

うすめばるトータルプラン推進事業（資源添加調査）

小泉 広明・工藤 敏博・中西 廣義・廣田 将仁・鹿内 満晴

目 的

日本海及び津軽海峡を中心に漁獲されるウスメバルは「海峡メバル」として全国的に有名であり、高級魚として取り扱われているが、過去には1,000tを越えていた青森県の漁獲量が最近では300t前後と低迷している。そこで、資源回復の一方策として栽培漁業化ならびに養殖漁業化の可能性を探るために、親魚養成、種苗生産、中間育成、養殖の技術開発を検討する。

材 料 と 方 法

1. 安定量産技術開発

(1) 親魚養成

2001年から養成を継続してきた親魚に2005年12月から魚病が発生し、3尾を残してへい死したことから、2006年2月から6月において本県沿岸由来の天然釣獲魚（今別東部漁協、舳作漁協、北通り種苗育成センター）と他機関養成魚（青森市水産指導センター、のとじま水族館、小泊）の計253尾を入手し（表1）、屋内30m³コンクリート円形水槽（水深3m）で養成した。

産仔時期終了後の2006年7月4～5日に魚体測定を行い、全長と体重の関係を把握した。また、北通り種苗育成センター由来の33尾と小泊由来の2+魚82尾の計115尾には、個体毎に追跡調査できるよう標識PITタグ（以下、PITタグ）を背部筋肉中に挿入した。

水温管理は、6～11月に循環冷却装置及びアクアトロン冷却海水を用いて養成水温が16℃を上回らないよう冷却し、12月からはアクアトロン加温海水を混合し養成水温が12℃を下回らないよう加温した。

餌料は、冷凍のイカナゴ、スルメイカの切り身及び冷凍オキアミとし、1日1回給餌した。

表1 2006年のウスメバル親魚候補

年月日	収容尾数	成熟個体 (尾)	由 来	収 容 後 へい死 (尾)	2006/7/4～5		備 考
					(尾)	PITタグ	
2006/2/1	31		青森市水産指導センター				2003年採集の天然魚を養成
2006/2/23～3/13	7	4	今別東部漁協	2			天然釣獲魚
2006/2/26	8		舳作漁協		130	無	天然釣獲魚
2006/3/10	23		のとじま水族館				
2006/4/4	66	5	北通り種苗育成センター	3			天然釣獲魚
2006/5/26	33		北通り種苗育成センター				天然釣獲魚
2006/6/2	85		小泊	3	115	有	2005/6/23中間育成終了の人工+天然魚
合 計	253	9		8	245		

(2) 産 仔

2006年3～4月に養成親魚の成熟状況を調べ、3月29日に今別東部漁協由来の成熟個体4尾と4月7日に北通り種苗センター由来の成熟個体5尾を産仔用水槽（黒色シートで覆った1m³パンライト水槽）2面に収容し、遮光幕で水槽を覆って産仔を待った。

産仔用水槽には調温海水を用い、10℃以上に管理した。また、産仔用水槽に収容後は給餌を行わなかった。

(3) 種苗生産試験

4月1日に産仔された仔魚42,800尾、4月7日産53,500尾、4月24日産66,000尾をそれぞれ5m³FRP製円形水槽3面に収容し、種苗生産に供した。

飼育用水は調温海水を用い、10℃前後から飼育を開始した。

餌料は、L型ワムシ、アルテミア及び配合飼料を用い、給餌期間を表2に示した。生物餌料の栄養強化は、L型ワムシにはスーパー生クロレラV12（クロレラ工業(株)製）、アルテミアにはハイパーグロス（日清マリンテック(株)製）を用いた（表3、4）。

飼育水槽には、生クロレラV12（クロレラ工業(株)製）を飼育水に50～100万sell/mlになるよう60日令まで添加した。また、懸濁物の吸着を目的にロイヤルスーパーグリーン（(株)グリーン・カルチャ製）を1水槽当たり1日200g、60日令まで散布した。底掃除は2～10日令は行わず、その後は毎日または1日おきに行い、その際にへい死数を確認した。

表2 2006年のウスメバル種苗生産の餌料系列

餌料種類	日 令						
	0	10	20	30	40	50	60
ワムシ (日令)	----->						
	(0→21~31)						
アルテミアノープリウス (日令)	----->						
	(1~5→13~18)						
強化アルテミア (日令)	----->						
	(4~19→60)						
配合飼料 (日令)	----->						
	(30~)						

---> は飼育事例により変更した期間

表3 ワムシの栄養強化（2006年）

区 分	朝給餌	夕給餌
強化時水温	15℃	15℃
最大密度(個体/ml)	200	200
強化時刻	9:00 16:00	9:00
スーパー生クロレラV12(ml/m ³)	400 100	400
強化時間(h)	24	7
給餌時刻	翌日9:00	15:30

表4 アルテミアの栄養強化（2006年）

区 分	ルテミアノープリウス		強化アルテミア	
	朝給餌	夕給餌	朝給餌	夕給餌
強化時水温(℃)	28		20℃	
最大密度(個体/ml)	60		60	
強化時刻	16:00		16:00	
ハイパーグロス(ml/m ³)	500	無強化	500	
強化時間(h)	17		17	24
給餌時刻	10:30 16:00		10:30 16:00	

(4) 給餌量別水温別飼育試験

4月14～17日産の仔魚33,600尾を用いて、適正な給餌量を検討するため給餌量別の飼育試験を行った。飼育条件を表5に示した。1日当たりの給餌量を種苗生産試験と同様のものを対象区とし、試験区は給餌量を2倍とした。

4月24日産の仔魚72,000尾のうち6,000尾を用いて、水温別の飼育試験を行った。飼育水温は、対象区として種苗生産水槽と同じ10℃、加温区は13℃とし、飼育初期の10℃から6日令までに13℃まで昇温させた。

両試験とも用いた水槽は1m³パンライト水槽2面で、L型ワムシ、アルテミアの栄養強化方法は種苗生産と同様とした。

表5 給餌量別水温別飼育試験

	給餌量別試験区		水温別試験区	
	対象区	2倍給餌区	対象区	13℃区
産仔年月日	2006/4/14~17		2006/4/24	
収容尾数(尾)	16,800	16,800	3,000	3,000
L型ワムシ給餌量(個体数/m ³ /日)	200万	400万	200万	
強化アルテミア給餌量(個体数/m ³ /日)	40万	80万	20万	
飼育水温	10℃		10℃	13℃(6日令~)
水 槽	1m ³ パンライト水槽		1m ³ パンライト水槽	

(5) 中間育成試験

2005年10月から小泊漁港の網生け簀で飼育していたウスメバル幼魚の中間育成は、2006年6月23日まで実施した。

また、今年度は6～7月にかけて青鵬丸により日本海で採集した天然ウスメバル稚魚と、青森市後

潟～奥内のホタテ養殖施設周辺で採集した天然ウスメバル稚魚を当所で育成後、10月5日から舳作漁港で、また10月12日から小泊漁港で、網生け簀（舳作漁港5×5×3m、小泊漁港4×4×3m、各1面）による中間育成を行った。

給餌は、配合飼料を基本的に朝夕2回としたが、摂餌状況を見ながら適宜回数、給餌量を調整した。

2. 種苗放流技術開発

小泊漁港と舳作漁港で中間育成したウスメバル幼魚にアンカータグを装着し、標識放流を実施した。放流は船上放流とした。

3. 養殖技術開発

脇野沢村漁業協同組合で天然ウスメバル稚魚1,000尾を用い、2006年10月11日から網生け簀（5×5×3.5m）と冬季の低温対策用に陸上水槽（3.3m³円形FRP水槽）を使用して養殖試験を行った。また、北彩漁業生産組合では、2005年産人工魚（上顎骨奇形魚1+）1,600尾を用い、2006年12月14日から網生け簀（5×5×4m）を使用して養殖試験を行った。

給餌は、配合飼料を基本的に1日1回としたが、摂餌状況を見ながら適宜回数、給餌量を調整した。

結 果

1. 安定量産技術開発

(1) 親魚養成

① 養成水温の推移

2006年4月から2007年3月までの養成水温を図1に示した。基本的にろ過海水による親魚養成としたが、ウスメバルの生息水温¹⁾及び適水温²⁾の報告から、適水温の上限を16℃とみなし、養成水温がこれを上回ることがないように、6月から冷却装置及びアクアトロン冷却海水により11月まで15℃台の養成水温の維持に努めたが、7月29日に冷却海水のトラブルにより、一時20℃まで上昇した。11月からは再びろ過海水のみで養成したが、ろ過海水が12℃を下回り始めた12月初旬からはアクアトロン加温海水を混合し、熟度鑑別する3月まで12℃台を維持することができた。

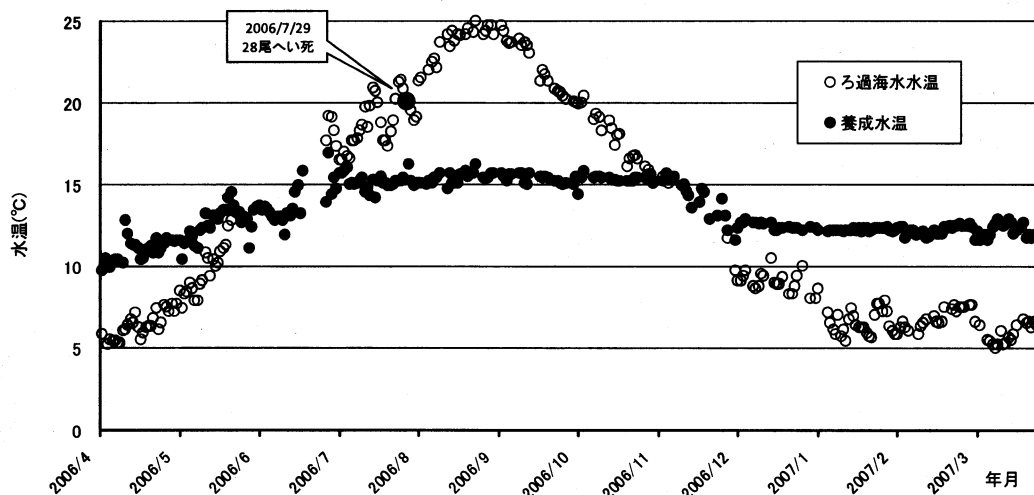


図1 親魚の養成水温とろ過海水水温の推移

② 養成親魚の魚体組成・生残

7月4～5日に養成親魚の魚体測定を行った結果を表6と図2、3に示した。PITタグ標識群の平均全長174mm、平均体重94.2g、平均肥満度16.9であり、それ以外の群では、平均全長219mm、平均体重205.5g、平均肥満度18.7とPITタグ標識群が小型であった。また、全長（TL）と体重

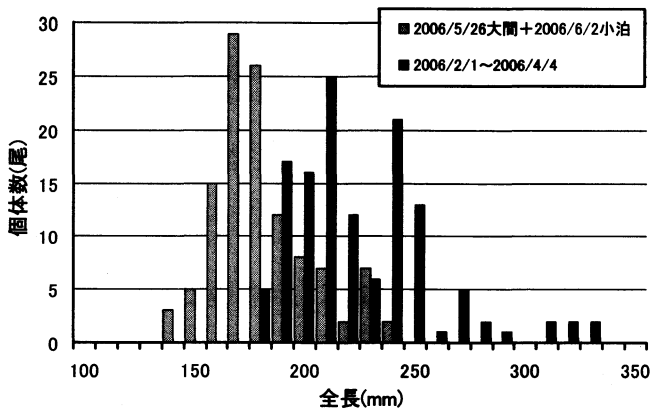


図2 ウスメバル親魚の全長組成 (2006/7/4~5測定)

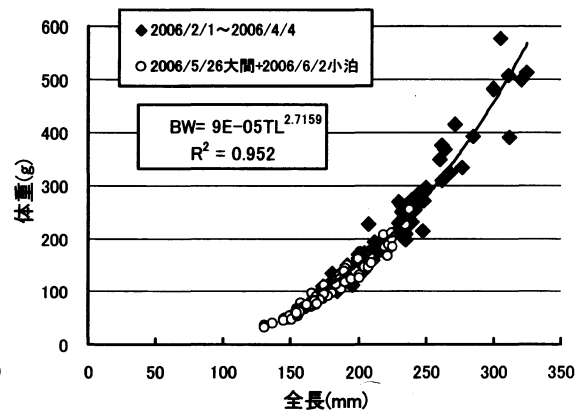


図3 ウスメバル親魚の全長と体重の関係 (2006/7/4~5測定)

表6 2006/7/4~5のウスメバル親魚の測定結果

PITタグ	2006/5/26北通り +2006/6/2小泊			2006/2/1 ~2006/4/4		
	有り			無し		
測定日	2006/7/4 (n=105)			2006/7/5 (n=112)		
項目	全長(mm)	体重(g)	肥満度	全長(mm)	体重(g)	肥満度
最大	238	254.0	21.34	325	577.0	25.39
最小	131	31.5	13.85	170	89.0	12.88
平均	174	94.2	16.93	219	205.5	18.65
SD	22	42	1.4	34	97	1.8

全て2006/7/29のへい死28尾を除いた値

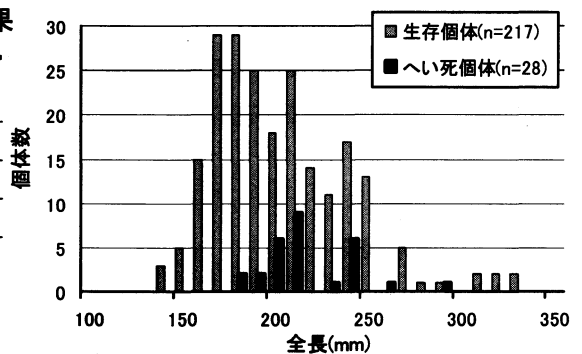


図4 2006/7/29へい死個体と生存個体 (2006/7/4~5測定) の全長組成

(BW) の関係は、 $BW=9E-05TL^{2.7159}$ ($R^2=0.952$) で示された。

養成親魚の生残状況は、収容後2007年3月までに40尾へい死し、他に5尾分析用サンプル提供 (2006年9月19日ふるさと食品研究所) と1尾入手 (2006年10月16日 (社)青森県栽培漁業振興協会) により、年度末には204尾となった。

へい死尾数の内訳としては、収容後間もなく3尾へい死し、その後、3~4月に産仔水槽に収容した成熟個体で産仔出来なかったもの5尾、7月29日の一時昇温によるもの28尾、原因不明のもの4尾 (2006年10月18日、11月7日、2007年1月28日、2月9日各1尾) であった。へい死の多かった7月29日のへい死魚と生存魚の全長組成を図4に示した。へい死魚の全長は平均209mm (174~282mm) で、生存魚 (平均全長197mm (131~325mm)) より大型であった。

表7 ウスメバル成熟雌個体の魚体組成及び産仔状況 (2006年)

測定年月日	全長 (mm)	体重 (g)	産仔後体重 (g)	産仔尾数 (尾)	産仔年月日	産仔後装着 PITタグ	由来
2006/3/29	297	645	467	産仔	42,800	2006/4/1	431969217C
	310	666	516	産仔	53,500	2006/4/7	442E303B16
	285	425		へい死			
	315	601		へい死			
2006/4/7	325	812	616	産仔	33,600	2006/4/14~17	442F2E2F46
	293	503	393	産仔	72,000	2006/4/24	442D5D314E
	325	579		へい死			
	277	411		へい死			
	346	901		へい死			
個体数	9	産仔個体数	4	201,900			2006/4/4 北通り種苗育成センター

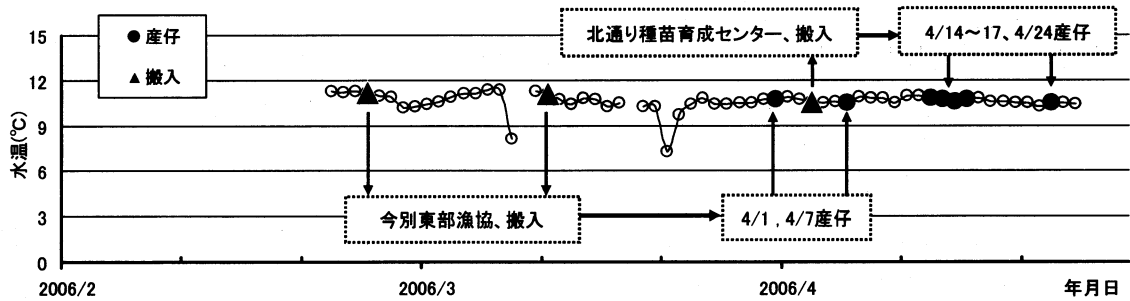


図5 2006年の成熟個体の搬入から産仔までの水温の推移

(2) 産仔

成熟個体の魚体組成と産仔状況を表7に、搬入から産仔までの水温の推移を図5に示した。

水温は、ほぼ10~11℃に維持したが、他魚種との競合による加温海水の流量変化により一時7.3℃まで低下した。

産仔候補として産仔水槽に収容した9尾は、2006年2~4月に収集した天然釣獲魚であり、当所への搬入から10日~約1ヶ月後に4尾が産仔し、残り5尾は産仔出来ずにへい死した。産仔した個体にはPITタグを装着し養成を継続した。

へい死個体の全長は277~346cm、体重411~901gであった。

4月1日、4月7日、4月24日の産仔は一晩の内に行われたが、4月14日~17日に産仔した1個体は4日間にわたり産仔が継続し、産仔された仔魚は小型であった。

表8 2006年のウスメバル産仔及び量産飼育、試験飼育結果

産仔年月日	生産期間	使用水槽 (㎡)	産仔と収容尾数 (尾)	収容時全長※ 平均±SD(mm)	取揚げ尾数 (尾)	取揚げ時全長※ 平均±SD(mm)	生残率 (%)
2006/4/1	2006/4/1 ~ 5/29 (58日間)	5×1面	42,800	5.3~5.9 5.5±1.7	0	9.9~14.3 12.0±1.1	0.0
2006/4/7	2006/4/7 ~ 6/21 (75日間)	5×1面	53,500	5.3~6.0 5.7±1.5	1,500	12.6~20.3 15.0±1.7	2.8
2006/4/14~17	2006/4/14 ~ 5/10 (26日間)	1×2面	33,600	4.8~5.2 5.0±1.3	0	給餌量別飼育試験	
	2006/4/24 ~ 5/26 (32日間)	5×1面	66,000	5.6~5.9	0	6.1~8.0 7.8±1.0	0.0
2006/4/24	2006/4/24 ~ 5/10 (16日間)	1×2面	6,000	5.7±1.0	0	水温別飼育試験	
計			72,000			※n=30	

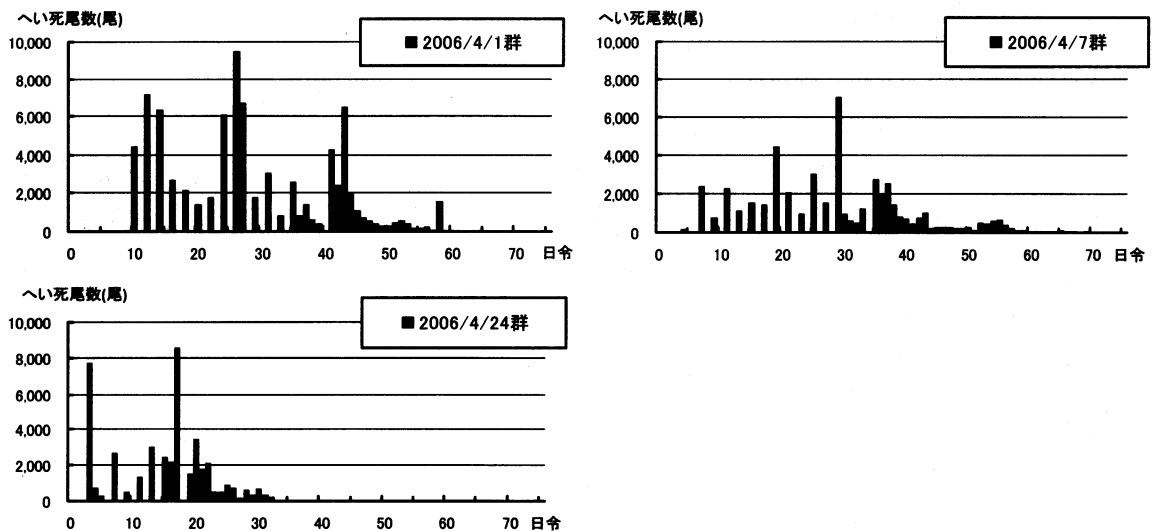


図6 種苗生産期間中のへい死尾数の推移

(3) 種苗生産試験

種苗生産結果を表8に、種苗生産期間中のへい死尾数の推移を図6に示した。

今年度は、4月1日に今別東部漁協由来魚1尾が産仔した42,800尾（以下4/1群）、4月7日に同由来魚1尾が産仔した53,500尾（4/7群）、4月24日に北通り種苗育成センター由来魚1尾が産仔した72,000尾のうち66,000尾（4/24群）の仔魚を用いて飼育を行った。

4/7群では75日間の飼育で平均全長5.7mmから15.0mmに成長し、その生残率は2.8%であった。また、生残魚のうち100尾について上顎骨を観察したところ、100%奇形であった。

一方、4/1群で特に10~14、24~27、40~42日令の減耗が大きく、また、4/24群で3、17日令の減耗が大きく、4/1群では58日令、4/24群では32日令で飼育を中止した。

(4) 給餌量別水温別飼育試験

4月14日~17日（4/14~17試験群）に産仔された33,600尾の仔魚を用いて給餌量別飼育試験を、4月24日（4/24試験群）に産仔された72,000尾のうち6,000尾を用いて水温別飼育試験を試みたが、いずれも試験中の減耗が大きく、4/14~17群では26日令で、4/24試験群では16日令で試験を中止したため、有意な結果を得ることは出来なかった（表7）。

(5) 中間育成試験

中間育成試験結果を表9に、育成中の全長、肥満度の推移を図8に示した。また、飼育期間中の飼育水温の推移を図9に示した。

2005年10月27日に平均全長80mmで中間育成を開始した小泊飼育群（2005年）では、延べ飼育日数239日間で平均全長120mmに成長し、その生残率は69.3%であった。また、2006年10月5日に平均全長81mmで中間育成を開始した舳作飼育群では、延べ飼育日数53日間で平均全長105mmに成長し、その生残率は85.4%であった。また、飼育期間中の水温は、小泊で3~19℃、舳作で13.5~18.5℃の範囲にあった。

表9 2006年のウスメバル中間育成試験結果

実施機関名	開始時 (n=30)				施設種類	終了時 (n=30)					
	年月日	尾数 (尾)	全長(mm) 平均±SD	体重(g) 平均±SD		年月日	飼育 日数	尾数 (尾)	全長(mm) 平均±SD	体重(g) 平均±SD	生残率 (%)
小泊漁協	2005/10/27	1,667	67~92 80±7	3.8~18.0 10.1±3.4	網生簀 5×5×3m	2006/6/23	239	1,156	110~128 120±4	20.1~39.0 31.0±2.2	69.3%
	2006/10/12	1,500	75	6.5		中間育成中					
舳作漁協	2006/10/5	931	56~95 81±10	2.0~13.9 8.8±3.0	網生簀 5×5×3m	2006/11/27	53	795	93~116 105±6	12.8~27.1 20.2±4.0	85.4%

2. 放流技術開発

ウスメバルの標識放流結果を表10に示した。

小泊漁港で6月23日に中間育成を終了した1,156尾と、舳作漁港で11月27日に中間育成を終了した795尾のウスメバル幼魚にアンカータグを装着し、放流場所まで船で運び、船上放流した。放流種苗は、いずれも海面付近に滞留することなく潜行した。

なお、標識魚の再捕報告は2003年に2例、2004年に1例が報告されているが、今年度は新たな報告は無かった。

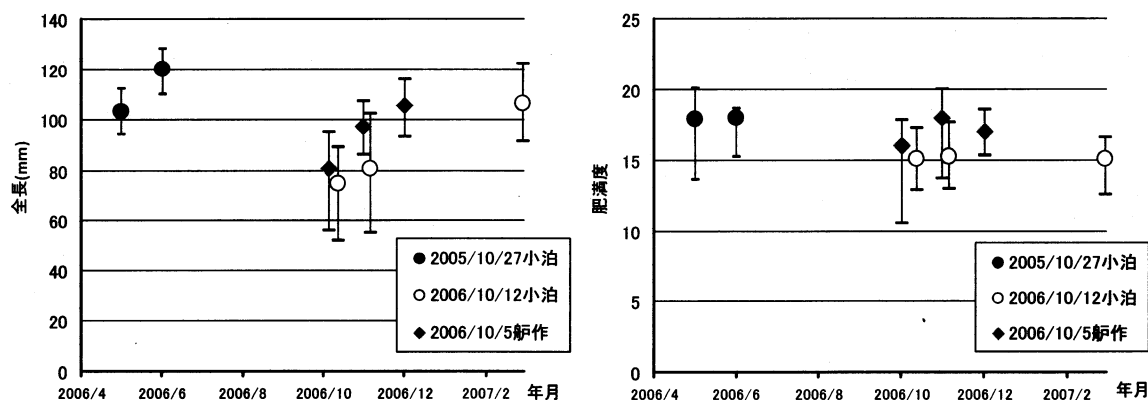


図7 中間育成中のウスメバルの全長と肥満度の推移

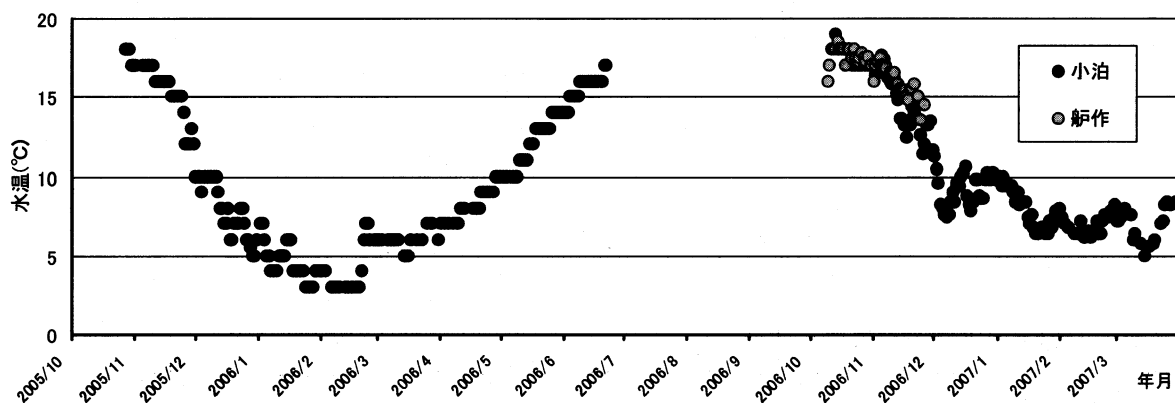


図8 中間育成中飼育水温の推移

表10 2006年のウスメバル標識漂流結果

実施機関名	年月日	放流サイズ(n=30)		総放流尾数 (尾)	内標識魚 (尾)	放流場所	標識種類
		全長(mm) 平均±SD	体重(g) 平均±SD				
小泊漁協	2006/6/23	110~128	20.1~39.0	1,156	1,156	高層魚礁(D=100m)上	黄色アンカータグ(片側切)
		120±4	31.0±2.2				
舂作漁協	2006/11/27	93~116	12.8~27.1	795	795	針切りの根(D=51m)上	白色アンカータグ
		105±6	20.2±4.0				
合計				1,951	1,951		

3. 養殖技術開発

養殖試験(継続中)の結果を表11に、全長、肥満度の推移を図9に、給餌量を表12に、飼育水温及び給餌量の推移を図10に示した。

2006年10月11日に平均全長81mm、平均体重8.8gで養殖試験を開始した脇野沢飼育群は、2007年2月6日には経過日数118日間で平均全長106mm、平均体重20.6gに成長しており、引き続き飼育を継続中である。

脇野沢での2007年3月までの飼育水温は、4.6~19.6℃の範囲であった。なお、冬期間の低水温対策として、2007年2月17日から2007年4月24日まで陸上水槽に收容したので、この期間は加温海水を混合した陸上水槽での飼育水温である。

また、脇野沢での1日当たりの給餌量はばらつきがあるものの、月ごとの平均値をみると2006年10月が287g、11月335gと増加したが、その後、水温の低下に伴い減少し、2007年2~3月は81~91gであった。

北彩漁業生産組合では2006年12月14日から試験を開始したが、2007年1月21日に生簀網の破損により試験を中止した。

表11 2006年のウスメバル養殖試験

実施機関名	開始時 (n=30)				施設種類	測定結果 (n=30)					
	年月日	尾数 (尾)	全長 (mm) 平均±SD	体重 (g) 平均±SD		年月日 (経過日数)	尾数 (尾)	全長 (mm) 平均±SD	体重 (g) 平均±SD	生残率 (%)	種苗由来
脇野沢村漁協	2006/10/11	1,000	56~95	2.0~13.9	網生養 5×5×4m	2007/2/6 (118日間)	***	91~118	11.0~28.0	***	天然0+
			81±10	8.8±3.0				106±6	20.6±4.0		
北彩漁業生産組合	2006/12/14	1,600	86~135	8.2~48.8	網生養 5×5×4m	2007/1/21 (38日間)		生養網の破損により中止			人工1+
			110±13	22.5±10.0							

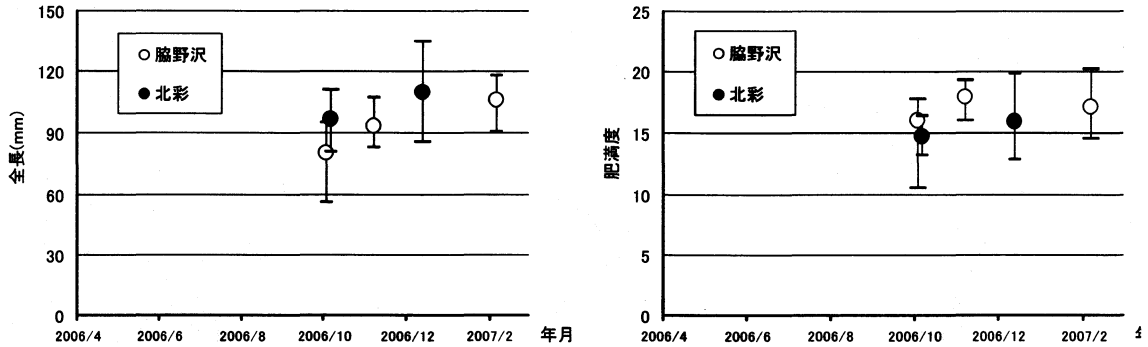


図9 養殖試験中のウスメバルの全長と肥満度の推移

表12 ウスメバル養殖試験の給餌量

実施機関名	年月	2006			2007		
		10	11	12	1	2	3
脇野沢村漁協		(2006/10/3)	(2006/11/7)		(2007/2/6)		
	平均体重±SD(g)	8.8±3.0	15.0±3.7		20.5±4.0		
	尾数(尾)	1,000					
	給餌量	33~470	230~587	242~400	83~283	25~228	10~253
	平均(g/日)	287	335	296	202	81	91
	給餌日数(日)	15	21	16	9	11	18
北彩漁業生産組合		(2006/12/13)					
	平均体重±SD(g)	22.5±10.0					
	尾数(尾)	1,600					
	給餌量	300~500			100~200		
	平均(g/日)	369			150		
給餌日数(日)	13			16			

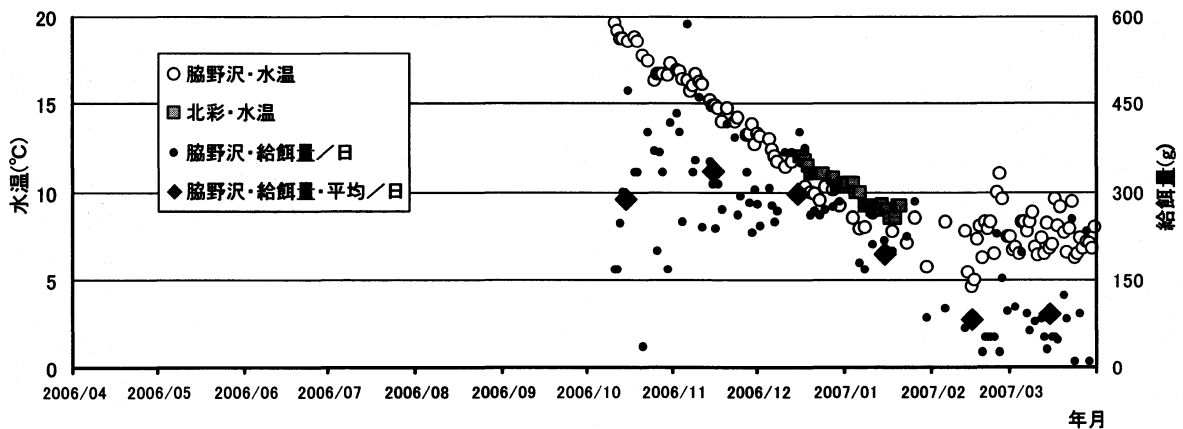


図10 養殖試験中の飼育水温の推移

考 察

1. 安定量産技術開発

(1) 親魚養成

前年度までの養成親魚がほとんどへい死したため、今年度は新たに親魚候補の確保に努めた結果、関係機関の協力を得て253尾を入手することができた。入手後魚病による大量へい死はなかったが、夏場に養成水温15℃台から数時間の内に20℃に上昇した際に28尾がへい死した。この時のへい死魚の体長組成を見ると、年齢の分かっている小泊由来2+魚でへい死した個体は少なく、全長200mm以上の個体でへい死が多かった。2002年にも冷却装置の故障により、18~19℃に上昇したときへい死が観察されたこと⁴⁾、ウスメバル稚魚にとっての高温致死の限界水温が28℃と報告されていること^{5) 6)}から、成長に伴い限界水温が低くなることが示唆される。また、15℃台から20℃への急激な上昇はウスメバル成魚のへい死を招く原因となることが分かった。

(2) 産 仔

産仔は日中に少数の仔魚が観察される場合もあったが、通常一晩のうちに行われていた。しかし、産仔した4尾のうち1尾は産仔が4日間継続し、産仔された仔魚も平均全長4.95mmと小型であったことから、この一尾は異常産仔であったと考えられる。

これらの成熟個体は、搬入後10~43日後に産仔または死亡したが、その間10~11℃から7~8℃に水温が低下したことがあり、3℃程度の水温差を急激に与えたことになる。また、釣獲から搬入においても水温差、水圧差、ハンドリングにさらされており、正常な産仔率が低かった原因として、これらのストレスの影響が大きかったものと考えられる。

クロソイでは11月に水温約15℃で交尾が行われ、4月に雌の胎内で受精し仔魚の発生が進み、5月に水温約12℃で産仔が行われると報告されており³⁾、また、ウスメバルについては青森県では12月頃に交尾が行われ、産仔は4月に行われると報告されており²⁾、今年度の成熟個体は胎内で仔魚の発生がはじまっている時期に、これらのストレスにさらされたことになる。

(3) 種苗生産

これまでのウスメバル種苗生産における生残率は、0~51.08%と非常に不安定な状況にある⁸⁾。今年度は3例の種苗生産を試みたが、1例で28%の生残率を得たのみで、安定した種苗生産を行うことは出来なかった。2~10日令に底掃除を行わなかったため、この間のへい死尾数に不明な部分があるが、3例ともに飼育初期からへい死が続発し、その発生には顕著な傾向は見いだせなかった。

生産不調の原因として、今年度の種苗生産に用いた仔魚は、先に述べたとおり天然の成熟個体から短期間の養成の後に得られた仔魚であり、その質に問題があった可能性がある。

また、ワムシ、アルテミアの給餌量も前年度までの飼育例を基準に行ったが、へい死の続発により減耗していく飼育仔魚に対して、給餌量を適切にコントロール出来なかったことも原因と考えられた。

(4) 中間育成

2004~2006年度の秋~翌年春までの中間育成における生残率は、69.3~83.9%と安定しており、目立った魚病の発生が無く、また、クロソイに見られるような共食いが無いことから成長による選別等を行う必要も無く、現在実施している方法で問題なく中間育成できるものと考えられる。

2. 種苗放流技術開発

今年度の0+幼魚放流(舳作)は、時期は遅かったが10cm以上の大型個体を放流することができた。また、舳作地先には初めての放流となり、これまでの小泊等での放流も含めて引き続き関係漁業者への周知を図り、再捕事例が増えることを期待したい。

3. 養殖技術開発

脇野沢での飼育水温は4.6～19.6℃の範囲であるが、冬期間は低水温対策として陸上水槽を使用したため概ね7℃以上で飼育しており、小泊での中間育成における冬期間の水温よりやや高い水温を維持した。給餌量の日平均値を見ると、飼育を開始した10月は287gであり、これは開始時の体重からすれば3.2%であり、クロソイ中間育成の目安である3～4%⁹⁾と等しい。しかし、日毎の給餌量にはやや幅があり、実際の給餌に際しては魚群をよく観察し、給餌量を調整することが必要と考えられる。

また、飼育開始から118日間の経過であるが、成長や肥満度も今年度の中間育成試験と同レベルであり、秋～春期の脇野沢での飼育環境は、日本海沿岸での中間育成と比較して十分なものと考えられる。

引用文献

- 1) 涌坪 敏明ら (1983) : 青森県日本海沿岸におけるウスメバルの生態と漁業. 栽培技研, 12 (2), 1-11
- 2) 菊谷 尚久 (2000) : メバル類の資源生態の解明と管理技術の開発 (水産業関係特定研究開発促進事業), 平成12年度青森県水産試験場事業報告, 69-79
- 3) 中川 雅弘 (2007) : 水温がクロソイの成長と成熟に与える影響. 水産増殖, 55 (1), 83-89
- 4) 松坂 洋ら (2003) : ウスメバル種苗量産技術開発試験. 平成14年度青森県水産増殖センター事業報告, 33, 251-258
- 5) 大池 一臣 (1977) : ウスメバル稚魚の耐温性. 日本海区水産研究所報告, (28), 1-8
- 6) 池原 宏二 (1980) : ウスメバル稚魚とクロソイ稚魚の越夏試験 (メバル類養殖の基礎研究). 日本海区水産研究所報告, (31), 57-63
- 7) 塩垣 優ら (1982) : 津軽海域総合開発調査ウスメバル. 昭和56年青森県水産試験場報告, 106-108
- 8) 菊谷 尚久ら (2006) : ウスメバル種苗量産技術開発試験. 平成16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, 35, 259-270
- 9) (独) 水産総合研究センター (2007) : クロソイ中間育成ガイド. 平成19年3月栽培漁業実践ガイドブック-I, 7