

資源増大技術開発事業（マダラ）

松坂 洋・山田 嘉暢

目 的

本事業はマダラの栽培漁業化を図るため平成7年度から5カ年間の事業で本県と北海道、日本栽培漁業協会能登島事業場が共同研究を行っている。ここでは平成11年度に実施したマダラの量産技術開発および放流技術開発を含む関連調査の概要を報告する。

I 放流技術開発

1. 放流種苗の追跡調査

材料と方法

放流種苗を採集するため脇野沢村漁協所属の漁船を用船し、ビムトロール（間口3m×1m）による曳網調査を行った。調査海域（図1）は放流場所である鯛島周辺の水深50m付近を中心に行った。原則として曳網時間は10分間行い、採集したマダラ幼魚は80%エタノール固定し、全数を持ち帰った。マダラ幼魚は全長と体重を測定した後、耳石を取り出しALC標識の有無について確認を行った。

調査は第1回放流の平成12年6月6日から1日目、2日目、6日目、11日目、13日目、14日目、29日目、42日目および第2回放流日の6月16日から1日目、3日目、4日目、19日目、32日目の間隔で行った。

結果と考察

放流種苗の追跡調査結果を表1、過去5年間に実施された放流種苗の追跡調査結果を表2に示した。

マダラ幼魚は水深52.0～57.0mで採集され、その時の底層水温は9.3～15.6℃であった。調査時における漁獲物は貝殻の破片やツガルウニ、クモヒトデなどで、これらの漁獲物中からマダラ幼魚が見つかる場合が多く、またこれらの漁獲物が入網しない場所での採集はなかった。採集されたマダラ幼魚の全長は55.0～73.0mmであった。

マダラ幼魚は放流翌日の6月7日から6日目にあたる6月12日までは採集されなかったが、放流後11日目（第2回放流の翌日）にあたる6月17日から14日目（第2回放流の4日目）にあたる6月20日までに合計39尾採集された。そのうち標識魚は放流後14日目（第2回放流の4日目）に採集された右腹鰭抜去の1個体（全長73.0mm）のみで、ALC標識魚は採集されなかった。またマダラ幼魚は放流後29日目（第2回放流の19日目）にあたる7月5日以降は採集されなかった。

本年度のマダラ種苗の放流数は、第1回が41,000尾、第2回が106,400尾であり、2回目の放流数が多く、6月20日に採集された標識魚は、第2回の放流魚の可

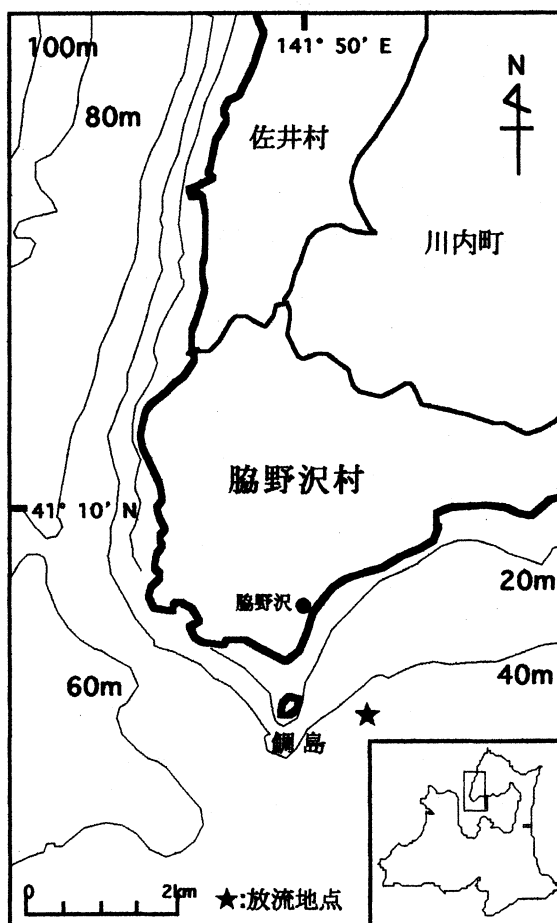


図1 調査海域図

表1 放流種苗の追跡調査結果

調査年月日	第1回 放流後 の経過 日数	第2回 放流後 の経過 日数	NO	表面	底層	水深	マダラ0歳魚		スケトウダラ0歳魚		備考
				水温 (℃)	水温 (℃)		採集尾数 (尾)	全長 (mm)	採集尾数 (尾)	全長 (mm)	
H12.6.7	1		1	14.0	10.2	46.0	0		0		
			2	14.2	8.5	51.0	0		0		
			3	13.6	-	44.0	0		0		
H12.6.8	2		4	14.5	10.8	45.8	0		0		
			5	14.5	-	49.3	0		0		
			6	14.5	-	41.8	0		0		
			7	14.6	-	47.3	0		0		
H12.6.12	6		8	16.8	-	46.0	0		0		
			9	16.1	9.6	51.0	0		0		
			10	16.0	-	52.0	0		0		
H12.6.17	11	1	11	18.3	-	47.0	0		0		
			12	18.3	-	51.0	0		0		
			13	17.7	-	52.0	0		0		
			14	18.2	15.6	53.0	5	-	0		
H12.6.19	13	3	15	15.6	-	52.0	2	63.0-71.0	0		
			16	16.4	9.4	54.0	11	55.0-70.0	1	-	
H12.6.20	14	4	17	16.5	-	52.6	1	70.0	1	64.0	
			18	16.2	9.3	52.4	7	60.0-73.0	0		*標識魚73.0
			19	16.6	-	57.0	13	58.0-75.0	172	49.0-79.0	
H12.7.5	29	19	20	21.1	-	58.0	0		0		
			21	21.0	-	60.0	0		0		
			22	20.1	14.4	53.0	0		0		
H12.7.18	42	32	23	21.7	12.8	57.0	0		0		
			24	-	-	58.0	0		0		
			25	-	-	58.0	0		0		
							39		174		

表2 過去5年間に実施された放流種苗の追跡調査結果（脇野沢海域）

年度	放流日	曳網回数	マダラ幼魚が		マダラ当歳魚		マダラ標識魚		漁具	備考
			採集された 期間	採集された 尾数	採集数	全長 (mm)	採集数	全長 (mm)		
平成8年	H8.6.13	38	6.14-6.26	20	53.0-70.0	1	107.0	ビームトロール	用船	
平成9年	H9.6.13	29	6.4-7.16	63	46.0-75.0	1	49.0	ビームトロール	用船	
平成10年	H10.6.19	22	-	0	-	-	-	ビームトロール	用船	
平成11年	H11.6.9	15	6.10-6.21	30	55.0-79.0	0	-	ビームトロール	用船	
平成12年	H11.6.6	39	6.19-6.20	39	55.0-75.0	1	73.0	ビームトロール	用船	

能性が高いと考えられた。

標識放流を実施する計画では、6月上旬放流群と中旬放流群で個体識別が出来る標識として腹鰭と背鰭切除による放流群識別を検討していたが、2種類の鰭切除による種苗のダメージおよび作業的に難しく、本年度は実施できなかった。来年度は鰭切除以外の標識方法について検討する必要がある。

表2から脇野沢沿岸海域で実施された曳網調査からマダラ幼魚の採集状況を見ると、過去5年間に採集されたマダラ幼魚は0～63尾で、そのうち標識魚は各年1尾程度、5年間で4尾と少ない傾向にある。マダラ幼魚は6月上旬から7月中旬まで採集されており、全長範囲は53.0～79.0mmまでの幼魚が採集されている。マダラ幼魚は兜森・松坂ら(2000)によると6月上旬頃には脇野沢村沿岸の水深50m付近に分布し、水温の上昇とともに、6月下旬～7月上旬頃には脇野沢沿岸を離れ北上すると思われた。

マダラ人工種苗の追跡調査は、放流数および中間育成終了時期に左右されており、放流時期が6月中旬になると調査回数が限られるため放流種苗の採集が難しくなり、6月上旬から下旬までに集中して調査を実施する必要がある。また人工種苗の放流後の初期減耗や摂餌状況などについての知見が不足しており、今後の調査から明らかにする必要がある。

2. 放流効果調査

材料と方法

脇野沢村漁協および佐井村漁協牛滝支所に水揚げされた漁獲物から過去に放流した腹鰭抜去標識を施した個体の放流効果調査結果を取りまとめた。また過去に放流した人工種苗の放流数等について整理した。

表3 放流効果調査結果

再捕 年度	生産年別の再捕数(尾)									計	
	H1歳	H2歳	H3歳	H4歳	H5歳	H6歳	H7歳	H8歳	H9歳		不明
平成6年	5歳魚 0	4歳魚 1	3歳魚 0								1
平成7年	6歳魚 0	5歳魚 5	4歳魚 2	3歳魚 0						4	11
平成8年	7歳魚 0	6歳魚 1	5歳魚 4	4歳魚 4	3歳魚 0					6	15
平成9年	8歳魚 0	7歳魚 1	6歳魚 4	5歳魚 5	4歳魚 18	3歳魚 8				4	40
平成10年	9歳魚 0	8歳魚 0	7歳魚 1	6歳魚 0	5歳魚 2	4歳魚 10	3歳魚 3				16
平成11年	10歳魚 0	9歳魚 0	8歳魚 0	7歳魚 2	6歳魚 3	5歳魚 2	4歳魚 1	3歳魚 0		4	12
再捕尾数の累計(尾)	0	8	11	11	23	20	4	0	0	18	95

表4 マダラ稚魚の標識放流結果

年度	生産機関*	放流年月日	放流数 (尾)	標識数 (尾)	標識割合 (%)	平均全長 (mm)	標識種類	放流場所
平成元年	A	H2.6.25	647	647	100.0	61.1	第1背鰭カット	平内町茂浦
平成2年	A	H3.6.14	805	805	100.0	63.7	左腹鰭抜去	脇野沢村鯛島周辺
平成3年	A+N	H4.6.15	5,000	5,000	100.0	87.0	右腹鰭抜去	脇野沢村鯛島周辺
平成4年	A	H5.6.14	1,600	1,600	100.0	69.0	左腹鰭抜去	野辺地沖
		H5.6.16	28,000	28,000	100.0	68.0	"	脇野沢村鯛島周辺
平成5年	A	H6.6.17	28,000	28,000	100.0	68.0~76.0	右腹鰭抜去	脇野沢村鯛島周辺
		H7.6.19	93,000	93,000	100.0	68.0~75.0	左腹鰭抜去	
		H7.6.20	25,000	25,000	100.0	70.0	"	脇野沢村鯛島周辺
		H7.6.21	5,000	5,000	100.0	61.0	"	
平成6年	S	H7.6.22	3,000	3,000	100.0	68.0	"	
		H8.6.13	230,000	12,000	5.2	67.7	右腹鰭抜去	
		H8.6.13	6,500	0	0.0	55.5	-	脇野沢村鯛島周辺
平成7年	S	H8.6.13	8,500	0	0.0	55.5	-	
		H9.6.13	108,000	52,000	48.1	68.0~76.3	左腹鰭抜去	
		H9.6.13	10,000	0	0.0	65.0	-	脇野沢村鯛島周辺
平成8年	W	H9.6.13	15,000	0	0.0	72.0	-	
		H10.6.19	121,000	55,000	45.5	48.0~55.0	右腹鰭抜去	
		H10.6.19	20,000	0	0.0	55.0	-	脇野沢村鯛島周辺
平成9年	S	H10.6.19	45,000	0	0.0	53.0	-	
		H11.6.19	168,000	123,000	73.2	68.0~76.5	左腹鰭抜去	
		H11.6.9, 6.19	45,000	36,000	80.0	-	"	脇野沢村鯛島周辺
平成10年	S	H11.6.9	40,000	0	0.0	-	-	
		H12.6.16	117,400	75,000	63.9	68.0~76.6	右腹鰭抜去およびALC	
		H12.6.16	30,000	0	0.0	60.0	右腹鰭抜去	脇野沢村鯛島周辺
平成11年	N	H12.6.6	4,100	4,100	100.0	81.2	イラストマ	
計			1,158,552					

*A, 青森県水産増殖センター N, 日本栽培漁業協会能登島事業場 W, 脇野沢村漁協 S, 佐井村漁協

結果と考察

表3に放流効果調査結果を、表4にマダラ幼魚の標識放流結果を示した。

平成11年度漁期に漁獲された腹鰭抜去標識個体は、桜井・福田(1984)によると推定年齢4~7歳魚に相当する12尾再捕され、昨年度漁期の16尾より減少した。平成6年度からの標識魚の再捕状況は、平成6年に最初の標識魚が再捕されてから、平成9年の40尾を最高に減少傾向にある。生産年別では平成

5年、6年放流群がそれぞれ23尾、20尾と多く回帰しており、特に平成6年の放流数は12万6千尾と初めて10万単位の放流が行われた年である。

脇野沢村において標識魚の放流効果調査を実施しているが、近年の大不漁を反映してか、標識魚の再捕尾数も減少傾向にあるが、全数調査に近い体制で標識魚の発見に努めている。

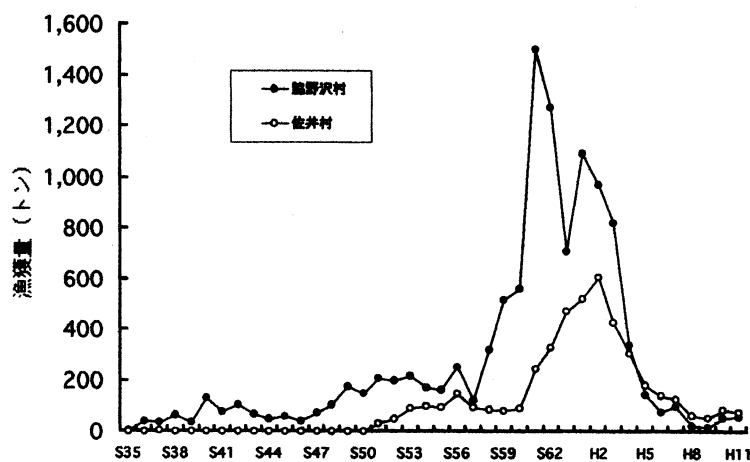


図2 脇野沢村及び佐井村におけるマダラ漁獲量の経年変化

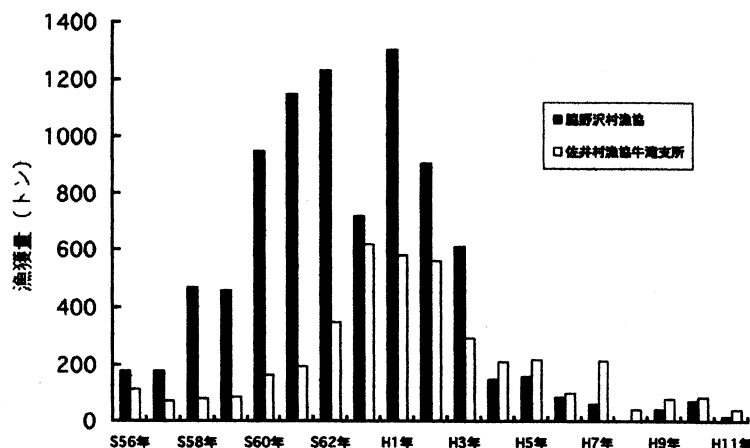


図3 脇野沢村漁協及び佐井村漁協牛滝支所のマダラ漁獲量

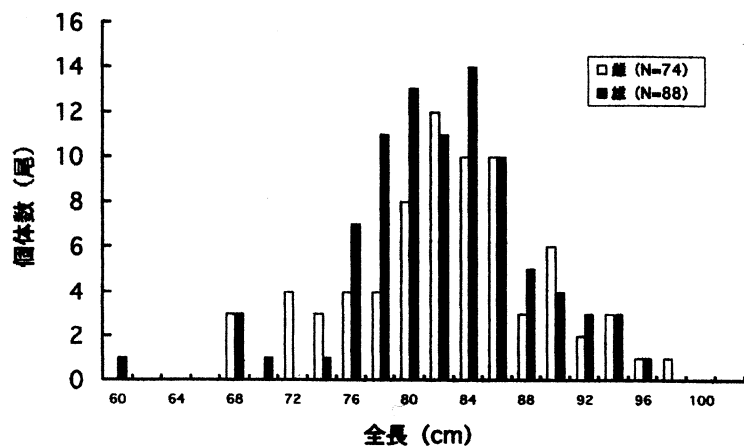


図4 魚体測定調査結果 (平成12年1月)

3. 漁獲統計調査

材料と方法

青森県海面漁業に関する調査報告書(属地調査年報:昭和35年~平成11年)から脇野沢村及び佐井村におけるマダラ漁獲量の経年変化を調べた。

また脇野沢村漁協及び佐井村漁協牛滝支所で水揚げされたマダラの漁期別(11月~翌年4月まで)漁獲量(昭和56年度~平成11年度)を調査した。

結果と考察

図2に脇野沢村および佐井村におけるマダラ漁獲量の経年変化を示した。マダラの漁獲量は昭和35~48年までは、数10トンから100トン前後で推移していたが、昭和49年以降増加傾向を示し、昭和56年頃から漁獲量が増加し、それまで両村合わせて300トン以下で推移していたが、59年以降急激に増加し、61年には両村合わせて1,745トンに達した。しかし脇野沢村では61年から、佐井村では平成2年以降減少傾向を示し、平成8年には80トン台まで減少した。

図3に脇野沢村漁協及び佐井村漁協牛滝支所のマダラ漁期別漁獲量を示した。脇野沢村漁協は昭和56、57年は180トン台の漁獲があり、昭和58年には470トンまで増加し、以降増加傾向を示し昭和60~平成2年までは906~1305トンの漁獲があった。しかし平成3年に612トンに減少し、以降減少傾向を示し、平成6年以降はさらに2~88トンまで漁獲量

が激減した。

佐井村漁協牛滝支所では、昭和56年～59年までは74～116トンの漁獲量で推移していたが、昭和60年から増加傾向を示し、昭和63～平成2年には561～623トンまで増加した。その後平成3年から減少し始め、平成7年まで100～300トン台で推移した。しかし平成8年から100トン以下まで減少し、平成11年以降はさらに44～83トンまで減少した。

4. 魚体測定調査

材料と方法

平成12年1月4日～6日にかけて脇野沢村漁協に水揚げされたマダラの魚体測定を行った。測定は全長、体重、成熟度について行った。

結果と考察

魚体測定調査結果を図4に示した。マダラは雌雄ともに全長80cm台の個体が多く、測定個体の59.3%を占めていた。この大きさは桜井・福田(1984)²⁾によると、6～7歳魚と推定され、昨年同期と比較して大型個体の来遊が増加した。

II. 種苗生産技術開発

1. 初期餌料(シオミズツボウムシ)大量培養試験

ウムシ培養餌料として使用されているナンノクロロプシスは冬期間の低温期での増殖率が悪く、本県ではその量的確保が困難である。そのため、平成5年度からウムシ培養餌料の探索試験により、新たな餌料として市販の濃縮淡水クロレラと生イーストが実用的な主餌料になることが明らかになり³⁾⁴⁾、培養作業の効率化を図る目的で、平成7年度からは本事業において濃縮淡水クロレラと生イーストを餌料としたウムシ培養⁵⁾、平成8年度からは更に省力化し濃縮淡水クロレラだけを餌料としてウムシ培養試験を行い良好な結果を得た⁶⁾。

そこで、平成9～10年度まで種苗生産期間中濃縮淡水クロレラだけでのウムシ培養を試みたが、濃縮淡水クロレラのみでの給餌による培養では安定した培養が難しいことがわかったため¹⁾⁷⁾、今年度はS型・L型混合ウムシを種苗生産用に培養した。

材料と方法

培養に用いたS型、L型混合ウムシは秋田県漁業振興センターより分与いただいたものを用いた。

試験期間は平成12年1月12日より2月13日まで行い、培養は3日間の植継ぎ方式とした。培養水槽は1m³アルテミアふ化槽を用い、ウムシの植継ぎ密度は300個体/mlとした。糞などの懸濁物を除去するため、ナイロン製マット(商品名:トラベロンフィルター)3枚を水槽壁に垂下した。培養水は80%海水を用い、水温はチタンヒーターで24℃に保った。濃縮淡水クロレラの給餌量は試験開始時1,000万細胞/ml(1回/日)から始め、植継ぎ2日目からは濃縮淡水クロレラとパン酵母を併用した。その給餌量は濃縮淡水クロレラをウムシ100個体当たり1.0mlを基準に、携卵率を見ながら調整した。パン酵母はウムシ100万個体当たり0.5g(1回/日)を給餌した。

結果と考察

昨年度まではマダラ仔魚にL型ウムシを給餌していたが、培養不調の発生で不安定な状況であった。そのため、種苗生産中ウムシを他機関から再度導入するといったことがあったが、今年度はS型L型混合のウムシを種苗生産用の餌料として用いたことにより、培養不調は見られずウムシ給餌期間中問題なく給餌することができた。マダラ仔魚もウムシ給餌期間中に減耗することなく順調に飼育できたことから、L型ウムシと同様の栄養強化手法で問題ないものと考えられ、S型L型混合ウムシをマダラ仔魚の初期餌料に用いて飼育可能であり、S型L型混合ウムシで安定的な培養ができるものと判断された。

2. 初期生残率向上試験

平成9年度までアルテミアの栄養強化に使用しているパウッシュAと脂溶性ビタミンの組合せとアクアランで、栄養強化時間を中心に検討した結果、現在用いている強化時間が最も良く、平成10年度に栄養強化剤の強化量の調整による減耗軽減の可能性を検討した場合にも、パウッシュAと脂溶性ビタミンの組合せでは、現在の栄養強化条件による飼育よりもマダラ稚魚の成長及び生残率が上回る強化量の組合せはなかった。そこで、今年度はパウッシュAの後継品で、カプセル化していることにより乳化作業を必要とせず栄養強化の省力化が可能であるDH Aceが、マダラ稚魚のアルテミア給餌期の栄養強化に使用可能かどうかと成長及び生残率の向上につながらないかについて検討した。

材料及び方法

飼育開始後48日目のマダラ稚魚を用いて、DH Aceによるアルテミアの栄養強化による飼育を試み、その効果を量産飼育でアルテミアの栄養強化に用いている栄養強化剤パウッシュAと比較検討した。

その強化条件は水槽（30ℓパンライト水槽）が異なる以外は基本的に量産飼育での方法と同様とし、強化時間は17時間及び24時間を設定した。

なお、DH Aceは乳化作業を行わず、4試験区を設定して水槽に入れるだけとした。

飼育試験期間は25日間で、1m³パンライト水槽に2,500尾ずつ収容し、10℃の調温海水で飼育した。試験終了時には全数取揚げして計数し、そのうち各60尾を魚体測定した。

結果と考察

表1のとおり、飼育試験終了時の生残率は70.5～88.9%と全体に高く、平均全長は開始時の11.8mmから18.7～20.7mmに成長した。量産飼育で栄養強化に使用しているパウッシュAを使用した試験区1は、DH Aceを栄養強化に使用した他の4試験区に比べて生残率が低く、生残率が最も良かったのはDH Aceを200ml/m³の強化量で強化した試験区3であった。一方、成長は明瞭な傾向が見られず、最も良かったのはDH Aceを100ml/m³の強化量で強化した試験区2、次いでDH Aceを300ml/m³の強化量で強化した試

表1 アルテミアの栄養強化剤の強化量の違いによるマダラ稚魚飼育試験結果

区分	使用した栄養強化剤				(飼育水槽：1m ³ パンライト水槽)					
	種類	強化量	種類	強化量	収容尾数 (尾)	収容時全長 (mm)	飼育日数 (日)	取揚げ時全長 (mm)	取揚げ尾数 (尾)	生残率 (%)
1	パウッシュA	100ml/m ³	脂溶性ビタミン	60ml/m ³	2,500	11.8	25	18.7	1828	75.4
	"	"	"	"	"	"	"	19.2	1823	70.5
2	DH Ace	100ml/m ³	"	"	"	"	"	20.0	1907	79.6
	"	"	"	"	"	"	"	20.2	1906	81.8
3	"	200ml/m ³	"	"	"	"	"	18.6	2124	88.4
	"	"	"	"	"	"	"	18.9	2201	87.3
4	"	300ml/m ³	"	"	"	"	"	20.7	2068	85.8
	"	"	"	"	"	"	"	19.2	2073	87.2
5	"	400ml/m ³	"	"	"	"	"	19.2	2258	88.9
	"	"	"	"	"	"	"	19.5	1984	82.2

験区4で、最も悪かったのは生残率が最も良かったDH Aceを300ml/m³の強化量で強化した試験区3であった。

この試験結果を基に、成長及び生残率について各試験区の平均値の差の検定を行ったのが表2、3である。

生残率は分散分析及び平均値の最小二乗法による差の検定により、量産において用いているパウッシュAで強化した試験区1がDH Aceで栄養強化した試験区2～5に比べて有意に生残率が低く、特に試験区3～5とは危険率1%水準で有

表2 各試験区間の生残率の差の検定について

	試験区1	試験区2	試験区3	試験区4	試験区5
試験区1					
試験区2	*				
試験区3	**	*			
試験区4	**	—	—		
試験区5	**	—	—	—	

**は1%水準、*は5%水準で有意差有り

表3 各試験区間の平均全長の差の検定について

	試験区1	試験区2	試験区3	試験区4	試験区5
試験区1					
試験区2	—				
試験区3	—	*			
試験区4	—	—	—		
試験区5	—	—	—	—	

**は1%水準、*は5%水準で有意差有り

意差が認められた。平均全長は試験区2と試験区3の間でのみ危険率5%水準で有意差が認められた以外は有意差がなかった。

DHAceの使用法については、同一条件での栄養強化であれば、パワッシュAよりも2～3倍の強化量で使用するよう示されている。本試験においてもパワッシュAと同じ強化量の試験区2（強化量100ml/m³）でも生残率は良いが、試験区3の強化量以上、つまりパワッシュAの2倍量以上では明らかに生残率が高くなり、成長にも差が見られないことから、この時期のマダラ稚魚においてDHAceを栄養強化剤に使用する場合には、強化量として200ml/m³前後が適量であるものと考えられた。

本試験の目的は、DHAceが乳化作業を必要としないことから作業面での軽減化と、新しい強化剤による減耗期での浮上軽減を目的に行ったものであり、生残率並びに成長から問題なく使用でき作業面での軽減は可能であることがわかった。また、減耗に関してもパワッシュAで強化した場合よりもDHAceで強化した場合には200ml/m³以上の強化量で減耗を軽減できる可能性が示唆された。しかし、DHAceをパワッシュAの2倍量以上で使用すると、コスト面で問題が残った。

3. 種苗量産試験

材料及び方法

① 採卵とふ化

今年度の採卵結果を表4に示した。平成11年12月27日に脇野沢村に水揚げされた1尾から採卵したものを使用した。

今年度の総採卵数は288.5万粒であった。受精卵はビニール袋に海水とともに収容し酸素封入して当センターまで搬入した。受精率は88.2%で比較的高かった。

卵管理は20ℓハッチングジャー1基に288.5万粒の受精卵を収容し、濾過海水及び調温海水を掛け流しした。

管理中の水温は6.7～9.8℃の範囲で推移し、ふ化までは10日要した。ふ化直前にはハッチングジャーを1m³パンライト水槽に収容してふ化させた。

受精卵数からのふ化率は70.3%（178.8万尾）であった。

② ふ化仔魚と飼育水槽

表4 採卵結果

採卵 回数	親魚の大きさ		採卵 月日	採卵量 (万粒)	受精率 (%)	積算温度 (℃・d)	ふ化 日数	ふ化尾数 (万尾)	ふ化率 (%)
	全長 (cm)	体重 (kg)							
1	81.0	6.8	12.27	288.5	88.2	93.9	10	178.8	70.3

平成12年1月7日にふ化仔魚を10m³円形水槽2面に10万尾、30m³円形水槽2面に60万尾の合計70万尾を収容して飼育を開始した。

③ 飼育管理

飼育水中には、ナンノクロロプシスと濃縮淡水クロレラをふ化仔魚収容時から平成12年1月7日～3月20日（収容後1～73日目）まで添加した。その濃度は50～150万細胞/mlを維持した。

飼育水温は、ふ化仔魚収容時から10℃まで加温した調温海水を使用し、飼育期間中はその温度を維持するように努め、飼育水を還流させながら成長に応じて換水率を増加させ、仔魚あるいは餌料の均等分散、底掃除の簡易化を図った。飼育水は紫外線殺菌海水（5m³/h）とオゾン殺菌海水（10m³/h）を使用し、10m³/h以上の飼育水を必要となった時期からは通常の調温海水に切り替え、天然海水温が10℃を超えた段階で濾過海水に切り替えた。

底掃除は飼育5日目からサイホン方式で毎日行った。

また、成長に伴い各水槽内で大小差が生じるため、80日以降には各飼育水槽とも4～6mm目合いのト

リカルネットで選別を行いサイズを揃えた。

④ 餌料

餌料としてワムシ（S型L型混合シオミズツボワムシ）、アルテミア（北米ソルトレイク産のノープリウスの大きさ570 μ m）、凍結ヒラメ受精卵（県栽培漁業振興協会提供）、配合飼料（B-700～C-1000）を用いた。

餌料系列と給餌期間及び生物餌料の栄養強化方法を表5、6に示した。生物餌料については、ワムシはアクアラン、アルテミアはパウッシュAと脂溶性ビタミンで栄養強化したものを給餌した。

⑤ 計数等

計数は飼育30日目までは、口径65mmの塩ビパイプで夜間の柱状サンプリングによる容積法、それ以降は毎日の底掃除を行った際に、へい死個体を計数し期間内の推定生残数を求めた。取揚げ尾数は重量法で行った。

また、10日間隔で魚体測定を行い、その成長を追跡した。

表5 餌料系列

餌料種類	飼育期間													
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
ワムシ (日令)	← (3~43) →													
アルテミア (日令)	← (15~120) →													
ヒラメ凍結卵 (日令)	← (48~120) →													
配合飼料 (日令)	← (63~138) →													

表6 生物餌料の栄養強化方法

区分	ワムシ	アルテミア
水温 (°C)	20	20
密度 (個体/ml)	60~70	1~70
アクアラン (g/m ³)	200~300	
パウッシュA (ml/m ³)		100~120
脂溶性ビタミン (ml/m ³)		60
強化時間 (時間)	7及び24	17及び24
給餌回数 (回)	1及び2	1及び2

結果と考察

① 採卵とふ化

表4のとおり、目標としていた年内採卵により種苗生産を行うことはできたが、年内の採卵尾数は1尾だけであった。近年の不漁とともに年々年内の採卵が厳しくなっているが、種苗生産を安定的にかつ大型種苗の放流を行うためには、年内の早期採卵で良好なふ化仔魚を得ることが必要条件であり、そのためには、今後は短期及び長期の親魚養成も考えながら、早期採卵技術を目指していく必要がある。

② 成長と生残

種苗生産結果を表7に示した。

今年度は平成11年1月12~17日までに70万尾のふ化仔魚を用いて138日間飼育し、平均全長で35.8~60.1mmの種苗15.6万尾を生産した。その生残率は22.3%であった。

成長と生残率の推移は図5、6に示した。各水槽の成長は、平均全長で20日目に6.4~6.9mm、40日目に10.9~11.4mm、60日目で15.7~17.0mm、80日目で20.8~23.2mmであった。それ以降は選別を行いながら、全数取上げ138日目には35.8~60.1mmに成長した。

過去最高の生残率を得た平成7年度と同じ飼育条件（水温、生物餌料の栄養強化方法等）で飼育し、初期にはほとんど減耗もほとんどなく順調に推移したが、今年度も50~60日目以降の配合飼料給餌への移行期に浮上して急激な減耗があり、これが100日まで続き、生残率を下げる結果となった。現在この減耗を防ぐためにアルテミアの栄養強化方法を中心に種々の検討を試みているが、いまだに解決されてない。しかし、この時期の減耗を防いで配合飼料へスムーズに移行させることが最終生残率を高くし、安定した生産を行う上で重要であり、今後もこれを解決すべく他の生物餌料や配合飼料の給餌開始時期や方法も含めて検討していく必要がある。

表7 飼育結果の概要

年 度	採卵年月日	生産期間	使用水槽 (m^3)	収容尾数 (万尾)	収容時全長 (mm)	取揚げ尾数 (万尾)	取揚げ時全長 (mm)	生残率 (%)
11	H 10.12.27	H10. 1.7 ~H10. 5.24	10×2面 30×2面	10 60	4.3	15.6	35.8~60.1	22.3

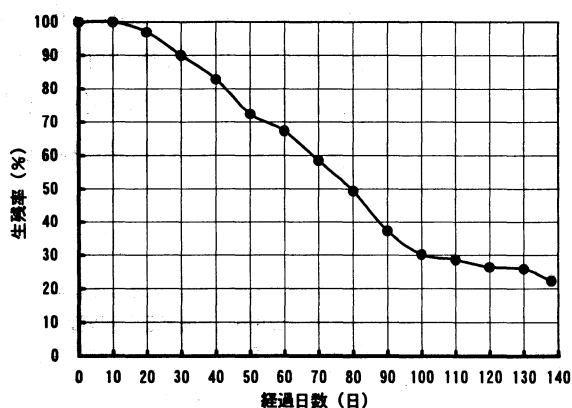


図1 飼育期間中における生残率の推移について

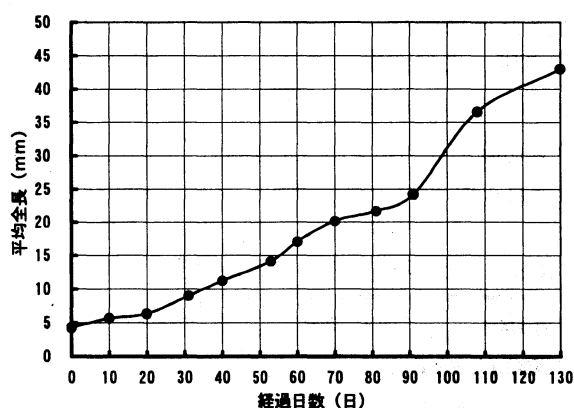


図2 飼育期間中における生残率の推移について

③ 餌料

生物餌料の給餌期間はワムシで41日間（3～43日目）、アルテミアで106日間（15～120日目）で、配合飼料への切替えが不十分であったため、アルテミアの給餌期間が長くなった。凍結ヒラメ受精卵は48日目から、配合飼料は63日目から給餌を開始した。早期に配合飼料に餌付させるために早めに配合飼料の給餌を行い、出荷時には十分に配合飼料に餌付いた状態にしようと試みたが、今年度はなかなか配合飼料に餌付かず、その間の減耗を軽減することはできなかったため、最終的な生残率が昨年度に比べて低下した。

Ⅲ 中間育成技術開発

1. 配合飼料による飼育試験

材料と方法

種苗量産試験で生産された種苗15.6万尾は平成12年4月25日、5月17日、25日に脇野沢村漁業協同組合に12.3万尾、5月22日に佐井村漁業協同組合に3.3万尾を運搬して中間育成を行った。

中間育成は脇野沢村漁協では5.0×5.0×3.0mの海中網生簀5面で、佐井村漁協では20 m^3 2面及び12 m^3 1面の陸上円形水槽で行い、26～53日間ヒラメ凍結受精卵及び配合飼料を与えて飼育した。

結果と考察

中間育成結果は表8のとおりで、例年と変わらない中間育成期間であった。しかし、前述したように配合飼料への餌付きが不十分であったため、特に佐井村では飼育初期に減耗が見られた。最終的にセンターで種苗生産した稚魚は平均全長60.2～80.1mmに成長し、合計117.4千尾の放流用種苗を生産し、その生残率は75.2%であった。

昨年度のように中間育成段階でサイズが大型で配合飼料に十分に餌付いた稚魚では中間育成期間中の減耗も少ないため、今後も種苗生産時における配合飼料への十分な餌付けと種苗の大型化を図る予定である。

2. 中間育成及び種苗放流

材料と方法

中間育成で生産した117.4千尾のうち45.0千尾には右腹鰭切除の標識、15.0千尾にはALC（アリザリン

コンプレキソン) 標識を施した。これらの稚魚は、例年どおり脇野沢村漁業協同組合で種苗生産した稚魚30.0千尾(右腹鰭切除10.0千尾)とともに、平成12年6月6日、16日及び7月1日に脇野沢村鯛島周辺(水深50m)へ放流した。

結果と考察

今年度も放流魚の主な標識は外部標識の腹鰭切除であるが、一部の標識魚にALCの標識も用いた。ALC標識は一度に大量に付けるにはいい方法であることから、今後の追跡調査により腹鰭切除標識魚の再捕とともにALC標識魚の確認を行いその有効性について確認する必要がある。また、標識付け作業での減耗や切除の仕方によっては鰭の再生により標識の確認が難しくなるため、これからも容易に標識付けが可能で且つ長期間明確に識別できる標識手法の開発が必要である。

表8 マダラ稚魚の中間育成結果

育成場所	育成方法	配合飼料の種類	中間育成			放流			標識方法	生残率(%)
			收容月日	收容時全長(mm)	收容尾数(千尾)	放流月日	放流時全長(mm)	放流尾数(千尾)		
脇野沢村	網生養3面(5×5×3m)	K社製	H12. 4. 25	36.6	24.5	H12. 6. 6	69.4	21.0		85.7
	網生養1面(5×5×3m)	K社製	H12. 5. 17	36.6	45.2	H12. 6. 6, 16	64.4	40.0	45.0 右腹鰭切除	88.5
	網生養1面(5×5×3m)	K社製	H12. 5. 25	43.0	28.5	H12. 6. 16	60.2	24.0		84.2
佐井村	陸上水槽20m ³ 1面	K社製	H12. 5. 22	35.8	25.0	H12. 7. 1	65.0	15.0	15.0 ALC標識	60.0
	陸上水槽20m ³ 1面	K社製	H12. 5. 22	41.8	19.8	H12. 6. 16	65.0	8.6		43.4
	陸上水槽20m ³ 1面	K社製	H12. 5. 22	45.9	6.5	H12. 6. 16	67.3	2.6	5.0 右腹鰭切除	40.0
	陸上水槽12m ³ 1面	K社製	H12. 5. 22	60.1	6.7	H12. 6. 16	80.1	6.2		92.5
			小計		156.2		60.2~73.2	117.4	65.0	75.2
					※	H12. 6. 6	60.0	20.0	10.0 右腹鰭切除	
						H12. 6. 16	65.0	25.0		
			合計				32.3~80.1	147.4	65.0	

※脇野沢村漁業協同組合で種苗生産した稚魚

3. 大型幼魚育成試験

効果的な放流サイズ並びにその移動を検討するため、配合飼料のみで大型幼魚までの飼育を今年度も試みた。

材料と方法

飼育に用いたのは平成10年度生産の平均全長62.4mmのマダラ稚魚1,011尾で、5m³及び10m³円形水槽に収容し平成11年6月1日~12月10日まで大型幼魚の飼育を行った。飼育水温は高水温期には調温海水(冷海水)を濾過海水に混合して水温を下げ、極力17℃を超えないように調節した。餌料は配合飼料のみを給餌した。

結果と考察

平成11年12月に飼育を終了したが、平均全長で17.6cm、平均体重56.5gに成長し、生残尾数は752尾(生残率は78.4%)で、昨年度に比べ成長は劣ったものの、生残率は上回った。これは夏季の水温を最高でも16.7℃まで低く抑えることができたことが要因であるが、飼育尾数が多く密度が高くなったことにより成長は思わしくなかった。

これらの生残した大型幼魚のうち628尾は平成11年12月15日に青色ディスクを結着して、脇野沢村沖に放流した。

引用文献

- 1) 兜森良則他 (2000) : 特定海域新魚種定着促進技術開発事業 (マダラ). 青森県水産増殖センター事業報告, 29, 233-243.
- 2) 桜井・福田 (1984) : 陸奥湾に來遊するマダラの年齢と成長. 青森県水産増殖センター研究報告, 3, 9-14.
- 3) 中西廣義他 (1995) : 特定海域新魚種量産技術開発事業 (要約). 青森県水産増殖センター事業報告, 24, 238-240.
- 4) 中西廣義他 (1996) : 特定海域新魚種 (マダラ) 量産技術開発事業 (要約). 青森県水産増殖センター事業報告, 25, 247-249.
- 5) 中西廣義他 (1997) : 特定海域新魚種定着促進技術開発事業 (マダラ). 青森県水産増殖センター事業報告, 26, 309-325.
- 6) 中西廣義他 (1998) : 特定海域新魚種定着促進技術開発事業 (マダラ). 青森県水産増殖センター事業報告, 27, 273-282.
- 7) 兜森良則他 (1999) : 特定海域新魚種定着促進技術開発事業 (マダラ). 青森県水産増殖センター事業報告, 28, 289-298.