

栽培漁業技術推進事業（マナマコ）

桑村 勝士・小林 信

豊前海研究所におけるマナマコの種苗生産は、0.3 mmサイズで1千万匹、15mmサイズで10万匹の生産が可能レベルに達している。しかし、卵質のばらつきによる歩留まりの不安定さの問題や、中間育成時に生じる著しい個体間の成長差の問題など、生産をより安定させるための課題もいくつか残されている。また放流については、これまでの試験で放流種苗は高い生残率を示し分散も少ないという知見が得られているが、実際の漁獲につながるような大量放流試験は行われていない。そこで、本年度は、種苗生産および中間育成技術開発試験としては、中間育成時の著しい個体間の成長差を解消するためにサイズ別選別飼育試験を行った。また、放流技術開発試験としては、大量放流試験を行う前段階としてサイズ別高密度放流試験を実施した。

方 法

1. サイズ別選別飼育試験

当研究所で生産したアオナマコの種苗を、塩化カリウム水溶液で麻酔した後、目合い1 mmと2 mmのふるいを用いて体長1 mm未満、1 mm以上2 mm未満、2 mm以上に選別したものおよび無選別の4つのサイズで、それぞれ飼育密度を変えて試験区を設定した。飼育水槽は30lの円形水槽を用いた。各試験区のサイズと密度の設定を表1に示した。餌料はリビックBW（理研ビタミン

表1 選別飼育の試験区の設定

	選別サイズ			
	1 mm未満	1 mm以上2 mm未満	2 mm以上	無選別
収容個体数	50	250	1250	6250
	○	○○	○○	○
	○○	○○	○	○
	○○	○		○
	○	○○		

(○は1つの試験区を表す)

製)を用い、飼育開始より45日目までは1水槽に1日当たり0.04 g、その後飼育終了時までには1水槽に1日当たり0.08 gを与えた。飼育水は止水とし、水温は21℃に保ち、1週間に1回約8割を換水した。飼育は平成5年8

月10日に開始した。成長過程を追跡するために、飼育開始から15日後、46日後、98日後に各水槽約30個体の体長を測定した。

2. サイズ別高密度放流試験

豊前海北部に造成した人工ナマコ増殖場へ、サイズ別に種苗の高密度放流を行った。増殖場の位置を図1に、

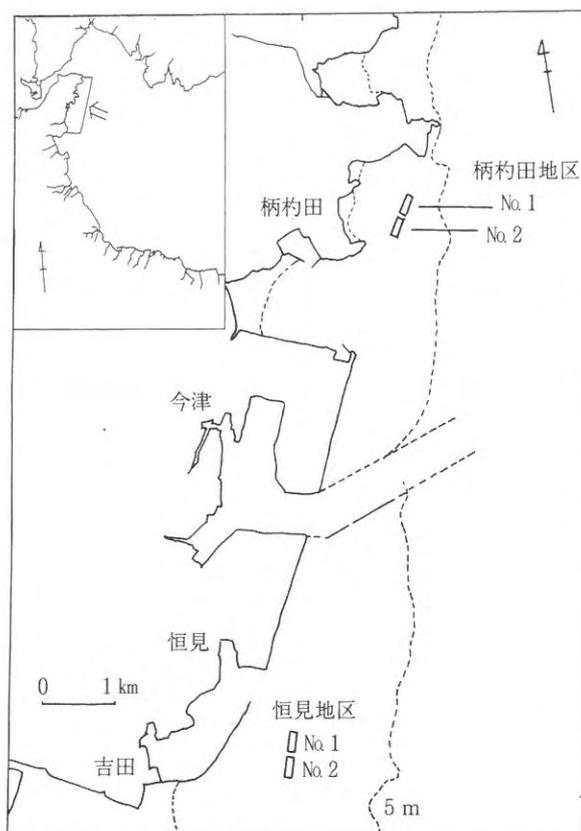


図1 増殖場の位置

構造を図2に示した。放流は、アカナマコは柄杓田地区増殖場において、アオナマコは恒見地区増殖場において、図2に示したような保護礁内へ大中小3段階のサイズ別に行った。各サイズの平均体長、放流数および放流した保護礁の位置は表2に示した。放流は平成5年11月5日（アカナマコ）および同年11月18日（アオナマコ）に行った。放流後の追跡調査として、1カ月に1回各サイズの放流場所ごとに30個体ずつの体長測定を行った。また、

生残、分散の指標として、放流場所ごとに、保護礁内の50×50×30cm空間内に入っている中詰め石に付着した個体の数を潜水して計数した。

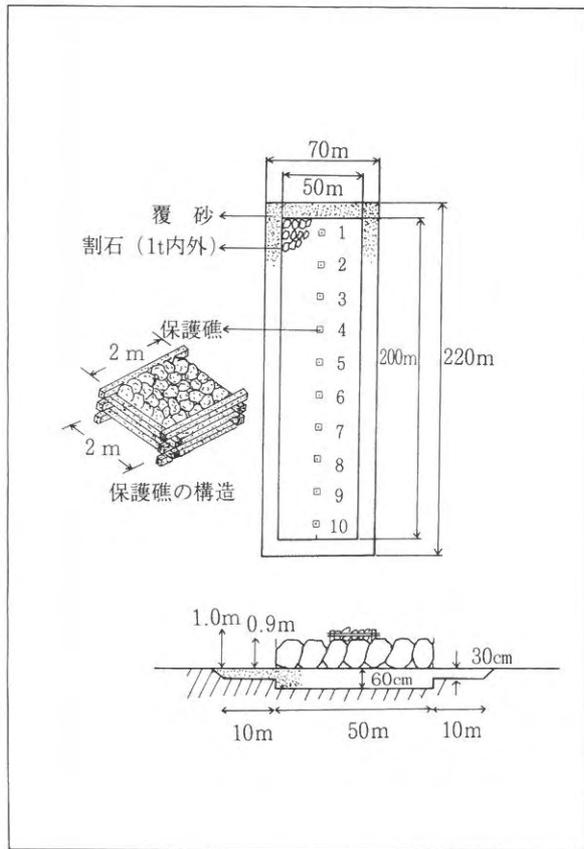


図2 増殖礁の構造

表2 平成5年度ナマコ放流数と放流場所

	アカナマコ			アオナマコ		
放流時平均体長	37.5mm	15.1mm	3.6mm	30.0mm	14.2mm	4.0mm
放流サイズ	大	中	小	大	中	小
放流数	8,200	30,100	14,300	7,700	28,400	19,300
放流場所	柄杓田地区増殖場			恒見地区増殖場		
放流位置	No1の1	No2の1	No2の10	No1の10	No2の1	No2の10
	(保護礁No.)					

結 果

1. サイズ別選別飼育試験

選別を行った際、1mm未満区の体長範囲は0.4mmから1.2mmであり、平均サイズは0.74mmであった。同様に1mm以上2mm未満区の体長範囲は1.2~2.6mm、平均1.89mm、2mm以上区の体長範囲は2.5~5.2mm、平均4.25mm、無選別区の体長範囲は0.4~9.5mm、平均1.81mmであった。

各試験区の試験終了段階における生残率を表3に示し

た。生残率は試験区によってばらつきがみられたが、全体の傾向としては高密度の試験区の方が生残率が低かった。

各試験区の体長範囲の推移を図3に示した。どの選別

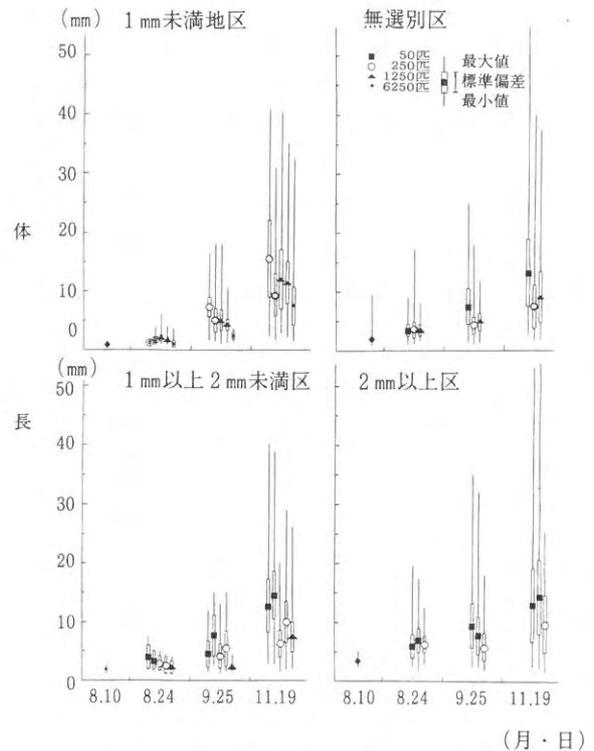


図3 選別飼育試験の体長範囲の推移

サイズにおいても、高密度の試験区の方が群としての成長が遅い傾向がみられた。しかし、試験終了段階では試験区間で著しい成長差はみられなかった。全ての試験区で、成長のばらつきは平均体長5mmを超える辺りから急速に拡大する傾向がみられた。また、同じく全ての試験区で、試験終了時において試験開始時からほとんど成長していない個体が存在した。このように、平均的成長については試験区の密度によって差がみられたが、個体の成長差の広がり方については、選別の有無や飼育開始時のサイズの大小による違いは認められなかった。

2. サイズ別高密度放流試験

各放流群の計数した個体数の推移を図5に、体長組成の推移を図4に示した。アカナマコの大サイズは5月には主に体長100mm前後の個体が出現した。一方、アオナマコの大サイズは5月には40mm台に体長モードがあり、アカナマコに比べ小型個体が多かった。アカナマコの中サイズは放流後2ヶ月目以降の追跡は出来なかった。アオナマコの中サイズは5月には50mm以上の個体が出

表3 選別飼育における各試験区の最終生残率

選別サイズ	1 mm未満					1 mm以上 2 mm未満					2 mm以上			無選別		
収容尾数	250	250	1,250	1,250	6,250	50	50	250	250	1,250	50	50	250	50	250	1,250
生残率 (%)	14.8	12.0	7.4	5.3	2.4	80.0	16.0	42.8	51.2	11.8	72.5	75.0	42.4	72.5	75.0	42.4

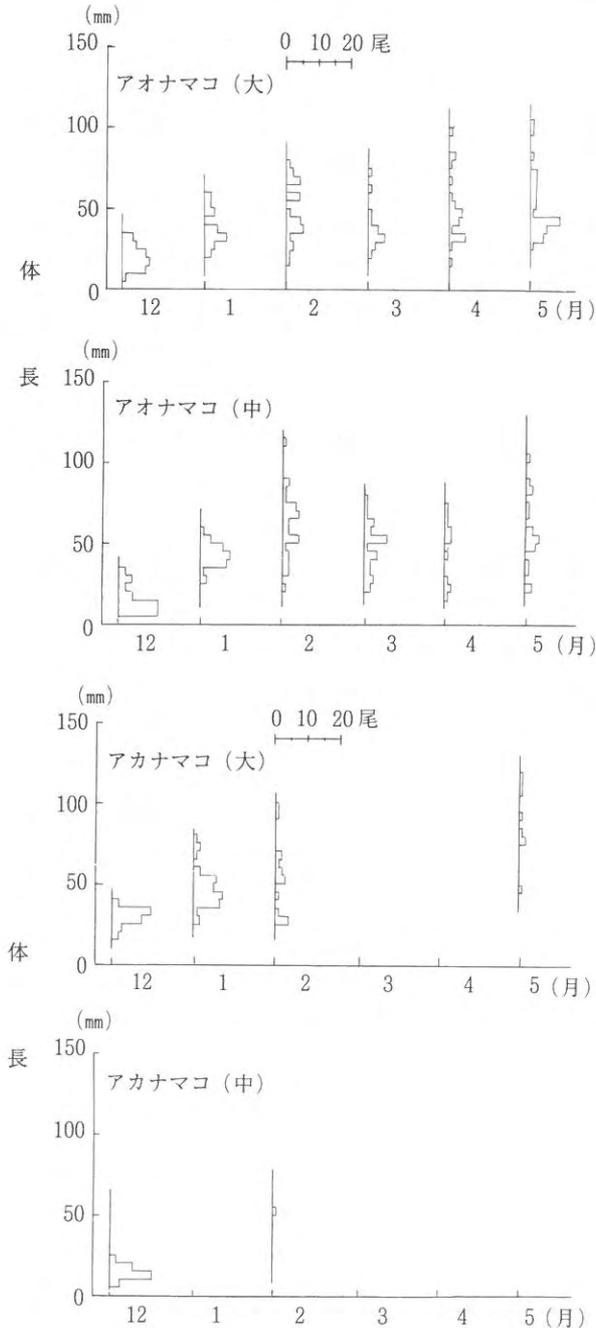


図4 放流ナマコの体長組成の推移

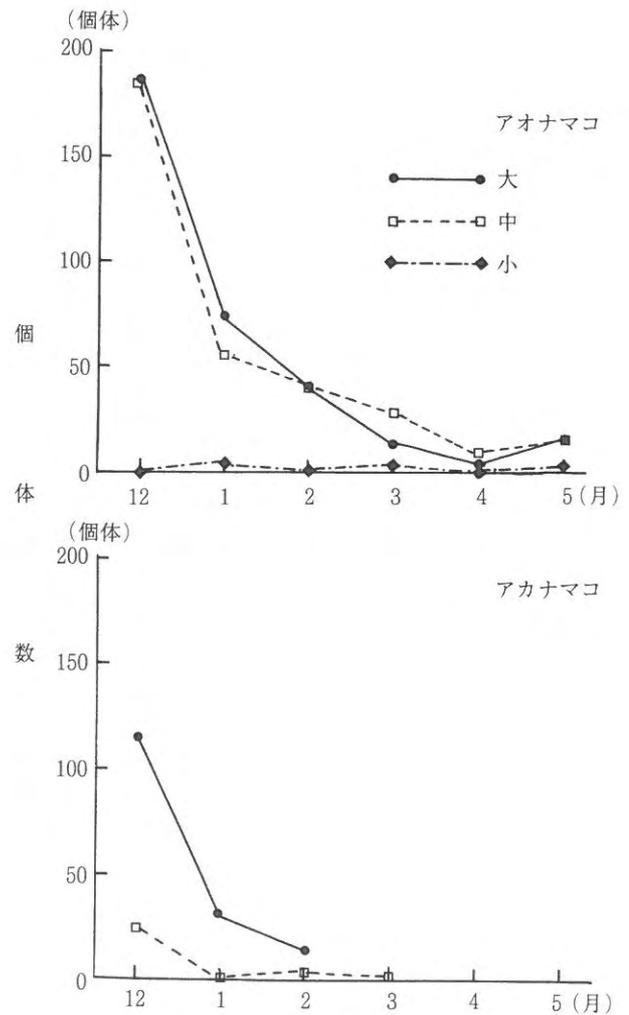


図5 放流ナマコの計数結果

現し、アオナマコの大サイズと同程度の大きさとなった。アカナマコ、アオナマコともに、小サイズの個体はほとんど追跡できなかった。

考 察

1. サイズ別選別飼育試験

高密度区の平均的成長が総じて悪かったのは餌料不足が原因であると考えられる。また、高密度区において、試験終了時には低密度区との成長差がやや解消されていたのは、へい死による密度の低下によって餌料条件が改善されたためであると考えるのが妥当であろう。飼育密度あるいはそれに関連して生じる餌料条件は群の成長の良否を左右する重要な要因であると考えられる。しかし、

個体の成長差という観点からみれば、著しい成長不良個体は低密度で餌料条件の良いと考えられる試験区からも確実に出現し、好条件によって成長の良い個体の割合を増やすことはできても個体の成長差を解消することはできなかった。このことから、密度あるいは餌料条件が個体の著しい成長差を生じさせる直接的要因であるとは考えにくい。ただし、高密度あるいは餌料不足が群としての成長を遅くし、成長不良個体の割合を増加させることから、密度あるいは餌料条件は、間接的には個体の成長差を助長する要因として重要であると考えられる。

成長不良個体は選別の有無すなわち初期成長の良否に関わらず出現した。また初期の成長が遅かった個体を選別した試験区（1 mm未満区）からも成長の良い個体が出現した。これらの結果から、個体の成長差は初期成長の違いには起因しないと考えられる。

今回の試験では著しい成長差を引き起こす直接的な要因を見いだすことはできなかったが、当面の現場対応としては、成長の良い種苗を多く生産するためには、可能な限り低密度で餌料条件の良い状態で飼育すべきであるといえる。

2. サイズ別高密度放流試験

本試験は現在継続中であり、調査は放流群が漁獲サイズに達するまで継続して行う予定である。

放流サイズ小のナマコ、アカナマコのサイズ中が初期の段階で追跡が不可能となったのは死亡による可能性が考えられる。これらのサイズが放流用種苗として有効であるか否か再検討が必要であろう。アカナマコ・アオナマコのサイズ大およびアオナマコのサイズ中については、今のところ追跡は可能である。しかし、アオナマコのサイズ大はアカナマコのサイズ大に比べ成長が遅い個体が多くみられたことや、サイズ大とサイズ中の成長差がみられないことから、アオナマコについては天然群との混同の可能性が考えられる。アオナマコは豊前海においては天然の発生量が多く、今後放流群の追跡が出来なくなる可能性があり、長期にわたって有効な標識方法のない現状では、今後の放流は追跡調査が容易なアカナマコを主体に行うべきであると考えられる。

地域特産種量産放流技術開発事業（コチ）

濱田 豊市・徳田 眞孝

コチは豊前海地区の主幹漁業である底びき網、さし網で漁獲される高級魚で、豊前海研究所では昭和57年から種苗生産に取り組んだ魚種である。本年度からは、5カ年計画で国庫補助を得て「地域特産種量産放流技術開発事業」が始まり、コチの栽培化に向けて種苗量産技術、放流技術並びに資源生態の調査、研究が行われることになった。

初年度の平成5年は、種苗生産技術に関しては生産の安定化に必要な親魚養成、初期餌料（ワムシ）の高密度培養を、放流技術については大量標識方法、放流サイズ及び放流場所について検討した。

I. 種苗生産

本年度は、10万尾の種苗生産を目標にするとともに種苗の安定生産を課題に親魚養成、初期餌料の一つであるワムシの培養法について検討した。

方 法

1. 親魚養成

飼育は、屋外のコンクリート水槽（5.9m×5.9m×1.7m）に昨年採卵できた平均全長41.4cm（33.0cm～53.5cm）の親魚51尾を収容し、1日2回転の換水率で行った。

餌料は、冷凍イカナゴに総合ビタミン剤（商品名；ニューサイアコート・ミックス）を投餌量の10%になるように添加したものを与えた。投餌は原則として、1日2回としたが、低温期で摂餌活動が低下する12月～翌年5月上旬までは週に2～3回、それぞれ投餌した。

2. 種苗生産

採卵は、養成親魚から良質な卵が得られなかったため、7月5～6日に固定式さし網漁船に同乗し、漁獲されたものの中で腹部を押すと卵が流れ出るような親魚から採卵し、乾導法により受精させた。なお、雄は雌同様漁獲されたものを使用した。卵質については以下のとおりである。

5日は、2尾の雌から174,000粒（内浮上卵95,700粒）

を採取し、浮上卵からみたふ化率は54.9%で52,200尾のふ化仔魚を得た。6日は、1尾の雌から128,000粒（内浮上卵98,000粒）を採取し、同様にふ化率は76.5%で75,000尾のふ化仔魚を得た。

ふ化仔魚は、それぞれ50トン屋内コンクリート水槽に収容し、常法により飼育した。

3. ワムシの高密度培養

ワムシ培養は、500lアルテミアふ化槽を用い、飼育水を27℃に加温し、濃縮淡水クロレラを毎日6l投与しながら1/2バッチ方式で継続飼育を行った。

培養状況は、毎日継代前に1ml中のワムシ個体数、卵数を希釈法（10～20倍）を用い4回計数し、その平均値によって判断した。

結果および考察

1. 親魚養成

産卵は、昨年6月～7月にかけて良質な卵が得られた親魚を継続飼育していたにもかかわらず、不調で6月9日に130,000粒、6月10日に21,000粒、6月15日279,500粒、6月16日61,000粒及び7月1日に28,300粒の計269,800粒の未受精卵が確認されただけであった。この不調の原因を飼育面からみると、飼育方法、餌料及び水温等は昨年とほとんど同じであるが、異例の長雨のため図1に示すように、比重は例年産卵盛期となる6月中旬から7月にかけて著しく低下している。この長期間にわたる低塩分が微妙な生理状態にある産卵期の親魚に悪影響を及ぼしたのではないかと考えられる。また本年度は、産卵期前の4月28日に個体識別のために標識を装着した等、親魚の取扱いでも昨年にはない刺激を与えている。

生理面からみると、コチの仲間（イネゴチ、アネサゴチ等）は雄性先熟の性転換をする事が知られている。そこでコチが同様な性転換をすると仮定すると、今回用いた親魚が長期間飼育したものであることから、雄から雌へ性転換し、全体的に雄が不足し受精卵が得られなかったとも考えられる。そこで、5～7月にかけて天然魚197尾について雌雄を調査し、全長別に雌雄の出現割合を図

2に示した。雌は、全長15cm以下では出現せず、全長15cmより大型になって出現し、魚体が大きくなるにつれてその出現率は高くなっている。全長45cm以上の個体は全て雌であった。このことから今回用いた親魚の大きさから考えて、雄は25%しかいなかったと推察される。また、天然魚と餌料等生育環境の異なる長期飼育では性転換時期に違いがあるとも考えられるが、今後コチにおける性転換の時期等について明らかにする必要がある。

本年度の産卵の不調原因としては、以上のことが考えられるが、これといった決め手はなく、今のところ親魚飼育では魚体にかかるストレスを極力抑えるとともに長期飼育では性転換を考慮して雄個体を追加する等の措置が必要だと考えられる。

2. 種苗生産

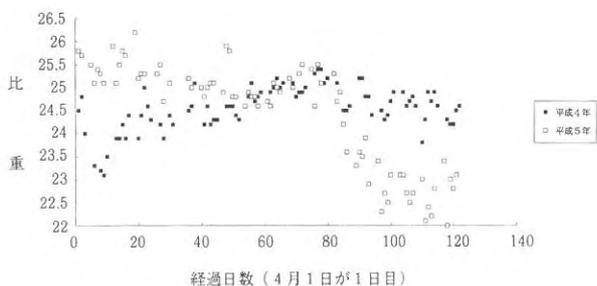


図1 親魚飼育期間中の飼育水の比重の推移

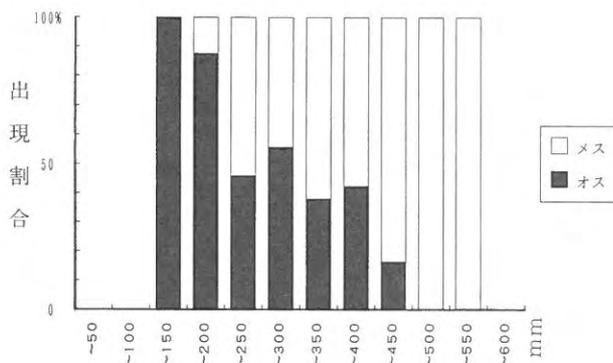


図2 全長別雌雄の出現割合

7月5日採卵分の放流までの約60日間の飼育結果を図3に示した。

飼育期間中の水温は、23.1~25.8℃であった。飼育開始当初の水温の急激な上昇は、止水または微換水飼育としたために気温の影響を受けたもので6日目以降は流水飼育とした。取り上げ(9月7日)までの由来別飼育結果では、7月5日採卵分が収容尾数からの歩留りが5.1%で平均全長54.2mmのものを2,681尾生産できた。同様に6日採卵分については、歩留りが7.6%で平均全長54.3mmのものを5,695尾生産した。本年度の種苗生産が昨

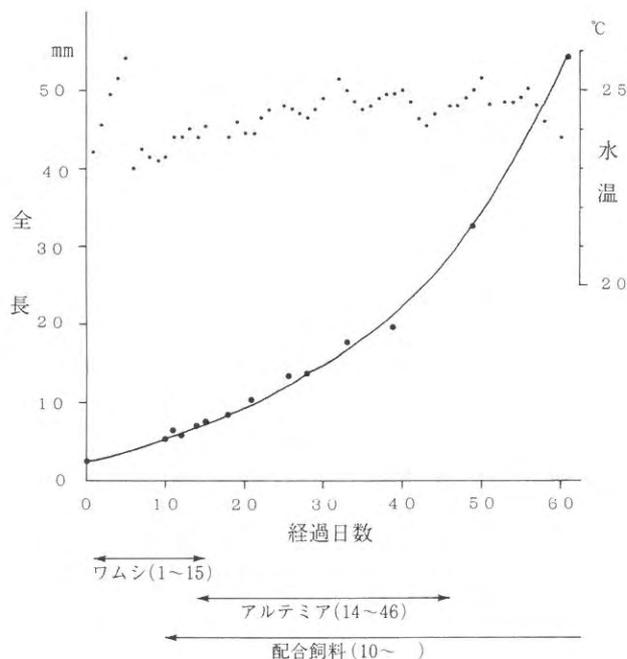


図3 コチの飼育結果

年の歩留り29.4%に比べ著しく悪かった原因としては、餌料系列は昨年とほぼ同様であるが、配合餌料への餌付けが不調であったのと、アルテミアの栄養強化が不足したためか着底期以降(25日齢以降)アルテミアショック様のへい死が続いたこと並びに45日齢以降における共食いによる減少が考えられる。

今後の対応として、コチに適した生物餌料の栄養強化並びに配合餌料への餌付け法の開発と併せて共食いを防止する飼育方法の開発が必要であると考えられる。

3. ワムシの高密度飼育

30日間(6/15~7/14)飼育結果を表1に示した。本方法はまだ安定したとはいえないが、飼育密度で1ml当たり2,320~5,136個体の範囲で継代飼育ができた。増殖率については25~193%と不安定であるが、平均するとほぼ倍以上には増殖可能である。このことから試験密度範囲においては、必要量の半分を前日に接種しておけば翌日には必要量が回収できるということである。この方法でアルテミア孵化槽(500l)1基当たり日産8億個体以上のワムシの生産が可能になった。しかし、このワムシは栄養的に欠陥があり(特に、高度不飽和脂肪酸含有について)、仔稚魚に投与するためには更に栄養強化のための飼育が必要となる。

今後、一次培養でより安定した飼育方法を開発検討するとともに、二次培養では高密度下での効率的かつ確実な栄養強化法の検討が必要であると考えられる。

表1 ワムシ飼育結果

月	日	飼育水温	ワムシ密度	ワムシ総数	抱卵率	増殖率	接種割合
6 /	1 5	27.0	3,286	16.3	41.3		0.5
	1 6	27.1	3,320	11.6	60.7	42	0.5
	1 7	26.9	3,240	16.2	43.6	179	0.5
	1 8	27.1	4,256	21.3	—	163	0.5
	1 9	27.0	3,336	16.7	—	57	0.5
	2 0	27.0	2,944	14.7	—	76	0.5
	2 1	27.8	3,152	15.8	—	114	0.5
	2 2	26.7	3,032	15.2	40.9	92	0.5
	2 3	27.0	3,480	17.4	37.2	91	0.5
	2 4	26.7	2,760	13.8	53.0	59	0.5
	2 5	27.9	5,136	25.7	35.4	172	0.4
	2 6	27.2	2,920	14.6	61.9	42	0.5
	2 7	27.8	4,224	21.1	38.3	189	0.5
	2 8	27.1	3,784	18.9	51.4	79	0.5
	2 9	28.0	3,544	17.7	40.2	87	0.5
	3 0	27.1	3,544	17.7	44.9	100	0.5
7 /	1	28.0	4,432	22.2	50.0	150	0.5
	2	27.2	2,944	14.7	56.0	66	0.5
	3	35.2	3,520	17.6	54.1	139	0.5
	4	27.0	3,088	15.4	29.3	75	0.5
	5	27.5	2,752	13.8	64.5	78	0.5
	6	27.2	3,232	16.2	16.2	134	0.5
	7	28.0	4,056	20.3	50.3	151	0.5
	8	28.0	2,528	12.6	62.0	25	0.5
	9	28.0	3,344	16.7	48.1	165	0.5
	1 0	27.5	4,120	20.6	43.9	146	0.4
	1 1	28.0	3,512	17.6	36.9	113	0.5
	1 2	27.5	2,576	12.9	50.3	83	0.5
	1 3	28.2	3,016	15.0	41.9	193	0.4
	1 4	27.5	2,840	14.2	51.3	135	

注： 飼育水温：午前9時にけるもの
 ワムシ密度：1ml当たりの飼育密度（個体/ml）
 ワムシ総数：500l中の総数（億個体）
 抱卵率：卵数/ワムシ個体数*100（%）
 増殖率：（ワムシ密度-接種時のワムシ密度）/接種時のワムシ密度*100（%）
 接種割合：飼育水槽の何割を継代したかを示す。（例、0.5半分移す。）

表2 標識放流魚の由来等

区分	由来	放流月日	標識の区別	放流場所	標識個体数/採捕個体数	
					平均全長	放流尾数
A	平成3年種苗生産魚	平成5年 5月18日	アイク+アカー	蓑島沖（水深5m）	24.4±2.3cm	250
B	"	平成5年 5月21日	"	"（水深10m）	25.1±2.4cm	231
C	"	平成5年 5月21日	"	"（水深15m）	24.6±2.1cm	206
D	平成4年種苗生産魚	平成5年 8月23日	"	椎田町漁港	18.1±1.7cm	299
E	"	平成5年 11月19日	"	八屋漁港	22.7±2.1cm	299
F	"	平成5年 11月25日	"	蓑島沖（水深0m）	22.6±2.1cm	144
G	平成5年種苗生産魚	平成5年 9月 9日	ALC染色	蓑島長狭川河口	5.4±1.0cm	8,300

なおここでは、栄養強化のための飼育を二次培養というのに対し、数を増やすための飼育を一次培養という。

II. 放流技術

コチの効果的な放流を行う上で、そのサイズ、場所を把握することを目的に、サイズ別、場所別に種苗生産魚の標識放流を行い、追跡調査するとともに、小型魚のALC（アリザリン コンプレクソン）染色による大量標識方法について検討した。

方 法

1. 小型魚のALC標識試験

標識試験は、平均全長42.8mmの稚魚を50,100,200ppmに調整した30lパンライトにそれぞれ60尾収容し、6,12,24

時間経過後それぞれ20尾づつ取り上げ継続飼育した。染色識別は、6,10,30,64日後に濃度、浸漬時間毎にそれぞれ原則として4尾の耳石及び鱗について、蛍光顕微鏡を用い、B励起で蛍光を確認し、4段階（0；確認できない。1；注意すれば確認できる。2；容易に確認できる。3；明瞭に確認できる。）に分け表示した。

なお、ALC溶液は、1/2海水とした。

2. 放流種苗追跡調査

放流魚の由来等を表2に示した。

小型サイズはALC100ppmで24時間処理したものを図4に示した行橋市長狭川河口の濤筋に9月9日に放流した。放流した翌日から96日後の間に同じく図4に示した7調査地点で小型ポンプ網を用い追跡調査を実施した。



図4 小型魚の放流場所及び調査場所

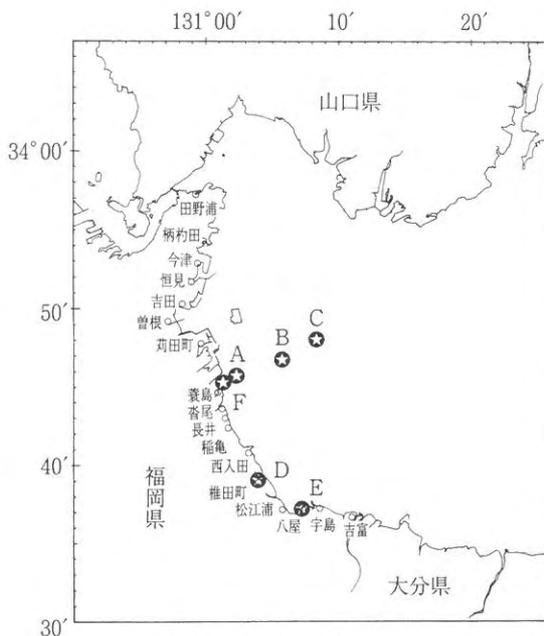


図5 大型魚の放流場所

大型サイズについては、尾へい部にディスク+アンカータグ標識を装着し、図5に示した場所にそれぞれ放流した。

結果および考察

1. 小型魚のALC標識試験

試験結果を表3に示した。

各試験区において、処理によるへい死と考えられたのは、ALC200ppmで24時間処理したものが2日後に1尾見られたのみであった。試験中の供試魚の日間成長は0.8mmであった。

耳石の染色度合いは、全体的にみると処理濃度が濃く、処理時間の長いほどよく染色されていた。これを各処理濃度別に平均確認指数をみると、50ppmでは24時間処理区であっても64日目には平均確認指数が1（注意すれば確認できる。）以下となった。100ppm及び200ppmでは、64日後であっても全ての時間区で確認指数が1以上で十分確認ができた。特に、100ppmで24時間処理したものでは64日後の確認指数が2（容易に確認できる。）以上であった。これらの結果を踏まえ、放流用種苗の染色処理方法は100ppm24時間処理とした。今回、耳石は研磨することなしに確認したが、研磨すればより確認指数は向上するものと考えられる。また、ヒラメ等で利用されている鱗での確認であるが、コチの場合は染まり具合に個体差もあり、処理64日後には200ppm*24時間処理区であってもほとんど確認不可能であった。

2. 放流種苗追跡調査

(1) 小型魚の標識放流

追跡結果を表4に示した。

追跡調査の結果では、放流地点近くにおいて放流後22日目まで確認されたが以後は確認されなかった。また移動については放流地点を濔筋中に設定したため、放流点からの移動については濔筋上に限られた。濔筋上の移動については地側沖側という様な傾向はみられず、むしろ、潮汐流に乗り地沖の移動を繰り返しながら徐々に沖合い域に出ていくというパターンが推察された。

表3 ALC標識試験結果

ALC濃度	処理時間	処理6日目		処理10日目		処理30日目		処理64日目		平均	
		耳石	鱗	耳石	鱗	耳石	鱗	耳石	鱗	耳石	鱗
50	6	1.00	0	1.25	0	0	0	0	0	0.64	0
50	12	2.50	0	1.00	0	0.75	0	0.50	0	1.00	0
50	24	1.33	0	2.33	0	1.50	0	0.75	0	1.43	0
100	6	2.00	0.50	1.00	0.25	0.25	0	1.50	0	1.13	0.17
100	12	2.00	0	1.50	0	0.75	0	1.00	0	1.28	0
100	24	2.50	0	2.00	0.33	2.50	0	2.75	0	2.46	0.08
200	6	3.00	0.50	1.75	0.50	0.75	0.50	1.25	0	1.50	0.36
200	12	2.00	1.50	2.25	2.00	1.00	1.00	1.00	0	1.58	1.17
200	24	3.33	3.33	3.25	2.50	3.33	1.00	1.25	0.25	2.50	1.71

(0; 確認できない。 1; 注意すれば確認できる。 2; 容易に確認できる。 3; 明瞭に確認できる。)

表4 追跡結果

S.T. NO	標識個体数/採捕個体数									
	1日目	3日目	6日目	11日目	22日目	40日目	54日目	82日目	96日目	
1	0/1	0/2	0/1	0/3	0/6	0/8	0/1	0/0	0/0	
2	0/11	0/1	0/3	0/0	1/6	0/0	0/5	0/0	0/2	
3	29/37	6/11	2/4	0/2	0/1	0/4	0/2	0/2	0/3	
4	1/5	0/3	1/6	0/0	1/5	0/0	0/1	0/0	0/0	
5	0/1	0/4	0/2	2/2	0/1	0/2	0/1	0/3	0/2	
6	0/2	0/1	0/3	0/0	0/3	0/0	0/1	0/2	0/0	
7	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	-	-	-	

(2) 大型魚の標識放流

大型標識個体の移動生態を調査することを目的として行った。

結果および考察

各放流区毎の再捕結果を表5にまた再捕場所をそれぞれ図6-1~5に示した。

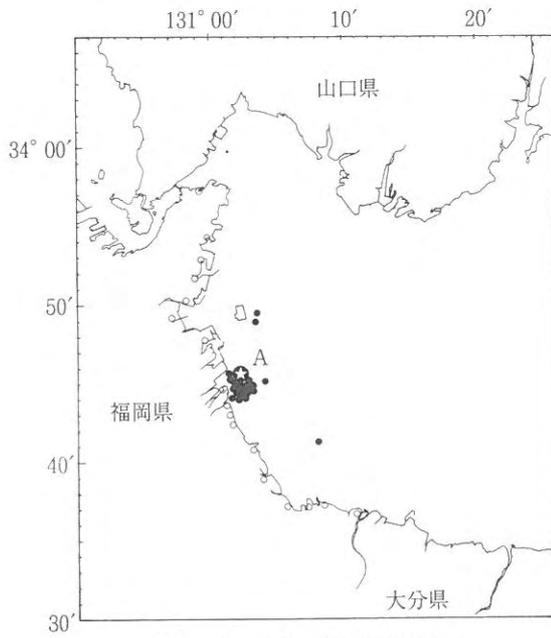


図6-1 A放流群の再捕場所

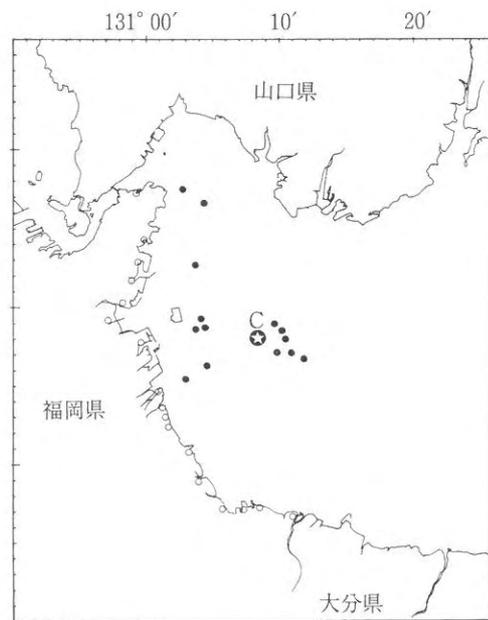


図6-3 C放流群の再捕場所

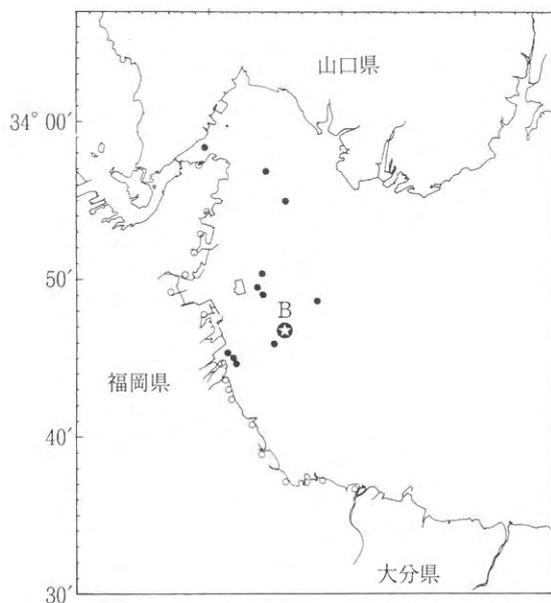


図6-2 B放流群の再捕場所

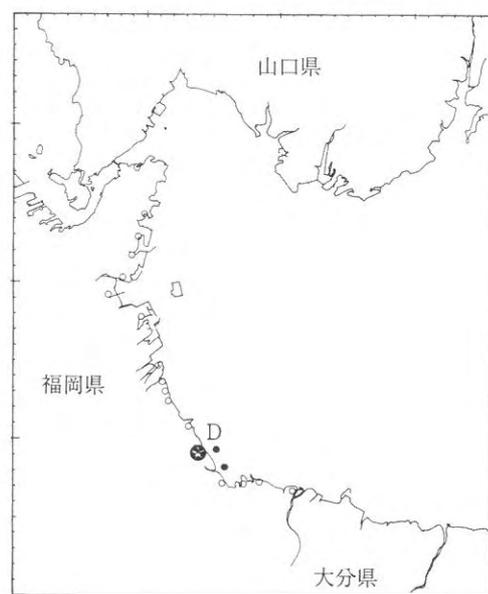


図6-4 D放流群の再捕場所

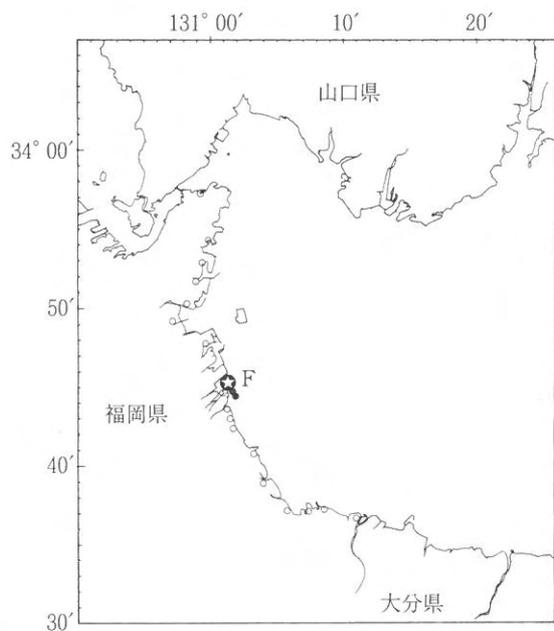


図 6-5 F 放流群の再補場所

今回の調査期間においては全体的に大きな移動は認められず、周防灘の福岡県地先に限られたことから、本種は定着性の強い魚種だと考えられた。

表5 再捕状況

区分	再捕尾数	内 訳					
		再捕年月日	経過日数	再捕場所	再捕漁具	胃内容物	雌雄の別
A	22尾	H.5. 5.27	9	蓑島沖	固定式さし網	シロコ	—
		H.5. 5.28	10	蓑島沖	小型定置網	—	—
		H.5. 5.31	13	蓑島沖	固定式さし網	—	—
		H.5. 6. 1	14	蓑島沖	固定式さし網	空	♂
		H.5. 6. 3	16	蓑島沖	小型定置網	—	—
		H.5. 6. 3	16	蓑島沖	小型定置網	—	—
		H.5. 6. 3	16	蓑島沖	小型定置網	—	—
		H.5. 6.10	23	蓑島沖	小型定置網	空	♂
		H.5. 6.10	23	蓑島沖	小型定置網	—	—
		H.5. 6.10	23	蓑島沖	小型定置網	空	♀
		H.5. 6.10	23	蓑島沖	小型定置網	空	♂
		H.5. 6.12	25	蓑島沖	小型定置網	魚類	♂
		H.5. 6.12	25	蓑島沖	小型定置網	魚類	♂
		H.5. 6.14	27	蓑島沖	小型定置網	空	♂
		H.5. 6.14	27	蓑島沖	小型定置網	空	♂
		H.5. 6.15	28	蓑島沖	小型定置網	—	—
		H.5. 6.25	38	蓑島沖	小型底びき網	空	♂
		H.5. 7. 1	44	蓑島沖	小型定置網	—	♀
		H.5.11. 2	168	宇島沖	小型底びき網	空	♂
		H.5.12. 3	199	苅田沖	小型底びき網	—	—
H.5.12. 8	204	苅田沖	小型底びき網	—	—		
H.5.12.16	212	—	—	—	—		
B	11尾	H.5. 6.12	22	蓑島沖	小型定置網	—	♂
		H.5. 6.15	25	蓑島沖	小型定置網	空	♂
		H.5. 6.26	36	蓑島沖	小型定置網	空	♂
		H.5. 6.28	38	蓑島沖	小型底びき網	空	♂
		H.5. 9. 1	103	北九州沖	小型底びき網	—	—
		H.5. 9. 6	108	北九州沖	小型底びき網	—	—
		H.5.11.14	177	苅田沖	小型底びき網	—	—
		H.5.11.30	193	苅田沖	小型底びき網	—	—
		H.5.12.20	213	北九州沖	小型底びき網	—	—
		H.6. 2.16	271	苅田沖	小型底びき網	—	♂
		H.5. 3.14	297	共通海域	小型底びき網	—	—
		H.5. 5.23	2	共通海域	小型底びき網	—	—
		H.5. 6. 1	11	共通海域	小型底びき網	空	♀
H.5. 6. 7	17	共通海域	小型底びき網	シロコ	♂		
H.5. 6. 7	17	共通海域	小型底びき網	空	♂		
H.5. 6.10	20	苅田沖	小型底びき網	—	—		
H.5. 6.10	20	蓑島沖	小型定置網	空	♂		
H.5. 6.20	30	苅田沖	小型底びき網	魚類	♂		
H.5. 7. 1	41	北九州沖	小型底びき網	—	—		
H.5. 7. 5	45	北九州沖	小型底びき網	魚類	♂		
H.5. 7.22	62	共通海域	小型底びき網	—	—		
H.5. 8. 7	78	北九州沖	小型底びき網	—	—		
H.5. 8.31	102	—	—	—	—		
H.5. 9. 7	109	共通海域	小型底びき網	—	—		
H.5. 9.19	121	苅田沖	小型底びき網	—	—		
H.5.12. 2	195	蓑島沖	—	—	—		
H.5.12.20	213	—	—	—	—		
H.5.12.20	213	—	—	—	—		
D	2尾	H.5. 9.16	17	西角田沖	小型定置網	—	—
		H.5.10.29	60	椎田沖	固定式さし網	—	—
E	0尾						
F	4尾	H.5.12. 2	7	—	小型定置網	—	—
		H.5.12. 2	7	—	小型定置網	—	—
		H.5.12.20	25	—	—	—	—
		H.5.12.20	25	—	—	—	—

栽培漁業事業化促進事業（ヨシエビ）

徳田 眞孝・桑村 勝士・石田 雅俊

ヨシエビは、豊前海域の主要漁業である小型底びき網、小型定置網漁業で多く漁獲され、大型エビ類の中ではクルマエビについて重要な漁獲対象資源である。しかし、漁獲量の年変動が大きく、生産を安定させるためには栽培漁業の推進が急務となっている。平成元年度から当事業が開始され、本年度は、前年度同様に柄杓田、蓑島、吉富の3地区においてヨシエビ350万尾の中間育成を行い放流した。この事業における当研究所の役割は、中間育成、放流、放流効果調査の手法を漁業者へ指導することである。また、前年度は、しらす干し用コンテナを用いた無水輸送の試験を行い、30分以内の輸送であればほぼ問題のないことがわかったが、高温時の場合で30分以上を経過する輸送には問題があることがわかった。そこで本年は、高温時の輸送に対処できるよう、一時冷却による輸送試験も併せて行った。

方 法

中間育成は直径15mの円形キャンパス水槽10基（柄杓田3基、蓑島3基、吉富4基）に、福岡県栽培漁業公社で生産されたヨシエビ350万尾を購入して行った。指導は、漁業者を対象に栽培漁業技術マニュアルにそって、中間育成方法（収容密度、給餌量、環境チェック、病害対策）、及び放流方法（サイズ、場所、輸送方法）について行った。無水輸送試験は、試験結果を参考にしてヨシエビの中間育成時に実践する予定であったので、種苗受け入れの約1ヶ月前の7月9日に近似種のクルマエビで行った。試験はクルマエビ種苗の一時冷却による干出耐性を明らかにするため、しらす干し用コンテナ（30×50×10cm）に稚エビを4kg収容し、経過時間毎のへい死率を求めた。冷却区は最初の10分間、水温19.4℃の冷却水に浸す操作を行った。試験時間中は、温度があまり上がらないように直射日光を遮断したが、散水などの措置は施さなかった。当日の天候は晴れで、気温26.7℃、水温25.3℃であった。

結果および考察

1. 中間育成

中間育成の結果を表1に示した。ヨシエビは体長15

表1 ヨシエビ中間育成結果

地区名	柄杓田	蓑島	吉富
受入日	8/20	8/19	8/19
受入数（千尾）	500	1,300	1,700
受入サイズ（mm）	15.0	15.0	15.0
放流日	10/5	9/14	9/18
放流数（千尾）	372	863	1,179
放流サイズ（mm）	42.0	30.7	28.8
育成日数	46	26	30
歩留り（%）	74.4	66.4	69.4

mmの種苗を受け入れ、26～46日間飼育し、体長28.8～42.0mmで放流した。歩留まりは柄杓田地区が74.4%と前年を上回ったが、蓑島、吉富地区は66.4～69.4%と例年より若干悪かった。

2. 放 流

放流は、ヨシエビの放流適地である河口域の泥域で行った。輸送は、しらす干しコンテナを用いた無水輸送で行い、1コンテナあたり4kgの稚エビを収容し、なるべく30分以内で放流を実行した。本年の放流は、目立ったへい死は観察されず、概ね良好であった。

3. 一時冷却による無水輸送試験

試験結果を図1に示した。死亡率は、1.5時間まで冷却区の方が対照区を下回ったが、2時間後では逆に上回った。一時冷却による輸送は、1.5時間までへい死抑制効果を期待できるが、輸送時間が2時間以上かかるような長時間になる場合は、継続的に冷却を行いながら輸送する必要があると思われる。また、本試験によるへい死抑制の効果は20%程度と低い。本試験では冷却水温を19.4℃としており、へい死抑制の効果は、ある程度ならば冷却水温を下げると向上すると考えられるが、大幅な生残

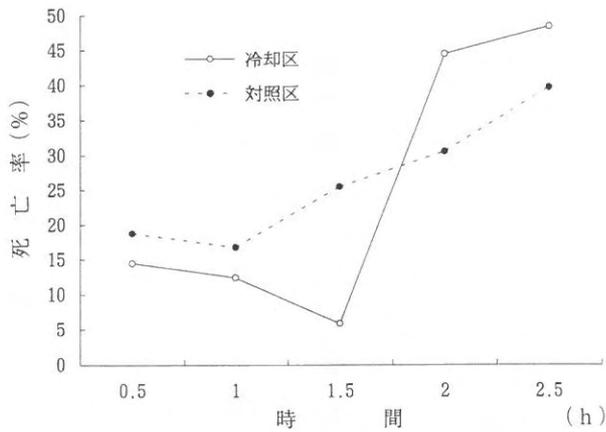


図1 一時冷却による無水輸送試験結果

率の改善は難しいと思われる。

本試験は、実際の放流で必要となるデータを得ることを目的とした。そのため、試験はヨシエビ種苗の入手以前に行う必要があったので、供試魚はクルマエビ種苗を用いることとなった。しかし、ヨシエビの干出耐性はクルマエビと似ていると思われるので、試験結果はヨシエビについてもほぼ同様な傾向を示すものと考えられ、一時冷却による輸送は、ある程度の生残率の向上が見込まれる。しかし、へい死抑制の効果は限界があることや、冷却の操作に手間がかかることで、現状での輸送は、通常無水輸送による30分以内の方法が望ましい。

アサリ安定供給・特産品化技術開発事業

上妻 智行・小林 信・石田 雅俊・桑村 勝士

福岡県では平成2年度より県内3研究所（筑前海、有明海、豊前海）でアサリ資源増殖のための技術開発に着手している。豊前海研究所では人工種苗生産技術の開発に重点をおき、事業を進めてきた。平成4年度までに種苗生産に関する基礎技術の開発が終了し、50t水槽を用いた1生産回時当たりの1mmサイズ稚貝の生産量が1,000万個程度に達した。今年度は人工種苗の放流技術開発の基礎試験として、室内においては大型種苗生産試験を、また、野外では漁場における分布量調査と地盤高別の環境変化および放流稚貝の成長生残について調査を行った。

方 法

1. 大型種苗生産試験

種苗生産試験については春季と秋季の2回、天然及び養成母貝を用い行った。生産した沈着稚貝は、敷砂式の平面飼育とアップウェリング方式を用いた立体飼育により大型種苗生産試験に用いた。また、平面飼育方式では飼育密度と投餌量との関係について試験を行った。

2. 分布量調査

放流効果把握のための基礎資料として、また漁場における資源変動を把握するため、豊前海地先の3漁場について分布量調査を行った。調査は海区内の3漁場（蓑島、杵尾、吉富地先）において100mメッシュの調査線を設け、各定点で坪刈りにより32×42cmの範囲のアサリを採取し、全個体数および殻長について調査を行った。

3. 地盤高別の成長

人工稚貝の放流後の成長を把握するため、地盤高別に移植カゴを設置し、その成長を追跡調査した。試験は行橋市蓑島地先において地盤高0、0.5、1、1.5mの4カ所に定点を設け、海底にカゴ（30×30×50cm）を設置し、その中に人工種苗生産した平均殻長約8mmの稚貝を100個体収容し、1ヶ月毎に成長と生残を調査した。

4. 地盤高別の稚貝の移動及び環境変化

放流稚貝の移動分散状態を把握するため地盤高別に稚貝を放流し、その追跡調査を行った。試験は成長生残試験と同地点においてロープで分けした1×1mの範囲に蛍光スプレーで着色した平均殻長10mmの天然稚貝500個体とALC100ppmで24時間染色した平均殻長3mmの人工稚貝を200万個体放流した。また、同時に砂自体の移動を調べるため、蛍光スプレーで着色した平均粒径0.3mmの蛍光砂1.5kgを同地点に放流した。稚貝、蛍光砂ともに1、2、12日経過後に8方位に向かい起点から1～16m離れた地点において調査した。調査方法は放流稚貝については50×50cmの範囲内の個体数を、また蛍光砂については同地点において直径10cm内の砂数を計測した。さらに、地盤高0m及び1.5mの場所において海底面に電磁流速計を設置し、センサーが海底より約15cmの高さになるように調節し、5分間隔で24時間の流向、流速を調査した。

結 果

1. 大型種苗生産試験

平成5年度における種苗生産結果を表1に示した。春季の採卵は6月に1回のみ行った。誘発方法は温度干出生殖腺添加刺激法を用い、380万粒の卵を得た。2日後取り上げたD型幼生約260万個を1tパンライト2水槽にそれぞれ130万個ずつ収容した。飼育方法は砂ろ過海水を用いた止水飼育で、餌料として約500万cells/mlに増殖したPavlova lutheriを2l/day投餌し、1週間に2回全換水した。約20日間飼育した後、歩留まり平均58%で130万個の沈着稚貝を得た。沈着稚貝は直ちに1tパンライトに敷砂した育成槽5基にそれぞれ26万個ずつ収容し、約3ヶ月間中間育成を行った。中間育成中の飼育方法は浮遊幼生時の方法と変わらないが、投餌量を10l/dayと増加させた。3ヶ月の中間育成後、沈着稚貝からの歩留まりは平均15%で8mmサイズ稚貝を22万個生産した。

秋季における採卵は10月6～28日の間に春季と同様の方法で38,600万粒の卵を得た。1日後平均ふ化率50%で19,340万個のD型幼生を得た。しかし、ふ化時の収容密

表1 アサリ平成5年度採卵、浮遊幼生飼育結果

採卵月日	採卵数 (万粒)	D型幼生数 (万個)	ふ化率 (%)	水 槽	収容数 (万個)	沈着稚貝量 (万個)	歩留まり (%)
6/8	380	265	70	1tパンライト	130	70	54
				1tパンライト	130	80	62
10/6	180	100	56	1tパンライト	100	35	35
10/7	1,350	860	64	1tパンライト	215	80	37
				1tパンライト	215	65	30
				1tパンライト	215	110	51
				1tパンライト	215	80	37
10/9	1,800	1,300	72	50t	1,300	420	32
10/12	280	150	54	1tパンライト	150	35	23
10/16	34,200	16,330	48	廃棄(奇形)	—	—	—
10/28	410	335	82	1tパンライト	168	15	9
				1tパンライト	168	20	12
計	38,600	19,340	50		2,812	1,010	36

度が50個/mlを越えたものについては奇形個体が発生したため、破棄した。正常なD型幼生は1tパンライト水槽および50t大型水槽へ収容し、約2週間の飼育後平均歩留まり36%で1,010万個の沈着稚貝を得た。沈着稚貝は大量生産試験として敷砂した50t大型水槽に約500万個収容し、中間育成を開始した。

中間育成中の飼育方法は餌料としてパプロバとキートセロス[®]を50l/dayずつ投餌し、砂ろ過海水を用い1週間に1回の換水を行った。また、大型種苗生産試験は20℃に設定した恒温室内において1t角形水槽中に15l容バケツの底面にミューラーガーゼを張った稚貝収容容器を用いた。稚貝収容容器は水槽内に8個並べ、水中ポンプを用い容器内に上下方向の水流が発生するようにした。容器内には沈着稚貝を収容密度4区分(30, 20, 10, 5万個)にわけ、2容器ずつ計130万個収容した。また、同型の1t角形水槽を用い底面に砂を敷き、前述のアップウェリング試験と同量の沈着稚貝を収容し、成長、生残に関する比較試験を行った。更に、冬季の室温でのアップウェリング方式での生産試験として、恒温室内と同様の中間育成槽を用い収容密度、投餌量を同じくし、比較試験を行った。

また、底面敷砂式の飼育方法における適正収容密度と適正投餌量をもとめるため、20℃に設定した恒温室内に設置した30l容の小型中間育成槽を用い試験を行った。沈着稚貝の収容量は5, 2.5, 1万個の3区とし、投餌量をそれぞれの密度区で100, 500, 1,000ml/dayの3区の計9実験区を設定した。飼育方法は止水で1週間に2回の換水を行った。餌料はパプロバを用いた。

秋季に生産した沈着稚貝を用いた試験は現在継続中で結果の詳細については次年度に報告する。

2. 分布量調査

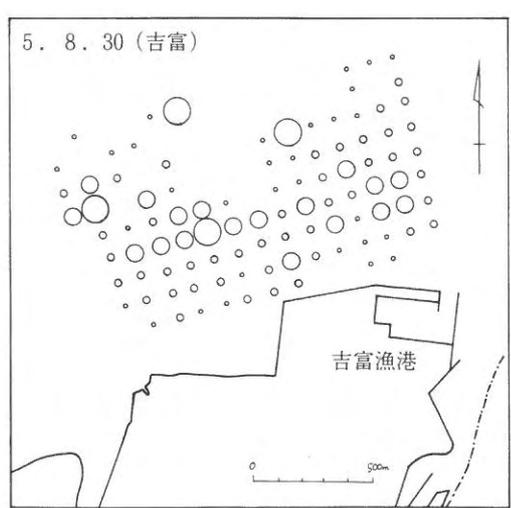
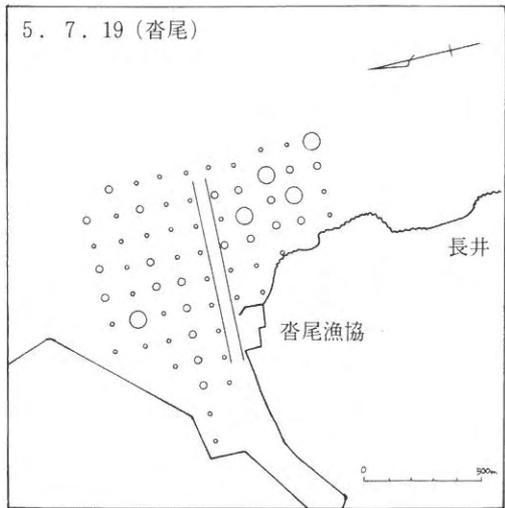
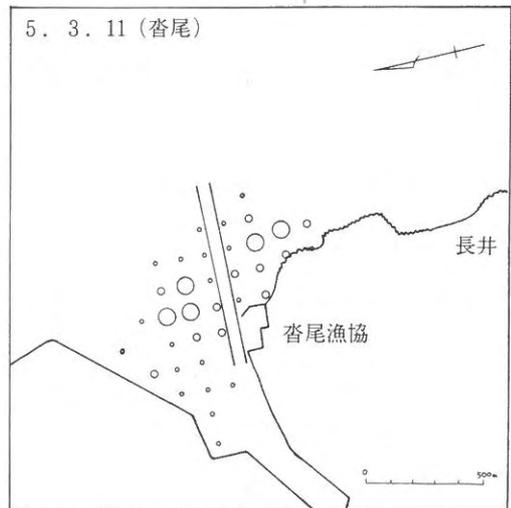
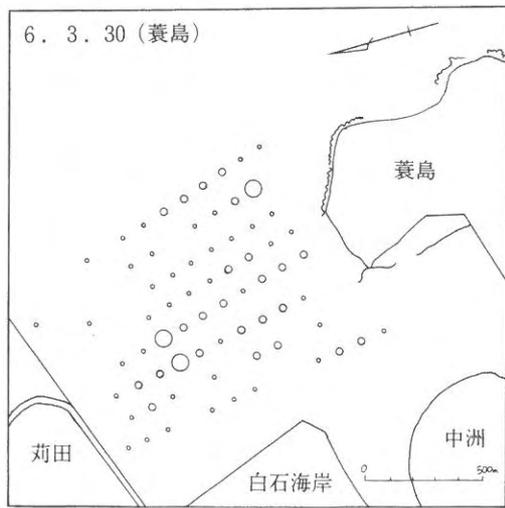
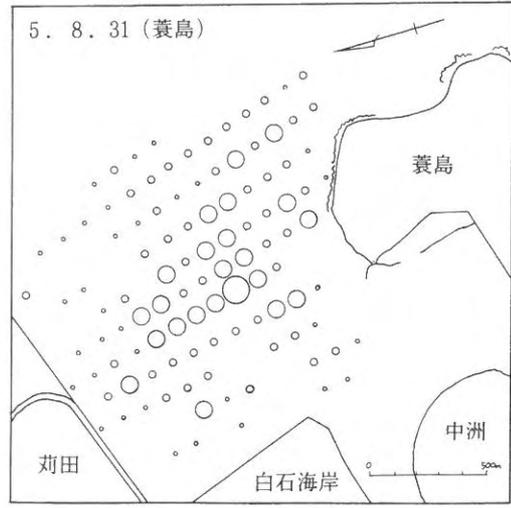
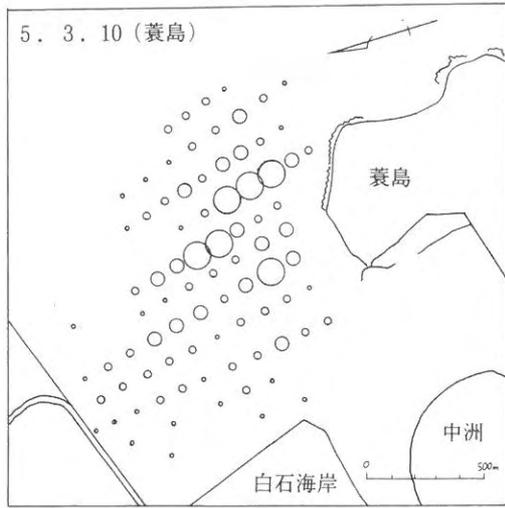
各地先における分布量調査結果を図1に示した。

1) 蓑島地先における分布量調査

調査の実施は平成5年3月10日、同年8月31日、6年3月30日の3回行った。3月の調査時点ではアサリはノリ支柱漁場である干潟中央部を中心に高密度に生息しているのが確認された。特に1m²あたり10,000個を越える高密度区が数地点観測された。しかし、苅田側の白石海岸沖合には生息量が少なかった。8月の調査時は3月時点と比較し高密度発生域が若干狭小化したものの、濤と濤の間のノリ支柱漁場内では大量のアサリ幼貝が確認された。しかし、本年は夏季の降雨量が多く、河川水流入による比重の低下と覆泥、およびそれらに伴う干潟の形状変化によりアサリ生息環境が変化し濤付近を中心にへい死貝が多数確認された。蓑島漁協では数年ぶりに稚貝が大量発生したことで、漁協内のアサリ管理委員会を中心として春季生産は見送り、秋季から本格的な生産を予定していただけない、残念な結果となった。このため3月時の調査では資源状態が極めて低いレベルにまで低下し、組合共販を再開するほどの漁獲はあがっていないのが現状である。

2) 沓尾地先における分布量調査

調査の実施は平成5年3月11日、同年7月19日の2回行った。沓尾漁協地先では濤の両側を中心とし比較的せまい範囲でアサリの高密度発生域が確認された。7月の調査では高密度発生域の生息密度が低下するとともに分布範囲が南北方向に広がった。沓尾漁協と蓑島漁協はアサリ漁場を共有しており、入り会いという形で資源を利用している。沓尾地先のアサリ資源は生息密度及び生息範囲ともに蓑島地先に比べ低いものであった。



- 1~99
- 100~999個/m²
- 1,000~4,999
- 5,000個/m²

図1 各地先におけるアサリ分布量調査結果

3) 吉富地先における分布量調査

調査の実施は平成5年8月30日の1回行った。吉富地先におけるアサリ資源は漁場西部に多く東部に少ない傾向がみられた。吉富地先の場合、西部に多くの稚貝が発生するが漁獲対象にはならず、発生量が少ない東部の山国側河口域が主漁場となっている。

3. 地盤高別の成長

地盤高別の稚貝の成長を図2に示した。一般的に高地

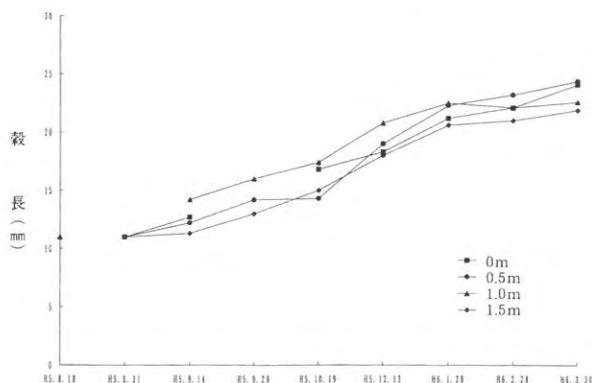


図2 地盤高別のアサリの成長

盤域では干出時間が長く、アサリの摂餌活動が阻害されるため、稚貝の成長は遅いと考えられる。しかし、今回の試験からは地盤高別に明らかな成長差が見られなかった。これは試験期間が成長が停滞する冬季中心であったためと考えられる。

4. 地盤高別の稚貝の移動及び環境変化

1) 天然稚貝の移動分散

天然稚貝は蛍光スプレーを用いて着色したが、放流直後から採取量が少なく、明らかな移動分散方向は確認できなかった。着色した稚貝は十分乾燥させて放流したが、稚貝が潜砂する際に摩擦により塗料がはげしてしまうことが確認された。

2) 人工稚貝の移動分散

ALC染色を行った人工稚貝の蛍光顕微鏡を用いた観察においては殻がはっきりと発光せず、確認作業が困難であった。今回はALCの着色の有無によって天然稚貝と人工稚貝の判別を行い、同時に移動分散の確認を試みた。しかし、天然においてもALC染色を施した人工稚貝とほぼ同色の薄紫色を呈した稚貝が存在し、判別が出来なかった。また、放流直後から調査地点に於ける稚貝の採取量が少なく、移動分散方向及び量については確認できなかった。

3) 蛍光砂の移動分散

蛍光砂の移動分散結果を図3に示した。蛍光砂は日数

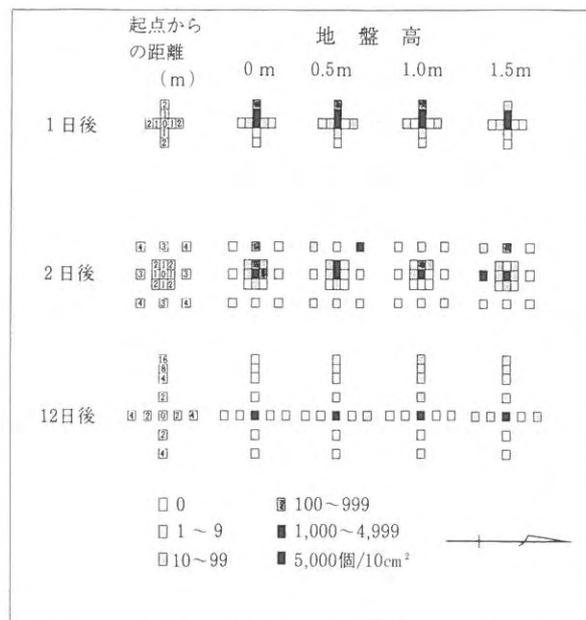


図3 蛍光砂の移動結果

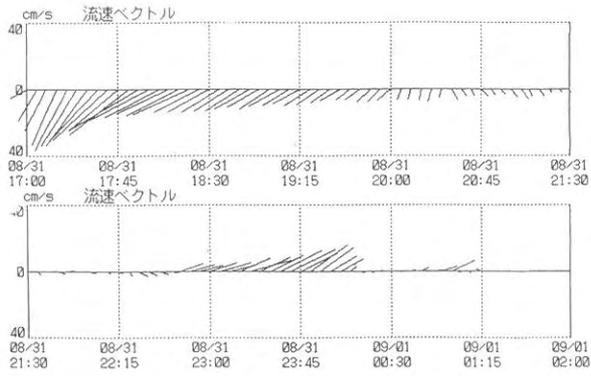
の経過とともに次第に拡散した。移動方向はいずれの地盤高においても主に西方向へ移動した。しかし、蛍光砂の量は高地盤域ほど多く、低地盤域の12日目では全点で発見できなかった。養島地先では西方向が岸側にあたる。このため、砂の移動は全て岸方向へと流れることになる。天然稚貝は足糸を出し砂に付着しているが、沈着直後の稚貝は砂の移動に伴い、岸側へ移動すると考えられる。特に人工稚貝を放流した場合、砂より比重が軽い為、砂に付着する前に相当量が流されていると考えられる。

4) 地盤高別の流向流速

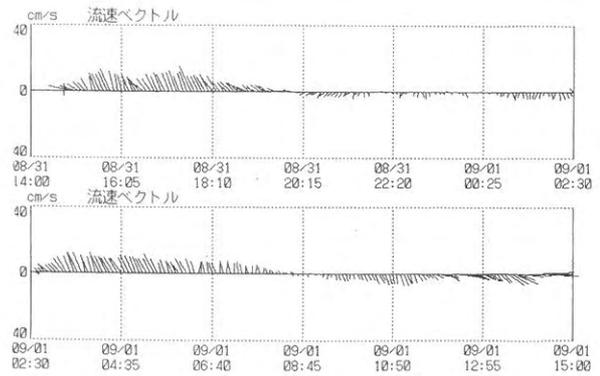
低地盤域での流速ベクトルの時系列変化、流速頻度分布および進行ベクトルを図4に、高地盤域における結果を図5に示した。低地盤域での流速は干潮時に大きく、満潮時に小さい傾向がみられた。流速は10cm/sec以下が80%以上で緩やかであった。流向については北西方向の流速が卓越しており、進行ベクトルでも移動方向が北西方向を示した。高地盤域での流速は低地盤域より大きく、流向は南西方向に卓越し、進行ベクトルでは移動方向は南西方向を示した。

考 察

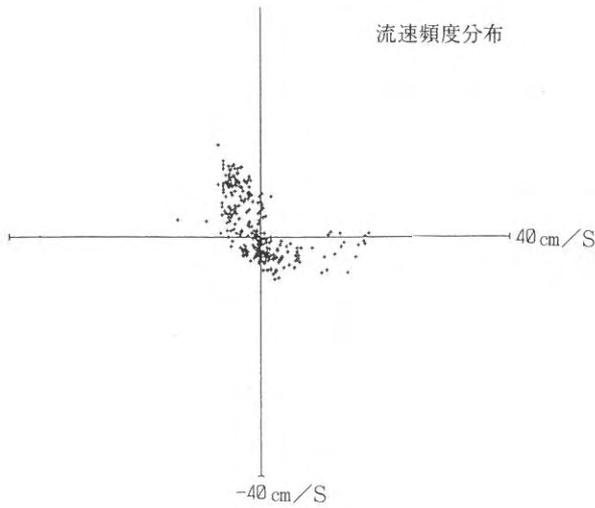
種苗生産試験については春季の場合、天然母貝の熟度があまり上昇しなかったため、大量採卵には至らなかった。本事業が始まった平成2年から継続して母貝の群成



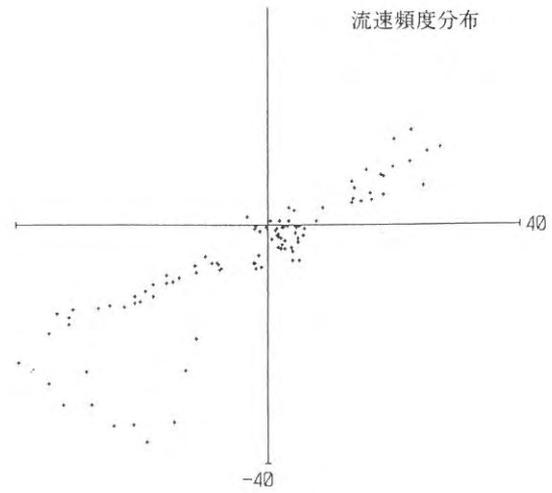
(図4-A)



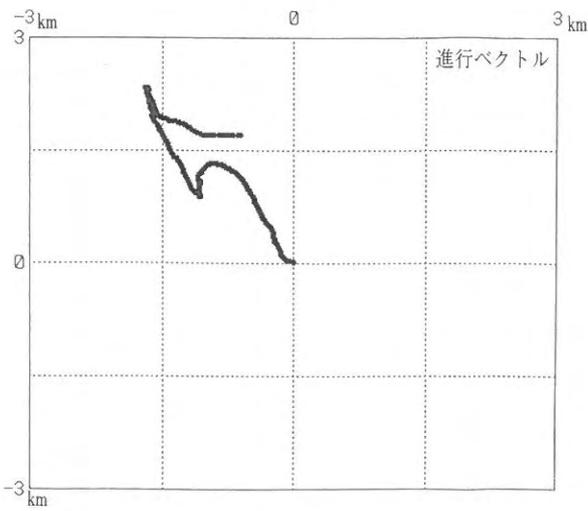
(図5-A)



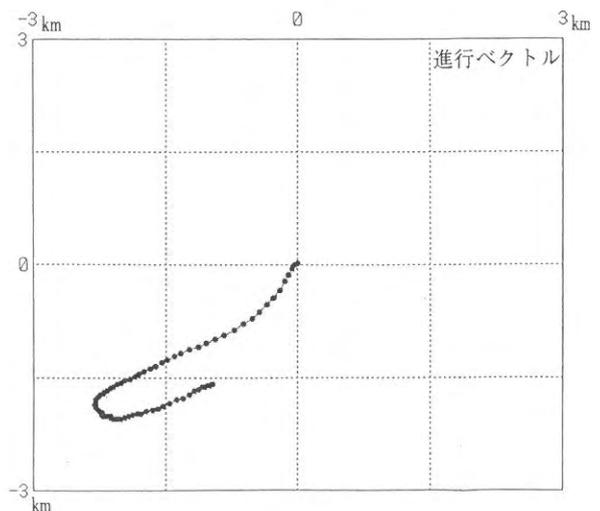
(図4-B)



(図5-B)



(図4-C)



(図5-C)

図4 地盤高0mにおける流向・流速

図5 地盤高1.5mにおける流向・流速

熟度について調査を行っているが、福岡県豊前海地先におけるアサリは春季においては熟度上昇のピークがあまり見られなかった。さらに、沈着稚貝の中間育成においては稚貝の成長は早い、飼育水槽の底面に原生動物の大量発生がしばしば見られ、歩留まりが極めて悪いこと

も特徴的である。一方、秋季の種苗生産においては大量採卵が容易である。今年度についても1回の採卵で1億個を超える卵が得られた。秋季の場合、春季生産と比較して、母貝の群成熟度が0.7を越える高い値を毎年示し、卵を得ることが容易であること、また、浮遊期幼生及び

沈着稚貝飼育も比較的安定していることから、大量の放流種苗を生産するには適している。特に沈着稚貝の飼育については、漁業者が管理している甲殻類の中間育成水槽を用いて、大量の種苗を現場で生産することも可能であろう。

放流技術開発については、今年度の結果を参考に放流方法、標識方法等の検討を進める必要がある。

カキ養殖漁場造成技術開発事業

小林 信・徳田 眞孝

本事業は、波浪条件等により未利用の沖合い区画漁業権漁場において、新たなカキ養殖漁場を造成することを目的とし、平成4年度から調査を実施している。

本年度は、既存の各種消波施設を比較検討し、豊前海の海域特性に最も適合した消波施設を選定するとともに施設の規模と静穏水域の範囲との関係について検討した。

方 法

1. 消波施設の選定

既存の消波施設の中から構造タイプ別に類型化を行い、それぞれの特徴について整理した。

次に、事業目的や海域特性から有効と考えられる3タイプを抽出し、消波性能、経済性等種々な角度から検討し、当海域に最も適合した消波施設を選定した。

なお、設計条件等は、既往資料を用いた。

2. 消波堤の規模と静穏水域の範囲

消波効果の波浪解析は、グリーン関数法を用い、静穏度を $H < 1.05\text{m}$ 及び $H < 1.2\text{m}$ の2ケースとし、消波堤の規模を100~800m(100m毎の8段階)の場合の静穏水域面積を算出した。また、概略設計で得られた工事費から単位面積当たりの静穏水域造成事業費について推算した。

結 果

1. 消波施設の選定

既存の消波堤を構造別に3タイプに分類し、表1に示

した。この中で、ブロック消波堤は、消波性能は最も優れているが、海水交換が悪いことや土質条件から工事費が膨大になることなどから不適當であると判断された。

そこで、カーテン式鋼管杭と浮消波堤を対象として検討を行った。なお、浮消波堤には現在6種類の型式が開発されているが、当海域の波浪条件や養殖場の事業実績から鋼製浮体式とP・Cハイブリッド浮体式の2種を検討対象とした。

1) 設計条件

・波浪条件

波浪条件を表2に示した。この中で、消波対象波は、消波堤背後の養殖場の静穏度を確保するための波浪であり、養殖管理作業限界により設定した。また、構造設計波は、消波堤の安全性や養殖施設の保護の面から設定した。

・海水交換率		0.5
・潮位	H・W・L	+4.0m
	M・W・L	+2.0m
	L・W・L	0.0m
・水深		-8.5m
・土質条件		
	-8.5~-14.0m	シルト $c=0.15Z$, $\gamma=0.4\text{t/m}^2$
	-14.0~-20.0m	粘土 N=4
	-20.0~-25.0m	砂礫 N=30
	-25.0~-32.0m	粘土 N=4
	-32.0m~	砂礫
・耐用年数		30年

表1 消波堤の構造タイプ

形 式	特 徴	適用性
I ブ ロ ッ ク 消 波 堤	・長周期波浪にも十分な消波性能を有し、激浪波浪でも、静穏域が確保できる。 ・海水交換では、他形式に比べ劣る。 ・軟弱地盤では、地盤改良費が本体と同程度になり工事費が膨大となる。	×
II ワ イ ン グ ン 式 消 波 堤	・カーテンの深さにより、ある程度の長周期波浪にも消波性能を確保できる。 ・鋼管杭式のため、軟弱地盤にも十分対応が可能である。	○
III 浮 消 波 堤	・水深にかかわらず、工事費はあまり変わらず、大水深ほど有利である。 ・長周期波浪に対する消波性能は、他に比べ劣る。 ・海水交換は、最も優れている。 ・移設が可能である。	○

・適用基準

沿岸漁業整備開発事業施設設計指針他

表2 設計波浪条件

	消波対象波	構造設計波
波高H 1/3	1.5m	3.6m
波高Hmax	2.7m	6.5m
波 向	ENE、NE	ENE
周 期	4.7sec	7.5sec
波 長	34.0m	70.6m
再現期間	1年	30年
風 速	26.9m/sec	
潮 流	0.8Knot	

2) 総合評価

以上の設計条件のもとで、3タイプの消波堤を様々な角度から比較検討し総合評価を行った。その結果を表3に示した。

鋼製浮体式は、係留施設に費用がかかるため他に比べ経済性が劣る。また、カーテン式は消波性能、特に施設

の安全性を保つための構造設計波の消波性能や経済性で優れている。しかし、海水交換を含めた潮流変化が大きいこと、施設の移設が出来ないこと、あるいは養殖場での使用実績がないことなどがマイナス点となった。

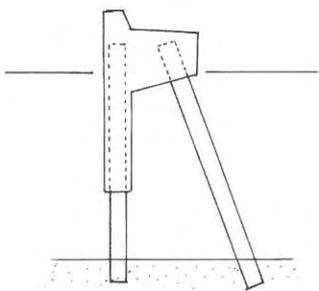
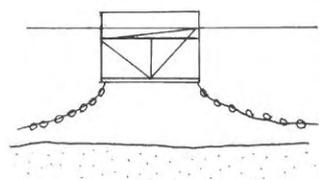
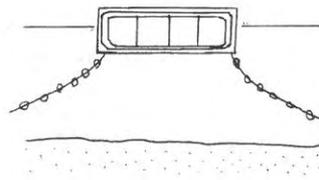
以上のような検討結果からP・Cハイブリッド浮体式が最も当海域に適した消波施設と評価された。

2. 消波堤の規模と静穏水域の範囲

消波堤の対象とする波浪は、養殖作業限界から $H1/3 = 1.5m$ ($H_{max}2.7m$), $T=4.7sec$, $L=34m$ 以下の波浪とし、不規則波として解析した。なお、消波堤はP・Cハイブリッド浮体式を想定した。

消波堤の長さ、静穏水域面積との関係について静穏水域における波高を1.05m及び1.2m以下に消波した際の推算結果を表4に示した。また、長さ600mの消波堤に垂直方向から $H1/3 = 1.5m$ の波浪を受けた際の消波堤背後の波高分布を図1に示した。解析結果から、静穏水域面積は、消波堤長のほぼ2乗に比例することが判明した。

表3 消波堤の総合評価

構造形式	カーテンウォール	鋼製浮体式	P・Cハイブリッド		
形状					
建設費/m	448万円	806万円	441万円		
潮流変化	カーテン深度が-4.5mとなり3形式の中では最も変化が予想される。	吃水が小さいので変化は少ない。	同 左		
消波性能	H=1.5m T=4.7 s	規則波 0.47	不規則波 0.47	規則波 0.47	不規則波 0.51
	H=3.6m T=7.5 s	規則波 0.48	不規則波 0.48	規則波 0.96	不規則波 0.85
メンテナンス	メンテナンスフリー	フロートの孔食による浸水の恐れあり、定期点検が望ましい。	メンテナンスフリー		
漁場造成実績	無	有	有		
反射波の発生	有	無	無		
施設の移設	不可	可	可		
大水深への適用	深いほど不利	深いほど有利	同 左		
消波堤天端の有効利用	潮位による高低差が大きく使い勝手が悪い。	甲板部面積が狭い	広い用途が期待できる。		
総合評価	○ 経済性、消波性能で最も有利であるが、海水交換でやや劣る。	△ 経済性、保守管理の面で劣る。	◎ 海水交換、将来の移設等を考慮すれば、最適といえる		

次に、概略設計から建設工事費を算出し、1 ha当たりの静穏水域造成単価を求め、表5に示した。

静穏水域面積は、消波堤長の2乗に比例することから建設コストは、堤延長が長くなればなるほど低下する結果となった。

豊前海のカキ養殖業は、順調に発展し平成2年にはノリ養殖を上回るに至った。しかし、生産の90%以上が波浪の影響を受けにくい土砂処分場周辺に集中しており、新たな養殖場の造成が望まれている。特に、海岸線が単

調なため波浪の影響を受けやすい行橋市以南の漁場は、一部を除き大部分が未利用漁場となっている。これらの海域に消波施設を設置することにより、漁場の拡大を図れば、カキ養殖業の更なる発展が期待できる。

今年度の調査により、当海域に最も適した消波施設が選定された。今後は、事業化に向けて更に精度の高い検証を行うとともに事業効果、投資効率など経済性の面からの検討が必要である。

表4 消波堤の長さと言静穏水域面積

消波堤長	H ≤ 1.05m	H ≤ 1.2m
100m	0.6	1.1
200	2.3	4.3
300	5.1	9.8
400	9.0	17.3
500	14.1	27.1
600	20.3	39.0
700	27.6	53.1
800	36.1	69.3

単位：ha

表5 消波堤長と言静穏水域造成単価

消波堤長	総建築工事費 (億円)	H ≤ 1.05m A (ha)	静穏域造成費 (億円) / ha	H ≤ 1.2m A (ha)	静穏域造成費 (億円) / ha
100m	4.41	0.6	7.35	1.1	4.01
200	8.82	2.3	3.83	4.3	1.91
300	13.23	5.1	2.59	9.8	1.35
400	17.64	9.0	1.96	17.3	1.02
500	22.05	14.1	1.56	27.1	0.81
600	26.46	20.3	1.30	39.0	0.68
700	30.87	27.6	1.12	53.1	0.58
800	35.28	36.1	0.98	69.3	0.51

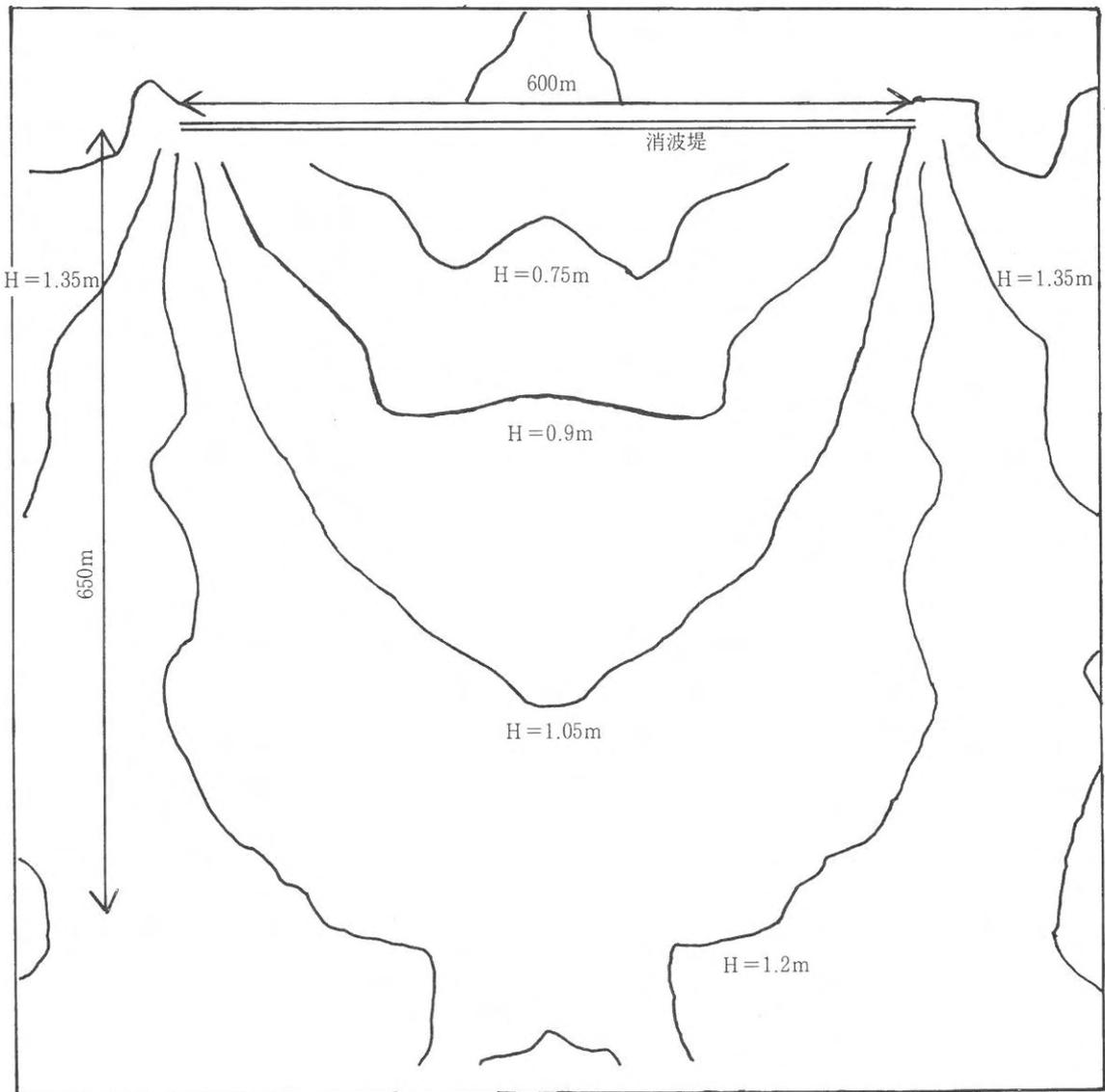


図1 消波堤背後の波高分布

二枚貝増養殖技術研究（トリガイ・アカガイ）

上妻 智行・小林 信・桑村 勝士

福岡県豊前海域では漁船漁業の漁獲低迷さらには漁業者の高齢化が進むなか、地先において手軽に自己管理できる養殖業の普及を望む声が多い。当研究所ではこれまで種苗生産等に着手してきた二枚貝類（トリガイ、アカガイ）を養殖対象種として取り上げ、その養殖化に向けての技術開発研究を行った。

方 法

トリガイについては種苗生産技術開発とカゴによる養殖試験を行った。種苗生産技術開発は、平成5年3月に大分県長洲漁協より購入した平均殻長約80mmの親貝を用いた。また、中間育成後の人工稚貝（平均殻長15mm）を海底に設置したカゴ（50×50×70cm）に100個体収容し、その後の成長と歩留まりを調査した。

アカガイについては平成4年秋季に沈着した天然稚貝をトリガイと同様の海底カゴに収容し、その後の成長と歩留まりについて調査した。

結 果

1. トリガイ種苗生産試験結果

平成5年度のトリガイ採卵および中間育成結果を表1に示した。

種苗生産に用いた親貝は平成5年3月に購入し、その後約1カ月陸上敷砂二重底水槽で養成した後、採卵に用いた。採卵誘発方法は紫外線照射海水掛け流し法を用いた。誘発中、放卵しはじめた個体をあらかじめ用意した1tパンライト水槽に移し、放卵が終了した段階で取り上げた。本年度は4月12日～5月6日までの間に4回採卵を行い、計5,240万粒の卵を得た。ふ化には採卵に用いた1tパンライト水槽を引き続き使用し、卵の収容密度を海水1mlあたり4～30個の範囲で行った。1～2日経過後、D状幼生に変態したのを確認した後、サイフォンにより45μmメッシュのミューラーガーゼ上に取り上げ、計測した。4回の採卵で取り上げたD状幼生数は2,360万個で、ふ化率は平均45%であった。

取り上げたD状幼生はそれぞれの採卵回時ごとに1tパンライト水槽に1.4～2個/mlとなるように収容した。収容後、餌料として約500万細胞/mlに増殖したPavlovahlutheriを2l/day投餌し、換水は有効塩素濃度10ppmで30分間殺菌し、チオ硫酸ナトリウムで中和した海水を用い1週間に2回行った。

本年度は浮遊幼生飼育中に原生動物が異常発生し、沈着稚貝までの歩留まりが極めて悪かった。飼育開始後約半月で沈着サイズまで達したが、沈着稚貝の総数は12万

表1 トリガイ春季採卵、浮遊幼生飼育および沈着稚貝飼育試験結果

採卵月日	採卵数 (万粒)	D型幼生数 (万個)	ふ化率 (%)	水 槽	収容数 (万個)	沈着稚貝量 (千個)	歩留まり (%)	稚貝飼育期間 (日)	取り上げ殻長 (mm)	取り上げ個体数 (百個)
4/12	400	280	70	1tパンライト	140	—	—			
				1tパンライト	140	—	—			
4/14	3,000	1,200	40	1tパンライト	200	10	5	30	1	2
				1tパンライト	200	15	8			
				1tパンライト	200	—	—			
				1tパンライト	200	—	—			
				1tパンライト	200	—	—			
4/26	840	560	67	1tパンライト	187	35	19	60	3	1
				1tパンライト	187	60	32			
				1tパンライト	187	—	—			
5/6	1,000	320	32	1tパンライト	160	—	—			
				1tパンライト	160	—	—			
計	5,240	2,360	45		2,360	120	5			

個で、D状幼生からの歩留まりは0.5%であった。

沈着した稚貝は底面に砂を敷いた0.5tパンライト水槽に2.5万個、1tパンライト水槽に9.5万個収容し中間育成を開始した。飼育方法はPavlova lutheriを10l/day投餌し、換水は塩素殺菌海水を用い1週間に2回行った。中間育成中も底面に原生動物の発生が多く、歩留まりは悪かった。

0.5tパンライト水槽を使用したものは1カ月間、1tパンライト水槽を使用したものは2カ月間中間育成を行い、それぞれ1mm稚貝を200個体、3mm稚貝を100個体生産した。

2. トリガイのカゴ養殖試験結果

平成4年11月に築上郡椎田町海岸から約2km沖合いの覆砂域に設置した海底カゴに、中間育成した平均殻長15mmの人工稚貝を収容し、その後の成長生残を調べた。1カ月後の12月には平均殻長27mmにまで成長したが、歩留まりは極めて悪く9%であった。1月の調査時には35mm以上に成長したが、2個体のみが生残したにすぎず、試験を中止した。

3. アカガイ養殖試験結果

試験に用いたアカガイは平成4年10月にトリガイの養殖試験と同一場所において海底カゴに沈着した天然貝を用いた。沈着した稚貝は約3カ月間海底カゴの中で中間育成を行い、殻長約30mmに達した平成5年1月から養殖試験を開始した。試験開始後1カ月毎に海底よりカゴを引き上げ、成長と生残を調べた。開始後の成長と歩留

まりについて図1に示した。稚貝の成長は冬期に遅く、春期～秋期に早かった。試験開始6カ月後の平成5年6月には約45mm、1年後の平成6年1月には約70mmに成長した。歩留まりは試験開始後の4カ月間で約70%に低下した。これはカゴの中にヒトデが入り込み、その食害によるものと考えられる。平成5年5～7月まではほとんどへい死がみられなかった。また、7～11月までに歩留まりは約50%にまで低下した。この間は調査を実施していないため、具体的なへい死要因はつかめなかった。12～1月の間に生残率が急激に低下しているが、これは計測後カゴを再度設置した際に、砂中に深く埋め込みすぎたことにより、酸素欠乏と摂餌活動の阻害を引き起こしたためと考えられる。

考 察

本年度のトリガイの種苗生産は飼育時に原生動物が大量発生したこと等による理由で、極めて不調に終わった。水槽底に繁殖した原生動物は塩素等の薬浴で十分対処できるが、殻内に繁殖したものについては効果がなかった。

トリガイの種苗生産試験は昭和63年度から行っているが、原生動物の発生によるもの以外に、しばしば大量へい死が起り、アサリ、バカガイ等の二枚貝類と比較し生産が不安定である。これまで飼育条件として餌料、飼育水、通気、飼育密度等について検討してきたがこれらの条件以外に生産に対し大きく影響を及ぼす因子があると考えられる。特に換水を行ったのちにへい死する傾向がみられることから、近年二枚貝類の種苗生産で問題となっている飼育水の細菌相の安定性等の検討も必要であ

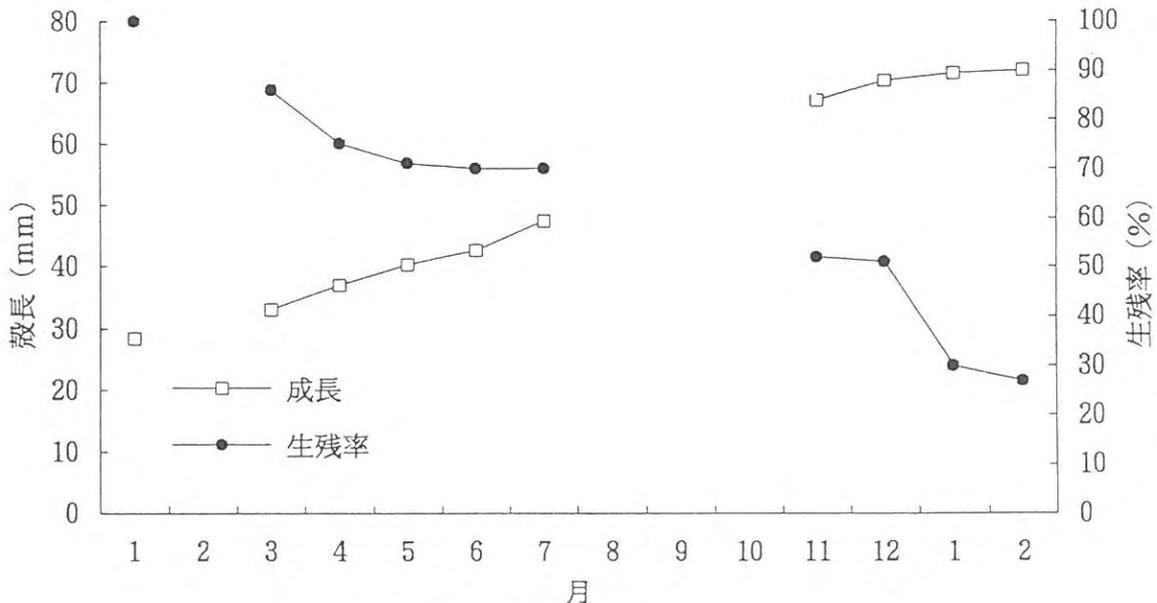


図1 養殖アカガイの成長、生残

ろう。また、養殖試験では歩留まりが極めて低かったが、同一場所で行ったアカガイの養殖試験については、このような急激な歩留まりの低下はみられなかった。これは、両種の生物特性の違いはもちろんであるが、トリガイの場合人工種苗を用いたことで、稚貝の生理活性が低下していたのではないかと考えられる。

次に、アカガイの養殖試験ではその結果から、本海域でも十分に養殖が可能であることが示唆された。今回は

天然に沈着した種苗を用い、開始後約1.5年で70mmまでに成長した。歩留まりについては30%以下と悪かったが、適正飼育密度やカゴの適正な設置方法を検討することにより向上すると考えられる。ただし、本年度は冷夏の影響で夏期の水温が例年ほど上昇しなかったこと、また貧酸素水塊の発生がみられなかったことから、これらの影響に対する養殖試験を継続して行う必要がある。

ノリ養殖活性化対策研究

上妻 智行・桑村 勝士・徳田 眞孝・神園 真人・江藤 拓也

豊前海におけるノリ養殖は昭和30年代後期～40年代中期に最盛期を迎え、年間生産量1億6,000万枚にも達した。しかし、その後全国的な過剰生産による乾ノリ単価低迷と設備投資の増大により、漁家経営が不安定となり昭和40年代後期以降、急速に衰退しつつある。しかし、ノリ養殖は漁船漁業の漁閑期である冬期の貴重な収入源であり、その活性化は海区漁業の振興上重要な課題である。当研究所ではノリ養殖活性化のため、漁場環境調査、病害発生状況調査に基づいたノリ養殖情報の発行を行ってきた。以下に平成5年度のノリ養殖概況を報告する。

方 法

平成5年度ノリ漁期中に沿岸の表層海水の水温、塩分、無機三態窒素量およびノリ生育状況、病害発生状況を調査した。

結 果

1. 漁場環境

平成5年度のノリ漁期における海況（水温、比重、栄養塩類）について図1に示した。

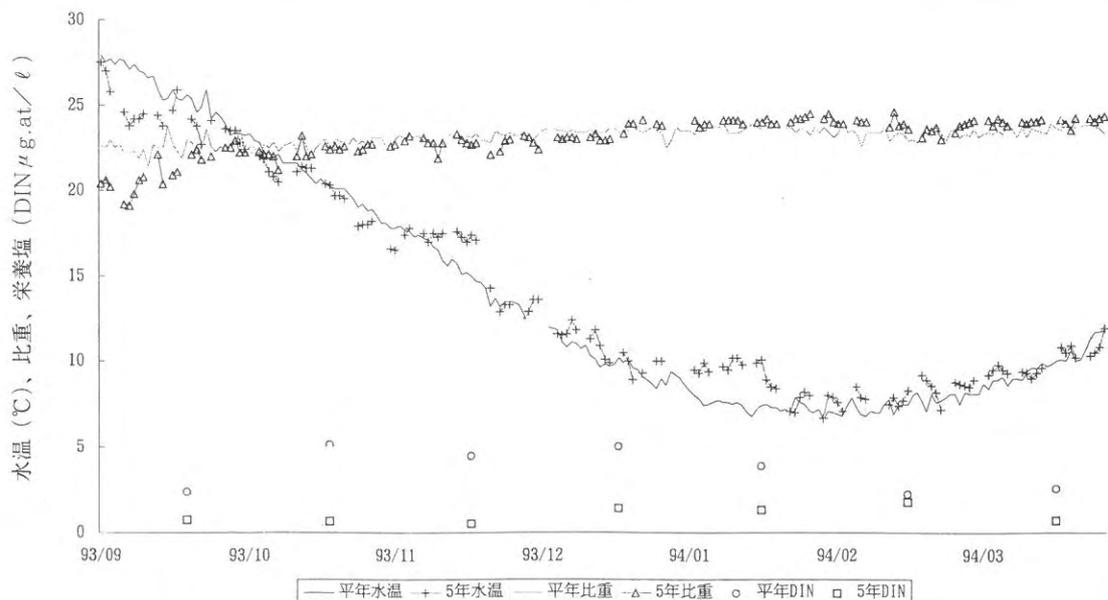


図1 平成5年度ノリ漁期における海況

(1) 水 温

本年度は冷夏の影響で10月初旬まで低水温で推移した。10月中～下旬にかけて平年並みとなり順調に低下したが、11月初～中旬に横這い状況となった。11月下旬以降、年内まではほぼ平年並みであったが、年明け以後1月下旬まで高水温で推移した。1月下旬以降はほぼ平年並みで推移した。

(2) 塩 分

降雨の影響で12月中旬まで低比重で推移した。12月中旬以降回復し、ほぼ平年並みか、やや高比重で推移した。

(3) 栄養塩類

漁期はじめから平年値を大きく下回り、年内はDINで約1 $\mu\text{g.at/l}$ で推移した。年明け後、やや回復したが、依然平年値を下回る状況であった。

2. 養殖概況

(1) 採苗状況

本年度の豊前海区における採苗は、10月1日、5日に行われた。1日付けは、採苗後3日目には平均4細胞の芽がノリ網1cmあたり20～30個程度に着生し、ほぼ満

足できる芽付きを確保した。

5日付けは採苗後の海況が思わしくなく、9日までに満足する芽付きを確保できた網は全体の5割程度しかなく、採苗は極めて不調であった。しかし、9日以降の好天で胞子放出が促進され、13日には平均してやや厚めの芽付きとなった。

(2) 育苗状況

ノリ芽の生長は早いところで10月12日で数ミリに達したが、栄養塩不足のため色調が悪く、肉眼視が遅れた。展開作業は順調に進み、12日には早いところで8～10枚張りとなった。

アオノリの着生状況は中部地区は例年より多かったが、南部地区では例年より若干少ない状況であった。付着珪藻による汚れは8日頃から目立ち始めた。優先種はアクナンテス、メロシラであった。8日から晴天続き、乾燥過多による芽イタミが若干みられたが、程度は軽微で特に問題はなかった。

(3) 病害発生状況

ノリ芽の肉眼視が可能となる10月中旬から冷凍入庫前の11月初旬の間にノリ芽の部分的流失現象が確認された。

被害を受けたノリ芽の大きさは5～30mm程度で豊前海中部～南部地区の支柱式養殖の網に発生した。ノリ芽は仮根部から流失しており、発生箇所の周辺部のノリ芽基部には多数の細菌が付着しており、枯死細胞が確認された。11月中旬以降の生産期に入ると、これらの症状によるノリ芽の流失被害は発生しなかった。

また、11月上旬に発生したあかぐされ病は水温の横這い傾向と低比重という悪条件により、感染速度が極めて速く、初摘採時から各地で被害が発生した。

(4) 生産状況

平成5年度のノリ生産状況（共販結果）を表1に示した。

本年度はあかぐされ病による被害発生のため、秋芽生産は不調で、各地で一斉撤去が行われた。冷凍出庫時期は各地で足並みがそろわず、また冷凍もどりの状態が悪く、再びあかぐされ病による被害を受けた。このため年内生産はきわめて低調となった。年明け以後は海況が安定したことで生産はやや上向いたが、最終的には生産枚数18,541,900枚（対前年比69%）、生産金額170,717,919円（同80%）、平均単価9.21円（同117%）に終わった。

表1 平成5年度ノリ共販結果

共販回次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	計
共販枚数(枚)	141,200	1,104,300	158,900	1,280,600	3,256,100	3,399,000	3,640,500	2,806,900	2,754,400	18,541,900
共販金額(円)	1,905,019	12,094,272	1,578,434	13,178,676	32,810,734	33,509,404	32,307,652	24,097,788	19,235,940	170,717,919
平均単価(円)	13.5	11.0	9.9	10.3	10.1	9.9	8.9	8.6	7.0	9.2