日で全長 13.6~14.4mm、生残率 41.7%でヒラメ稚魚を取上げており、今回の結果はこれと比較して極めて低い成長、生残率であった。

今回、極めて低い成長、生残率になった要因としては培養不調なワムシを餌料としたこと、ワムシ培養水中の細菌や原生動物が飼育水質を悪化させたこと、ワムシの栄養強化が不十分であったこと(冷蔵高度不飽和脂肪酸強化濃縮淡水クロレラと冷蔵濃縮淡水クロレラの同量混合で強化)、ワムシ単独給餌であったことが考えられる。

表 5 ヒラメ飼育結果

飼育期間	飼育日数 (日)	飼育水槽 (t)	飼育水量 (t)	注水量 (t/日) 平均 (最小～最大)	水温(°C) 平均 (最小～最大)	ワムシ密度 (個/ml) 平均 (最小～最大)	DO (mg/L) 平均 (最小～最大)	飼育尾数 (尾)	収容時全長 (mm) 平均 (最小～最大)	取上げ尾数 (尾)	取上げ時全長 (mm) 平均 (最小～最大)	生残率 (%)
平成21年6月4日～ 7月16日	42	5	5	7 (0.2～10.4)	17.4 (13.2～20.9)	10.7 (0.3～32.0)	5.59 (5.39～6.12)	52,790	3.2 (2.5～3.8)	3,130	14.2 (11～16.6)	5.9

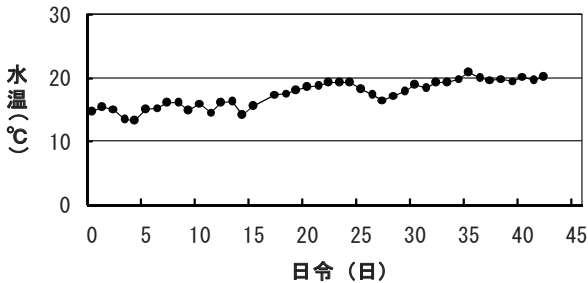


図 25 飼育水温の推移(ヒラメ飼育水槽)

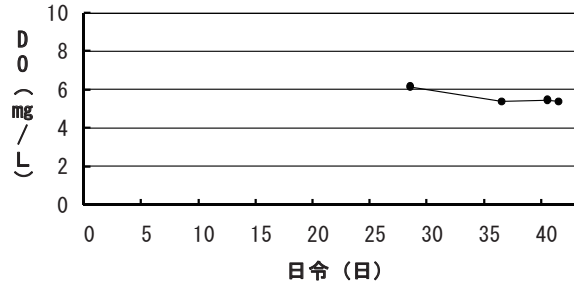


図 26 DOの推移(ヒラメ飼育水槽)

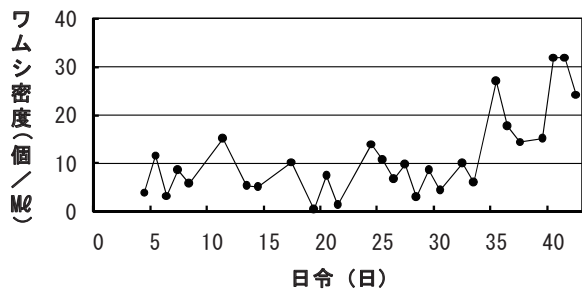


図 27 ワムシ密度の推移(ヒラメ飼育水槽)

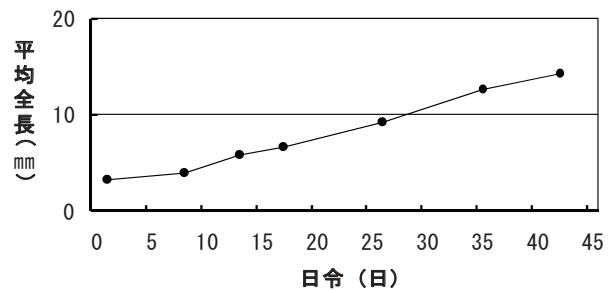


図 28 ヒラメ平均全長の推移

2) マコガレイ省力化飼育試験

マコガレイ受精卵(親魚は野辺地町漁協)を1tパンライト水槽に収容してろ過海水を微流水、微通気でふ化させた。12月27日にふ化仔魚11,000尾(平均全長4.6mm)を5t水槽に収容し、飼育を行った。

飼育結果を表6に、飼育期間中の飼育水温の推移を図29に、DOの推移を図30に、ワムシ密度の推移を図31に、アルテミア給餌個体数の推移を図32に、平均全長の推移を図33に示した。

給餌はワムシ培養槽とマコガレイ飼育槽をサイホンで繋ぎ、自動給餌した。飼育水温8.1～16.6°C(平均14.4°C)、DOは5.28～7.8mg/L(平均6.64mg/L)、ワムシ密度は2.0～26.0個/ml(平均13.6個/ml)であった。1月21日(25日目)からアルテミアを20万個/日給餌し、徐々に増加し2月21日(56日目)から320万個/日給餌した。作業の省力化を図るため、底掃除、へい死魚の計数はしなかったが、水質悪化を防止する目的で貝化石を添加した。3月1日(64日目)に4,683尾(平均全長22.5mm、生残率42.6%)を取上げた。平成18年度の当研究所マコガレイ種苗生産では日令95～101日で平均全長24.0～33.3mm、生残率29.4～38.8%²⁾、平成19年度では日令78～80日で平均全長24.2mm、生残率45.3%³⁾であり、ワムシ連続給餌による飼育方法は従来飼育と同等の成長、生残率を示したものの、白化率³⁾は10.4%(平成19年度は1～5%)と高かった。

今回、従来飼育と同等の成長、生残率になった要因としては増殖状態の良好なワムシを給餌したこと、冷蔵高度不飽和脂肪酸含有濃縮淡水クロレラで栄養強化したこと、貝化石を添加したことによる水質の改善が考えられる。マコガレイの種苗生産ではワムシ連続給餌による飼育方法は有効であると考えられたものの、今後は白化率を低くする必要がある。

表 6 マコガレイ 飼育結果

飼育期間	飼育日数 (日)	使用水槽 (t)	飼育水量 (t)	注水量 (t/日) 平均 (最小~最大)	水温 (°C) 平均 (最小~最大)	ワムシ密度 (個/ml) 平均 (最小~最大)	アルテミア (万個) 平均 (最小~最大)	D0 (mg/L) 平均 (最小~最大)	飼育尾数 (尾)	収容時全長 (mm) 平均 (最小~最大)	取上げ尾数 (尾)	取り上げ時全長 (mm) 平均 (最小~最大)	生残率 (%)	白化率 (%)
平成21年12月27日 平成22年3月1日	64	5	3	6 (1.9~7.7)	14.4 (8.1~16.6)	13.6 (2.0~26.0)	170 (20~320)	6.64 (5.28~7.80)	11,000	4.6 (4.1~5.0)	4,683	22.5 (12.7~28.2)	42.6	10.4

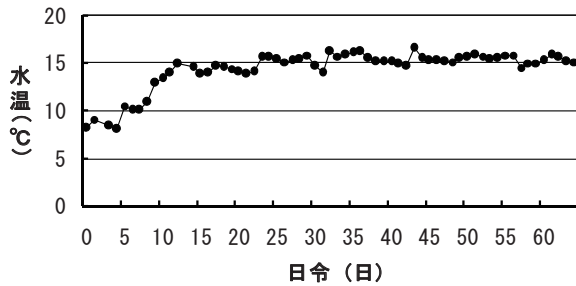


図 29 飼育水温の推移(マコガレイ飼育水槽)

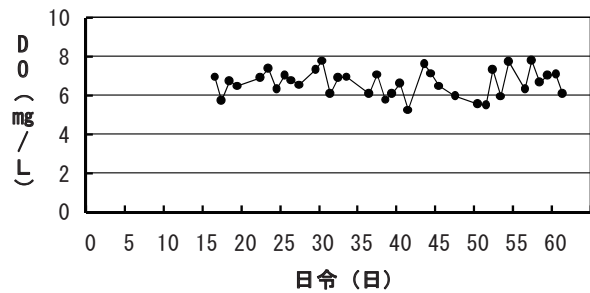


図 30 DOの推移(マコガレイ飼育水槽)

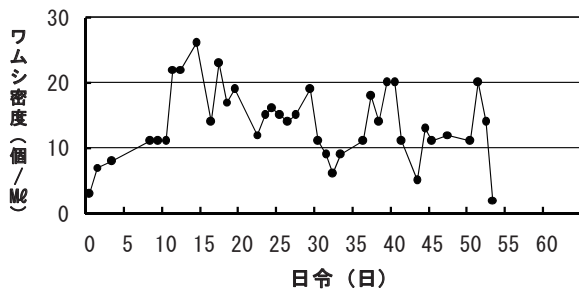


図 31 ワムシ密度の推移(マコガレイ飼育水槽)

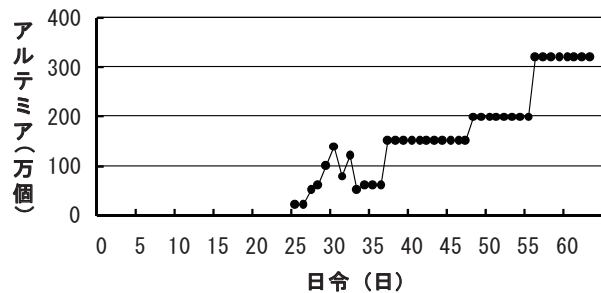


図 32 アルテミア給餌量の推移(マコガレイ飼育水槽)

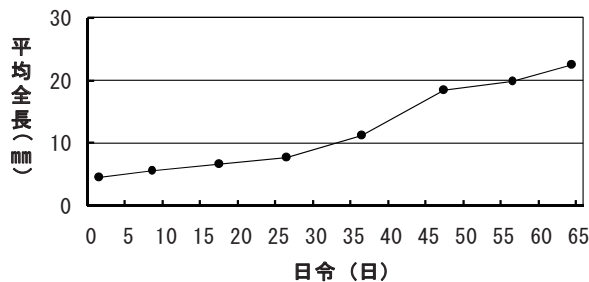


図 33 マコガレイ平均全長の推移

3) マダラ省力化飼育試験

マダラ受精卵(親魚は脇野沢村漁協)をハッチングジャーに收容してろ過海水を流水でふ化させた。1月25日にふ化仔魚 161,700尾(平均全長 4.7mm)を 30t水槽に收容し、飼育を行った。

飼育結果を表 7 に、飼育期間中の飼育水温の推移を図 34 に、D0 の推移を図 35 に、ワムシ密度の推移を図 36 に、平均全長の推移を図 37 に示した。

給餌はワムシ培養槽とマダラ飼育槽をサイホンで繋ぎ、自動給餌した。飼育水温 9.5~10.5°C(平均 9.9°C)、D0 は 4.20~8.02 mg/L(平均 5.77 mg/L)、ワムシ密度は 1.0~32.0 個/ml(平均 20.1 個/ml)であった。アルテミア、配合餌料は給餌しなかった。作業の省力化を図るため、底掃除、へい死魚の計数はせず、貝化石を添加した。3月9日(43日目)に 47,500尾(平均全長 10mm、生残率 29.4%)を取上げた。平成 18年度の当研究所マダラ種苗生産では日令 30日目で全長 8.24~10.01mm、生残率 11.29~91.25%⁴⁾、平成 19年は日令 40日目で全長 10mm以下、生残率 50%以上⁵⁾であり、ワムシ連続給餌による飼育方法は従来飼育より低い生残率であった。

今回、ワムシ連続給餌飼育が従来飼育より低い生残率になった要因としては冷蔵高度不飽和脂肪酸含有濃縮淡水クロレラによるワムシの栄養強化がマダラにとって不十分であったこと、貝化石の添加が少なかったことが考えられる。今後、安定かつ活力あるワムシの培養、栄養強化法の改善、餌料系列を検討する必要がある。

表 7 マダラ飼育結果

飼育期間	飼育日数 (日)	使用水槽 (t)	飼育水量 (t)	注水量 (t/日) 平均 (最小~最大)	水温 (°C) 平均 (最小~最大)	ワムシ密度 (個/ml) 平均 (最小~最大)	D0 (mg/L) 平均 (最小~最大)	飼育尾数 (尾)	収容時全長 (mm) 平均 (最小~最大)	取上げ尾数 (尾)	取上げ時全長 (mm) 平均 (最小~最大)	生残率 (%)
平成22年1月25日~ 3月9日	43	30	15	8.1 (0.5~14.7)	9.9 (9.5~10.5)	20.1 (1.0~32.0)	5.77 (4.20~8.02)	161,700	4.7 (4.0~5.2)	47,500	10.0 (8.6~12.2)	29.4

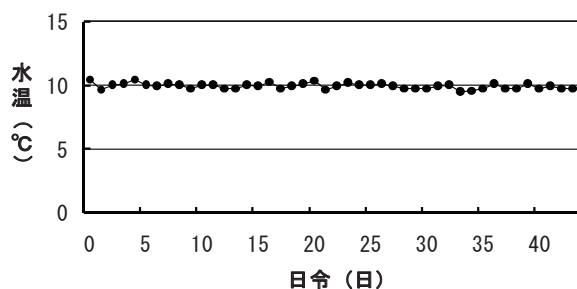


図 34 飼育水温の推移(マダラ飼育水槽)

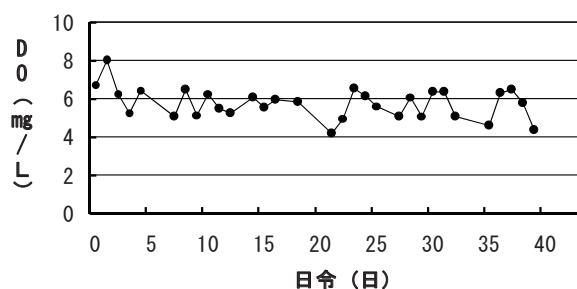


図 35 D0の推移(マダラ飼育水槽)

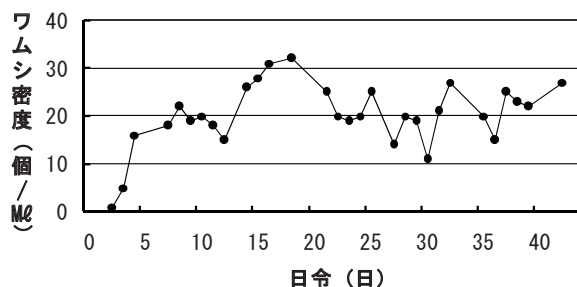


図 36 ワムシ密度の推移(マダラ飼育水槽)

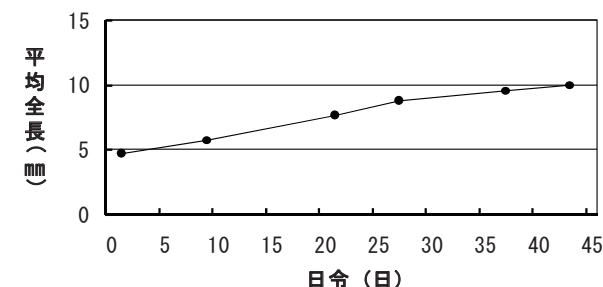


図 37 マダラ平均全長の推移

引用文献

- 1) 福田慎作:平成10年度栽培漁業技術研修事業基礎理論コース仔稚魚期の発育シリーズ No.13(ヒラメ仔稚魚の生理生態と種苗生産技術)青森県におけるヒラメの種苗生産技術.水産庁・社団法人日本栽培漁業協会,7
- 2) 工藤敏博・中西廣義・小泉広明・廣田将仁・鹿内満春(2008):資源増大技術開発事業(マコガレイ).平成18年度青森県水産総合研究センター増養殖研究所事業報告(第37号),237-250
- 3) 廣田将仁・工藤敏博・中西廣義・小泉広明・吉田由孝・尾鷲政幸(2009):資源増大技術開発事業(マコガレイ).平成19年度青森県水産総合研究センター増養殖研究所事業報告(第38号),279-288
- 4) 中西廣義・菊谷尚久・工藤敏博・小泉広明・廣田将仁・鹿内満春(2008):資源増大技術開発事業(マダラ).平成18年度青森県水産総合研究センター増養殖研究所事業報告(第37号),229-235
- 5) 中西廣義・工藤敏博・小泉広明・廣田将仁・吉田由孝・鹿内満春・尾鷲政幸(2009):資源増大技術開発事業(マダラ).平成19年度青森県水産総合研究センター増養殖研究所事業報告(第38号),275-278