イワガキ増殖技術開発試験

田中　淳也・須川　人志・柳谷　　智

目的

本県日本海及び津軽海峡においては、沿岸漁家経営安定のため、磯根資源として重要なアワビ、サザエに次ぐ新たな増殖対象種の開発が望まれている。今年度も引き続き当海域に生息するイワガキ *Crassostrea nippona* について、増殖技術を開発することを目的として試験及び調査を行ったので報告する。

1　親貝成熟調査

材料及び方法

本県におけるイワガキの産卵期を把握するため、下北郡佐井村佐井地先の親貝について成熟度の推移を調査した。サンプルは岸からの距離約100mにある離岸堤基部の水深３～５mに固着している天然貝を平成11年７月22日から10月19日にかけて４回採捕し、測定を行った。

成熟度は生殖巣指数（GI）を調べて指標とした。GIの測定は島根県ら[1]にしたがい、軟体部の直径（A）と消化盲嚢の直径（B）（図１）をノギスで測定し、天野ら[4]による

$$GI=(A-B)/A\times100$$

により求めた。

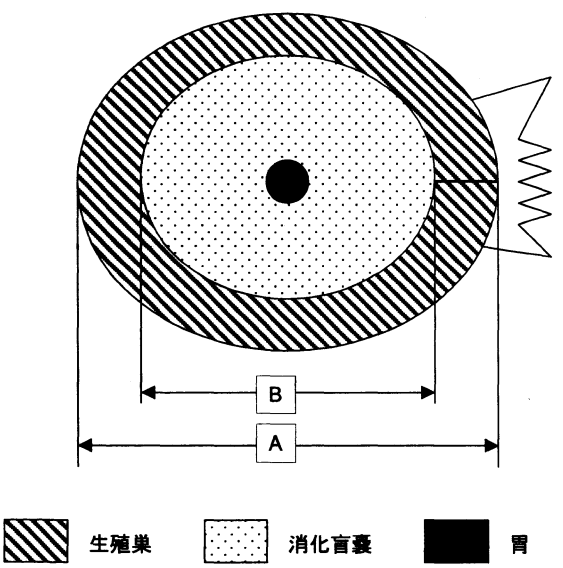

図１　イワガキの生殖巣断面

結果

表１、図２に佐井地先イワガキのGIの推移を示した。平成11年７月22日から９月７日までは平均GIは30以上で推移し、８月11日は最大値の54.26を示した。しかし、10月19日には急激に減少し、4.18となった。

表１　佐井地先イワガキの生殖巣指数調査

採取日	H11.7.22	H11.8.11	H11.9.7	H11.10.19
個体数	10	10	10	10
平均GI	37.04	37.99	34.29	4.18
標準偏差	8.99	12.37	14.10	8.80
最大	51.22	54.26	48.56	27.98
最小	23.20	15.30	7.80	0.00

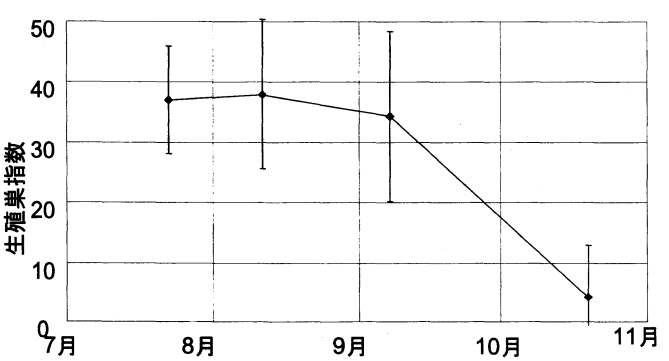

図２　佐井地先イワガキ生殖巣指数

考察

イワガキの産卵誘発要因として高波浪及び水温の変化が考えられる（島根県他[2]）。本県佐井地先のイワガキ産卵期は図２より９月中旬～10月中旬に盛期があったが、図３に示した同時期の佐井地先水温（ウオダス漁海況速報№998～№1121）では、９月11日は24.7℃であったが９月21日には21.8℃となり約３℃の低下が観察されており、これが生殖巣指数の低下と同調している。そのため、本県佐井地先のイワガキ産卵には水温の低下が一つの刺激となっていると考えられた。

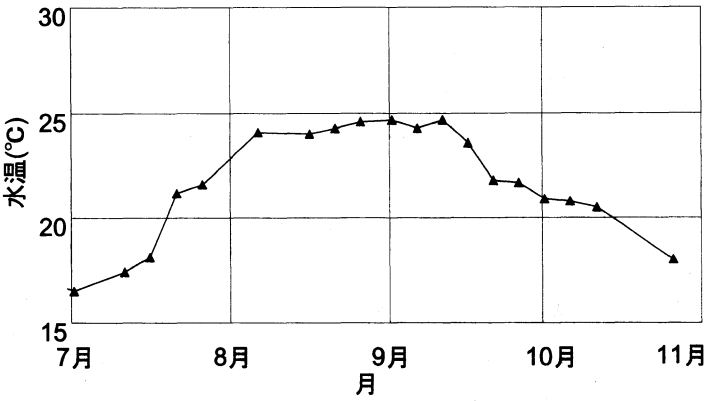

図３　平成11年佐井地先水温(℃)

しかし、島根県他[2]にもあるように産卵誘発要因となる波浪階級や、水温変化の程度がいまだ明確になっていないため、環境条件から産卵期を判断するのは困難である。したがって現在のところ、産卵期を判断するには環境条件よりも親貝そのものの生殖巣指数の推移を調査することが有効であると考えられた。

2　種苗生産試験

（１）採卵

材料及び方法

佐井地先において８月11日に採捕したイワガキ個体を親貝とした。採捕後は流水無給餌で飼育し、８月19日にGIの測定を行ったところ、表2に示したように平均で38.0となったため受精可能と判断し、採卵を行った。なお、用いた親貝は雌５個体、雄３個体であった。採卵方法は天野ら[4]の方法を参考にし、その手順を図４に示した。採卵後は200Lポリエチレン製黒色円形水槽で飼育を行った。また、同様の方法で８月27日に２回目の採卵を行った。

表２　母貝測定表

No.	殻高 (mm)	殻長 (mm)	全重量 (g)	軟体部重量 (g)	全体径(A) (mm)	消化盲嚢(B) (mm)	GI (%)	身入り率 (%)	性別	備考
1	153.2	107.3	421.6	40.5	34.5	16.7	51.6	9.6	♀	
2	162.0	116.3	473.3	37.0	26.1	16.3	37.5	7.8	♀	
3	167.3	112.1	563.3	56.4	34.4	23.0	33.1	10.0	♀	
4	150.5	105.6	516.7	50.8	35.8	20.5	42.7	9.8	♂	
5	151.0	97.5	387.3					0.0	♀	殻割れ，不使用
6	153.0	101.0	398.6	17.9	18.3	15.5	15.3	4.5	♀	産卵済み，不使用
7	173.7	123.2	668.1	39.4	24.2	17.5	27.7	5.9	♀	
8	144.3	102.2	576.3	41.9	32.7	18.3	44.0	7.3	♀	
9	147.0	99.3	399.9	41.7	35.2	16.1	54.3	10.4	♂	
10	138.5	100.2	370.8	38.2	25.1	18.5	26.3	10.3	♀	産卵済み，不使用
11	164.5	102.8	501.6	38.7	31.5	16.6	47.3	7.7	♂	
平均	155.4	107.0	489.0	40.3	29.8	17.9	38.0	8.3		

（２）浮遊幼生飼育

①１回目飼育

天野ら[4]により浮遊幼生の生残率を高く保持するためには抗生物質が有効であることが示唆されたが、抗生物質の浮遊幼生に対する影響は明らかにされておらず、また、抗生物質使用によるコスト高も懸念されている。そこで１回目の浮遊幼生飼育では、島根県ら[5]により飼育水の細菌相制御に有効と考えられている植物プランクトン *Nannochloropsis oculata*（以後、*N.oculata*）を用い、抗生物質の代替になるかを試験した。

材料及び方法

浮遊幼生は１回目の採卵より得られたものを用いた。試験区には抗生物質を用いずに*N.oculata*のみを濃度を変えて試験する「ナンクロ試験区」（グループ①）と、「*N.oculata*有り（5,000cells/ml)、抗生物質有り」（グループ②)、「*N.oculata*無し、抗生物質有り」（グループ③)、「対照区（*N.oculata*無し、抗生物質無し）」（グループ④）の４つのグループを設定し、１グループにつき２水槽での試験を行った。ここで、用いた抗生物質は硫酸ストレプトマイシン10ppm＋ペニシリンG10ppm＝20ppmである。なお、表３に各水槽の設定条件、幼生収容数などを示した。

表３　１回目幼生飼育水槽設定

グループ	水槽No.	*N.oculata* (cells/ml)	抗生物質	幼生収容数 (個/200L)
①	1	2,000	無し	278,000
	2	2,000	無し	278,000
	3	5,000	無し	278,000
	4	5,000	無し	356,000
	5	10,000	無し	356,000
	6	10,000	無し	366,000
②	7	5,000	有り	334,000
	8	5,000	有り	334,000
③	9	なし	有り	322,000
	10	なし	有り	322,000
④	11	なし	無し	322,000
	12	なし	無し	278,000

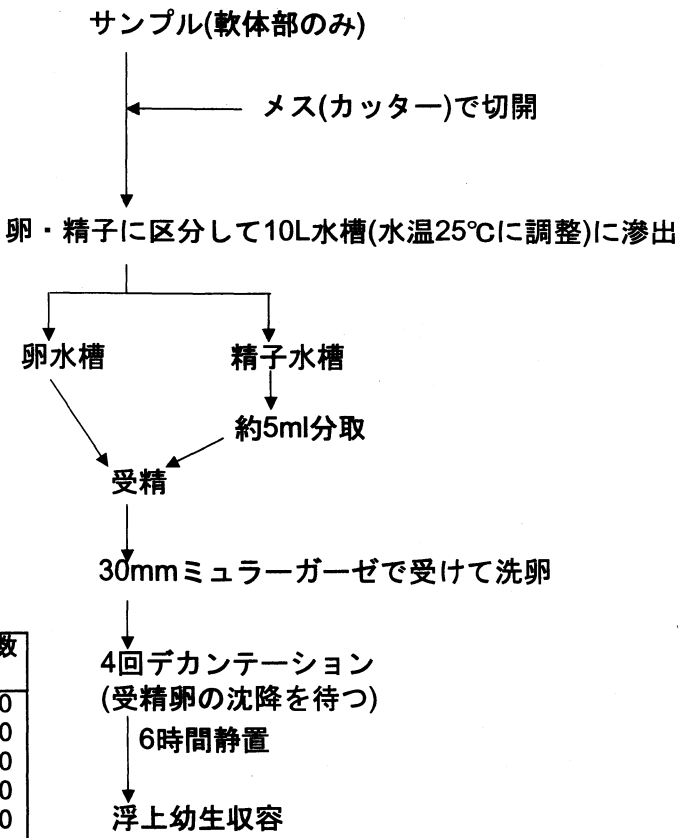

図４　採卵方法チャート

幼生飼育はガラス管により通気した水槽で行った。幼生投入時は微量の通気を行い、次第に強めた。さらに、幼生が付着可能になる頃からは、水槽内の水まわりをよくするためかなり強く通気した。また、飼育水は３μm及び１μmのカートリッジフィルター２連結でろ過したものを設定水温25℃に保って使用し、採苗器投入前までは止水にして３日ごとに1/2換水を行い、水槽底部の残餌及び斃死幼生は適宜除去した。飼育室内は水温を保つために25℃に調整した。なお、水槽には常時遮光幕をかけて飼育を行った。

餌には *Isochrysis galbana*（以後、*I.galbana*）及び *Chaetoceros gracilis*（以後、*C.gracilis*）をあわせて用いた。飼育開始時には *I.galbana* のみを2,000cells/mlとして以後増加させ、平均殻高150μmを超えた時点で *I.galbana* 及び *C.gracilis* をあわせて投与し、最終的に40,000cells/mlとした。毎日の投餌量は、Caulter multicizerを使用して残餌量を測定し、設定投餌濃度の不足分を投与して調整した。また、*N.oculata* 及び抗生物質は換水後に不足した量を投与した。

結果

浮遊幼生数の推移を図５－１、図５－２に示した。図５－１のグループ①では、濃度の多少に関わらず浮遊幼生数は少なく、ほとんどの水槽が飼育開始後７日で投入時のほぼ1/3に落ちた。それに対し、グループ②は比較的高い生残を示した。また、グループ④の対照区ではほとんど生残できない結果となった。

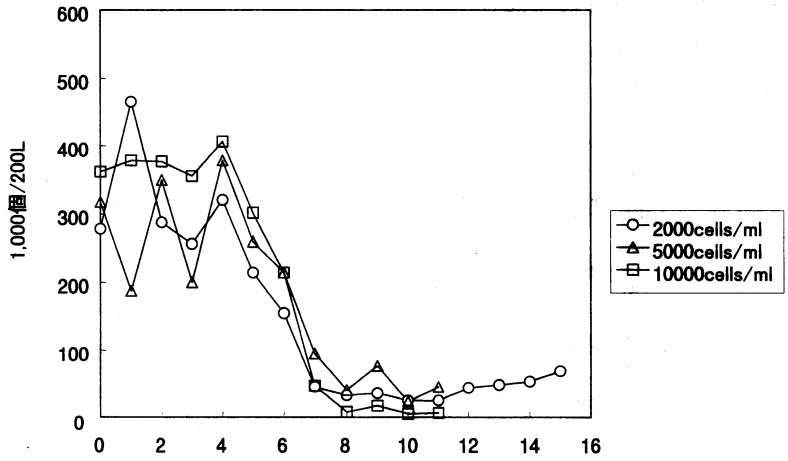

図5-1　１回目浮遊幼生飼育結果(グループ①)

考察

本試験では *N.oculata* が抗生物質の代用になるかを試験したが、*N.oculata* のみでは抗生物質の代用はできないことがわかった。たとえ、*N.oculata* の濃度をこれ以上増やしたとしても、イワガキはもちろんのこと貝類にとって餌料効果の低い *N.oculata* が多量に体内に取り込まれ、かえって生残や成長を悪くする可能性があるため、*N.oculata* のみで飼育水を保持し浮遊幼生の生残を高く保つことは不可能と思われる。

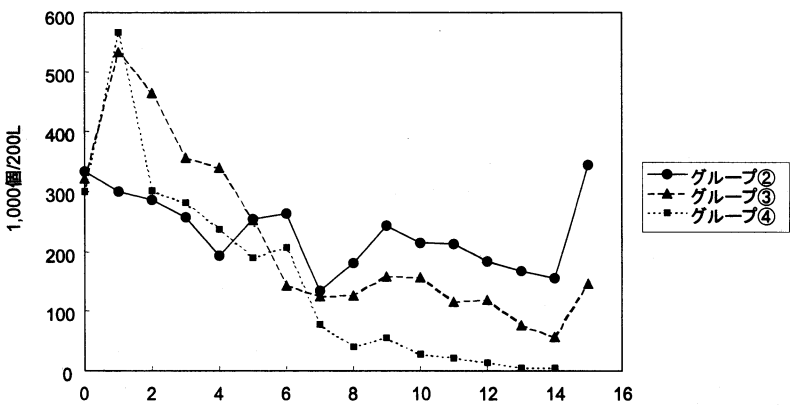

図5-2　１回目浮遊幼生飼育結果(グループ②,③,④)

しかし、*N.oculata* 及び抗生物質を併用した場合、抗生物質のみを使用するよりも生残が高く保てる傾向が見られた（図５－２、グループ②と③を比較）ため、今後イワガキの種苗生産で用いる飼育水槽には*N.oculata* と抗生物質を併用投与する手法が有効と考えられる。

②２回目飼育

１回目の飼育結果を元に、*N.oculata* 及び抗生物質を併用した場合の浮遊幼生数及び成長を調べるために、２回目の飼育試験を行った。

材料及び方法

浮遊幼生は２回目の採卵より得られたものを用いた。飼育方法は１回目の飼育方法に準じており、飼育条件は１回目の結果から、*N.oculata*（5,000cells/ml）と抗生物質（ストレプトマイシン10ppm+ペニシリンG10ppm＝20ppm）を共に加えた。飼育水槽は200Lの黒色円形水槽３面を用い、その設定条件を表４に示した。

表４　２回目幼生飼育水槽設定

水槽No.	*N.oculata* cells/ml	抗生物質 ppm	幼生収容数 個/200L
21	5,000	10+10 (ｽﾄﾚﾌﾟﾄﾏｲｼﾝ+ﾍﾟﾆｼﾘﾝG)	334,000
22	5,000	10+10 (ｽﾄﾚﾌﾟﾄﾏｲｼﾝ+ﾍﾟﾆｼﾘﾝG)	334,000
23	5,000	10+10 (ｽﾄﾚﾌﾟﾄﾏｲｼﾝ+ﾍﾟﾆｼﾘﾝG)	334,000

結果

浮遊幼生の飼育結果を図６－１に示した。№21水槽では、7日目までの変動が大きく、また、№22、

23水槽は試験期間を通じて変動が大きかったため、はっきりとした結果が得られなかった。
成長（殻長）の推移を図６－２に示した。№21水槽がやや低めの成長度を見せ、№22、№23水槽はほぼ同等の成長となった。

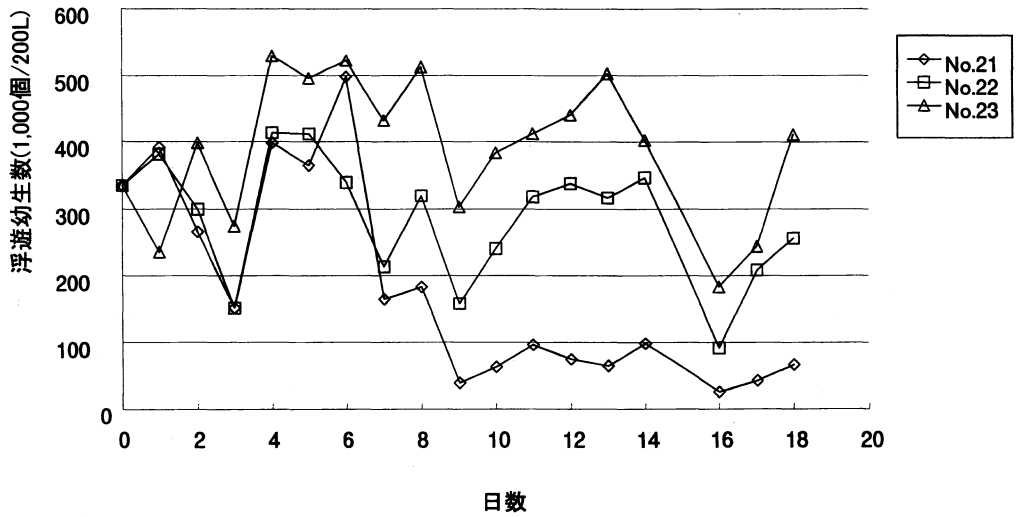

図６-１　２回目浮遊幼生飼育結果

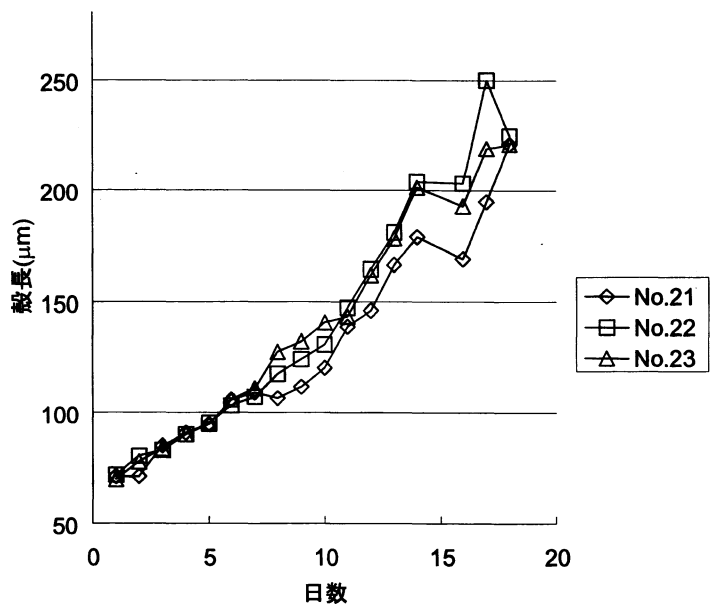

図６-２　２回目幼生飼育の成長(殻長)

考察

飼育開始18日目での浮遊幼生の平均殻長（水槽№21～№22の平均）は、平均すると222μmとなり、これは餌料として同じ植物プランクトンを使用した天野ら[4]および藤原[6]の報告に比べ著しく低い。この２つの報告では投餌濃度が高く設定されており、これと比較して本試験の投餌濃度は著しく低く（表５）、藤原[6]の場合、飼育密度を抑え（1cell/ml以下）、飼育開始後１８日目に投餌濃度を90,000cells/mlに設定しても摂餌率（摂餌量/投餌量×100）は90％を超え、餌料はほとんど

表５　飼育開始18日時点での成長及び投餌量の比較

	天野ら[4]	藤原[6]	今回
殻長(μm)	300	300	222
投餌量(cells/ml)	40,000以上	90,000	26,000

食べ尽くされていると考えられる。摂餌量の多さは直接成長の増大に影響すると考えられるため、本試験での投餌濃度の低さが成長に影響したと考えられた。したがって、今後は飼育水の環境保持にも留意しながら投餌濃度を増やす必要がある。

1回目、2回目の飼育を通して、採卵及び受精は比較的簡単に行えることが確認できたが、浮遊幼生段階の飼育は特に水質保持、好適環境保持が難しく、さらに生残率を上げ、成長を促進させるためには *N.oculata* 及び抗生物質の投与、投餌量の増加、エアレーションによる飼育水槽内の水流の均一化を検討する必要がある。

（3）採苗及び付着稚貝飼育

材料及び方法

幼生の平均殻長が250μm（変態期幼生が出現する殻長）を超えた時期が付着可能期として、1回目飼育の場合は16日目の9月4日に、2回目飼育の場合は19日目の9月13日に採苗器を投入した採苗用水槽（図7）に幼生を収容した。採苗器にはホタテ貝殻を用い、殻中央部に穴をあけ、殻の間隔をポリエチレンパイプ5㎝程度に調整し、15枚の殻を通したもの（写真1）及びカキ殻の細砕片をパールネットに収めたものを使用した。飼育水は25℃のままで保った。

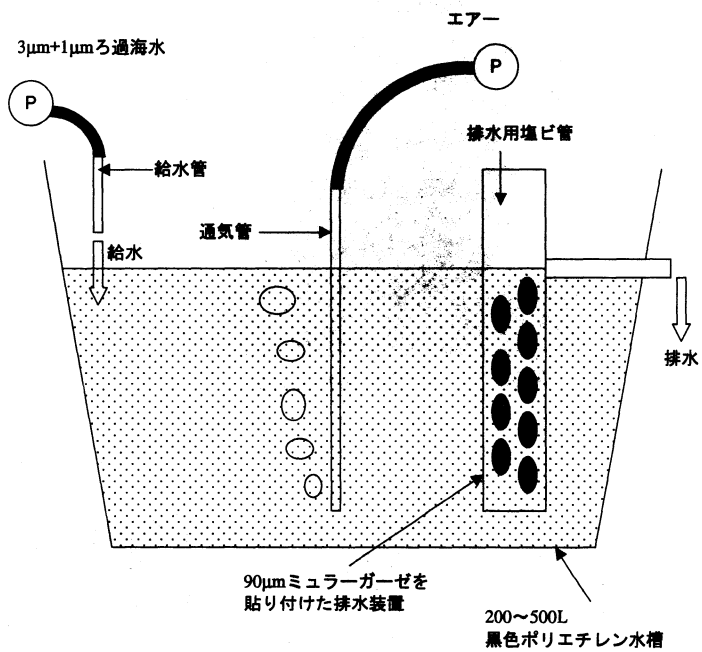

図7　採苗用水槽図

収容後、浮遊幼生数が100mlあたり10個体以下になった時点で付着終了とし、1回目は採苗器投入後9日目の9月13日に、2回目は採苗器投入後9日後の9月22日にセンター前沖の筏にて稚貝中間飼育を開始した。稚貝中間飼育では稚貝が付着したホタテ貝殻は養殖用ロープに挟み込み（写真2）、細砕片を収めたパールネットは直接垂下した。

結果及び考察

採卵後約3ヶ月、沖出し後約2ヵ月後の11月25日に沖出し稚貝の測定を行った（表6）。

養殖ロープ、パールネットには共に多量の浮泥が付着していたが、養殖ロープの稚貝の成長が1.47倍よかった。養殖ロープに直接挟み込んだ場合には絶えず流水にさらされ海水により洗われるが、パールネットの場合、網が目詰まりを起こし籠内の水周りが悪くなるため、餌不足を起こし成長不良になったと考えられた。したがって、中間育成を行う場合には、養殖ロープを用いるか、目合いの大きいパールネットを用いることが有効と考えられる。

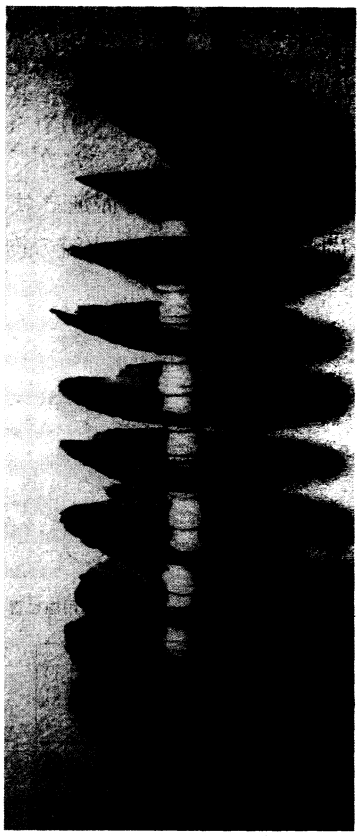

写真１　イワガキ採苗器

写真２　垂下養殖用ロープ及びホタテ殻

表６　平成11年度稚貝中間飼育結果

測定月日	平成11年11月25日	
	養殖ロープ	パールネット
平均殻高(mm)	24.45	16.58
標準偏差	4.59	4.14
N	30	

３　垂下養殖試験

材料及び方法

（１）平成10年産貝

平成10年度からセンター産のイワガキを用いてセンター前（筏養殖、水深４～５m)、佐井漁港内（延縄式養殖、水深４～５m)、深浦町大戸瀬漁協地先（筏養殖、水深４～５m）にて養殖試験が行われているため、引き続き試験を行った。

（２）平成11年産貝

本年度生産されたイワガキ種苗を、11月24日に今別町西部漁協地先へ養殖ロープ10連、パールネット５段をに移送して現在垂下養殖（延縄式養殖、水深８～10m）を行っている。また、同様に12月１日に大戸瀬漁協地先（筏養殖）へ養殖ロープ８連を移送し、現在垂下養殖試験を行っている。

結果

（１）平成10年産貝

表７に平成10年産のイワガキ測定結果を示し、図８には特にセンター前沖養殖試験の結果を示した。

表７　平成10年産養殖試験測定結果

測定日			センター前		大戸瀬		佐井	
			殻高(mm)	殻長(mm)	殻高(mm)	殻長(mm)	殻高(mm)	殻長(mm)
H 10/	11/	25	11.60	9.90	11.60	9.90	11.60	9.90
11/	6/	25	-	-	24.36	17.46	-	-
		28	23.30	25.21	-	-	-	-
	7/	27	-	-	-	-	31.90	28.12
	9/	17	-	-	32.68	31.38	-	-
	11/	25	58.18	50.84	-	-	-	-
12/	1/	18	64.09	51.62	-	-	-	-
N			30	30	30	30	30	30

（沖出し日：平成10年11月25日）

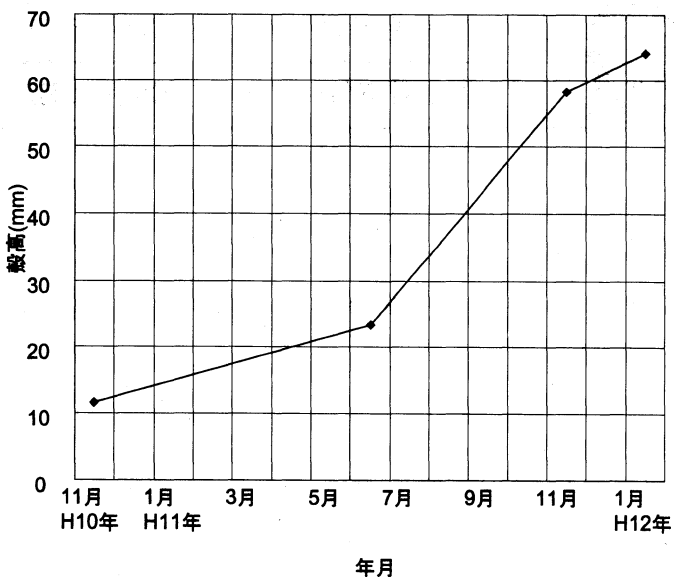

図６　平成10年産イワガキのセンター前養殖結果

（２）平成11年産貝

現在養殖中の11年産イワガキ測定結果を表８に示した。

表８　平成11年産養殖試験測定結果

場所	センター前	
	殻高(mm)	殻長(mm)
11月25日	24.45	21.49
1月18日	30.72	26.87

考察

平成10年産イワガキについて11月25日の沖出しから１回目の測定（センター前は６月28日、北金ヶ沢は６月25日、佐井は７月27日）までの増殻高から１ヶ月に換算した成長速度を求め表９に示した。その結果、佐井＞大戸瀬＞センター前の順に成長が早かった。だが、島根半島笹子地先での成長は（表10：島根県ら[3]、島根県で最も成長の悪かった地先）、4.25㎜/月であり、センター前の2.6倍、佐井地先の1.7倍となり、本県沿岸域での成長が全体的に低いことがわかった。ここで、島根半島と本県佐井地先の海水温を比較すると（表11）、平均して５～６℃も島根半島の水温が高く、この水温変化が成長に大きな影響を与えていると考えられた。

表9　平成10年度産イワガキ成長速度

	センター前	佐井	大戸瀬
増殻高(mm/月)	1.63	2.50	1.81

表10　島根半島笹子地先でのイワガキの成長(島根県ら[3]より改変)

	平成8年11月	平成9年7月	増殻高(mm/月)
殻高(mm)	15.0	49.0	4.25

表11　本県佐井地先と島根半島の水温の比較

	佐井	島根半島(島根県ら[3]より改変)
最高水温(最高水温月)	23℃(8月下旬)	28℃(8月下旬)
最低水温(最低水温月)	5℃(2月下旬)	11℃(2月上旬)

引用文献

1）島根県ら（2000年），イワガキの再生産機構の解明と増養殖技術の開発に関する研究総括報告書（平成７～11年度），（８～９頁）

2）同上（22～29頁）

3）同上（102～117頁）

4）天野ら（2000年），イワガキ増殖技術開発試験，青森県水産増殖センター事業報告，28，（219～226頁）

5）島根県ら（1998年），平成5～9年度地域特産種量産放流技術開発事業報告書（二枚貝グループ），（島20～島30頁）

6）藤原　正夢（1995年），イワガキの種苗生産技術の開発と問題点，京都府立海洋センター研究報告，18，（14～21頁）

7）藤原　正夢（1997年），イワガキの効率的な採苗方法，京都府立海洋センター研究報告，19，（14～21頁）

8）藤原　正夢（1998年），イワガキの効率的な採苗技術開発，京都府立海洋センター研究報告，20，（８～12頁）