

地域特産種開発研究(コチ)

濱田 弘之・有江 康章・徳田 眞孝

前年度までに養成魚による自然産卵によって450万粒の採卵が可能となった。さらに良質卵を安定して大量に確保することを目的として親魚養成と自然産卵による採卵試験を行った。

種苗生産については、平成3年度までに3t水槽を使用して30mmの種苗を2,500尾/m²の密度で生産する技術確立した。平成3年度には50t水槽を用いた量産試験も行ったが、生残率・成長ともに改善の余地を残していたので本年度も引き続き量産試験を行った。

方 法

1. 親魚養成と採卵

平成3年7月から水槽飼育を行った天然魚と平成2年に本研究所で生産・飼育した親魚計53尾(全長26～52cm, 平均39cm)を50t水槽に收容し、産卵までの摂餌量を調査し、自然産卵による採卵を行った。水量は40t, 換水率は2回転/日とした。

コチは水温が10℃前後に低下する冬季にはほとんど摂餌をしない。水温の上昇が始まる3月から徐々に摂餌を増していく。摂餌開始から産卵の始まる5月下旬までの摂餌量が産卵に及ぼす影響は非常に大きいと考えられる。そこで、4月10日に測定した親魚の体重と、3月から産卵期までの摂餌量(投餌量-残餌量)を基に摂餌率を算出した。餌料は主として冷凍イカナゴであり、産卵期直前に数回雑エビ(トラエビ・サルエビ・アカエビ等)を投餌した。比較的水温が低く摂餌量の少ない5月上旬までは週5～6回、その後はほぼ毎日投餌した。1日の投餌回数は原則として2回とし、十分残餌が残る程度に投餌した。

5月中旬から排水口に卵受けネットを設置し、毎日、日没後に産卵の有無を確認した。産卵が確認された場合には、翌朝、卵を500リットル水槽に收容して計数した。

2. 種苗生産(大型水槽による量産試験)

使用した卵は平成3年6月1日に養成魚によって自然産卵されたものである。收容卵数は17.5万粒であり、ふ化した仔魚13.4万尾を種苗生産に供した。浮上卵率は79.9%, 浮上卵中のふ化率は76.6%であった。この卵を使用して64日間の飼育試験を実施した。

試験中の投餌量は表1に示したとおりである。ふ化2日後からワムシ(シオミズツボワムシ)を飼育水1ml/当り5個体になるように毎日1回投餌した。ワムシの投餌期間には、飼育水中に飢餓ワムシが出現するのを防止するため、ナンノクロロブシス200リットルを1～2日に1度飼育水中に添加した。全長が約7mmとなる15～20日令からは生物餌料(ワムシ、アルテミア)と配合飼料を併用し、配合飼料への餌付けを試みた。ワムシは30日令まで、また、アルテミアは30日令過ぎから飼育終了時まで投餌した。

表1 種苗生産投餌量

孵化後 経過日数	ワムシ (万個体)	アルテミア (万個体)	配合飼料 (g)
0～10	29,570		
11～20	51,570		45
21～30	32,270		496
31～40		546	1,130
41～50		583	1,480
51～60		499	2,530
61～64		189	1,820
合 計	113,410	1,817	7,501

結 果

1. 親魚養成と採卵

摂餌率、産卵量および水温の推移は図1に示したとおりである。水温が11℃以下であった3月中旬までの摂餌率は0.5%以下に過ぎなかった。

その後水温が上昇するにつれて徐々に増大し、産卵期直前の5月下旬(18.8～19.2℃)には2.6～3.5%に及んだ。産卵期に入ってから水温は上昇を続けたが摂餌率の増加は明確に現れなかった。

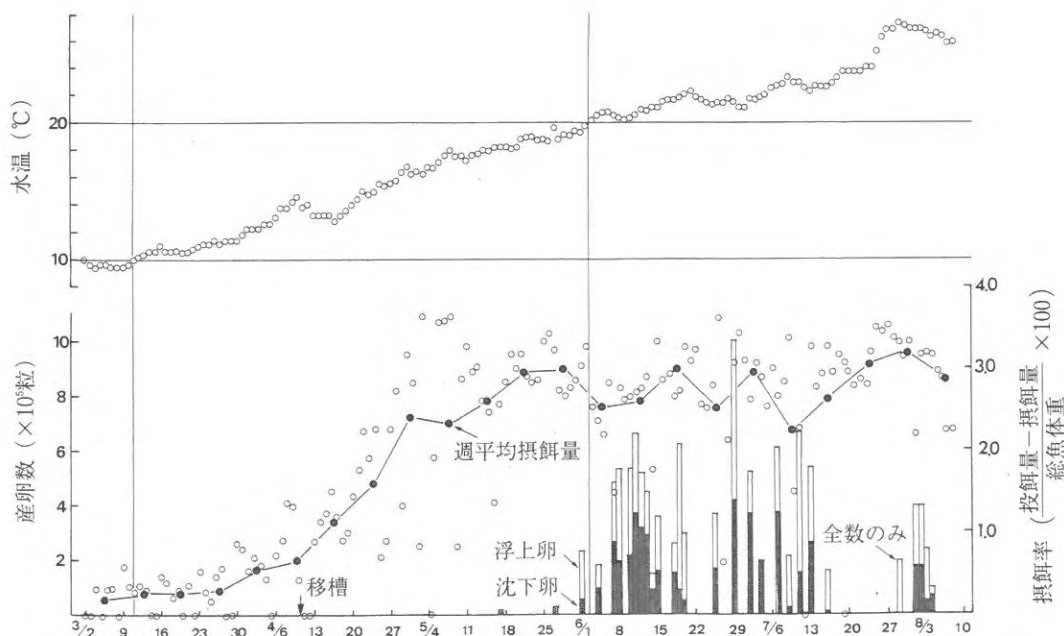


図1 親魚の摂餌率、産卵数及び水温の推移

なお、1日に1度しか投餌しなかった日には摂餌率が低く、また、投餌を行わなかった日の翌日には摂餌率が高い傾向があり、これらのことが摂餌率に多少の変動をもたらした。

このような影響を小さくして、摂餌率と水温との関係をみるため、摂餌率を週単位で加重平均して図2に示した。3月から産卵期直前の5月下旬までの週平均摂餌率はほぼ直線的な増加傾向を示した。その直線式は、

$$Y(\%) = 0.3255 X - 3.202$$

$$[R = 0.976, t = 14.78 > 3.169 =$$

$$t(P = 0.01), X \text{ の範囲は } 9.5 \sim 19.1]$$

と表せた。

産卵は5月17日に初めて確認され、5月27日にも産卵が認められたが、産卵量はそれぞれ23,900粒、32,200粒と少なく、浮上卵率も2割以下であった。6月1日以後に10万粒を越える産卵が認められた。大量産卵が開始された時期には水温が20℃以上に上昇していた。その後8月3日までに計28回の産卵が確認された。特に6月7日から6月20日の14日間には11回の産卵が認められた。1日の最大産卵量は6月29日の1,050,000粒であった。浮上卵率は0～87.6%であり、加重平均値は57.8%であった。

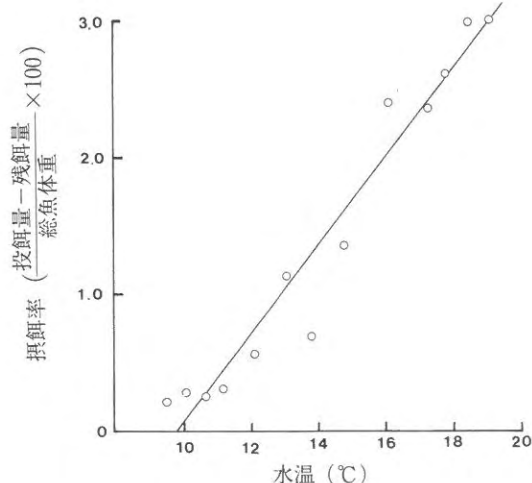


図2 水温と摂餌率の関係

2. 種苗生産（大型水槽による量産試験）

試験期間中の水温は、試験開始時に 20℃台であったが、その後徐々に上昇し、試験終了時には 26℃台であった。コチ仔魚は 64 日間の飼育を終えた試験終了時には 27 mm に成長した。試験終了時の生残尾数は 39,400 尾（生残率 29.4%）であり、1 m² 当りの生産尾数は 1,100 尾であった。

考 察

親魚養成では、水温が 11℃以下の 3 月に 0.5% に満たなかった親魚の摂餌量は産卵期直前の 5 月下旬まで水温の上昇に比例して増大した。本報告で推定した関係式によると摂餌量は 9.8℃で 0 となる。実際の飼育でも 10℃以下ではほとんど摂餌が行われておらず、この点関係式とよく合致している。水温が 20℃に達し、産卵期に入って摂餌率の増大が認められなくなった。この原因として生殖腺の発達に必要な栄養要求や体温の上昇に伴う代謝量の増大、産卵行動、投餌手法などの影響が考えられる。

本報告で推定した関係式を基に、水温 10～20℃における魚体重 10 kg 当りの摂餌量推定値を算出し、表 2 に示した。ただし、産卵期前の水温上

表2 水温別の日間摂餌率および日間摂餌量計算値

水 温 (°C)	日間摂餌率 計算値 (%)	体重10kg当り 日間摂餌量 (g)
10	0.053	530
11	0.379	3,785
12	0.704	7,040
13	1.030	10,295
14	1.355	13,550
15	1.681	16,805
16	2.006	20,060
17	2.332	23,315
18	2.657	26,570
19	2.983	29,825
20	3.308	33,080

ただし、産卵期前の水温上昇期

昇期であること、毎日 2 回の投餌を行うことが前提条件となる。実際の飼育時には、コチは与えた餌料に群がって摂餌することはなく、与えられた餌は数時間内に徐々に摂餌され、投餌後長時間を経過して鮮度の落ちた餌は残餌となることが観察されている。このことから、必要最小限だけの投餌を行っても全てが摂餌されるとは限らないと考えられる。このため、実際の摂餌量は推定された摂餌量よりも 2,3 割多めに設定すべきであると考えられる。

種苗生産試験では早期から配合飼料を使用することによって 50 t の大型水槽でも生残率約 30% で約 4 万尾生産できた。1 m² 当りの生産尾数は 1,100 尾であり、これは 3 t 水槽による生産実績の約 1/2 に当たる。大型水槽では底掃除、摂餌の状況、魚体の状況等について 3 t 水槽ほどに細かな管理ができないこと、あるいは、施設の制約から十分な換水ができなかったことを考慮すれば、今回の飼育結果は良好であったと判断される。

しかしながら、成長については約 27 mm になるまでに 64 日を要しており、過去にオキアミ・魚肉を使用した飼育例と比較して遅い。水質管理に重点を置き、極力残餌がでないように努めたことが、摂餌量不足を招いた恐れがある。今後種苗生産サイズである全長 30 mm 以下のサイズについて配合飼料の適正摂餌量の検討が望まれる。

文 献

- 1) 中村光治：コチの種苗生産技術に関する研究。
福岡県豊前水産試験場昭和 61 年度研究業務報告，59 - 70 (1988).
- 2) 濱田弘之・宮本博和：配合飼料を用いたコチ
仔・稚魚の飼育。福岡県水産海洋技術センター
研究報告，95 - 101 (1993).

栽培漁業事業化促進事業

－豊前地区ヨシエビパイロット事業－

徳田 眞孝・有江 康章・濱田 弘之

ヨシエビは、当豊前海域において小型底びき網、小型定置網漁業において多く漁獲され、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3地区においてヨシエビ350万尾の中間育成を行い放流を行った。この事業における当研究所の役割は、中間育成、放流、放流効果調査における漁業者への指導である。また、昨年度は放流輸送時にへい死が発生したため、大型種苗を効率的かつ有効的に輸送する方法を開発する必要が生じた。岡山県では大量の大型種苗の輸送を無水輸送により行い効果をあげている。¹⁾そこで、本県でもこの事例を参考にして、しらす干し用コンテナを用いた無水輸送の試験も行った。

方 法

15 m円形キャンパス水槽10基（柄杓田3基、養島3基、吉富4基の3地区）において、ヨシエビ350万尾の中間育成を行った。指導にあたっては、栽培漁業技術マニュアルを用いて、漁業者に、中間育成方法（収容密度、給餌料、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）について指導を行った。無水輸送試験については、6月24日と8月20日に、しらす干し用コンテナ（30×50×10 cm）を用いて稚エビの干出耐性試験を行った。種苗はヨシエビ種苗の入手が困難であったため、クルマエビ種苗を用いて試験を行った。温度、収容量別、経過時間毎のへい死率を求め、その知見からヨシエビの放流時

に無水輸送を実践した。

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12.1 mm～14.3 mmを受け入れ、31～39日間飼育し、26.9～30.3 mmで放流した。歩留まりは柄杓田地区で65.0 %と若干悪かったが、養島、吉富地区は76.6～78.2 %と例年と同様であった。

表1 ヨシエビ中間育成結果

地 区 名	柄杓田	養 島	吉 富
受 入 日	8/31	9/8	9/8
受 入 数 (千尾)	500	1,300	1,700
受入サイズ (mm)	14.3	12.8	12.1
放 流 日	10/1	10/13	10/17
放 流 数 (千尾)	325	1,017	1,302
放流サイズ (mm)	30.3	26.9	29.3
育 成 日 数	31	35	39
歩 留 り (%)	65.0	78.2	76.6

2. 放 流

ヨシエビの放流適地である河口域の泥域において放流を行った。輸送は、クルマエビ種苗を用いた無水輸送試験の結果から、1コンテナあたり4 kgの稚エビを収容し、なるべく30分以内で放流を実行した。本年の放流では、トラックで輸送を行ったため輸送時間が若干伸びた稚田漁協においてへい死が観察されたが、他の漁協では概ね良好であった。

3. 輸送コンテナを用いた無水輸送試験

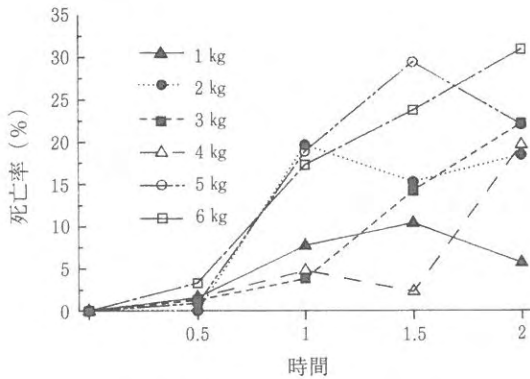


図1 無水輸送試験結果（気温23℃）

気温23℃の時の試験結果を図1に示した。収容量1～6 kgのいずれの試験区も、干出から0.5時間までの死亡率は1～3%と低かったが、1時間後では1, 3, 4 kgのものと2, 5, 6 kgのものと間に顕著な差がみられ、前者は3～7%, 後者は20%であった。1.5時間以上経過するとどれもへい死率は10%を越えたが、多く収容した試験区の方がへい死率は高かった。なお、2 kgの1時間後のへい死率が20%強と他と比べて高い結果になったが、1.5時間後でのへい死率は、1, 3 kgのものと同程度のへい死率になっていることから、計数の際のサンプル数が少ないために生じた誤差と考えられる。

次に気温27℃の結果を図2に示した。前回と同様0.5時間までのへい死率は1～2%とほとん

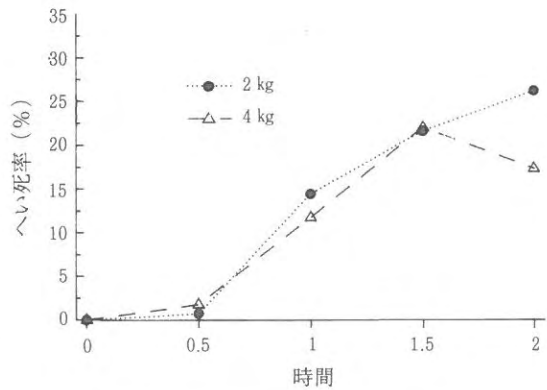


図2 無水輸送試験結果（気温27℃）

どないが、1時間後では10～15%とへい死が多くなり、その後増加した。しかし、収容量2 kgと4 kgのへい死率の差は認められなかった。

このことから、無水輸送を行う場合には、0.5時間以内の輸送であればほぼ問題なく、また、気温が23℃程度あれば1コンテナあたり4 kgまで収容すれば1時間までの輸送が可能と考えられる。しかし、気温が27℃と高いときには、収容量に関係なく、0.5時間以内の輸送が要求され、時間を延長するためには冷却等の方策が必要になると考えられる。

文 献

- 1) 岡山県農林部水産課：ヨシエビ中間育成施設の造成と管理。水産の研究，9 (2)45，緑書房，107～110 (1990)

栽培漁業技術推進事業（マナマコ）

有江 康章・上妻 智行・小林 信

豊前海研究所では、これまでマナコの種苗生産および放流技術開発に取り組んできた。現在、種苗生産技術は、0.3mmサイズで1千万匹の生産が可能となっている。一方、放流技術は、小規模であるが天然海域において放流マナコの高密度域を形成するまでにはなっているが、まだ不明な点が多い。

本年度は、北九州市門司区地先に造成したマナコ増殖場に放流した人工種苗の追跡調査について検討した。

方 法

調査を実施した増殖場は、支持基盤として軟泥上に砂を厚さ60cmに撒き、その上に1トン内外の割石を幅50m、長さ200mに敷き詰めたものである。また、放流用稚マナコの保護礁として、30～50kgの割石を詰めたコンクリート製の枠（3×3×1m）を10基設置している。図1、2にマナコ増殖場と保護礁の構造を示した。

放流には当研究所にて生産したアカマナコ（親マナコは筑前海産）を用いた。放流種苗の大きさは体長15～80mm（平均34mm）、放流数は2,900匹であった。この種苗を平成4年2月14日に保護礁の一つに放流し、その後の成長と移動分散は潜水して調査を行った。

また、放流マナコの生残数は標識マナコの混獲率から推定した。標識はアンカータグを使用し、装着部位はマナコの背面部とした。生存数を推定するにあたり、保護礁内と外ではマナコの生息密度および大きさが異なるため、保護礁内のマナコには黄色を、保護礁外には青色の標識を装着し、別々に生残数を推定した。標識の取付け作業は、

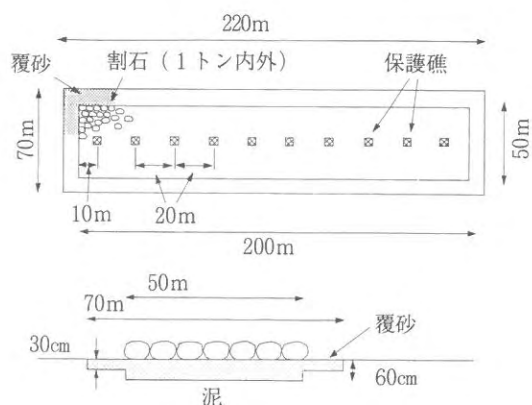


図1 マナコ増殖場の構造

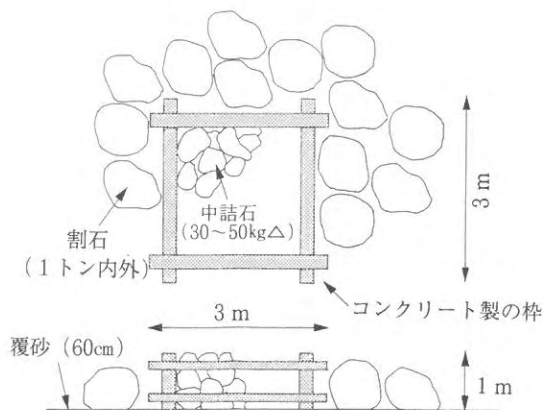


図2 保護礁の構造

潜水してマナコを発見した場所で行い、その場に戻す方法を繰り返して行った。

標識の装着は平成5年1月26日（放流11ヶ月後）に実施し、回収は同年1月31日（装着5日後）に行った。

結果および考察

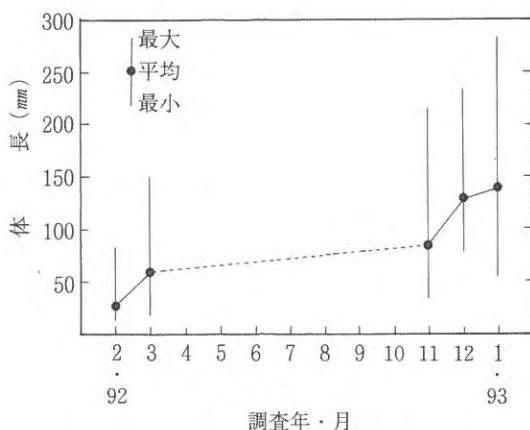


図3 放流ナマコの成長

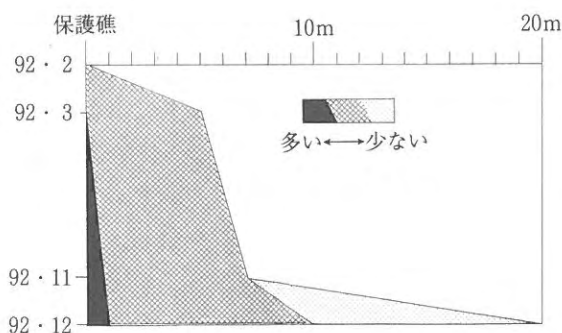


図4 放流ナマコの拡散模式図

放流後の成長を図3に示した。放流時における体長は15～80mm（平均34mm）であったが、1ヶ月後には体長18～147mm（平均57mm）、11ヶ月後で54～284mm（平均145mm）に成長した。

放流後の拡散模式図を図4に示した。放流したナマコは、1ヶ月後には保護礁の周囲5m、10ヶ月後には周囲20mまで移動が確認された。ナマコの大きさと拡散状況をみると、小型個体は保

護礁内に留まっており、成長した大型個体が保護礁の周囲10m内に多く分布していた。

標識装着は、保護礁内が89匹、保護礁外が430匹の合計519匹であった。標識ナマコの回収状況および生残数・生残率の推定結果を表1に示した。生残数の推定にあたっては、少数であるが保護礁内外の移動も考慮に入れた。その結果、保護礁内の生残数が409匹、保護礁外が1,617匹の合計2,026匹、生存率は70%と推定された。

表1 標識の装着および回収状況と生残数・生残率の推定

(単位:匹数)

	保護礁内			保護礁外			合 計		
標識装着 93.1.26	黄色	青色	小 計	黄色	青色	小 計			
	89		89	430		43	519		
回 収 93.1.31	黄色	青色	無標識	小 計 (青を除く)	黄色	青色	無標識	小 計 (黄を除く)	合 計
	25	3	82	110 (107)	2	50	128	180 (178)	290
生残数	$(89 \times 107 / 25) \times (1 + 2 / (25 + 2)) = 409$				$(430 \times 178 / 50) \times (1 + 3 / (50 + 3)) = 1,617$				2,026
生残率	$2,026 / 2,900 \times 100 = 70\%$								

放流したナマコの成長は順調であり、増殖場からの移動も少なく生残率も高いことから、ナマコ増殖場の造成と種苗放流の組み合わせは、ナマコ資源の安定増産に有効な手段と考えられる。

現在、内海性である豊前海にはアオナマコが多く分布しており、外海性であるアカナマコは極めて少ない。しかし、今回の調査からアカナマコの人工種苗も当海域で順調に育成することが確かめられた。

また、アカナマコはアオナマコと比較して単価的に倍以上（3,000～6,000円/kg）するため、経済性を考慮すると、将来、アカナマコ種苗の導入も考える必要がある。

問題点として、今回の放流は増殖場の完成が平成4年2月であり、種苗生産側から考えられる放流時期（9～11月）より大幅に遅いことがあげられる。また、放流が遅れた期間だけナマコ種苗のサイズも大型となった。今後は、さらに早い放流時期と小型サイズについて今回と同様の調査を実施していく必要がある。

アサリ安定供給・特産品化技術開発事業

上妻 智行・有江 康章・小林 信

アサリの安定供給をめざし、平成2年度から県内3研究所共同でアサリ増養殖のための技術開発を行っている。豊前海研究所では主に資源添加に関わる種苗生産技術の開発に着手している。ここでは、平成4年度の試験結果について報告する。

方 法

アサリ種苗生産過程を産卵技術開発、浮遊期幼生技術開発、沈着稚貝飼育技術開発の3項目に分け、研究開発を行った。

採卵技術開発として、天然貝の熟度変化調査、母貝室内養成試験を行うと同時に効率的な産卵誘発方法について検討を行った。

また浮遊期幼生飼育技術開発では幼生収容密度別の比較試験を行うと同時に水槽の最適形状について検討を行った。

沈着稚貝飼育技術開発では浮遊幼生と同様に収容水槽の最適形状について検討を行った。

結 果

1. 採卵技術開発

(1) 天然貝の成熟度の変化

一般的なアサリの産卵期である春(3~5月)、秋(8~11月)を中心に熟度の調査を行った。材料は福岡県吉富地先で採取されたアサリ成貝(殻長35~40mm)を用い、30個体を安田の方法に従い切開後、肉眼視により生殖巣の発達度合いを3段階に分け、低いランクからそれぞれ0, 0.5, 1ポイント与え、その平均値を群成熟度とした。平成2年春期~平成5年春期までの結果を図1に示した。過去の成熟度の変化をみると、4月上旬から熟度は上昇し、5月中旬以降下降する。

ただし、春期の熟度は年変動が激しく、2, 5年では0.5ポイント以上の群成熟度は確認できなかった。一方、秋の熟度は9月上旬から上昇し10月下旬にピークを向かえる。秋の熟度変化は春と比較し安定しており、高い熟度を示した。

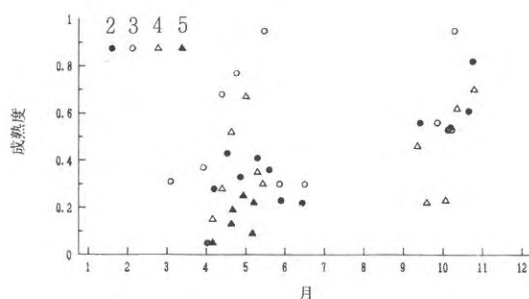


図1 アサリ群成熟度の変化

二枚貝類の産卵期を推定する場合、浮遊期幼生をサンプリングし、それらを同定し、殻長から逆算し行うことが最も確からしい方法であるが、現在、二枚貝類の浮遊期幼生の同定方法が確立していないため、この方法は現実的ではない。従って、一般的に用いられている生殖巣の熟度調査結果から福岡県豊前海のアサリ産卵期を推定すると、春期については5月初旬~5月中旬、秋期については10月下旬~11月初旬であると考えられる。

さらに、福岡県豊前海地先におけるアサリ資源は秋発生群に大きく依存しているといわれているが、成熟度の変化をみると、秋と比較し春は年変動が大きく、必ずしも産卵を行っていないため資源の添加効率が低いと考えられる。

(2) 母貝の室内養成試験結果

これまでの試験結果からアサリの産卵誘発は天然母貝を直接使用した場合では計画的に採卵できないケースが多いことがわかっている。種苗の安定生産、生産試験の効率化のためには、室内におけるアサリ母貝の成熟制御技術の開発が急務である。アサリ種苗生産の先進国であるフランスでは陸上で人工的に春の状態を再現し、周年にわたる母貝養成システムを開発し、すでに事業化しているが、環境諸条件が豊前海と異なるため、この技術を即応用できないのが現状である。ここでは豊前海独自の養成システムを開発するため、フランスで取り上げられている成熟制御因子である光、水温、餌料条件を陸上で人為的にコントロールし、熟度調節試験を行うと同時に、海上での養成試験も併せて行った。

まず、光条件とアサリの成熟との関係についての試験は100 l容の角型プラスチック水槽を用い、その上部を暗幕(100%遮光)と投光機により光周期を5段階(全昼区24L, 長日区19L5D, 通常区14L10D, 短日区8L16D, 暗黒区24D)に調節し、餌料として粉ミルクを1PPMになるよう連続投餌した。この中にアサリを2kgずつ収容し、約10日毎に安田の方法で熟度を調べ、表1に示した。

表1 光条件とアサリ成熟度の関係

	全昼区	長日区	通常区	短日区	暗黒区
92/4/13	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
92/5/6	0.43	0.58	0.55	0.45	0.55
92/5/14	0.55	0.66	0.55	0.36	0.45
92/5/25	0.50	0.70	0.40	0.30	0.35

全実験区とも開始後、天然貝より早く熟度上昇が認められた。しかし、暗黒区、短日区では全日区、長日区より熟度が低い傾向がみられた。最も高い実験区は長日区で開始後42日目には0.7ポイントの高い熟度を示した。

実験期間中の日照時間は14時間程度であり、

これより日照時間を長くすることにより熟度促進効果が高まることが確認された。

次に夏季の低熟度期のアサリを用い水温条件と成熟の関係について試験を行った。9月(水温28℃)に採取したアサリを低温室(20℃)と室温(28℃)に設置した30 l容水槽に1kg収容し、投餌止水飼育のもとで半月毎に熟度を調べ、結果を図2に示した。低温処理を行った実験区では収

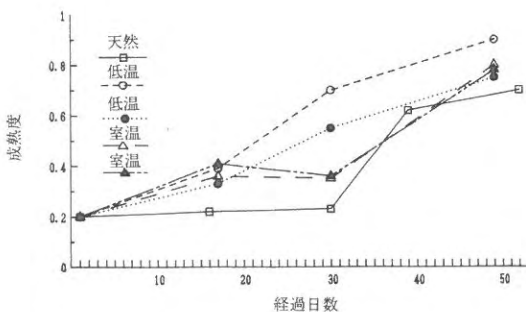


図2 低温処理による成熟促進試験結果

容直後から急激に熟度が上昇し、1ヶ月後には0.7以上の高い熟度を示した。一方、室温で飼育した実験区では半月後には熟度上昇が認められなかったものの、1ヶ月後には低温処理区同様の熟度上昇が認められた。

餌料と熟度の関係について水温の試験と同様のアサリを用い生物餌料、人工餌料(粉ミルク)を与え熟度変化を観察し、結果を図3に示した。生

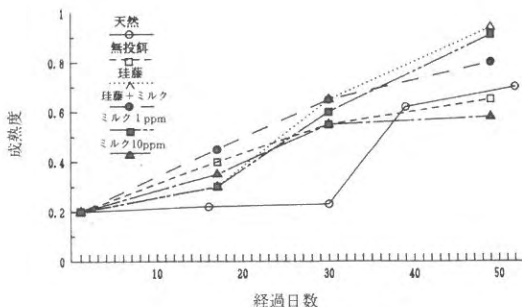


図3 餌料別の成熟促進試験結果

物餌料を用いた試験区では熟度は順調に上昇した。人工餌料としてミルクを1 PPMになるよう投餌した実験区では生物餌料と同様に上昇したが、濃度を10 PPMに上昇させた実験区では無投餌区と同様に低い熟度のまま経過した。またアサリの餌料吸収効率を促進させるため、採取したアサリを2 kgずつネットに収容し、海水中に垂下した実験でも熟度促進効果が認められた。これら種々の熟度促進試験結果から春期～秋期にかけて陸上で人為的な熟度促進が可能であることが明らかになった。整理すると以下の項目でまとめられる。

- ① 春期の場合、生物あるいは人工餌料投餌飼育で長日処理を行うことにより熟度促進効果が認められる。
- ② 夏季に水温を低下させることにより熟度促進効果が認められる。
- ③ 人工餌料（粉ミルク）でも生物餌料と同様の効用がある。
- ④ 海中垂下により熟度促進効果がある。

(3) 産卵誘発方法

一般的な二枚貝類の産卵誘発は温度刺激法（昇温刺激）、薬物注射法（セロトニン、アンモニア）、紫外線照射海水掛け流し法等が知られている。しかしアサリの場合、これらの誘発法を単独で用いても、放卵する確立が極めて低く、実用的ではない。ここでは従来の刺激法を組み合わせ、より効率の良い誘発方法について検討を行った。

これまでの実験では、図4のように温度刺激、

干出刺激、精子添加刺激を併用することにより、単独刺激より高い確立で採卵できることが確認された。しかし、この方法でも使用母貝の群成熟度が低い場合では産卵確立が低いが、温度刺激時の海水を紫外線照射海水に切り替えることにより、放卵したケースもあった。

なお、平成4年度の採卵状況は表2のとおりであった。

2. 浮遊幼生飼育技術開発（幼生の最適収容密度）

平成4年度の春期及び秋期に採卵し、得られたD型幼生を下記のとおり収容し、沈着稚貝（0.3 mmサイズ）の生産状況を表3に示した。

飼育方法は各実験区ともに止水飼育で換水は1週間に2回行った。飼育水は有効濃度10 PPM、30分間塩素殺菌を施した後、チオ硫酸ナトリウムで中和した海水を使用した。餌料はパブロバを1日一回10,000細胞/mlとなるように投餌した。

幼生を2個/ml以下で収容した実験区では歩留まりは35%～55%と良好であった。さらに、50 tの大型水槽を用いた実験でも密度を2個/ml以下することにより、38%の歩留まりで沈着稚貝の生産に成功した。しかし5個/mlでは2%、10個/mlでは1%と極めて低い状況であった。

一般的に二枚貝類の浮遊幼生の飼育密度は2個/mlが限界であるといわれている。さらに2個/ml以下に抑えても、しばしば大量へい死が起り、沈着稚貝の生産は不安定であるのが現状である。しかし、アサリの場合今回の結果および過去の事例から判断すると、収容密度を2個/ml以下にすることにより、特に大量へい死も認められず、安定した沈着稚貝生産が可能であり、しかも大型水槽を用いた生産も可能であることから、他の二枚貝類と比較し計画生産に適した種類でないかと考えられる。

3. 沈着稚貝飼育技術開発（飼育水槽の形状比較）

二枚貝類の沈着稚貝飼育は通常水槽の底面に薄く砂を敷き、その上で飼育するのが一般的である。この方法は飼育期間中の管理が容易であるが、単位水槽中りの稚貝生産量が少なく、しかも取り上

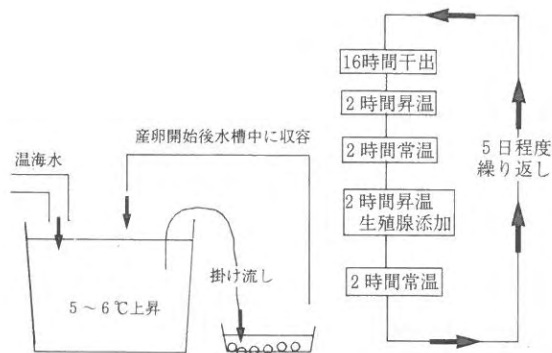


図4 アサリ採卵手順

表2 平成4年度 アサリ採卵状況

春期採卵結果

年月日	誘発方法	母貝の前歴	使用個体数	反応個体数		卵量(万粒)
				♀	♂	
92/05/19	温度干出	室内養成(暗黒処理)	70	4	10	20
92/05/19	温度干出	室内養成(全日処理)	70	5	7	30
92/05/20	温度干出	室内養成(半日処理)	70	9	18	40
92/05/20	自然産卵	室内養成	多数			1800

(ふ化率74%)

秋期採卵(大量産卵時)

年月日	誘発方法	母貝の前歴	使用個体数	反応個体数		卵量(万粒)
				♀	♂	
92/10/17	温度干出添加	室内養成				1200
92/10/21	温度干出添加	室内養成				14700

(ふ化率70%)

表3 平成4年度 アサリ浮遊幼生飼育結果

春期浮遊幼生飼育結果

使用水槽	収容数 (万個)	収容密度 (個/ml)	稚貝生産量 (万個)	取り上げ サイズ(μm)	飼育期間 (日)	歩留まり (%)
黒1tハンプルイト	500	5	10	240	20	2
白1tハンプルイト	500	5	10	240	20	2
白1tハンプルイト	200	2	75	240	20	38
白1tハンプルイト	200	2	70	240	20	35

秋期浮遊幼生飼育

使用水槽	収容数 (万個)	収容密度 (個/ml)	稚貝生産量 (万個)	取り上げ サイズ(μm)	飼育期間 (日)	歩留まり (%)
白1tハンプルイト	200	2	80	240	19	40
黒1tハンプルイト	200	2	110	240	19	55
50tコンクリート水槽	8620	1.7	3250	240	19	38
白1tハンプルイト	200	2	100	240	19	50
黒1tハンプルイト	200	2	100	240	19	50
黒1tハンプルイト	1000	10	10	240	17	1
白200Lロート水槽	100	5	6	240	17	6
白200Lロート水槽	200	10	8	240	17	4
黒200Lロート水槽	400	20	24	240	17	6

げのさい手間が係る欠点がある。一方、新しい沈着稚貝飼育方法として知られているアップウェリング方式は取り上げの最の手間が係らず、飼育途中の生残率等の測定に便利である。しかし、図5のように水槽の構造が複雑で、管理に手間が係ることが欠点である。

ここではこの2方式を用い、表4のように沈着稚貝飼育を行い、この結果に基づき安定した稚貝大量生産方式について検討した。

結論から言えばアップウェリング方式、敷砂方

式ともに稚貝の生産は可能であるが、アップウェリング方式では稚貝収容直後に底面ネット目詰まりが起き、毎日の底面掃除が必要である。さらに稚貝の成長にともないネットの目合いを替える必要があり、管理が極めて煩雑である。これに対し底面敷き砂方式の50 tの大型水槽を用いた実験ではミリサイズ種苗1,000万個生産が可能であり、取り上げ作業は半日で終了した。

また、時期別の生産であるが、現在天然アサリの産卵期である春と秋に行っているが、春生産の

表4 平成4年度 アサリ沈着稚貝飼育結果

春期沈着稚貝飼育結果

使用水槽	収容数 (千個)	飼育期間 (日)	取り上げ サイズ(mm)	生産量 (千個)	生残率 (%)	備考
白1tハンラ	700	100	3	59	8	収容直後にコペが発生
黒1tハンラ	390	100	8	5	1	〃
77°ウエリンク*	250	90	2	22	9	〃
77°ウエリンク*	150	90	3	6	4	〃
77°ウエリンク*	80	90	8	8	10	〃
77°ウエリンク*	80	90	8	7	9	〃

秋期沈着稚貝飼育結果

使用水槽	収容数 (千個)	飼育期間 (日)	取り上げ サイズ(mm)	生産量 (千個)	生残率 (%)	備考
77°ウエリンク*	15000					50t水槽使用(鉄錆のため全滅)
77°ウエリンク*	3600	150	0.8	2400	80	2t水槽使用
	500	150	1.1	450	(90)	1t水槽使用(恒温18℃飼育)
50tコンクリート	11400	180	(1.5)	(8700)	(77)	50t敷砂飼育(飼育中)

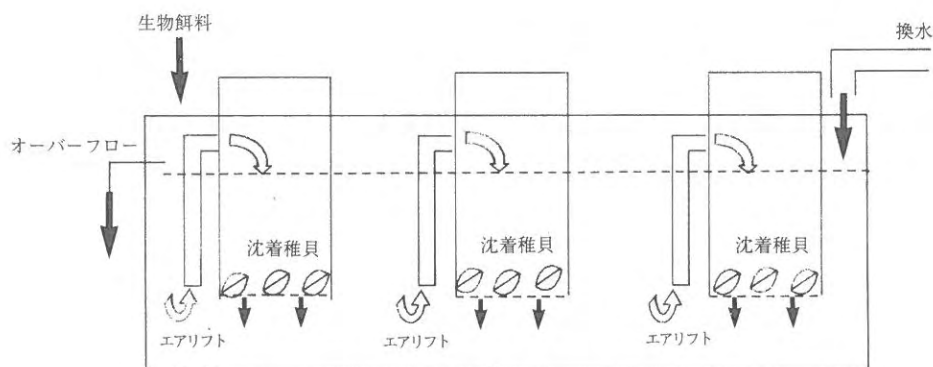


図5 アップウェリング方式によるアサリ沈着稚貝飼育水槽

場合成長は早いものの、先にもふれたとおり採卵が不安定であることと、沈着以後の生残率が低いことが制限要因となっている。沈着以後の生残率低下は、この時期は水温上昇期に当たるため外敵生物（コペポダ、原生動物等）も同時に繁殖し、着底以後の稚貝の悪影響を及ぼしているためと考えられる。一方、秋の生産期は成長は遅いものの採卵に適した母貝の入手が容易であることと、沈着以後の生残率が極めて高いことが特徴的である。

これらのことから判断すると、アサリ種苗の大量安定生産には秋期の生産をメインに行い、大型水槽を使用し、底面敷き砂方式で行うことが適していると考えられる。

考 察

これまでの3年間の事業のなかでは50 tの大形水槽を用いた試験で1生産回あたりミリサイズ種苗1,000万個生産が可能となり、種苗量産に関する基礎技術がほぼ確立したと考えられる。今後、この基礎技術を応用し、種苗の安定大量生産への実証試験を進めるとともに、生産コストを天然種苗並みに引き下げるための技術開発が必要である。また、野外において人工種苗を用いた放流・追跡を行うことにより、人工種苗の資源添加効率を求める必要がある。

カキ養殖漁場造成技術開発事業

小林 信・徳田 眞孝

豊前海のカキ養殖業は、不振のノリ養殖業に換わる養殖業として昭和58年から開始された。その後、ブランド化、販路の開拓等により飛躍的に発展し平成2年には、ノリの生産を上回るに至った。

漁場は、北九州市柄杓田～築上郡吉富町に至る全域に点在するが、その中心は波浪の影響を余り受けない土砂処分場周辺海域で、カキ生産の90%以上がこの海域で水揚げされている。他の海域では、海岸線が単調なため、波浪に影響を受け易く特に台風時には、カキの脱落や施設の破損等の被害を受けており、このことが豊前海カキ養殖業の発展阻害要因となっている。

本調査は、波浪に強い養殖管理技術、耐波性養殖施設及び海域特性にあった消波施設を開発し、新たなカキ養殖漁場を造成することを目的とする。

今年度は、養殖施設や消波施設設計の基礎となる設計波浪を豊前海北部海域（北九州市門司区柄杓田地先）及び南部海域（豊前市宇島地先）において推算するとともに、現在一般的に使用されている養殖筏の耐波性能を検証し、筏の改善方策について検討した。

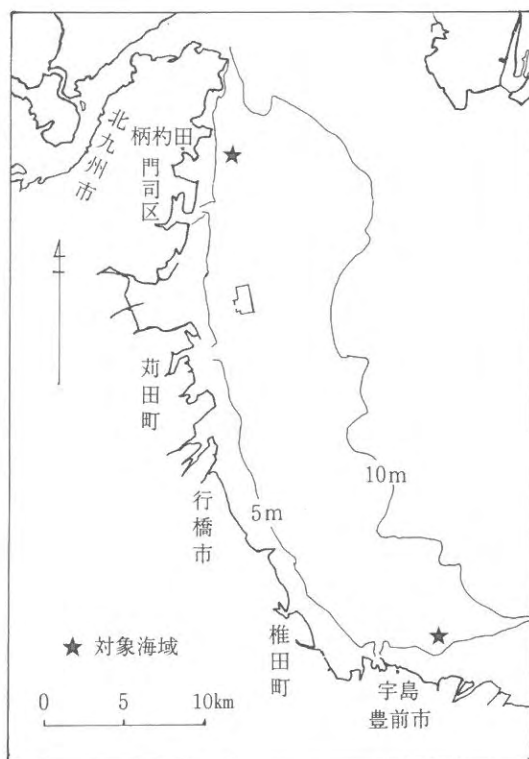


図1 対象海域図

方 法

1. 設計波浪の推算

対象海域を図1に示した。

豊前海北部海域及び南部海域における設計波浪を求めるためには、30年間の波高データが必要であるが当該海域の波高データがないため過去30年間の風向別最大風速、吹送距離等からブレットシュナイダー法により方位別波高を求めた。次に得られた波高データを統計処理することにより、30年確率の設計波浪を求めた。

2. 現状筏の耐波性能の検証

耐波性能の検証方法は、孟宋竹、番線、ロープ等の使用部材の強度試験結果と作用外力としての波浪、風速、潮流データからミューラーの式により検証した。

3. 筏の耐波性能改善方策

筏の耐波性能を改善するにあたり、カキ養殖業の経営実態から現状の筏製作費を大幅に上回らないこと、筏の耐用年数3年を基本条件とし、平成

表 1 豊前海北部及び南部における設計波浪

再現期間	地点	波 向	波 高	周期 T (s)	波 長 L (m)		
					h = 8 m	h = 10 m	h = 12 m
3 年	北 部	E	2.85	6.5	50.2	54.1	57.1
		E S E	3.01	6.7	52.2	56.4	59.7
		S E	2.54	6.2	47.2	50.7	53.3
	南 部	N N E	1.73	5.1	35.9	37.8	39.0
		N E	1.99	5.4	39.1	41.4	42.9
		E N E	2.71	6.4	49.2	53.0	55.9
15 年	北 部	E	3.57	7.3	58.1	63.1	67.2
		E S E	3.71	7.4	59.1	64.2	68.4
		S E	3.08	6.8	53.2	57.5	60.9
	南 部	N N E	2.24	5.8	43.2	46.1	48.1
		N E	2.44	6.0	45.2	48.4	50.7
		E N E	3.52	7.2	57.1	62.0	65.9
30 年	北 部	E	3.81	7.5	60.0	65.4	69.7
		E S E	3.94	7.7	62.0	67.6	72.1
		S E	3.26	7.0	55.2	59.8	63.5
	南 部	N N E	2.42	6.0	45.2	48.4	50.7
		N E	2.58	6.2	47.2	50.7	53.3
		E N E	3.78	7.5	60.0	65.4	69.7

2 年，3 年に来襲した台風時の筏破損状況から改善方を検討した。

結 果

1. 設計波浪の推算

計算によって得られた北部及び南部海域の 3 年，15 年，30 年確率の波高，周期及び波長を表 1 に示した。

北部海域で最も卓越する波浪の方位は東南東で 30 年確率の設計波浪は，波高 3.94 m，周期 7.7 sec，波長 62 m であった。

南部海域では，東北東の波浪が最も卓越し 30 年確率の設計波浪は，波高 3.78 m，周期 7.5 sec，波長 60 m であった。

2. 現状筏の耐波性能の検証

使用部材の強度試験を実施した結果，孟宋竹を

除く他の部材は 3 年以上の耐用年数があるが，3 年目の孟宋竹の強度は，表 2 に示すように当初の

表 2 孟宋竹の強度試験結果

強 度	1 年目	2 年目	3 年目
圧 縮	16.25 t	13.93 t	7.4 t
引 張	35.00 t	30.05 t	15.95 t
曲 げ	0.408 t/m	0.350 t/m	0.186 t/m
強度比率	1.0	0.86	0.46

1/2 以下に低下することが判明した。また，現状の筏では，縦方向に 36 本前後の竹を使用しているが，筏中央部縦梁の抵抗モーメントは，表 3 に示すとうり 3 年目には 6.7 t・m となる。

表3 縦梁中央部の抵抗モーメント

1年目	$m = 0.408 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{本} \times 36 \text{ 本} = 14.69 \text{ t} \cdot \text{m}$
2年目	$m = 0.350 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{本} \times 36 \text{ 本} = 12.60 \text{ t} \cdot \text{m}$
3年目	$m = 0.186 \text{ t} \cdot \text{m} / \text{本} \times 36 \text{ 本} = 6.71 \text{ t} \cdot \text{m}$

つぎに、作用外力として3年確率の波浪条件を波高3m、周期6.7sec、波長59.7m、風速を15.3m/s、潮流を0.3m/secとした。以上の条件で筏の縦モーメントから判定した場合、筏中央部における波浪限界は、波高3.0m、周期6.7sec、波長59.7mであった。

3. 筏の耐波性能改善方策

台風時における筏被災状況を調査した結果、全数の約10%が中央部で折れて破損していた。そこで、筏の耐波性能を増強する手段としては、筏中央部に生じる縦モーメントに抵抗できるように縦列の竹本数を増加する案と、逆に中央部をロープにしてモーメントを0にする案が考えられるが、後者の方が安価である。そこで、現在の孟宋竹の抵抗モーメントが、ミューラーの式で限界の6.7t・mになる筏の長さを逆算した。その結果、筏の長さは、17m以下であれば安全であると判定された。

以上のことから、図2に示すような耐波性筏を考案した。

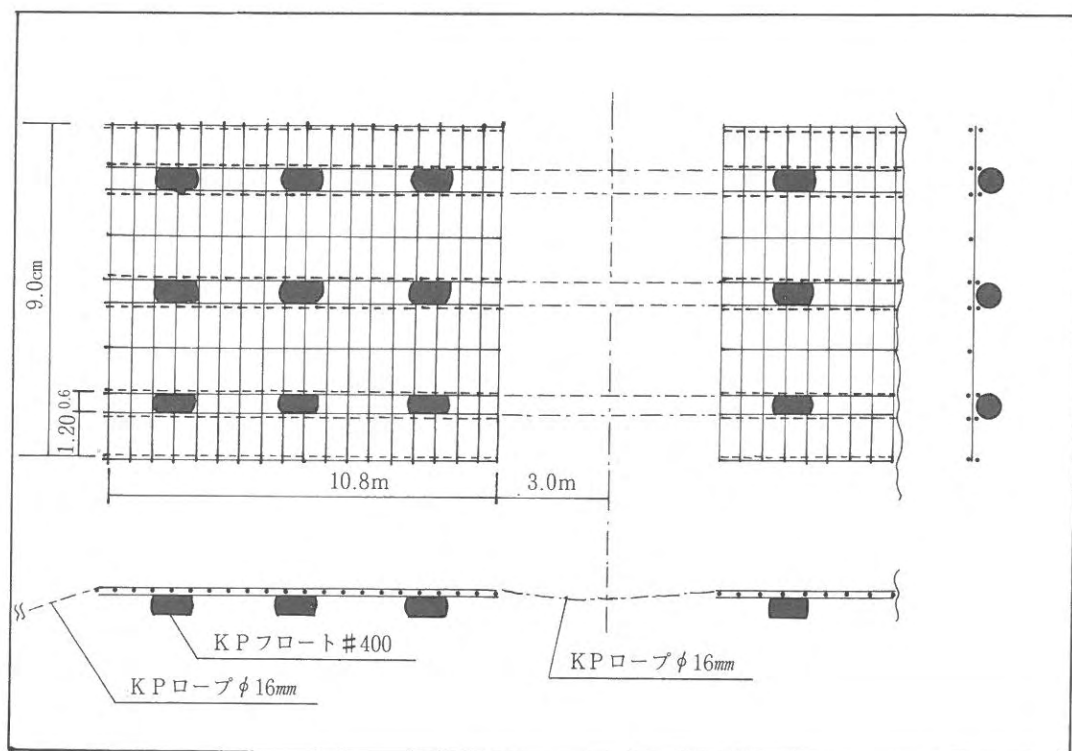


図2 耐波性筏構造図

新鋼製魚礁開発調査委託事業

有江 康章・上妻 智行・小林 信・石田 雅俊

本事業は、豊前市鉄工協会が主体となり従来の魚礁が設置できない軟弱地盤に適応する魚礁の開発を目的としたものであり、同協会から委託を受けて実施した。

平成4年度は、前年度の魚礁を改良（大型化・低価格化）した4基の魚礁を設置し、前年度の魚礁（平成3年9月17日設置）と併せて物理的安定と集魚状況を調査、検討した。

本年度設置した魚礁の構造を図1に示した。魚

礁は、蓋をした鋼管（空気の浮力を持たせる）と鉄筋からなり、底面は 5×5 m、高さは3 mとした。魚礁内部の底面には、集魚効果を高めるため自然石や鋼材および両方の組み合わせが詰め込まれており、総重量は21.5～37.6 tとなっている。

魚礁の設置場所は、平成3年度と同じ豊前市地先の水深7 m、泥深5 mの海域とした。本年度の魚礁設置は平成4年10月9日であった。

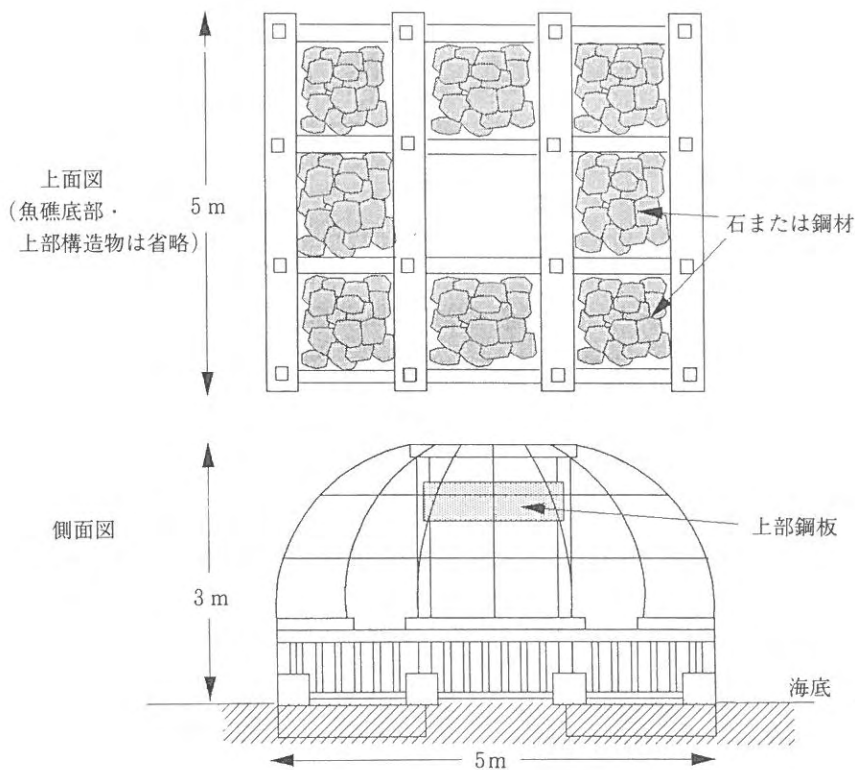


図1 魚礁の構造図

方 法

1. 物理的安定

魚礁の移動・沈下等の調査は、潜水目視、水中写真および魚礁の周囲に設置した基準杭を利用して、毎月1回の割合で実施した。

2. 集魚効果

潜水目視と建網を用いた試験操業を実施した。建網試験操業は比較のため硬地盤域における魚礁設置区（昭和61年に設置した梯型魚礁、570 m³）と軟弱地盤用魚礁から100～200 m離れた軟泥区も同時に実施した。

試験操業に使用した建網は、一反の長さが20 m、幅1.3 m、目合いが5節の三重網である。この網を魚礁及びその周辺に一晩設置し、魚礁に蜆集する魚を漁獲した。なお、結果は調査月や調査区により使用した建網の枚数が異なるため全て5反に換算して表示した。

調査は毎月1回の割合で実施した。

3. 付着生物調査

魚礁の表面に付着した生物の標本採集および潜水目視調査を実施した。

結果および考察

1. 物理的安定

平成4年度に開発した4基の魚礁は沈設作業による破損もなく正常に着底し、平成5年3月まで沈下・転倒等もなく正常な状態を保っていた。

また、魚礁の鉄板や石の上部には、若干の覆泥が認められるが、数ミリの厚さであった。

2. 集魚効果

(1) 潜水目視調査

平成3年度に設置した魚礁（H3魚礁区）で確認された魚類は、アイナメ、アカカマス、アジ類（マアジもしくはマルアジ）、イシダイ、ウマヅラハギ、カワハギ、キジハタ、ギンポ、クロダイ、スズキ、ヒイラギ、マハゼ、メバルの13種、その他にマダコ、マナマコ、イシガニの3種であった。

魚礁に集まる魚介類の量が多いのは平成4年9

月であった。

一方、平成4年度に設置した魚礁（H4魚礁区）で確認された魚類はアイナメ、イシダイ、カワハギ、ギンポ、クロダイ、スズキ、マコガレイ、マハゼ、メバルの9種、その他にイシガニの1種であった。

沈設～翌年の3月までは水温の下降・最低期にあたり、魚礁の付着生物も少なく魚礁効果が十分発揮されていなかったものと考えられる。したがって、本来の魚礁効果が発揮されるのは水温が上昇する翌年の4月以降と考えられる。

(2) 建網試験操業調査

表1～4に、H3魚礁区、H4魚礁区、軟泥区、梯型魚礁区における漁獲尾数を示した。なお、H3魚礁区、軟泥区、梯型魚礁区については、前年の結果も併せて示した。

H3魚礁区で漁獲された魚種は22種類で、潜水目視調査の結果と同様に春～秋期に種類・量が多く、水温が低下する冬期に少ない傾向がみられた。

表5にH3魚礁区、軟泥区、梯型魚礁区において漁獲された種類数と漁獲尾数の比較を示した。なお、H4魚礁区は調査期間が短いため比較から省いた。

漁獲される種類数と尾数からH3魚礁区は、軟泥域にありながら硬地盤域の梯型魚礁に匹敵する集魚効果が期待できるものと考えられる。

また、軟泥区の漁獲物がシログチ、コノシロといった安価な魚種が多いのに対して、軟弱地盤用魚礁はスズキ、キジハタ、メバル類といった高級魚も漁獲される。

表1 平成3年魚礁区における試験操業の結果（漁獲尾数）

単位：尾

年	H3	〃	〃	H4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	H5	〃	〃	合計
月/日	10/23	11/17	12/10	1/17	2/18	3/12	4/28	5/30	6/24	7/21	8/12	9/9	10/6	11/5	12/16	1/14	2/19	3/3
使用反数	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
アイゴ									3							3		6
アイナメ					3								2	3		3		11
アカカマス												2						2
アカシタビラメ										2	18							20
イシダイ												2						2
ウマヅラハギ							3											3
カワハギ													2					2
キジハタ		3								5	2	2						12
クロダイ									5									5
クロソイ																3		3
コショウダイ														3				3
コノシロ									5	48								53
コチ									3									3
シマイサキ										2								2
シログチ							5	14	5									24
スズキ		3	5						3			2	5		3			21
タケノコメバル																	3	3
ネズミゴチ		3						1										4
ヒイラギ								4										4
マコガレイ								1					3		3		8	15
メイトガレイ								3				2						5
メバル									3							15	3	21
合計	0	9	5	0	3	0	8	23	27	57	20	8	14	6	6	6	29	224

表2 平成4年魚礁区における試験操業の結果（漁獲尾数）

単位：尾

年	H4	〃	H5	〃	〃	合計
月・日	11/5	12/16	1/14	2/19	3/3	
使用反数	5	5	5	5	5	
アイナメ		1	1			2
クロソイ	1	1	1			3
コノシロ	3					3
スズキ	3	5		1		9
マコガレイ		1	1	3	3	8
メバル		1			3	4
合計	7	9	3	4	6	29

表3 軟泥区における試験操業の結果（漁獲尾数）

単位：尾

年	H3	〃	〃	H4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	H5	〃	〃	合計
月/日	10/23	11/17	12/10	1/17	2/18	3/12	4/28	5/30	6/24	7/21	8/12	9/9	10/6	11/5	12/16	1/14	2/19	3/3
使用反数	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
アイナメ							3											3
アカシタビラメ									5	3	13							21
コノシロ										28								28
コチ									3									3
シログチ							3	45										48
スズキ		2																2
ヒイラギ								5										5
マコガレイ													5				3	8
マハゼ		2																2
メイトガレイ				2		3												5
合計	0	4	0	0	2	0	9	50	8	31	13	0	5	0	0	0	0	125

表4 梯型魚礁区における試験操業の結果（漁獲尾数）

単位：尾

年 月/日	H3 10/23	〃 11/17	〃 12/10	H4 1/17	〃 2/18	〃 3/12	〃 4/28	〃 5/30	〃 6/24	〃 7/21	〃 8/12	〃 9/9	〃 10/6	〃 11/5	〃 12/16	H5 1/14	〃 2/19	〃 3/3	合計
使用反数	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
アイナメ					2	2	1		2					1					8
アカカマス										1									1
イボダイ												1							1
カサゴ	2	3	5			2	1		3	1				1	1			1	20
カワハギ	8	2																	10
キジハタ	2	2	5						1		1	1	1	2					15
クジメ													1						1
クロダイ	2																		2
コイチ												1							1
コショウダイ	3	2										2							7
コノシロ	72	2						5	2	2		15	1						99
コシロチ	5				2							3	1						11
シログチ								1				3	3						7
スズキ	3				2	3			1		7	3	16						35
タケノコメバル								1			2	3	1	16	2	2	3		27
トカゲエソ												3							3
ネズミゴチ								1		1									2
マコガレイ								1	1		1		1	2		1			7
マダイ													1						1
マハゼ																1			1
メバル		2						1						9	2	1		3	18
合計	97	13	10	2	4	7	3	9	10	4	12	31	27	31	5	5	3	4	277

表5 3調査区における調査結果の比較
（調査期間：平成3年10月～5年3月）

調査区	種類数	漁獲尾数
H3魚礁区	22(2.2)	224(1.8)
軟泥区	10(1.0)	125(1.0)
梯型魚礁区	21(2.1)	277(2.2)

※（ ）内の数字は、軟泥区を1.0とした場合の指標

3. 付着生物調査

表6に魚礁の鉄柱や石の表面に付着する生物の一覧を示した。

付着生物は大きく2グループに区分できた。一つは魚礁に直接付着して移動能力を持たない「一次付着生物」と、魚礁や一次付着生物の表面や間隙に生息し、移動能力を有する「二次付着生物」である。

次に付着生物の集積状況であるが、魚礁設置後2～3ヶ月後からコケムシ類、シロボヤ、イソギンチャク等が付着し、時間の経過とともに種類・量とも多くなり約1年後にはほぼ魚礁全体が付着生物で覆われた。

表6 付着生物の一覧

種 類	一 次 付 着 生 物 (移動能力が無い)	二 次 付 着 生 物 (移動能力がある)
海 草 類	石灰藻類	
海 綿 類	カイメン類	
腔 腸 類	イソギンチャク類	
環 形 類		<u>ゴカイ類</u>
甲 殻 類		
エ ビ 類		<u>アカシマモエビ</u> , <u>テッポウエビ</u> , <u>その他</u>
カ ニ 類		<u>スベスベオウギガニ</u> , <u>オウギガニ類</u>
		<u>イシガニ</u>
		<u>ヒメモガニ</u> , <u>ヨツハモガニ</u> , <u>クモガニ類</u>
ヤ ド カ リ 類		<u>イソカナダマシ</u>
端 脚 類		<u>ワレカラ類</u> , <u>ヨコエビ類</u>
蔓 脚 類	<u>タテジマフジツボ</u>	
触 手 類	フサコケムシ, アミコケムシ類	
棘 皮 類		
ヒ ト デ 類		ヒトデ, <u>クモヒトデ</u>
ウ ニ 類		サンショウウニ
原 索 類	シロボヤ	
貝 類	カキ, ムラサキイガイ	巻貝類
魚 類		<u>イソギンボ</u> , <u>シマハゼ</u> , <u>アミメハギ</u>

※ の付いた生物は、魚礁に蟄集した魚が餌として利用する

豊前海南部地区地先型増殖場造成事業調査 (クルマエビ、アサリ)

上妻 智行・小林 信・有江 康章
神園 真人・江藤 拓也・鶴島 治市

豊前海南部地区地先における漁家経営の安定、漁村社会の活性化推進を目的とし、クルマエビ・アサリ資源を対象にした覆砂による漁場造成を行うための事前調査を実施した。

方 法

造成予定地周辺及び既存覆砂域の漁場環境、生物環境、操業実態等を調査し、造成位置・規模決定の基礎資料とした。

1. 地域の概要

福岡県農林水産統計資料をもとに対象種および対象漁業の対象地域における位置づけを整理し、事業実施にあたっての基礎資料とした。

2. 潮流調査

調査海域の南北2カ所（椎田、宇島地先）において電磁流速型（2台）を用い、表層、底層の流向、流速について大潮から大潮にかけての15日間の連続観測を行った。観測間隔は30分とした。

3. 深浅測量調査

音響探査機により4カ所の調査区域（計99ha）において、50cm単位の深浅測量を行った。

4. 生物環境調査

(1) アサリ分布調査

4カ所の調査区域内において、100mメッシュの調査線を設定し、アサリの分布及び生息量を把握するため、水中ポンプおよび歩行による坪刈調査を実施した。

(2) クルマエビ分布調査

4カ所の調査区域内においてポンプ網、刺し網（エビ建て網）による試験操業を実施し、主要分布範囲を明らかにした。

5. 漁場環境調査

(1) 水質調査

異常降水時（梅雨時期）および貧酸素水塊の発生時に4カ所の調査区域において100m間隔の調査線を設定し塩分、溶存酸素量について層別の調査を行った。塩分はデジタル式簡易水温、塩分計（AROM社製 SPECIFIC GRAVITY METER）を、また溶存酸素量はKasahara Chemical社製のDO/THERMO METERを用い、現場測定を行った。

(2) 底質調査

水質と同様の区域において採泥器を用い、また沿岸干潟域においては徒歩によるコアサンプリングを行い試料を収集し粒度組成、硫化物について調査した。粒度分析は採取したサンプルを脱塩したのちに乾燥させ、ふるいによる粒径分離を行ったのちにFOLK WARDの方法に従い、平均粒径値を求めた。全硫化物は検値管法を用いて分析を行った。

6. 覆砂効果調査

(1) 生物調査

アサリについては既存覆砂場所において種苗を放流し成長、生残について試験を実施し、干潟域における天然貝との比較を行った。クルマエビについては覆砂場所と非覆砂場所および天然の干潟域の3つの場所において刺し網（エビ建て網）を用いた試験操業を行い、覆砂を行うことによる集魚効果について調査した。

(2) 環境調査

覆砂することによる底質及び海水の化学的性状の違いを底質の酸素消費速度、P・N溶出量および底層水の濁度について覆砂場所と非覆砂場所と

の比較を行った。

結 果

1. 地域の概要

事業実施予定場所である豊前海南部地区は図1に示すように築上郡椎田町・吉富町、豊前市の1市2町で構成されている。この地域には西八田、椎田町、松江浦、八屋、宇島、吉富の6漁協が所属しており、小型底びき網、刺網、延縄等様々な漁業が営まれている。本事業で増殖対象種として取り上げているクルマエビは小型底びき網、刺網、小型定置網で、またアサリは採貝で漁獲されている。これら関係漁業に従事している経営体は当地区の全経営体数228経営体のうち80%にあたる182経営体となっている。また、漁獲量、漁獲金額についてもそれぞれ全体の94%、91%にあたる

る3321トン、166,390万円であり、経営体数面を含め、当地区の主要漁業となっている。

次に対象生物の漁獲量の推移であるがクルマエビの漁獲量は数十トンのレベルで推移してきたが、昭和59年の93トンピークに減少し、平成2年現在26トンとなっている。アサリについては昭和61年まで増加傾向にあったが、その後乱獲（小型貝の採捕）等により急激に減少し、平成2年現在で1,764トンとピーク時（昭和61年）のほぼ1/4にまで落ち込んでいる。

クルマエビについては昭和39年から種苗放流が始められ、現在では毎身体長20～35mmの稚エビを100万尾オーダーで放流している。アサリについては平成2年から県内3研究所でその増殖のための技術開発に取り組んでいるところである。

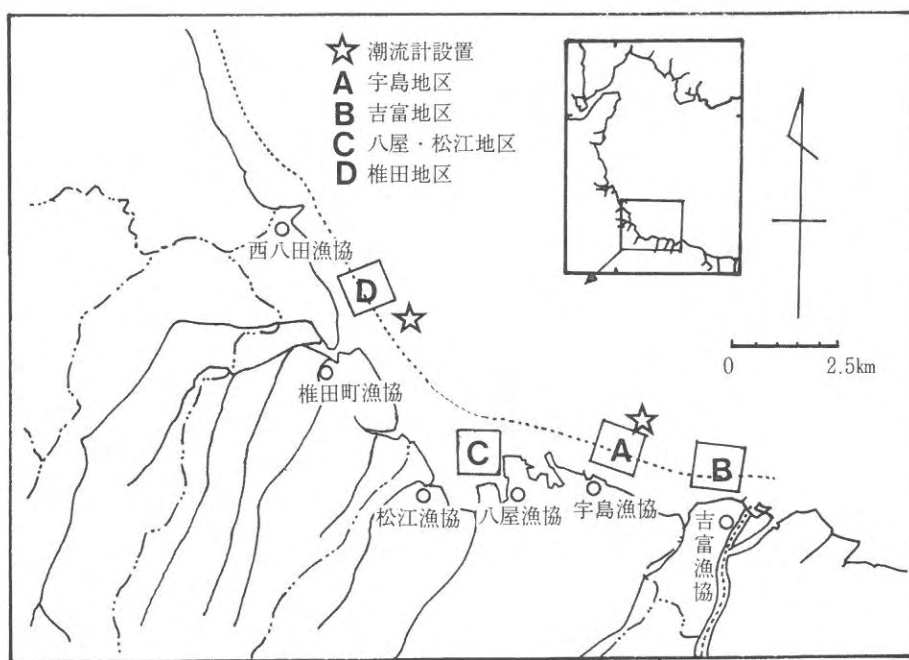


図1 調査位置図

2. 気象海況調査 (図2)

南部地区の潮流については10月12日から27日に実施した。表層の流速頻度は15 cm/sec以下が70%以上(最大28.6 cm/sec)を占め、東西流速(東流れ)が卓越している。底層では流速頻度は15 cm/sec以下が90%以上(最大16.3 cm/sec)を占め、流向は表層と反対に南北流が卓越している。北部地先における底層の流速頻度は10 cm/sec以下(最大15.0 cm/sec)が90%以上を占めた。流向はやや東西流速が卓越している。

3. 深浅測量調査 (図3)

(1) 椎田地先

調査範囲の海底は水深約-3.0~-4.5 mであった。等深線は北北西に伸び、北側が岸側に向かっている。勾配は岸から沖合い(北東向)に向けて緩やかに深くなっている。

(2) 八屋・松江地先

調査範囲の水深は+0.5 m~-2.5 mの範囲であった。0 m線は南側の護岸から沖合い約250 m付近をとおり、各等深線は護岸と平行に東西方向

に延びている。南側護岸から沖合い300 m付近で海底勾配が大きく傾斜し、水深が-0.5 mから-2.0 mまで急に深くなっている。

(3) 宇島地先

調査範囲の水深は+2.0 m~-4.0 mの範囲であった。等深線は東西方向に海岸とほぼ45度の角度で伸び、西側が岸に向かっている。0 m以浅は全体的な傾斜は緩やかであるが、局部的に深みや浅瀬が存在する。-0.5 m~-2.5 m付近で海底が大きく傾斜し、-3 m以深は再び緩やかな傾斜となっている。

(4) 吉富地先

調査範囲の水深はほぼ+0.5~-4.0 mの範囲であった。等深線は海岸線とほぼ平行に東北東に延びている。-1 m以浅の海底傾斜は緩やかであるが、0 m線以浅では局部的に深みや浅瀬が存在している。-1.0 m~-3.0 m付近で海底が大きく傾斜し、急に深くなっている。-3 m以深では再び緩やかな傾斜となる。

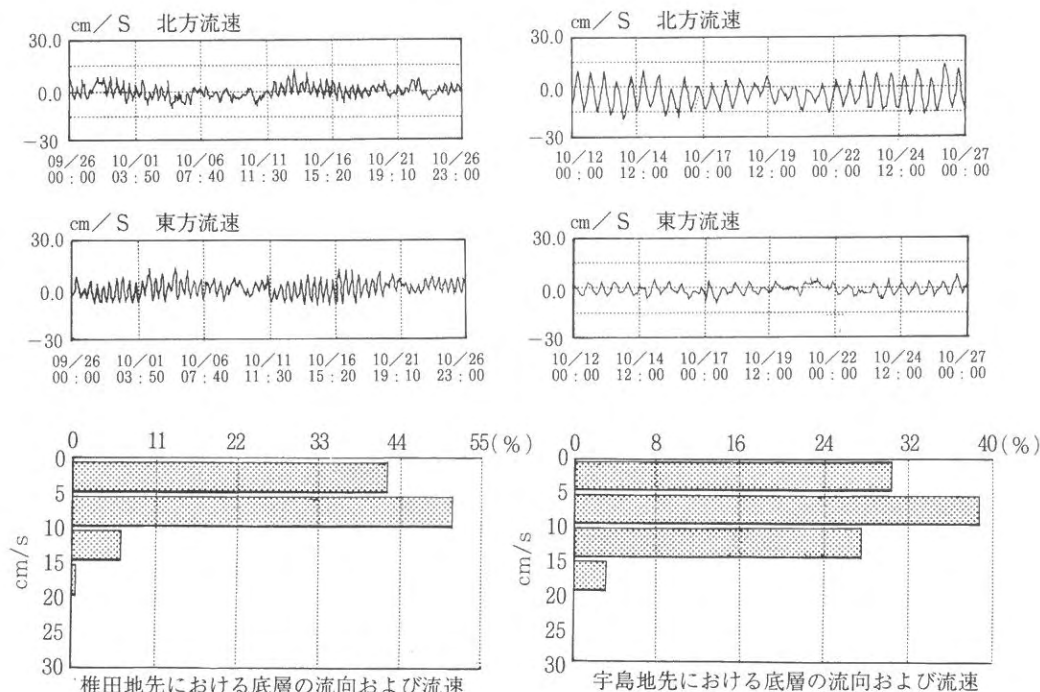


図2 豊前海南部地区沿岸の流向・流速

4. 生物環境調査

(1) アサリ分布調査 (図4)

1) 椎田地先

アサリは天然の干潟域に散在しているが、密度的には最も多いところで 1 m^2 あたり 25 個の生息が確認されたにすぎない。天然稚貝は八津田漁港南側に小規模に発生しているが、規模的には非常に少ない。

2) 八屋・松江地先

天然貝は能徳団地西側沿岸に、 1 m^2 あたり 50 個以上の発生地区が認められた以外は確認できなかった。しかし、八屋漁協前の入り江に毎年数トン程度のアサリ稚貝を移植放流しており、ここは最大 1 m^2 あたり 335 個 (約 1,700 g) の優良漁場となっており、周辺域でも稚貝を移植することにより漁場化できると考えられる。

3) 宇島地先

アサリは 0 m 以浅の天然干潟域に最大 1 m^2 あたり 100 個以上の密度で生息している。天然稚貝は佐井川河口域西部に高密度に発生している。

4) 吉富地先

吉富地先は豊前海で最も優良なアサリ漁場となっている。今年度はアサリの発生量がきわめて少なく、生息場所が狭小化しているが、もっとも多い地点で 1 m^2 あたり約 4,000 個のアサリの生息が確認された。天然稚貝の発生は佐井川河口域東岸に確認された。山国川河口域西岸の生息場所は移植放流によるもので、最大生息量 1 m^2 あたり約 4,000 g のきわめて優良な漁場となっている。

今年度はアサリの資源量が海区全体的に低迷しているが、八屋、吉富両地先のように稚貝移植と管理によって非漁場を優良漁場へと変換できることが確認された。

(2) クルマエビ分布調査 (図5)

1) 椎田地先

クルマエビは 0 m 付近の海岸と平行に帯状に広がる砂質底に多く分布している。

2) 八屋・松江地先

0 m 以浅の砂地に多く分布する。特に稚仔は地盤高の高い (+1 m 以上) 岸側に多く分布し、成

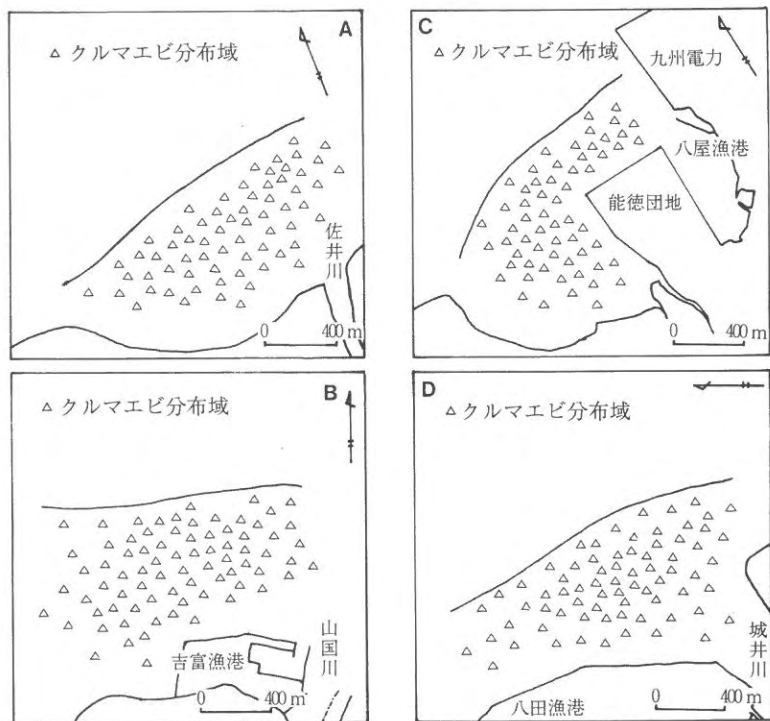


図5 調査区域のクルマエビ分布

長にともない沖合いに移動する。

3) 宇島地先

0 m以浅の砂地に多く分布する。出水時には一時的に沖合いに移動する傾向がみられる。

4) 吉富地先

0 m以浅の砂地に多く分布する。

クルマエビの稚仔は沿岸の地盤高の高い場所に多く生息し、成長にともない沖合いに移動している。しかし豊前海南部では稚仔の発生場はある程度確保されているものの、0 m以深が泥質底となっている場所が多く、漁獲サイズに達する直前の幼エビの生育場所が少ないのが現状である。

5. 漁場環境調査

(1) 水質調査 (図 6, 7)

1) 椎田地先

出水時の海水の比重は海岸線とほぼ平行に沿って低い傾向が見られたが、表層で 21.9 ~ 23.2, 底層で 22.3 ~ 24.7 の範囲で特に比重が低下する事はなかった。城井川の流は南側 (予定地とは反対側) に流れるため、出水時にも比重低下の影

響は少ないと考えられる。

溶存酸素量は平常時に岸側で低く沖側で高い傾向がみられたが、表層、底層それぞれ 7.5 ~ 8.5, 7.2 ~ 8.7 mg/l の範囲であった。

2) 八屋・松江地先

出水時の比重は沿岸東部 (八屋漁港側) に低く、沖合いで高い傾向がみられた。

しかし表層で 13.8 ~ 20.5, 底層で 19.0 ~ 24.3 の範囲で特に問題はなかった。八屋・松江地先は付近に大きな河川がなく、出水による影響は少ないと考えられる。

溶存酸素量は東側で低く、西側で高い傾向がみられた。表層は 8.2 ~ 9.0, 底層は 8.0 ~ 9.0 mg/l の範囲であった。

3) 宇島地先

出水時の比重は沿岸東部側の佐井川河口域に向かい低くなる傾向がみられるが、表層 20.1 ~ 22.2, 底層 20.0 ~ 24.4 で出水時にも特に比重が低下する事はない。

溶存酸素量は沿岸で高く沖合いで低い傾向があ

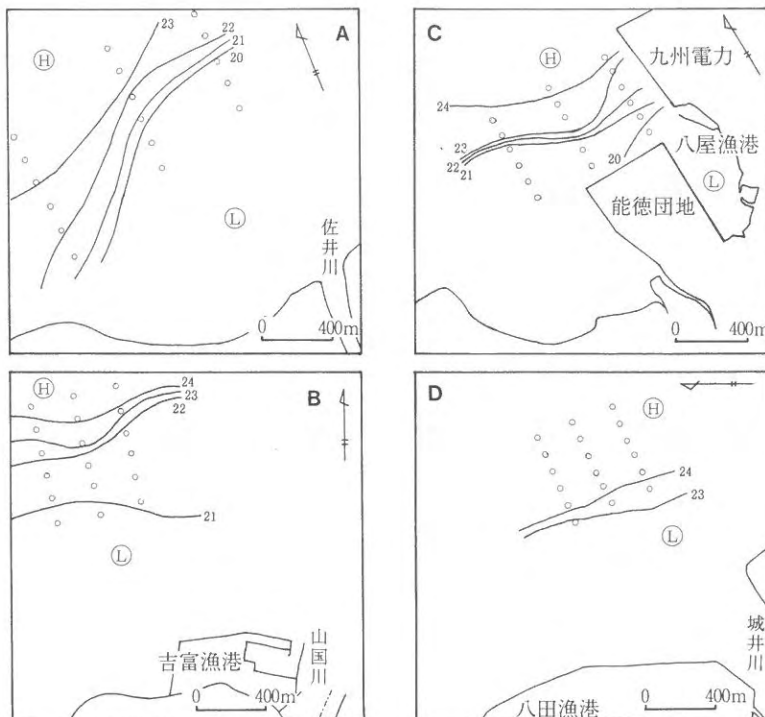


図 6 調査区域における洪水時の底層の比重水平分布

る。しかし、表層で6.3～7.2、底層で5.9～8.0 mg/lと特に問題はない。

4) 吉富地先

出水時の比重は沿岸側で低く、沖合いに向かうに従い海岸線とほぼ平行に高区なる傾向がみられる。しかし表層、底層それぞれ20.6～22.4, 20.8～24.6の範囲で特に比重が低下する事はない。

溶存酸素量は沿岸側で低く、沖合いで高いが表層8.5～9.2, 底層8.5～9.2 mg/lの範囲で比重同様に特に問題はない。

今年度は夏期に貧酸素水塊の発生がなく、貧酸素時の調査が出来なかったが、これまでの出水時の比重、平常時の溶存酸素量の調査結果から判断すると、水質的にみて対象種であるクルマエビ、アサリの両種に対し、特に影響はないと考えられる。

(2) 底質調査結果

1) 椎田地先 (図8,9)

椎田地先は沿岸から0 m線付近までカキガラ、

小石の間隙に砂が埋める底質となっている。0 m付近で海岸線とほぼ平行に平均粒径値0.3 mm程度の中粒砂が帯状に広がっている。0 m線以深は城井川西岸より2番目の小型定置網の袋網付近より西北西に向かって西側に瀬が広がり、瀬より東側はシルト層になっている。

全硫化物は沿岸から地盤高-4 m付近まで0.3 mg/g以下、それ以深-4.5 mまでは0.3～0.35 mg/gの範囲である。

2) 八屋・松江地先

底質は地盤高-0.5 m以浅が0.18～0.31 mmの細～中粒砂で地盤の高低による変化は特にない。-0.5 m以深は0.15 mm以下で大部分が微粒砂以下で占められている。

全硫化物は-3 m以深で0.5 mg/g以上の高い値を示すが、それ以浅では大部分が0.1 mg/g以下の値を示す。

3) 宇島地先

底質は地盤高+1 m以浅は小石の間を砂が埋める礫地となっている。+1 m～0 m付近は0.2～

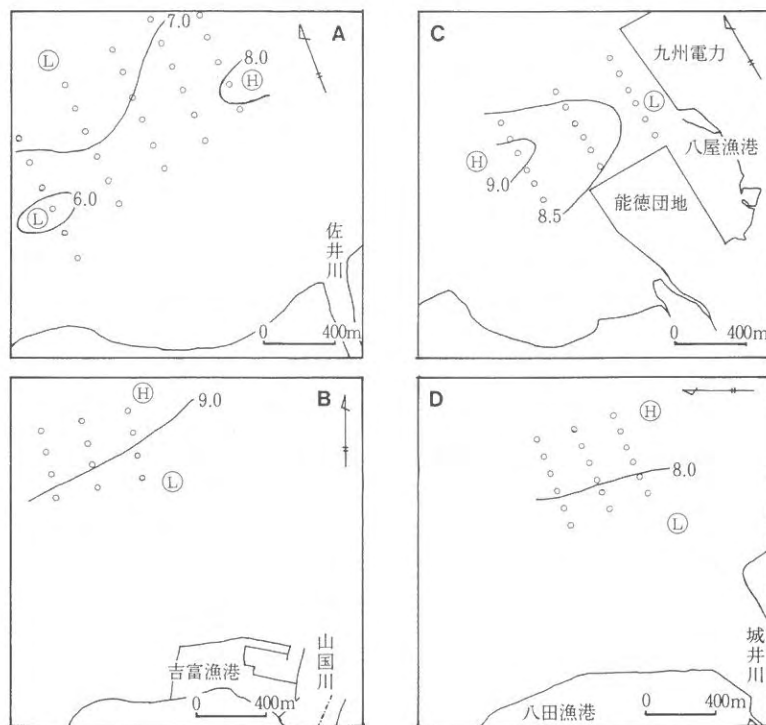


図7 調査区域における貧酸素水塊発生時の底層の溶存酸素量 (ml/l)

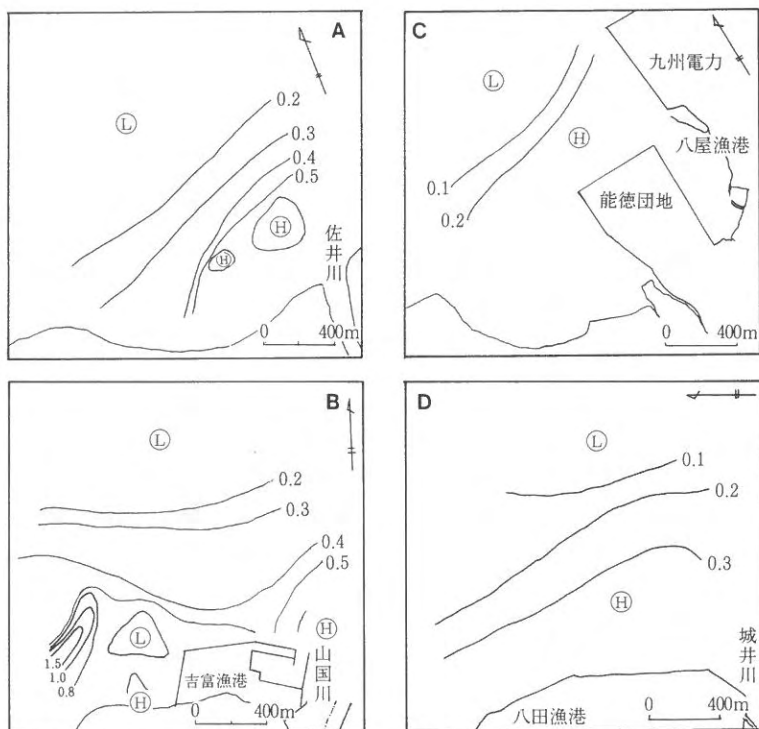


図8 調査区域における底質の平均粒径 (mm)

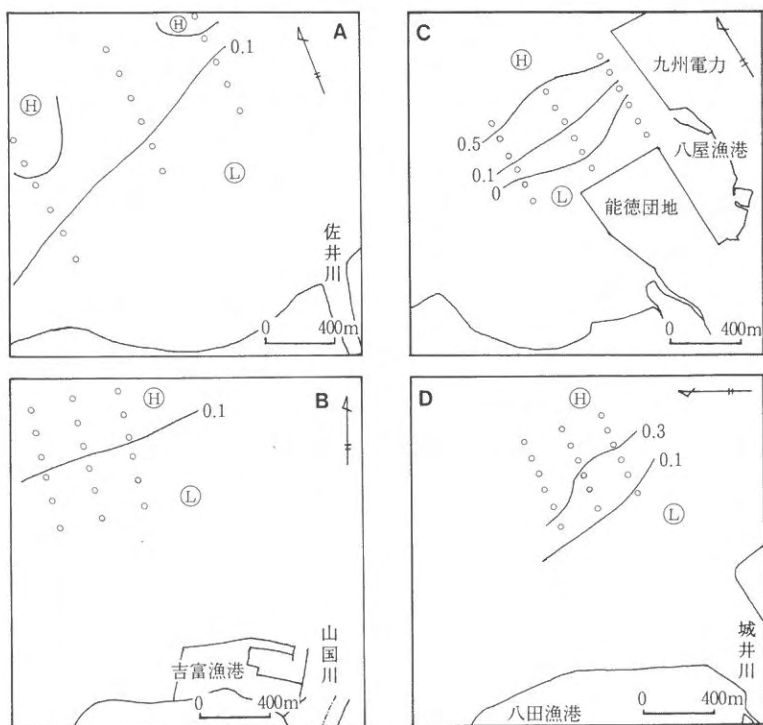


図9 調査区域における底質の硫化物量 (mg/g)

0.3 mm程度の細～中粒砂が東西方向に帯状に広がっている。

佐井川西岸より2番目の小型定置網のみち網基部付近より北方沖合いに向かい西側に瀬が広がっている。0 m線以深は貝殻混じりのシルト層となっている。

全硫化物は0 m以浅は0.1 mg/g以下、それ以深の調査範囲は0.1～0.3 mg/gの範囲である。

4) 吉富地先

底質は－1 m以浅に大きく砂質域が広がる地形となっている。砂は0.3 mm以上の中粒砂～粗粒砂で構成されており、岸から沖に向かい粒径が小さくなる。特にアサリの天然稚貝が発生している場所は0.5 mm以上の粗粒砂である。－1 m以深は貝殻混じりの0.1 mm前後の微粒砂で構成されている。

全硫化物は－1 m以浅はほぼ0に近い値を示すが、それ以深の調査範囲では0～0.2 mg/gの範囲であった。

漁場環境調査で測定した水質（塩分、溶存酸素

量）、底質（粒径、全硫化物）と対象生物であるアサリ、クルマエビとの関係を見ると、両種ともに調査区域内の水質的には問題ないと考えられる。底質をみるとクルマエビでは高地盤の干潟域に主として生息する稚仔が成長にともない沖合いに移動する課程において、漁獲サイズ前の小型のエビの生息に適した底質の場所が少ないことが挙げられる。またアサリにおいては一部漁場を除けば稚貝の発生場として適した粒径をもつ底質が少ないこと、また砂質底の場所が少ないことが挙げられる。

6. 覆砂効果調査

(1) 生物調査結果（表1）

覆砂域には天然のアサリの発生は認められない。このため、覆砂域をアサリ漁場として活用する場合、稚貝を放流し移植漁場として活用する可能性が残されている。移植カゴを用いたアサリの成長・生残試験の結果、覆砂域のアサリの成長は天然の干潟のアサリの成長と比較しきわめて早いことが確認された。しかし、生残率が低いため放流漁場

表1 覆砂場所（蓑島、沓尾）、非覆砂場所（泥場）、天然干潟におけるエビ建て網の漁獲物（尾数）組成

種名	月	5				6				7				8				9				10				TOTAL				泥場を1とした指数				
		A	C	B	A'	A	C	B	A'	A	C	B	A'	A	C	B	A'	A	C	B	A'	A	C	B	A'	A	C	B	A'	A	C	B	A'	
エビ類																																		
クルマエビ	10	0	10	35	30	5	21	66	0	0	8	1	13	0	53	0	0	5	4	2	42	0	5		94	10	99	104						
ヨシエビ					0	10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	10	2	2						
シバエビ					3	0	2	0	0	0	0	0	3	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0		5	10	2	2						
TOTAL	10	0	10	35	33	15	24	68	0	0	8	1	15	10	53	2	0	5	4	2	42	0	5	0	99	30	102	108	3.3	1.0	3.4	3.6		
カレイ類																																		
マコガレイ					8	15	2	0	16	0	0	7	3	0	1	0	0	0	0	2	5	0	5		31	15	8	9						
イシガレイ					10	0	2	1	2	0	0	23	0	0	2	0	0	0	34	0	0	0	14		12	0	52	24						
メイトガレイ					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0						
ウシノシタルイ					0	5	10	2	0	0	0	0	0	0	11	3	0	0	2	0	0	0	0		0	5	23	6						
TOTAL	0	0	0	0	18	20	13	4	18	0	0	30	3	0	14	3	0	0	36	2	5	0	19	0	43	20	82	38	2.1	1.0	4.1	1.9		
G. TOTAL	10	0	10	35	50	35	37	72	18	0	8	31	18	10	67	5	0	5	40	3	47	0	24	0	142	50	18	146	2.8	1.0	3.7	2.9		

A：蓑島覆砂 A'：沓尾覆砂

B：天然干潟 C：泥場

としての価値は低いと判断される。

クルマエビについては覆砂を行うことで、増殖効果が認められ、増殖場あるいは漁場としての価値が低い泥場が天然干潟域の既存漁場と同等あるいはそれ以上の価値のある漁場へ変化する事が確認された。実際には既にこの覆砂域はクルマエビの主要漁場となっており、地元漁業者もクルマエビに対する覆砂の効果を認識しているところである。

(2) 環境調査結果 (表 2)

覆砂区と非覆砂区での酸素消費速度をみると覆砂区は $327 \text{ O}_2 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ であるのに対し、非覆砂区では $415 \text{ O}_2 \text{ mg/m}^2/\text{day}$ となっており、覆砂することにより海水の酸素消費速度は約 80 % に抑える事が可能であることが明らかとなった。また栄養塩類の溶出量を比較すると N では覆砂区が 102 ug.at/l であるのに対し、非覆砂区が 618 ug.at/l で約 6 倍のひらきがある。また P では覆砂区が 8.1 ug.at/l であるのに対し、非覆砂区では 17.1 ug.at/l と約 2 倍の違いがある。底層水の濁度は覆砂区で 2.5 ppm 、非覆砂区で 7.7 ppm と約 3 倍の違いがある。

このことから覆砂を行うことにより、底質の栄養塩溶出、酸素消費速度を抑えることができ、また透明度も良くなる事が明らかになった。これらのことはそれ自体で生物に対し好適な生息環境条

表 2 覆砂区と非覆砂区との酸素消費速度、栄養塩類溶出速度および底層水の濁りの比較
(酸素消費速度と栄養塩溶出速度は 5 サンプルの平均、底層水の濁りは 3 サンプルの平均)

	覆 砂 区	非覆砂区
酸素消費速度 ($\text{O}_2 \text{ mg/m}^2/\text{day}$)	327	415
窒素溶出量 ($\mu \text{g at/l}$)	102	618
リン溶出量 ($\mu \text{g at/l}$)	8.1	17.1
底層水の濁度 (ppm)	2.5	7.7

件を提供すると同時に、環境面では貧酸素水塊の発生を抑える効果も同時に期待できる。

考 察

以上の調査結果および地元の意見から事業の実施位置は図 10 に示す場所が最適であると考えられる。なお、調査区域となっている八屋・松江地先については他の開発計画との関連から今回の事業実施計画からは除外した。

1. 椎田地先

ここでは地元での強い要望からクルマエビを主対象とした増殖場を計画した。調査の結果からクルマエビの分布は底質条件に大きく規制されており、椎田地先では平均粒径が 0.2 mm 以上 (地盤高 -3.5 m 以浅) の場所が主分布域であった。このことから増殖場の計画位置は現在のクルマエビ生息場に引き続いた -3.5 m 付近で、かつクルマエビの生息を最も支配する底質が現在 0.2 以下の泥質底の場所を選定した。

2. 宇島地先

ここでは地元の要望でアサリを主対象とした増殖場を計画した。アサリの分布は地盤高と底質 (粒径) に規制されており、宇島地先では地盤高 $+0.5 \sim +1.5 \text{ m}$ 、底質の平均粒径が約 0.3 mm 以上の場所に分布している。従って、造成場所は施工管理可能な砂厚 40 cm の覆砂工で地盤高がアサリ生息場所とほぼ同一高となる現地盤高 $+0 \sim +1 \text{ m}$ の場所で、しかも現底質の平均粒径がアサリ生息に適していない 0.3 mm 未満の場所を選定した。

3. 吉富地区

ここでもアサリを主対象とした増殖場を計画した。アサリの分布は地盤高 $+0.5 \sim +2 \text{ m}$ 付近で、底質の平均粒径が 0.3 以上の場所に多く分布している。造成場所は宇島地先と同様の工法で地盤高がアサリ生息場所とほぼ同一高となる現地盤高 $+0 \sim +0.5 \text{ m}$ の範囲で、しかも現底質の平均粒径がアサリ生息に適していない 0.3 mm 未満の場所を選定した。

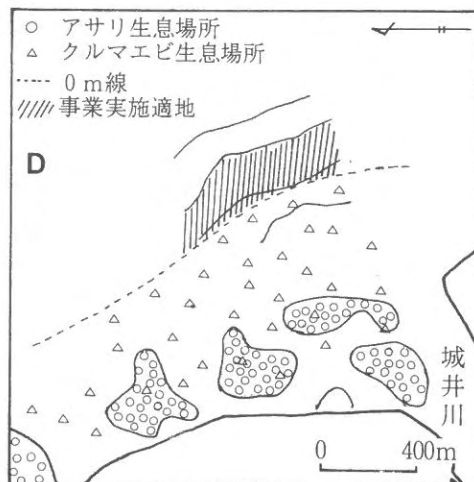
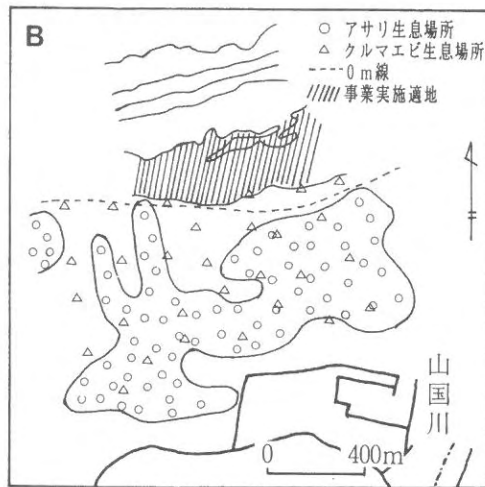
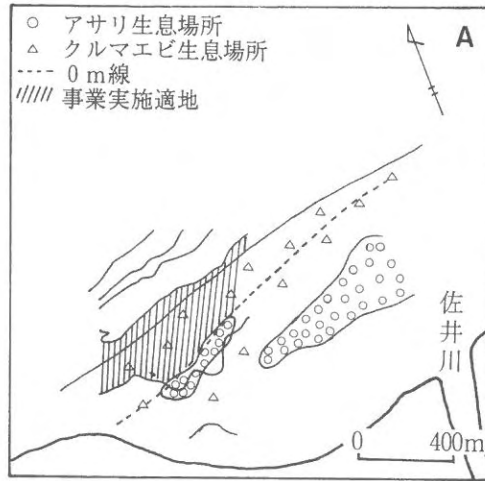


図10 調査結果からみた事業実施場所