

## 【調査課題名】

# 「湾・内海スケールでのアサリ稚貝の自給と干潟ゾーニングによる生産増大システムの開発」

## 【実施機関及び担当者名】

- ・水産総合研究センター
- 水産工学研究所\* 桑原久実\*・齊藤 肇
- 瀬戸内海区水産研究所 内田基晴・松岡正信・重田利拓・中川倫寿・浜口昌巳・手塚尚明・島 康洋・兼松正衛・崎山一孝・山崎英樹・浅見公雄・高橋 誠・伊藤 篤
- ・株式会社 東京久栄 森田健二・柿野純・竹下彰・田中良男・神尾光一郎・西村規宏
- ・福岡県水産海洋技術センター 濱田豊市・大形拓路
- ・大分県農林水産研究指導センター 樋下雄一・片野晋二郎・三代和樹
- ・北海道立総合研究機構中央水産試験場 櫻井 泉・秦 安史
- ・愛知県水産試験場 山本直生・宮脇 大
- ・兵庫県立農林水産技術総合センター 安信秀樹
- ・山口県水産研究センター 多賀 茂

\*印は中核機関と主担当者

## 【実施年度】

平成21年度～平成23年度

## 【緒言】

かつて15万トン程度あったアサリの国内生産量は80年代中盤から徐々に減少し、近年は4万トン弱で推移している。これまでの基盤整備事業調査やその他の研究によって、アサリはさほど広くない海域の中で幼生ネットワークによる個体群維持をしていることが明らかとなっている。しかし、アサリの稚貝や成貝は、そのような生態を無視して無秩序に全国規模で流通しており、このことがアサリ生産量低迷の一因となっている（食害生物の拡散など）。従ってアサリ生産量の回復には、各地域個体群の保全に配慮しつつ干潟の生産力を増大させる手法の開発が不可欠である。そこで本事業では、天然稚貝集積場又は集積場として造成できる候補地の選択方法と、波・流れによる放流稚貝の逸散等による大量斃死を防止するための漁場空間利用法（ゾーニング）に関する技術開発を行い、湾・内海スケールでアサリ生産を増大させる手法を開発する。

### （全体計画）

上記の目的を達成するための研究開発として、下記6項目の研究開発等を行う。

- (1) アサリの天然稚貝を効率よく集積させるための場所、規模、施設設計の組み合わせを適切に選択することを目的として、稚貝の移動やその経路に影響を与える海底境界層の物理環境に関する観測と解析を行う。
- (2) 集積した天然稚貝又は種苗生産した稚貝を、移殖放流を通じて運用し、漁獲につなげることを目的として、漁場における環境調査の結果と上記(1)の成果を活用し、稚貝から成貝にいたる各成長段階の生態学的特性に応じた漁場空間の利用方法（ゾーニング手法）に関する技術開発を行う。

- (3) アサリ人工種苗の高密度飼育技術の高度化に関する技術開発を行う。
- (4) 天然海面、非利用養殖池などの有効利用による自然海水を用いた中間育成方法に関する技術開発を行う。
- (5) 稚貝に対する食害動物の影響を現地調査により明らかにし、ゾーニングされた漁場において食害を効果的に防除する手法に関する技術開発を行う。
- (6) 水産基盤整備調査委託事業アサリ・干潟グループ年度末報告会を開催・運営する。

上記6項目について、下記の通り、各担当機関が分担して調査研究を推進する。

(独) 水産総合研究センター（水産工学研究所・瀬戸内海区水産研究所）

○上記6項目のうち、海岸工学の知識を要する(1)(2)の進行管理と(6)を水産工学研究所が担当し、共同機関及び再委託先の道県が行う調査・解析の手法に関する検討と指導を行う。

○上記6項目のうち、アサリ種苗生産の知識を要する(3)(4)の進行管理を瀬戸内海区水産研究所が担当し、共同機関の県が行う調査・解析の手法に関する検討と指導を行う。

○上記6項目のうち、(4)に必要な調査として、野外での種苗放流試験・天然稚貝の定着促進試験の結果を参考に、より波浪条件が静穏な管理環境での飼育技術として、天然海面、非利用養殖池での中間育成の利点・方法について検討する。水産工学研究所と瀬戸内海区水産研究所が協力して担当する。

○上記6項目のうち、(5)に必要な調査として、大分県中津干潟の砂原漁場等に被網してからアサリ稚貝を放流し、肉食動物による捕食を防止する効果を考慮しつつ、放流稚貝の成長・生残を比較する野外実験を瀬戸内海区水産研究所が実施する。

○上記6項目のうち、(6)に該当する会議の開催・運営を水産工学研究所が担当する。

北海道立総合研究機構中央水産試験場

○上記6項目のうち、(1)(2)に必要な調査として、サロマ湖において、湖口に分布する天然アサリを湖内のアサリ増殖場に移植して、稚貝から成貝に、そして漁獲につなげるための基礎調査を実施する。

愛知県水産試験場

○上記6項目のうち、(1)に必要な調査として、のり網を複数枚重ねて設置し、その網にアオサなどの海藻が付着することによる波浪減衰効果やアサリ稚貝の集積を促進する効果について調査を実施する。

兵庫県立農林水産技術総合センター

○上記6項目のうち、(1)(3)(4)に必要な調査として、土嚢を用いたアサリ稚貝の集積効果、野菜かごを用いた簡易な中間育成手法について技術開発を行う。

山口県水産研究センター

○上記6項目のうち、(5)に必要な調査として、網を用いた食害制御手法について、適切な管理手法を経済的な側面から明らかにする。

大分県農林水産研究指導センター

○上記6項目のうち、(1)に必要な調査として、アサリの生息密度が高い豊前海の漁場で新規に造成された石原漁場における天然稚貝の定期採集調査を行い、着底した稚貝の個体密度とその後の成長を周辺域と比較するとともに、石原漁場の形状の経時的変化を記録する。

## 福岡県水産海洋技術センター

○上記6項目のうち、(2)に必要な調査として、福岡県豊前海南部に位置する築上郡吉富干潟において、アサリ稚貝保護・集積を目的として砕石等を散布する漁場造成を行う。漁場造成の位置や仕様については、水産工学研究所とともに既存の地形データを用いて波・流れの解析を行い、計算結果から好適と予想される場所及び砕石サイズ等を選択する。造成した漁場内及び周辺に人工種苗生産したアサリ稚貝を放流し、成長や個体密度の推移及び漁場環境等を定期的に調査する。

## 株式会社 東京久栄

○上記6項目のうち、(1)(2)に必要な調査として、アサリ稚貝を成長段階に応じて適切に運用することを目的として、天然稚貝を集積させたり、人工種苗の放流場所を選定したりする時に参考となる干潟漁場の空間情報を整理する。それらの情報を得る手段として、周防灘周辺海域の干潟を対象とする稚貝移動の数値計算と漁業者へのヒアリングを行う。

### 【方法・結果・考察】

担当機関：(独)水産総合研究センター(水産工学研究所・瀬戸内海区水産研究所)

#### 調査研究1

(方法)

- 1)各地のアサリ資源回復の取り組みについて、アサリの稚貝から成貝、そして漁獲につながる対策プロセスを昨年度整理したが、フロー図の再検討に伴い再整理を行った。
- 2)天然集積したアサリ稚貝を効率よく採取し、安全に成長する場所に移植するための技術開発を行った。
- 3)(地独)北海道中央水産試験場と共同で、サロマ湖第2湖口に分布するアサリ稚貝の移植を、水産工学研究所で試作した選別装置を用いて実施した。(参照:北海道中央水産試験場の資料)
- 4)愛知県水産試験場と共同で、一色干潟においてのり網を5枚重ねにすることによるアサリ稚貝定着促進効果試験について、流動低減効果の算出に協力した。(参照:愛知県水産試験場の資料)
- 5)(株)東京久栄と共同で、アサリ稚貝の定着評価方法(ゾーニング手法)を開発するため、これまでに取得したデータの解析を実施した。(参照:東京久栄の資料)
- 6)平成23年6月10日、南青山会館、平成24年1月16日、水産工学研究所で本事業の検討会を実施した。平成24年2月23日にアサリ干潟合同報告会にて、本年度成果を報告する予定。

下記の(結果と考察)は1)と2)について示し、3)~5)は別研究機関からの報告に示した。

(結果と考察)

各地のアサリ資源回復の取り組みについて、アサリの稚貝から成貝、そして漁獲につながる対策プロセスを昨年度整理したが、フロー図の再検討に伴い再整理を行った。

- ①兵庫県赤穂干潟の取り組み：土嚢で波浪を減衰させて、その背後域でアサリ稚貝を集積させる。集積した稚貝はゾーニングで明らかになった底質の安定領域に移植して、成貝まで生育させて漁獲。
- ②大分県周防灘の取り組み：河川改修で得られた砕石を山国川の河口域に設置して、アサリ稚貝を集積させる。集積したアサリ稚貝は、天然漁場に放流、あるいは、大分県考案のカゴ網に収容して、成貝まで生育させて漁獲。

- ③愛知県一色干潟の取り組み：現在は、利用されなくなったのり網を5枚に重ねて、海域に設置し、のり網により波浪を減衰させて、海底面に稚貝を集積させる。その後、稚貝を利用して成貝まで成長させ漁獲。
- ④瀬戸内水研の取り組み：未利用なエビ池で粗放的にアサリ天然稚貝を発生させ、天然漁場に移植し、あるいは、エビ池内で成貝にして漁獲する試み。
- ⑤北海道中央水産試験場の取り組み：サロマ湖第2湖口で、天然のアサリ稚貝が分布している。この稚貝を採取し、造成したアサリ漁場に移植。成貝まで成長させて漁獲。
- ⑥山口県水産試験場の取り組み：戸田干潟において、県がレースウェイで種苗生産し殻長1cmの稚貝を放流し、成貝まで育てて漁獲。ただし、本海域は、食害が多いので、被せ網による対策を実施。
- ⑦瀬戸内水研の取り組み：種苗生産した稚貝をフラプシーで中間育成して、そのアサリ稚貝を周防灘で放流。但し、波浪による移動分散や食害の防御のため、被せ網を実施。
- ⑧兵庫県水産試験場の取り組み：種苗生産したアサリ稚貝を実海域で野菜かごを使って、

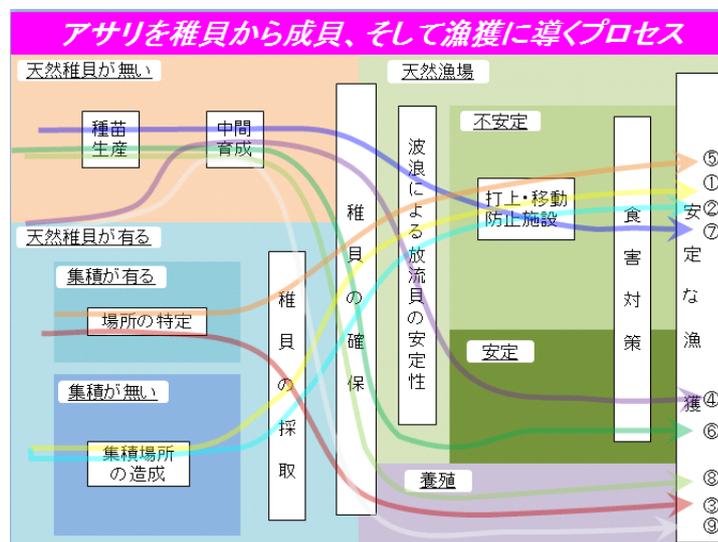


図1 アサリを稚貝から成貝、そして漁獲に導く各要素技術とそれらをつなぐプロセス  
簡易な中間育成、その後、垂下養殖を継続して、漁獲。

- ⑨山口県馬島の事例：未利用なエビ養殖池を利用して、粗放的な管理で、池内で、持続的なアサリの生産を実現。潮干狩りなども実施。

## 調査研究2

天然集積したアサリ稚貝を効率よく採取し、安全に成長する場所に移植するための技術開発を行った。アサリを底質から採取する吸引装置と採取した底質とアサリを分別する選別装置について、機械の設計を行い、その機械の性能を検討するために現地試験を実施した。

### ○アサリ吸引装置の構造と原理（概要）

ストレーナーから1エンジンポンプにより海水が給水され、2エジェクター内でジェット噴流が生じ、これにより6-4のホース口に吸引力が生じ、底質とアサリ稚貝を吸い上げ、エジェクターを通過して、回収ネットにアサリを回収するものである。エジェクター内に

は回転翼などは無く、アサリを破損することは少ない。回収ネットに收容されたアサリは、ネットのサイズをアサリより小さく、底質より大きくすることにより分離することができる。このような装置を図のように、船で牽引することにより、連続してアサリ稚貝を採取することが可能となる。

#### ○アサリ選別装置の構造と原理（概要）

アサリ稚貝と底質との大きさに差があれば（特に、殻長>粒径）、回収ネット（上図）にアサリが留まる目合いの網を設置して選別が可能であるが、大きさに差が無い場合は選別できず、その後の作業効率が悪くなる。このためアサリ稚貝と底質粒径が同程度であってもアサリ稚貝を選別できる装置が必要となる。遠心分離容器下層で回転翼により回転流を発生させ、この容器の外周に設置した取り込み口からアサリ稚貝を吸引するものである。同程度の大きさのアサリ稚貝と底質をこの容器内に入れると、回転流により、比重の大きい底質は底層を、比重の小さいアサリ稚貝は上層を回転するためこのアサリ稚貝を吸引する。

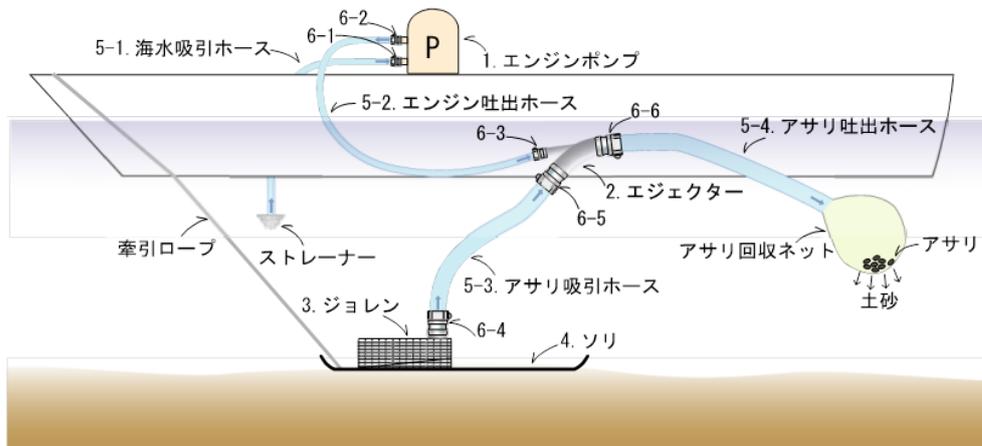
#### （結果と考察）

2011年11月29日の松名瀬干潟において、アサリ吸引装置の現地試験を実施した。その結果、次のことがわかった。

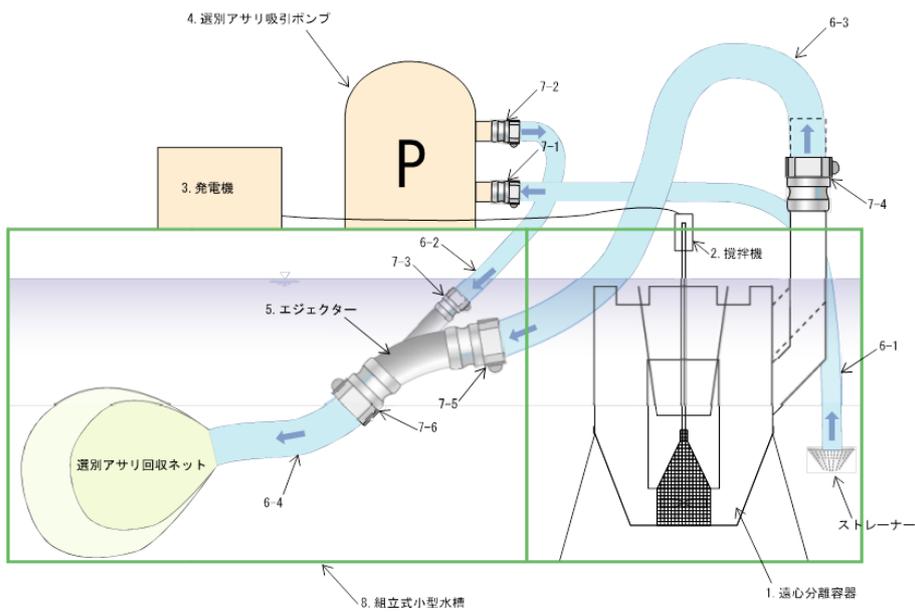
- ①バック航行した方が、船外機のペラとホースや回収ネットとが絡む心配がない。
- ②水深1m程度の浅海域でも吸引可能である。
- ③殻長2cm以上のアサリも吸引できる。
- ④吸引による破損個体は、5%以下であった。
- ⑤吸引口の設定で、吸引効率が大きく異なり、効率が最も良かったのは、海底面に対して、吸引口前部の高さが±0cm(海底面と同じ)、後部の高さ+2cm(海底面より2cm下)であることがわかった。
- ⑥アサリ稚貝密度616個数/m<sup>2</sup>の場所で、平均殻長18mmのアサリを、1時間当たり14万1千個体採集することが可能である。このときの効率は約33%と計算された。

2011年11月29日のサロマ湖第2湖口において、アサリ選別装置の現地試験を実施した。その結果、次のことがわかった。

- ①アサリ稚貝がいる底質を採取して、遠心分離容器内に入れる作業を続けると、すぐに、容器底面に回転翼に底質が挟まり、回転停止となり、作業停止となった。
- ②このため、容器底面にたまった砂利を除去して、作業を再開するが、再度、アサリ稚貝がいる底質を連続して入れると、たびたび、上記同様に、回転翼に底質が挟まり、回転停止、作業停止となった。
- ③以上のように本装置では、アサリ稚貝と底質との効率的な分離は困難であった。
- ④今後の課題としては、アサリ稚貝と底質との分離を短時間で行う方法、容器内の砂利の排砂を自動的に行う必要があると考えられた。



参考図、アサリ吸引装置



参考図 アサリ選別装置

### 調査研究 3

#### (目的)

アサリの種苗生産では、浮遊幼生期の飼育成績が不安定であること、着底期の前後に大きな減耗のみられることが大きな問題となっている。そこで、飼育環境要因のうち、飼育海水の塩分とグルコース濃度がアサリ受精卵ならびに浮遊幼生の発育、生残および成長に与える影響について検討した。また、着底させる際の一般的な飼育管理手法として用いられているダウンウェリング飼育装置について、容器内の基質材の有無がフルグロウン期幼生の着底と成長に与える効果について調査した。さらに、良質な受精卵の安定的確保を目的として、飼育水温と給餌量が親貝の成熟に与える影響について検討した。

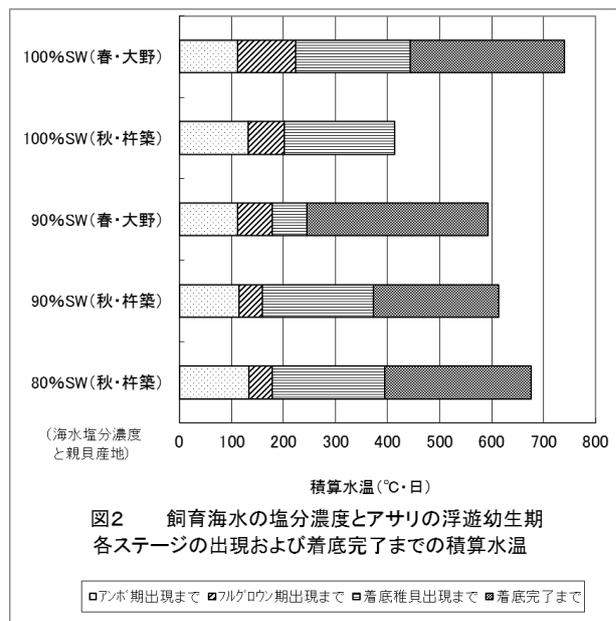
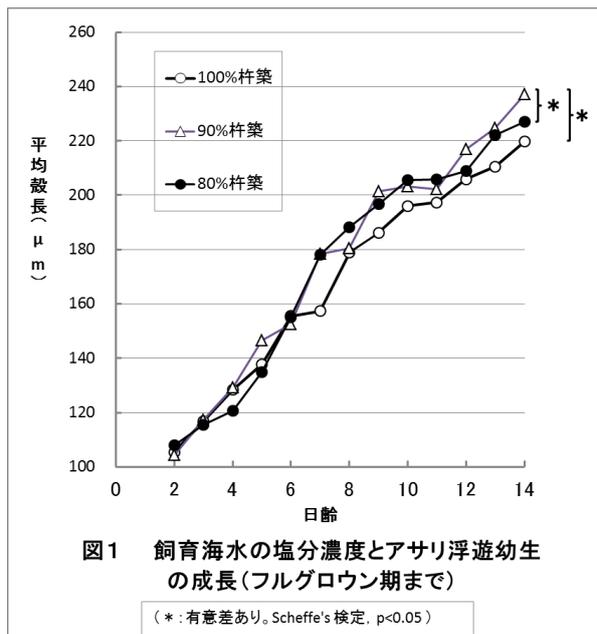
#### (材料と方法)

- ① 6穴培養プレートを用い、受精卵を60~100%海水の範囲で10%ずつ5段階(塩分濃度16.7~32.7ppt, カナマイシン5mg/L添加)に調整した海水に收容し、温度勾配恒温器で14~30℃の水温範囲(4~5段階設定)と組み合わせた20~25試験区を設定した。ふ化環境は静置および暗黒条件とし、2~3日後にD型に変態した幼生の正常率(殻の形で判定)を調べた。
- ② 6穴培養プレートを用い、フルグロウン期幼生を40~100%海水の範囲で20%ずつ4段階(塩分濃度12.8~32.0ppt, カナマイシン5mg/L添加, パブロバを1回給餌)に調整した海水および砂の有無を組み合わせた8試験区を設定し、20℃, 静置, 暗黒条件にて3日後の着底状況を調べた。このとき、面盤が退行し斧足で匍匐行動を行う個体を着底と判断した。
- ③ 海水を水道水で希釈して80~100%海水(塩分濃度25~32, 秋季試験)および90~100%海水(塩分濃度28~32, 春季試験)に調整した5kL水槽にD型幼生(日齢1)を3.3~6.1個体/mlとなるよう收容し、水温22~24℃, キートセロス・ネオグラシーレを給餌して飼育し、殻長とアンボ期, フルグロウン期および着底稚貝が出現する日齢を比較した。
- ④ 6穴培養プレートを用い、D型幼生(日齢3)をグルコース濃度0(対照区), 0.1, 1, 10, 100および1,000ppmの6段階(グルコースは最初の1回のみ添加, カナマイシン5mg/L添加, パブロバ5万細胞/mlとなるよう3回給餌)に調整した6試験区を設定して約50個体ずつ收容し、20℃, 静置, 暗黒条件にて8日間の飼育試験を行い、4および8日目に殻長を測定して成長を比較した。
- ⑤ 塩ビ管水槽にフルグロウン期幼生(日齢20)を、一定の個体数(個体数実測値 Mean ±SD 1628±1198/水槽)ずつ收容し、キートセロス・ネオグラシーレを給餌しながらグルコース, グリシンなど数種類のサプリメントに毎日浸漬して、24日後の生残および成長を比較した。飼育水中の細菌相を、マリンアガー(海洋細菌用計数培地, MA)及びTCBS(ビブリオ用計数培地)を用いた寒天平板法により解析した。
- ⑥ 基質有無の2区を設定し、フルグロウン期幼生(日齢14, 平均殻長240μm)を4等分してダウンウェリング式飼育容器各2器に收容し、日齢27まで飼育を行って着底率および平均殻長について比較した。基質散布区にはアンスラサイト(平均粒径1.5mm)を0.1g/cm<sup>2</sup>となるよう添加し、試験期間中は海水の塩分濃度を25に調整して微流水(約1回転/日)とした。
- ⑦ 飼育水温と給餌量が成熟までの積算水温および産卵量に及ぼす影響を調査した。飼育水温12, 17, 22℃で給餌量(キートセロス・ネオグラシーレ)を軟体部重量当たり1億細胞/g/日に設定した等倍給餌区および飼育水温22℃で2倍量給餌する合計4試

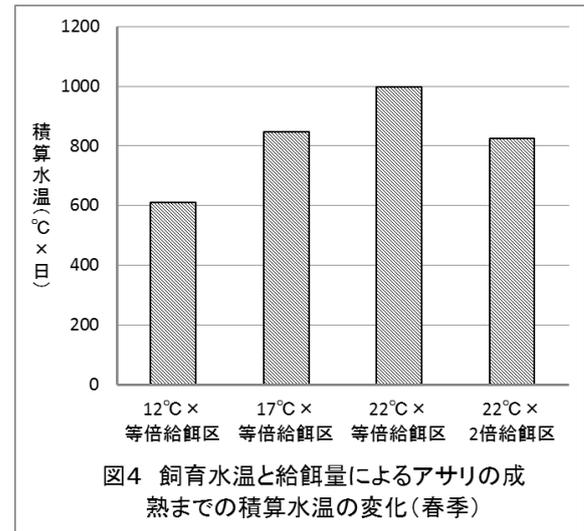
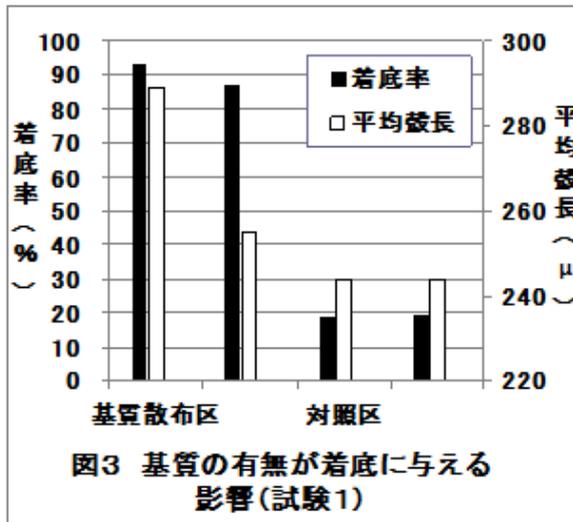
験区を設定し、親貝（平均殻長 37.1mm，平均成熟度 0.5）を各 150 個供試した。水温を開始時 10℃から 2℃/日ずつ設定水温まで昇温し，8～11 日ごとに 10 個体ずつ解剖して肥満度と成熟度を調査した。平均成熟度 2.0 以上となった翌日に，水温刺激法による採卵を試みた。

（結果と考察）

- ① ふ化した総個体数に対する正常に D 型幼生へ変態した個体の割合は，80～100%海水および 15～25℃の範囲で高い結果が得られ，60%海水では全くふ化はみられなかった。
- ② 着底率は塩分濃度が低いほど高くなり，砂を敷いた方が各塩分濃度とも着底率の高くなる傾向がみられた。特に 40%海水区では，砂を敷いた場合に約 80%もの着底率が観察された。
- ③ 秋季試験では，収容翌日の日齢 2 に全ての試験区で摂餌を開始し，フルグロウン期幼生に変態完了した日齢 14 では，海水塩分 90%、80%、100%区の順に成長が早かった（ $p < 0.05$ 、図 1）。着底完了時までの積算水温は，100%区で 739℃・日，90%区で 603℃・日および 80%区で 677℃・日となり，塩分 28 で早い傾向がみられた（図 2）。
- ①～③の結果から，アサリ浮遊幼生期の適正飼育塩分は 25～28 と推定された。
- ④ 試験開始後 4 日目の平均殻長 114～121  $\mu\text{m}$  の範囲で各試験区ともさほど変わらない成長であったが，8 日目には 0.1ppm 濃度区以外の全てで対照区に対して有意に成長が高くなり（t 検定， $P < 0.01$ ），100ppm 濃度区（平均殻長 152  $\mu\text{m}$ ）で最も成長が早かった。
- ⑤ 実験期間中に飼育容器内にバイオフィームが形成されて換水が困難になり，そのため飼育成績（特に成長）はいずれの試験区も対照区より劣る結果であった。サプリメント投与区では，いずれも飼育水中の細菌数は対照区より増加したため，サプリメントの効果について抗菌活性で説明するのは難しいと考えられた。④，⑤の結果から，溶存態グルコースが幼生の成長を促進する可能性がうかがわれたものの，今後は種苗生産技術にいかに応用出来るかが課題として残された。



- ⑥ 着底率および取り上げ時の平均殻長は基質散布区で 86.9～92.7%と 255～289  $\mu\text{m}$ , 対照区（基質なし）で 19.0～19.8%と 244  $\mu\text{m}$  となり，基質を添加した方が高くなる傾向がみられた（図 4）。また，水温 22℃の場合，給餌量が多い方が成熟速度が速く，親貝 1 個当たりの産卵量も多かった。一方，平均成熟度 2.0 以上となるまでに必要な積算水温は，設定水温が低いほど，あるいは給餌量が多いほど小さくなる傾向がみられた。



#### 調査研究 4

(目的)

アサリの種苗生産では，幼生期や着底初期の稚貝の餌として培養した珪藻類が使用されている。しかし，大量の稚貝を育てる餌として培養珪藻を使用することは，多大な経費と労力を必要とするため実用的な方法ではない。そこで，本研究では，自然海水を利用した陸上アップウエリング装置によるアサリ稚貝（殻長約 10mm）の生産システムを開発することを目的とした。また，クルマエビ養殖場や塩田跡地の素掘池を利用したアサリの粗放的な種苗生産技術を開発するために，実験池（素掘池）を用いたアサリ幼生の飼育試験に取り組んだ。

(材料と方法)

- ① 陸上アップウエリング装置を利用したアサリ稚貝の飼育試験は，2009年8月10日から9月12日（33日間）まで実施した。試験には，平均殻長  $3.9 \pm 0.72\text{mm}$  の稚貝を使用し，試験区として，アップウエリング容器と容器を取り付けた水槽とも洗浄しない区（対照区），容器のみ海水でブラシを用いて洗浄する区（A区），容器と水槽を海水でブラシを用いて洗浄する区（B区），容器にアサリを収容した状態で，容器と水槽に水道水を掛けるだけの洗浄を行う区（C区）を，それぞれ3区ずつ設けた。各試験区のアサリの収容密度は 220 千個/ $\text{m}^2$ とした。試験終了後，各試験区の稚貝の生残個数の計数および殻長の測定を行い，洗浄方法の違いによる稚貝の成長，生残への影響を比較した。
- ② 素掘り池を利用したアサリの飼育試験には瀬戸内海区水産研究所百島庁舎の実験池（5,200  $\text{m}^2$ ）を用いた。実験池内に稚貝を保護するための被せ網の有無と，網内部への通気の有無を組み合わせた4試験区（被せ網+通気区，通気区，被せ網区，対照区）を

設定した。2010年10月16日にアサリ受精卵7.5億粒を收容し、翌年7月22日に各試験区のアサリ稚貝を全数計数し、殻長を測定した。

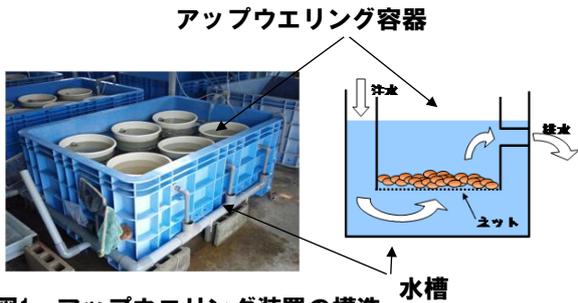


図1 アップウエリング装置の構造  
自然海水の掛流し飼育のため、水槽と容器に様々な生物や浮泥などが付着するので、頻りに洗浄しなければならない

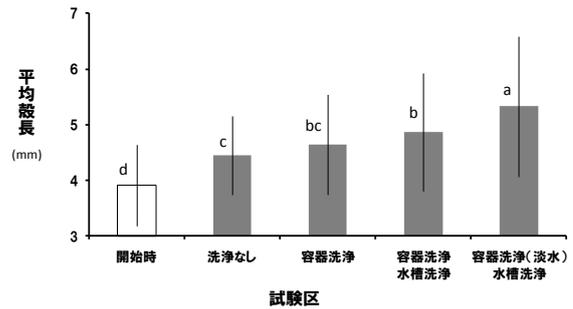
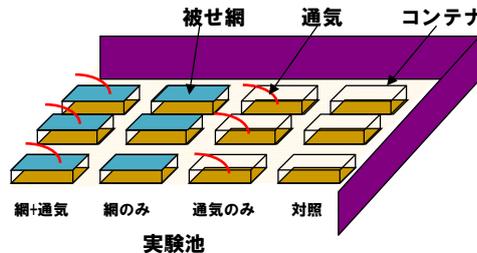


図2 洗浄方法の違いによるアサリ稚貝の成長の比較

自然海水を利用することでアサリ稚貝を高密度、低コストで飼育可能  
淡水による掛流し洗浄による作業の省力化



実験池 (素掘り池5, 200㎡)



各試験区に着底したアサリの生息密度と大きさを調査

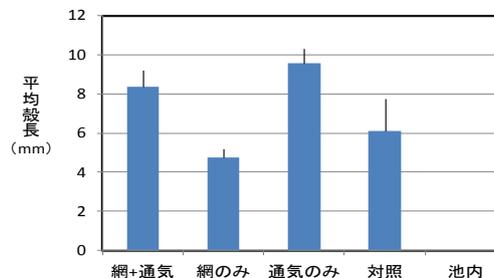
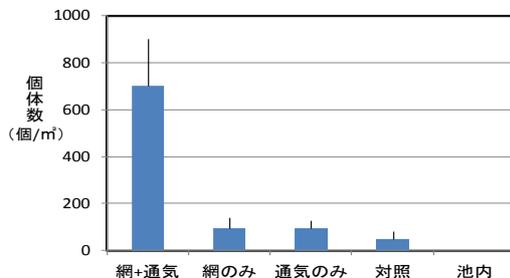


図3 実験池に收容したアサリ幼生の各試験区への着底個数と大きさ  
(試験期間: H22. 10. 16~H23. 7. 22)

コンテナ以外では、アサリ稚貝はほとんど確認されなかった。  
エビ養殖池でアサリを飼育するには被せ網と通気の併用に効果が認められた

### (結果と考察)

- ① 試験期間中の飼育海水の水温は 27.2~29.7°C、クロロフィル濃度は 0.5~1.5  $\mu\text{g}/\ell$  の範囲であった。容器内の海水の換水率は 15~20 回/時であった。飼育期間中に容器と水槽の洗浄を行わなかった対照区の稚貝の平均殻長は 4.4±0.70mm であったのに対し、容器のみを洗浄した A 区の平均殻長は 4.64±0.90mm、容器と水槽の両方を洗浄した B 区の平均殻長は 4.86±1.06mm、容器と水槽に水道水を掛けるだけの洗浄を行った C 区の平均殻長は 5.32±1.25mm であり、他の試験区よりも大きく (Steel-Dwass の方法による多重比較  $p<0.05$ )、洗浄方法の違いにより試験終了時の稚貝の殻長に統計的有意差が認められた (Kruskal-Wallis test,  $p<0.05$ )。一方、各試験区の稚貝の生残率は 81~93% であり、洗浄方法の違いによる顕著な差は認められなかった。また、水道水による洗浄を行った C 区では、洗浄後、容器内にヨコエビやゴカイ等の死亡個体が多数確認された。
- ② アサリ稚貝の個体数は、被せ網+通気区が 702 個/ $\text{m}^2$  と最も多く、また、試験終了時の稚貝の平均殻長は、被せ網+通気区は 8.2mm、通気区は 9.7mm であり、他の区に比べて成長が優れた。一方、試験区外では、稚貝はほとんど確認されなかった。また、水流を発生させることにより、稚貝の成長が早まることが明らかにされた。しかし、実験池内には甲殻類や魚類などの食害生物が多数生息していることから、エビ養殖池跡地等の屋外池に受精卵または浮遊幼生を収容しアサリ稚貝を生産する場合は、食害の防除対策が必要であると考えられた。

## 調査研究 5

### (目的)

近年日本各地でアサリ資源が減少し、アサリ漁業が崩壊寸前にある地域が多く見られる。このような地域でアサリ漁業を成立させるためには、天然アサリ資源の回復を計るだけでなく、天然稚貝加入に依存しない養殖的生産技術の開発が必要と考えられる。一方、養殖生産に用いる種苗は、天然個体群への遺伝的影響等を考慮し、地場の親貝由来の種苗を用いることが望ましい。本課題では、近年アサリ資源減少の著しい大分県中津干潟において、大分県産親貝由来のアサリ人工種苗を、被せ網を用いて干潟上で保護・育成し、漁獲サイズの成貝を生産する技術の開発を行う。

### (材料と方法)

大分県中津干潟において、アサリ稚貝の被せ網放流・養殖調査を、平成 22 年 6 月～、平成 22 年 11 月～、平成 23 年 6 月～、の計 3 回実施した。調査の詳細は以下のとおり。

- ① 平成 22 年 6 月 28 日、大分県中津干潟の中津新港横砂原および高洲石原の 2 地点に 10m×10m サイズの被せ網試験区を 2 区画、合計 4 区画設置し、大分県産親貝由来の人工種苗 (平均殻長 6.3mm) を、1050 個体/ $\text{m}^2$  の密度 (1050×100  $\text{m}^2$ /区画=10.5 万個体/区画) で放流した。被せ網は目合い 9mm、四隅を杭で固定し、網の周辺部を底質中に埋設した。また、網の内側に土のうを設置し、網と干潟表面の間に隙間ができるようにした。これは、網内への砂泥の堆積によるアサリの斃死や、被食の軽減を意図したものである。放流後の成長および生残を調べるため、約 1 ヶ月後および約 4 ヶ月後に、20cm×20cm (深さ約 10cm) のコドラートおよび 2mm 目のフルイを用いて放流アサリを採集し、後日個体数の計数と殻長の測定を行なった。放流アサリと天然アサリは、殻表面の障害輪により区別した。
- ② 平成 22 年 11 月 8 日、大分県中津干潟の中津新港横砂原および高洲石原の 2 地点に 6m×6m サイズの被せ網試験区を 2 区画ずつ計 4 区画設置し、大分県産親貝由来の人工

種苗(大サイズ平均殻長 8.0mm および小サイズ同 5.1mm)を、大サイズ 556 個体/m<sup>2</sup>(556 × 36 m<sup>2</sup>/区画=2 万個体/区画) および小サイズ 2778 個体/m<sup>2</sup> (2778 × 36 m<sup>2</sup>/区画=10 万個体/区画) の密度で放流した。被せ網は目合い 9mm、四隅を杭で固定し、網の周辺部を底質中に埋設し杭で固定するとともに網周辺上に土のうを置いた。また、網の内側に土のうを設置し、網と干潟表面の間に隙間ができるようにした。約 1 ヶ月後に、放流アサリを採集し、後日個体数の計数と殻長の測定を行なった。

- ③ 平成 23 年 6 月 1 日、大分県中津干潟の中津新港横および小祝地先の 2 地点に、7m × 7m-9mm 目合および 7m × 7m-5mm 目合の被せ網試験区を 1 区画ずつ、2 地点計 4 区画を設置し、大分県産親貝由来の人工種苗(平均殻長 11.6mm)を、1500 個体/m<sup>2</sup>の密度で放流した。被せ網の周囲にはあらかじめチェーン(5mm 径)をとりつけ、網の周囲を底質中に約 10cm 程度埋設し、らせん杭で固定し(16 本/区画)、杭と杭の間の網周辺上には土嚢を置いた(16 箇所/区画)。また、被せ網の内側には、あらかじめ土嚢を設置し(9 箇所)、土嚢にペットボトルの浮きをヒモでくくりつけることで、水没時に被せ網が浮き上がる構造とした。被せ網の費用は、被せ網(7m 角) 28000 円、チェーン(5mm 径、30m 巻き) 16000 円、らせん杭(16 本) 8320 円、土嚢袋(16 袋) 400 円、ペットボトル(500ml、9 本) 1000 円、ペットボトル固定用土嚢袋(9 袋) 225 円、インシュロックタイ(100 本) 2000 円で合計約 56000 円/区画、約 1140 円/m<sup>2</sup>であった。チェーンやらせん杭は数回使えるものとして計算した場合、被せ網の費用はおおよそ 1000 円/m<sup>2</sup>以下程度とみなせた。放流後の成長および生残を調べるため、1 ヶ月後、3 ヶ月後、6 ヶ月後に 20cm × 20cm(深さ約 10cm)のコドラートおよび 2mm 目のフルイを用いて放流アサリを採集し(6 枠/区画)、後日個体数の計数と殻長の測定を行なった。なお、放流アサリと天然アサリは、殻表面の障害輪により区別が可能であるが、区画周辺に天然のアサリはほぼ生息していなかったため、採集したアサリはすべて放流したものとみなした。

(結果と考察)

① 新港横砂原および高洲石原試験区における平成 22 年 6 月放流アサリの生残は、放流 1 ヶ月後には放流時の 10%以下に減少し、新港横砂原の平均生息密度は 4.2 個体/0.04 m<sup>2</sup>(放流時の 9.9%)、高洲石原の平均生息密度は 0.9 個体/0.04 m<sup>2</sup>(放流時の 2.1%)であった。生残率が低かった原因として、網の周囲等から捕食者が侵入した可能性や、波浪により放流後に種苗が逸散した可能性、種苗を移送した際に高温で弱った可能性等が考えられる。一方、放流後の成長は、約 4 ヶ月後(11 月)に新港横砂原では平均殻長は 22.0mm、高洲石原では平均殻長 20.5mm に達した。

② 新港横砂原および高洲石原試験区における平成 22 年 11 月放流アサリの生残は、約 1 ヶ月後に新港横大サイズ区 4.5%、同小サイズ区 9.5%、高洲石原大サイズ区 6.3%、同小サイズ区 16%と、放流時の 16%以下に減少した。また、放流 1 ヶ月後(12 月)のサンプリング時、新港横放流区の網上にはツメタガイのい集が見られた(大サイズ区網上 18 個体、小サイズ区網上 27 個体)が、網の下のアサリをどの程度捕食したかは不明である。放流 1 ヶ月後の平均殻長は、新港横小サイズ区 7.9mm、同大サイズ区 6.0mm、高洲石原小サイズ区 7.9mm、同大サイズ区 6.8mm と、小サイズ区で平均殻長が約 0.9-1.7mm 増大したが、この間の日間成長速度は 0.06mm/日以下と低かった。

平成 22 年度に実施した①および②の結果から、新港横砂原および高洲石原のアサリの成長は同等であり、ともに育成適地であると考えられたが、生残率が非常に低く、種苗の区画外への流失や被食減耗を防ぐ被せ網の構造改良が必要と考えられた。また、放流開始時

期を6月頃にすれば、放流後の成長がよいと考えられ、生残も向上する可能性が考えられた。

③ 平成23年6月に新港横および小祝地先に放流したアサリの生残および殻長の推移を図1および図2に示した。放流3ヶ月後までの生残は全区画で70%以上と、平成22年度に放流1ヶ月後に10~16%以下に減少した事例と比べ、非常に高い生残率であった。その後、放流半年後には新港横で約20%~小祝地先で約40%に減少したものの、平成22年度に比べ生残率が向上した。放流半年後の生残(採集個体数を対数変換し比較)は地点により有意に異なり(ANOVA,  $p < 0.05$ )、小祝が新港横より生残がよかった。網目(5mm目と9mm目)による生残の差は有意ではなかったものの(ANOVA,  $p = 0.13$ )、5mm目区のほうが若干密度は高かった。5mm目網のほうが9mm目網に比べ丈夫で網の破れが少なかったため、生残がよかった可能性が考えられる。また、放流半年後の平均殻長は、地点および網目により有意に異なり(ANOVA,  $p < 0.01$ )、新港横が小祝より大きく、5mm目区のほうが9mm目区よりも成長がよかった。5mm目の成長がよかった理由はよくわからないが、網に付着した微細藻類が餌として供給された可能性が推察される。平成23年度の生残率が平成22年度に比べ向上した要因として、被せ網の構造(網周囲の埋設、網を浮かせた)が改善されたことと、放流時の種苗サイズが大きかったため放流後の逸散による減耗がほぼ生じなかったことが考えられる。また、放流時期も6月と適切な時期に実施したため、放流後の成長がよく生残も高かったことが考えられる。以上の結果から、平成23年6月に放流したアサリが漁獲サイズ(30m、7g)に達するのは平成24年の春と考えられ、この間の生残を25%と仮定すると、漁獲金額 =  $1500 \text{ 個}/\text{m}^2 \times 25\% \times 7\text{g} \times 600 \text{ 円}/\text{kg} \doteq 1500 \text{ 円}/\text{m}^2$ となる。利益 = 漁獲金額 - (種苗代 + 被せ網代) とすると、被せ網代が1000円/ $\text{m}^2$ 以下、種苗代が0.3円/個以下(放流密度  $1500 \text{ 個}/\text{m}^2 \times 0.3 \text{ 円} \doteq 500 \text{ 円}/\text{m}^2$ )で利益がプラスになると考えられる。

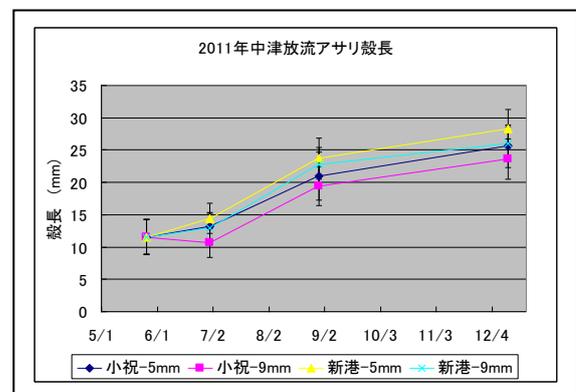
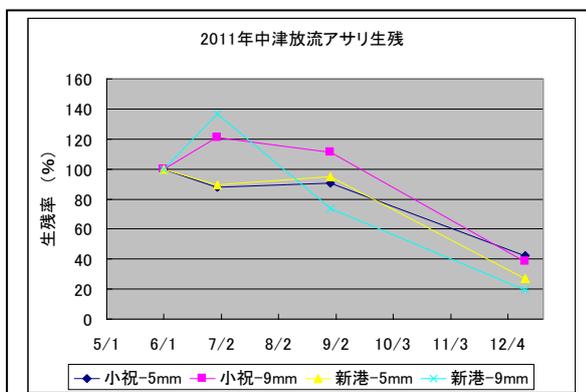


図1(左図) 平成23年6月放流アサリの生残推移。放流3ヶ月後の生残は70%以上、放流半年後の生残は20%~40%と前年度の結果(放流約1ヶ月後に10%~16%以下に低下)に比べ大きく向上した。

図2(右図) 平成23年6月放流アサリの殻長推移。放流半年後には殻長約25mmに達した。

## 担当機関：東京久栄

### （目的）

稚貝を適切に運用することを目的として、稚貝の定着判定のための干潟の物理環境ゾーニング手法を開発する。

### （材料と方法）

- ① 干潟上では潮の満ち引きにより水深が変化し、それに応じて波高分布やその影響は大きく変化する。また、来襲する波浪も気象条件の変化により、時々刻々変化する。そこで、数値計算によって波浪・潮位変化を考慮した稚貝の移動確率を求める手法を開発し適用性を検証した。また、手法の汎用化を目指して代表波浪・潮位条件を基にした手法の検討を行った。
- ② 稚貝の移動経路・流れによる渦の発生域の有無を解析することで、前記方法で適地と判定されないがアサリ稚貝が存在する場所の判定ができる手法を検討した（動的安定）。
- ③ 上記①、②の手法を兵庫県唐船干潟、北海道サロマ湖、大分県中津干潟に適用し、稚貝の安定性の検討のケーススタディーを行った。

### （結果と考察）

- ① 干潟上の波浪を、波高・潮位を数パターンで離散化し、総当たりのケースでシールズ数による稚貝の安定判定を行い、稚貝の安定性を評価した。この手法を兵庫県唐船干潟における稚貝分布と照らし合わせることで（図 1）、底質の移動確率が 5%を超えないような海域で稚貝が安定するという評価基準を作成した。また、平均水位条件、月最大波相当の波高より求められたシールズ数 0.2 以下の海域が判断基準として代用できることを明らかにし、手法を汎用化（簡易化）した。
- ② 前記の安定解析では適地と判定されない三番瀬干潟における稚貝調査結果では、アサリ稚貝がある範囲内に偏って分布していた。平均水位、月最大波条件で計算した海浜流分布から渦度を計算し、流れの収束域を調べたところ、稚貝分布域付近に海浜流の収束域が出現していた（図 2）。このことより、渦度を指標として海浜流の流れの収束域を調べることで動的安定の判断基準になることを示した。これは、アサリ稚貝が移動を繰り返しながらも、一定範囲内で循環するような場所に相当する。
- ③ 稚貝の移動確率 5%を基準に、ケーススタディーとして漁場の稚貝の安定性を評価した。北海道サロマ湖では、底質が砂の場合（粒径 0.5mm）の移動確率を算定した結果、試験工区では 5%以上となるが（図 3）、貝殻を散布し底質を移動しにくくすることで安定する結果となった。中津干潟は、山国川河口の導流堤の影となる一部の領域のみで稚貝が安定する結果となり、波あたりが非常に厳しい海域であると判断される（図 4）。しかし、動的安定として、渦の発生状況を確認したところ、吉富漁港前面の海域、山国川の導流堤周辺において強い渦ができる可能性が示され（図 5）、これらの海域がアサリ稚貝の動的な安定範囲となる結果となった。

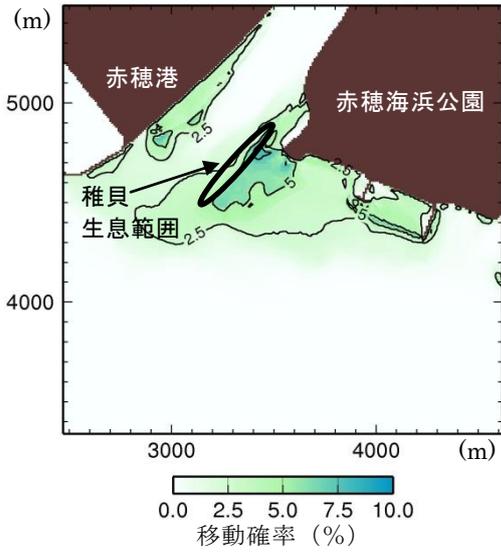


図1 兵庫県 移動確率結果

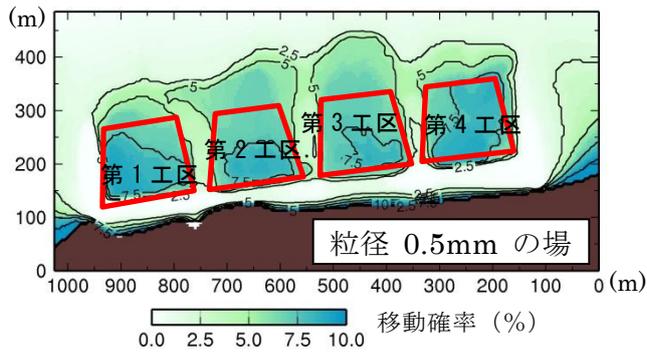


図3 北海道 移動確率結果

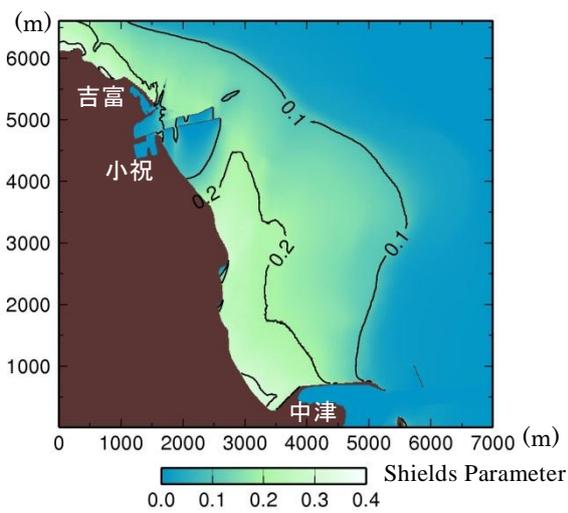
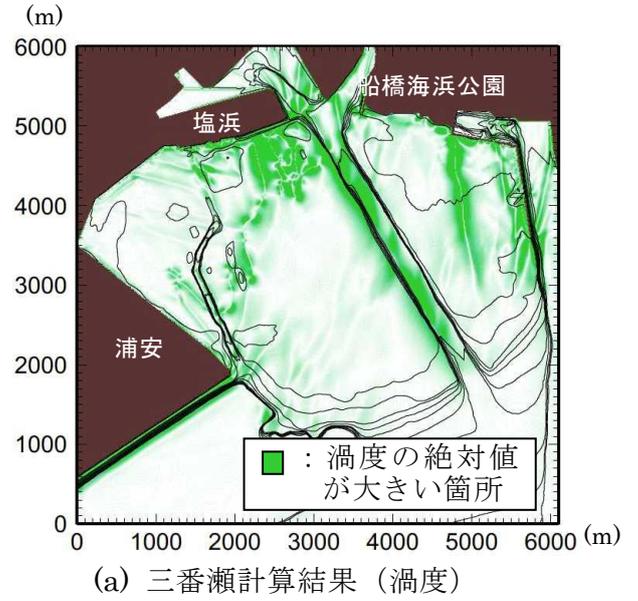
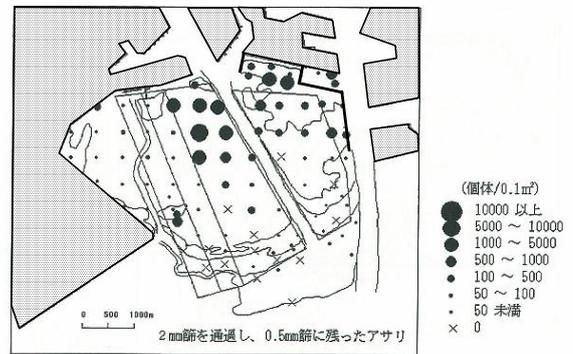


図4 中津干潟 シールドズ数分布



(a) 三番瀬計算結果 (渦度)



(b) 三番瀬稚貝分布 (千葉県 (2003))

図2 動的安定の検討  
(a:渦度計算結果、b:稚貝生息域)

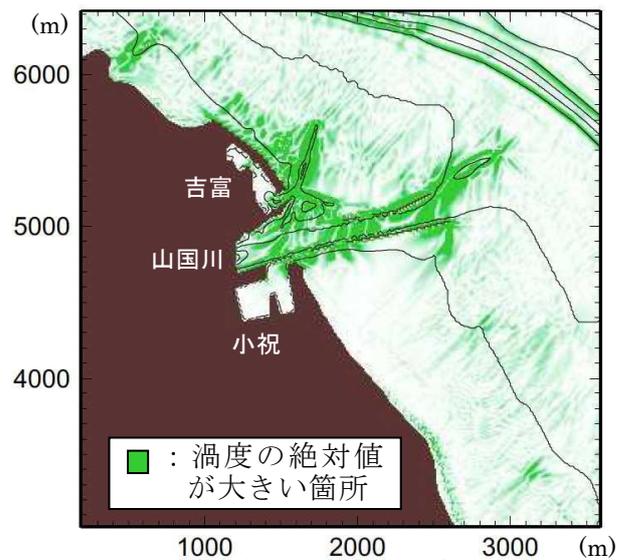


図5 中津干潟渦度解析結果

## 担当機関：北海道立総合研究機構中央水産試験場

### (目的)

北海道のアサリ造成漁場では、稚貝は発生するものの成長が遅く漁獲に結びつかない場所や、成長は良好なものの稚貝発生が乏しい場所が同一漁場内でしばしば観測される。このような漁場では、稚貝供給場と成育場をゾーニングすることにより、アサリ生産の最適化を図ることが可能と考えられる。こうした中、道総研中央水試では、波・流れにより移送されるアサリ稚貝をホタテ貝殻の散布によって漁場に集積させる技術をサロマ湖アサリ造成漁場において開発したが、貝殻散布場に集積した成長の遅い稚貝や第2湖口の入り江に集積した漁獲に寄与しない稚貝を成育適地に放流し、生産に結びつけるための技術開発が課題となっていた。そこで、当該造成漁場を対象に稚貝の成長・生残に適した成育場の選定手法を開発するとともに、放流用稚貝の採集方法を検討し、成育場の評価から稚貝採集・放流を経て漁獲に至る工程を体系化した。

### (材料と方法)

- ① 稚貝成育場の検討：アサリ稚貝の成長適地を検討するため、H21年5月に1, 2および4工区の沖側に底面積0.16m<sup>2</sup>のケージを3個ずつ埋設し、各工区とも各々のケージに100, 200および400個体のアサリ稚貝(平均殻長17.2~18.4mm)を収容した後、同年11月にケージ内の稚貝を回収し、殻長、重量および肥満度を計測することにより工区間の成長差を比較した。また、稚貝の生残適地を検討するため、AMEDAS常呂の風向・風速データを用いてSMB法により有義波高と有義波周期を計算した。得られた値を用いて、漁場全体を対象にエネルギー平衡方程式による波浪変形計算を行った後、各格子点のシールズ数を求め、これが稚貝の移動限界シールズ数を超える頻度を移動確率として算出し(東京久栄担当)、工区間の物理的減耗の程度を比較した。
- ② 稚貝採集方法の検討：稚貝集積場におけるアサリの生息状況を把握するため、貝殻散布場と第2湖口の入り江を対象として、H21年9月に各々3地点において枠取り採集(0.04m<sup>2</sup>)を実施し、稚貝の個体密度と殻長を計測した。また、稚貝の採集方法を検討するため、H22年4月およびH23年9月にエジェクタポンプ(水工研所有)を用いて稚貝採集の効率性を調査した。
- ③ 成育場選定の妥当性検証：成育場選定の妥当性を検証するため、H22年4月に成育適地として1工区沖側、成育不適地として4工区岸側を選定し、各々25m<sup>2</sup>の区画内にポンプ採集で得られたアサリ稚貝を約18,000個体ずつ放流した後、7月、9月、11月および翌年4月に各工区5回の枠取り採集(0.04m<sup>2</sup>)を実施し、殻長と個体密度を計測することにより成長と生残を比較した。また、H23年11月には、1工区沖側の区画を対象に漁獲試験を実施し、漁獲量と漁獲金額を記録した。

### (結果と考察)

- ① 稚貝成育場の検討：殻長と重量を指標とした成長は、各密度とも4工区>1工区>2工区の順に高い値を示すとともに、同じ工区内では低密度ほど高くなる傾向がみられた。また、肥満度を指標とした成長は、1工区が2, 4工区に比較して有意に高い値を示したが、密度による差は検出されなかった(図1)。一方、稚貝の移動確率を計算した結果、各工区とも5~10%の範囲の値を示すとともに、工区内では沖側ほど低くなる傾向がみられた(図2)。以上の結果から、高い肥満度が期待され、物理的減耗の程度が低い1工区沖側を成育適地に選定した。また、物理的減耗が同程度で、アサリの成長が遅いことが漁業者の間で知られている4工区岸側を成長不適地に設定した。

- ② 稚貝採集方法の検討: 殻長 30mm 以下の稚貝が, 第 2 湖口の入り江では 2,000~13,000 個体/m<sup>2</sup>, 貝殻散布漁場では 1,100 個体/m<sup>2</sup> の密度で生息していた。また, 第 2 湖口の入り江の面積約 50m<sup>2</sup> の範囲において約 3 時間の採集作業を行った結果, アサリ稚貝を含む総重量 391.5kg の採集物が得られた。このうち 23kg の抽出サンプルから推定された稚貝の殻長, 総重量および個体数は, それぞれ 4~26mm (平均 11.6mm), 15.7kg および 36,088 個体であり, 従来の漁法に比べて効率的に稚貝を採集できることが示された。
- ③ 成育場選定の妥当性検証: 殻長を指標とした成長は, 1 工区のほうが良好に推移し, 12 か月後の殻長は, 1 工区のほうが 4 工区より 1.7 倍高い値を示した (図 3)。また, 密度は, 両工区とも放流直後に激減したが, その後 4 工区では減少し続けたのに対して, 1 工区では横ばいに推移し, 放流時を 100% とした生残率は, 12 か月が経過した時点で, 1 工区のほうが 4 工区より 4.4 倍高い値を示した (図 3)。以上の結果から, 成育場選定の妥当性が検証された。一方, 漁獲試験では, 漁業者 2 名による延べ 255 分の手堀作業により, 区画内の放流個体と推定されるアサリを全て回収した。その結果, 漁獲量は 5.3kg (平均殻長 29.0±3.7mm), 漁獲金額は 2,450 円であり, 工区の沖側半分を成育場として今回の試験と同密度で稚貝を放流できると仮定すれば, 2.1 トン (98 万円) の漁獲が期待できるものと考えられた。以上を踏まえて, ケージ試験・波浪場解析による成育場の区分→稚貝集積場の確保 (第 2 湖口)・造成 (貝殻散布) → エジェクタポンプによる稚貝採集→成育場への放流→2~3 年後の漁獲→再放流といったサイクルで構成されるアサリ漁場の最適利用方法を提示した。

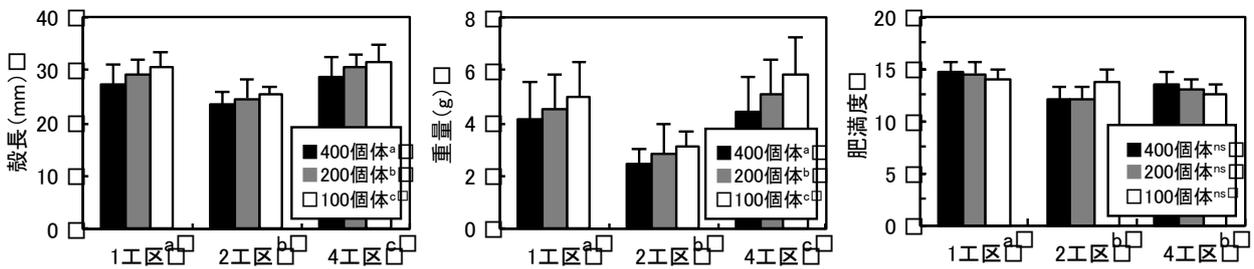


図 1 ケージ試験によるアサリ稚貝の殻長, 重量および肥満度の比較 (同ヒアルファベット間には有意差なし)

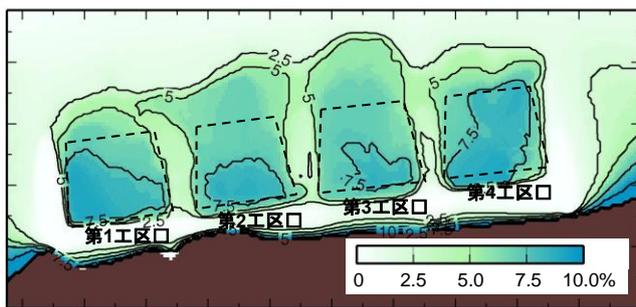


図 2 平面波浪場解析による稚貝移動確率の分布

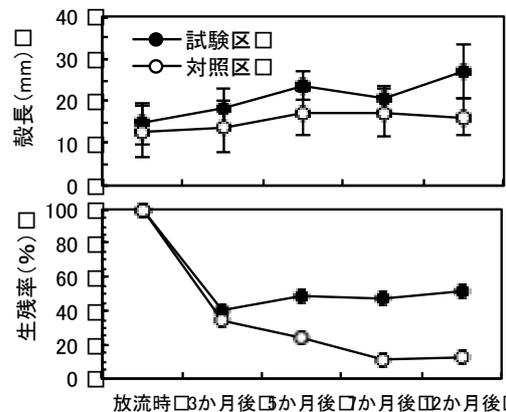


図 3 放流稚貝の平均殻長と生残率の変化

## 担当機関：愛知県水産試験場漁業生産研究所

### (目的)

三河湾前浜干潟における初期稚貝の定着に対する阻害要因を明らかにするとともに、稚貝資源の増大方策を検討・実施し、稚貝自給システムを新たに確立することを目的とする。

### (材料と方法)

- ① 三河湾一色干潟において、稚貝発生状況と底面流動環境を調査した(平成 21 年度)。稚貝発生状況調査は、採集面積 40cm<sup>2</sup> コアと 200cm<sup>2</sup> 方形枠の 2 つの方法で底土を採集し(4 定点)、底土中に含まれるアサリ稚貝の個体数の計数と殻長を測定することで行った。また、中央粒径が異なる 2 定点については、自記式流向流速計(COMPACT-EM、JFE アドバンテック社製、バースト 90 分、0.5 秒インターバル、600 サンプル)を海底面に設置し、底面流動環境を調査した。
- ② ①の結果、波動成分がアサリ稚貝の定着の阻害要因と推察された。そこで、一色干潟に緩流施設を設置し、波動成分を減衰させて、稚貝の定着を促進させる方策を検討した(平成 22 年度)。緩流施設は、支柱式ノリ養殖施設を改良して使用した。すなわち、波に対する抵抗を高めるためにノリ網は 5 寸目網を 5 枚重ねとし、ノリ網は海底面から 50cm の位置で、底面に対して水平に支柱に固定した(以下、固定式と記す)。施設内外に定点を置き(図 1)、①と同様の方法で稚貝発生状況及び底面流動環境を調査した。
- ③ ②の結果、固定式による流速の減衰は潮位(海水面)がノリ網の設置位置に近いときに確認された。そこで、減衰が起こる期間を長くするために、ノリ網を海水面に浮動させる方法を検討した(平成 23 年度)。ノリ網に棒状の浮き(伸子棒)を装着し、網の位置は底面から 40cm とし、網を固定するヒモは弛ませて支柱に結びつけた(以下半浮動式と記す)。施設内外に定点を置き(図 1)、①と同様の方法で稚貝発生状況及び底面流動環境を調査した。

### (結果と考察)

- ① アサリの移動限界判定の結果、一色干潟における底面流動環境は波動成分の影響が強く、アサリ初期稚貝の定着に対する阻害要因と考えられた(図 2)。また、その影響は底質の中央粒径が小さい定点の方が強く、初期稚貝の発生状況についても中央粒径が小さい定点の方が低密度であった(TukeyHSD,  $P<0.05$ )。
- ② 波が施設外から施設内に侵入したときの流速の減衰を減衰率 $\{[\text{施設外変動流速(st.A)} - \text{施設内変動流速(st.B または st.C)}] / \text{施設外変動流速(st.A)} \times 100\}$ として算出した。これによると、ノリ網に付着物がない状態では最大でも 20%程度の流速の減衰しか起こらなかったが、ノリ網にアオノリが繁茂し、かつ潮位(海水面の位置)がノリ網の設置位置に近いときには最大で約 50%の高い減衰が起こっていた(図 3)。また、アオノリ繁茂前には有意差がなかった施設内外の稚貝密度は、アオノリ繁茂 1 ヶ月後に、施設内の定点で施設外に比べて有意に高くなっていたことから(TukeyHSD,  $P<0.05$ )、ノリ網にアオノリが繁茂すると流速が減衰し、稚貝の定着が促進されると考えられた(図 4)。
- ③ 半浮動式による流速の減衰率は、付着物がない状態では 20%程度で、固定式と同程度であった。試験開始 6 週間後にはノリ網にカキ類が大量に付着していた。このときにはカキ類の重さでノリ網が海水面に浮動していなかったため、付着物付着後の半浮動による流速の減衰については再検討する必要がある。カキ類大量付着後の流速の減衰率は、潮位(海水面の位置)がノリ網の設置位置に近いときに最大で約 60%と高く

なっており、これは固定式のアオノリ繁茂時と同じ傾向であった（図5）。また、稚貝発生状況についてもカキ類大量付着後に施設内で密度が高くなる傾向がみられた（図6）。

②③の結果より、ノリ養殖施設で流速の減衰による稚貝の定着促進効果を得るためには、ノリ網に付着物を付着させる必要があると考えられた。また、付着物付着時の流速の減衰は、潮位（海水面の位置）がノリ網の設置位置に近いときに起こることが明らかになった。緩流施設としてのノリ養殖施設を、例えばアオノリやカキ類の養殖等、何らかの増養殖と結びつけることにより、漁業者への速やかな技術の普及が期待できる。今後はこのことを考慮しながら、付着性生物の選択、ノリ網の設置位置や設置時期の検討等をしていく必要があると考えられた。

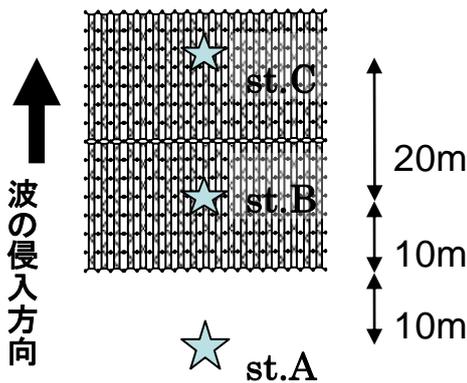


図1 ノリ養殖施設と観測地点

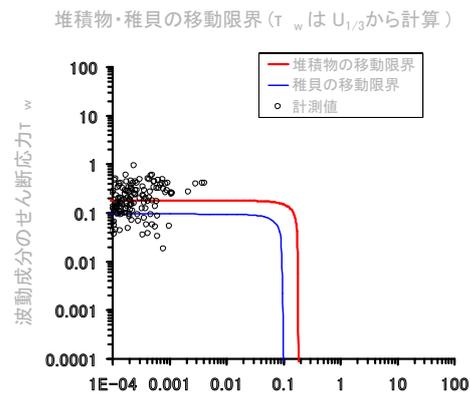


図2 一色干潟における移動限界判定結果

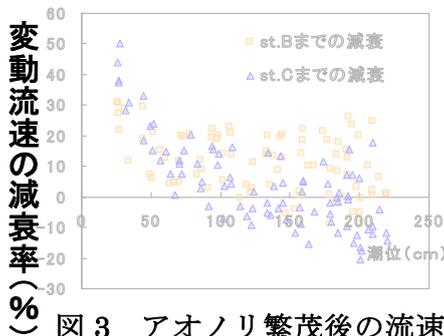


図3 アオノリ繁茂後の流速の減衰

稚貝密度の割合

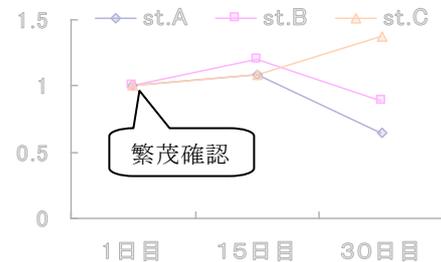


図4 アオノリ繁茂確認後の稚貝密度の変化

(1日目の各st.の稚貝密度を1とした)

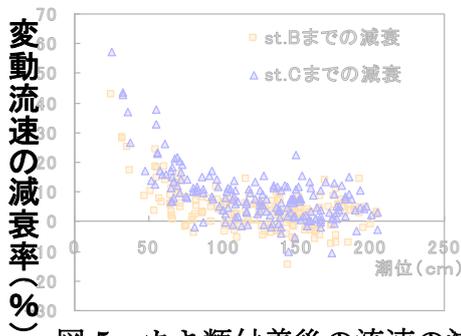


図5 カキ類付着後の流速の減衰

稚貝密度の割合

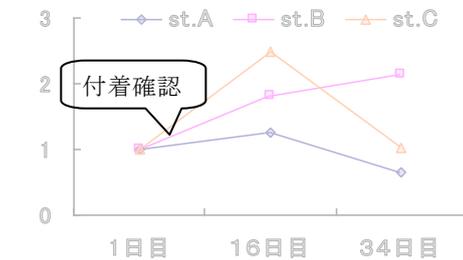


図6 カキ類付着確認後の稚貝密度の変化

(1日目の各st.の稚貝密度を1とした)

担当機関：兵庫県立水産技術センター

◎ 備考

事業実施にあたって、多大なるご協力をいただいた吉田漁業協同組合の方々に感謝申し上げます。

### (目的)

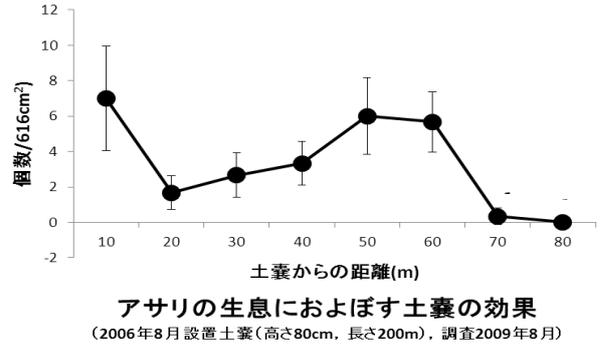
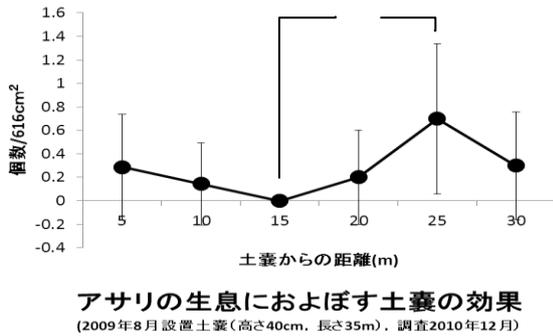
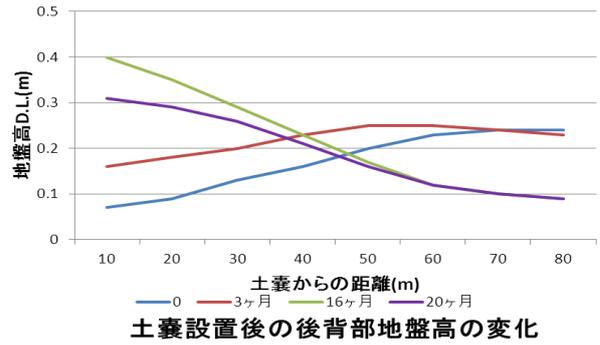
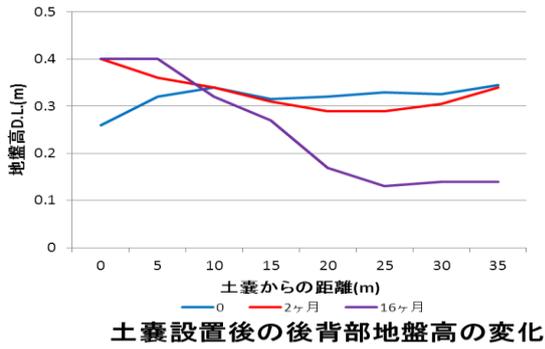
アサリ浮遊幼生が多い場合は、干潟に設置した土嚢によりアサリの着底・定着を図って稚貝を集め、アサリ浮遊幼生が少ない場合は、アサリの人工種苗(殻長 5~10mm)を低価格で生産し、地形・波浪から推算された生育適地に放流して漁獲につなげる。また、低価格で人工生産したアサリ種苗は放流用だけでなく垂下養殖用種苗としての利用の可否についても検討する。

### (材料と方法)

- ① **アサリの着底・定着促進のための土嚢の効果** アサリの着底・定着促進を図るため 2009 年 8 月 19 日に赤穂市唐船干潟に D.L.+0.2m 地点に高さ 40cm、長さ 35m の土嚢を設置した。2009 年 12 月に土嚢後背部 5m ピッチで 35m までの地点でアサリ着底稚貝の分布調査を実施した。同時に地盤高および波・流れによる剪断応力測定も実施した。また、2010 年 10 月および 12 月には土嚢後背部のアサリ(殻長 10mm 以上)の分布調査も土嚢後背部 5m ピッチで 35m までの地点で実施した。
- ② **人工生産したアサリの垂下養殖用種苗としての利用** 6~7 月頃数回採卵・受精し、陸上施設で殻長 0.5mm まで市販の餌料(キートケロス)を用いて種苗生産した。殻長 0.5mm 以降は 100 目ネットを張った野菜カゴに收容し、港に浮かべた筏に垂下して生産単価を極力抑えて殻長 5~10mm まで飼育した。こうして中間育成した平均殻長 8.0mm のアサリを 2010 年 9 月にアサリ垂下養殖業者に 1 万個体配布した。垂下養殖業者は砂を 7 割ほど入れたコンテナ(セキスイテクノ株式会社製 セキスイコンテナ S-22、幅 45 cm×奥行き 35 cm×高さ 14 cm、ポリプロピレン製)に配布したアサリを 200 個体ずつ收容して筏に垂下して 2011 年 8 月まで畜養した。その間 4~5 月に 1 回砂の洗い替えを実施した。

### (結果と考察)

- ① **アサリの着底・定着促進のための土嚢の効果** 2009 年 12 月に実施した 2009 年設置土嚢後背部のアサリ着底稚貝調査はサンプルの保管状態が悪く、着底稚貝は検出できなかった。そこで、翌年 10 月と 12 月に土嚢後背部の殻長 10mm 以上のアサリの分布を調査した。その結果、アサリは土嚢から 25m 離れた地点に多く、最も少なかった 15m 地点と比べて有意に高かった( $P<0.05$ )。土嚢後背部 25m 地点でアサリ成貝が多かった理由としては、土嚢設置による地盤高の変化が考えられた。すなわち、土嚢を設置すると土嚢後背部直近への砂の堆積が認められ、土嚢設置前と比べて地盤高は高くなるが、一定距離離れると、地盤高は逆に設置前と比べて低くなり、この滞様の場所にアサリが生息したと考えられた。なお、土嚢後背部 10m と 25m の波の剪断応力は 25m が低かった。土嚢設置による地盤高の変化について 2006 年に設置した土嚢でも解析を行ったところ、2009 年設置土嚢と同様に、土嚢に近い地点では土嚢設置前と比べて地盤高が高くなるが、離れると逆に低くなること明らかになった。また、低くなった滞様の場所に同様にアサリが生息していた。このように、土嚢のアサリ分布におよぼす効果は、土嚢後背部直近の静穏域の創出によるアサリの着底促進もあるが、土嚢設置後時間をかけて作り出される滞様の場所の創出によるところが大きいと考えられた。



② 人工生産したアサリの垂下養殖用種苗としての利用

2010年9月にアサリ垂下養殖業者に配布した殻長8mmのアサリ稚貝は翌年2011年8月にはおよそ40mmに成長した。生残率は74%だった。なお、同種苗を水技センターの港で垂下したアサリについても6月には30mmに達し、生残率は89%と高かった。



## 担当機関：山口県水産研究センター

### (目的)

生産されたアサリ人工種苗を効率よくアサリの増殖に結びつけるための被覆網保護について、効果的な放流場所及び網の管理手法を明らかにするとともに、漁獲を行い、費用と効果の関係を把握する。

### (材料と方法)

- ① 2009年度 2009年7月22日、山口県周南市戸田の干潟に調査定点 st-1(潮位+70 cm干出)、st-2(潮位+100 cm干出)を設置して行った。放流試験区は、それぞれに 3.6m 四方をロープで囲った 3 試験区(a,b,c)を設けた。各試験区とも 2008 年産アサリ人工種苗(殻長 11.8 mm 以下 2008 アサリ)を 1,000 個/m<sup>2</sup>となるように放流した後、保護網(目合 9 mm)で覆った。試験区 a は毎月保護網を取り替える、試験区 b は毎月網の表側を化繊ほうきで擦り汚れを落とす、試験区 c はなにも行わないという管理手法を用いた。放流アサリの追跡は、放流翌月から毎月 1 回大潮干潮時に行い、試験区毎に採取(20×20 cm 枠、n=3)し、生残数を計数し、生残率を求めた。採取したアサリ(n=30)について殻長、殻高、殻幅、軟体部重量を測定し、肥満度を算出した。
- ② 2010年度 2010年7月14日、①の調査定点 st-1 の 3 試験区に新たに対照区を加えて 4 試験区とし、3.6m 四方をロープで囲った。①の 3 試験区には、平均殻長 34 mm に成長した 2008 アサリが、個体数密度で 640~667 個/m<sup>2</sup>生息しており、2008 アサリを全て残した試験区 a、2008 アサリ個体数密度の 25%を漁獲した試験区 b、2008 アサリ個体数密度の 50%を漁獲した試験区 c、試験区 a,b,c に隣接し、アサリの生息が確認されない場所を試験区 d(対照区)とした。各試験区とも、2009 年産アサリ人工種苗(殻長 11.2 mm 以下 2009 アサリ)を、2008 アサリとの合計密度が 1000 個/m<sup>2</sup>となるように放流した後、保護網(前年度網を継続使用)で覆った。放流アサリの追跡は、放流翌月から毎月 1 回大潮干潮時に行い、試験区毎に採取(20×20 cm 枠、n=3)し、生息数を計数し個体数密度(個/m<sup>2</sup>)を求めた。また、採取したアサリ(n=30)について体重(g)を測定し、個体数密度から重量密度(kg/m<sup>2</sup>)を算出した。
- ③ 2010年度 ②の 4 試験区を覆った網の表裏を入れ替え、干潟表面と網の摩擦による付着藻類除去効果の試験を行った。網の表裏を入れ替える時期として、2010 年 11 月を試験区 i (②試験区 d)、2010 年 12 月を試験区 ii (②試験区 b)、2011 年 1 月を試験区 iii (②試験区 c)、網の表裏を入れ替えない試験区 iv (②試験区 a)とし、2011 年 3 月 18 日に各試験区の保護網から網片(結節数=100)をそれぞれ 5ヶ所切り取り、付着藻類が確認できる結節を計数した。
- ④ 2011年度 2011年6月15日、②の試験区について、漁業者による漁獲を行った。漁獲したアサリは出荷を行い、アサリ単価(円/kg)を把握し、被覆網によるアサリ増殖手法に係る費用対効果を算出した。

### (結果と考察)

- ① st.1 と st.2 のアサリ人工種苗について放流約 6 ヶ月後の生残、殻長、肥満度に関する二元配置分散分析を行ったところ、生残については調査定点(p=0.54)、管理手法(p=0.87)及び両者の交互作用(p=0.55)では有意な差が見られなかった。また、殻長及び肥満度については調査定点で有意(<0.01)であったが、管理手法及び交互作用では有意ではなかった。よって、アサリ人工種苗の放流では、なるべく干出時間の短い場所を選定し、被覆網に管理については、半年程度行わなくても増殖効果は維持できると思われた。

- ② 試験開始時と比較した試験開始約6ヶ月後の重量密度の増加量及び割合は、試験区aで0.3 kg/m<sup>2</sup>及び1.1、試験区bで2.6 kg/m<sup>2</sup>及び1.7、試験区cで2.5 kg/m<sup>2</sup>及び2.1、試験区dで2.9 kg/m<sup>2</sup>及び15.5となり、試験区aで小さく、試験区dで大きかった(図1)。試験区aでは10月～11月にかけて2008アサリの減少が大きかった。試験区aのように、2008アサリの漁獲を行わずに2009アサリを放流しても重量密度の増加は少ないが、試験区dのようにアサリの生息が見られない状態で放流すると増加は大きくなる。よって、アサリを全て漁獲した状態で放流し、翌年に一部を漁獲して、種苗放流で補う手法が効果的である。
- ③ 各試験区の保護網から切り取った5ヶ所の網片(結節数=100)を顕微鏡観察し、付着藻類の見られる結節数を計数したところ、平均値は、試験区iで15、試験区iiで11、試験区iiiで23、試験区ivで29となり、各試験区の平均値には有意差が認められた(分散分析: p<0.05)。保護網の表裏を入れ替えることにより付着藻類の繁殖を抑えられることが確認でき、最も効果的なのは12月であった(図2)。
- ④ ②の試験区a,b,c,dから漁業者10名が2時間で合計183kgのアサリを漁獲した。漁獲したアサリを出荷したところ600円/kgであった。アサリの出荷単価とアサリ被覆網保護増殖に係る経費から費用対効果を求めると、全ての試験区で漁獲可能金額(2011年6月15日時点の重量密度kg/m<sup>2</sup>×試験区面積m<sup>2</sup>×600円/kg)が費用を上回った(図3)。試験区dのようにアサリのない状態で種苗放流すると1年目の増殖効果が高いが、限られた漁場生産力で漁獲量を高めるには、試験区b、cのように一部を漁獲しつつ、自然減と漁獲減を種苗放流で補う手法が適している(図1,3)。

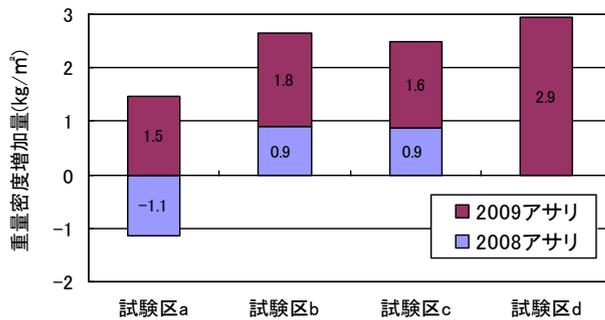


図1 重量密度増加量と増加割合

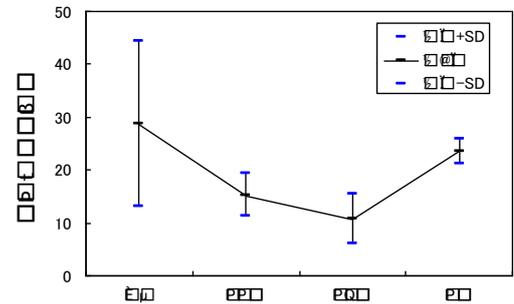


図2 藻類付着結節数

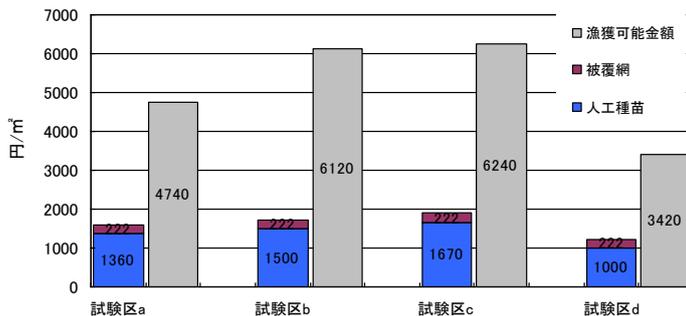


図3 被覆網保護による費用対効果

## 担当機関：福岡県水産海洋技術センター 豊前海研究所

### (目的)

福岡県豊前海におけるアサリの漁獲量は、昭和 63 年頃までは 5,000 トン前後と全国有数の水揚げがあったにもかかわらず、近年では 100 t 以下にまで激減している。その要因の 1 つとして、漁場に稚貝が発生しても成貝 (30mm 以上) に成長するまでの過程で逸散・消失し、漁業生産に結び付いていないことが明らかにされており、過去、本事業においても土のう法や竹杭等の人工構造物の逸散防止効果を検討してきたが、耐久性に課題があることが分かった。そこで今回は、新たな構造物として、海底表面の流れを減衰させて砂の流れを防ぐことを目的に、格子状の構造を有する FRP 製グレーチング (約 1m×1m) 設置によるアサリ稚貝の逸散防止効果を検討した。併せて、施設の耐久性についても検討した。

### (材料と方法)

- ① アサリの採卵は、4 月および 10 月に行い、昇温刺激により卵を採集し、その後、0.5t パンライト水槽にて稚貝着定期まで止水飼育を行った。アサリが着底した後は、アップウェリング水槽にて飼育を行った。
- ② 砂浜域における底質安定化を目的に FRP 製グレーチングを砂浜に設置し、アサリ稚貝の逸散防止効果と耐久性を、砂浜域の被覆網 (防風ネット; 5×5m 角、9mm 目合) 区及び無処理区 (枠ロープのみ設置)、また石原域における被覆網 (防風ネット; 5×5m 角、9mm 目合) 区及び無処理区 (同様) と比較検討した。

各試験区とも構造物は、放流日の前日に設置した。人工種苗 (平均殻長 7.6 mm) の放流は、平成 23 年 10 月 25 日に行い、放流後 1、2、7、36、66 日目に目視による施設の破損状況の確認および写真撮影を行った。また、アサリ稚貝の逸散防止効果を検討するために、放流後 36 日目にはコアーサンプル法でアサリ稚貝を採集し、1 m<sup>2</sup>当たりの生残数を算出した。

### 砂浜



試験区 A：被覆網区 試験区 B 区：グレーチング (写真右) 試験区 C：対照区

### 石原

試験区 1：被覆網区 (写真奥)

試験区 2：対照区 (写真手前)



(結果と考察)

① アサリの種苗生産結果を表1に示した。

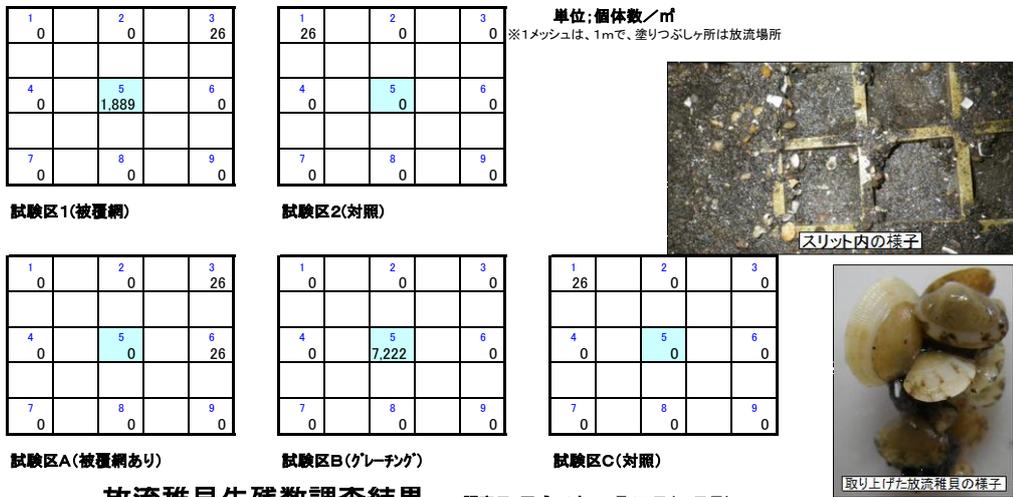
成熟度の高い親貝を使用し、水替え回数を増やして飼育環境を改善することで、着底稚貝までの生残歩留りは格段に改善された。

表1 アサリの種苗生産(結果)

年 度	採卵月	浮遊幼生数 (千個)	着底稚概数 (千個)	歩留まり (%)	備 考 (改良ヶ所)
平成21年度	4月	12,500	75	0.60	
	5月	38,750	60	0.15	
	6月	38,750	120	0.31	
	計	90,000	255	0.28	
平成22年度	4月	6,850	232	3.39	・成熟度の高い親貝を用いた。 ・水替えや清掃等の頻度を多くした。
	10月	5,500	1,200	21.82	
	計	12,350	1,432	11.60	
平成23年度	4月	10,000	5,500	55.00	
	10月	6,000	2,500	41.67	
	計	16,000	8,000	50.00	

② 放流後36日目の放流稚貝の生残状況は、放流点で生残が確認できたのは試験区1と試験区Bの2点のみであった。生残数は、追跡期間が短いものの、今回新しく取り組んだグレーチング区(試験区B)の方が、従来から逸散防止効果が高いと評価されている石原+被覆網区(試験区1)より好成績であった。

また、施設の耐久性については、グレーチングのスリット内に砂が堆積し、若干地盤が高くはなったものの、施設自体の破損等は見られず、砂浜質の海底に同化した状態になっていた。



放流稚貝生残数調査結果

調査日:平成23年11月30日(36日目)



試験区B(グレーチング区)の経時変化

## 担当機関：大分県農林水産研究指導センター

### (目的)

平成 21 年度の調査では中津市山国川河口沖約 1,000m に造成された人工石原において、隣接する砂質帯(以後、砂原)に比べて多くの着底稚貝が生息していることがわかった。しかし、アサリの生息に適した石の大きさや砂の組成までは解明できなかったため、人工石原帯の物理環境(地盤高、底質の粒度、石の体積等)とアサリ個体数(着底稚貝、稚貝)との関係について調査を行った。また、石原での被覆網設置により、被覆時期によって稚貝の集積状況が変化することが考えられたため、1ヶ月毎に被覆を行い、天然稚貝を集積させるためにより効率的な被覆時期を検討した。

### (材料と方法)

- ① 大分県中津市山国川河口沖約 1,000m に造成された人工石原帯(以後、沖石原)と同河口沖約 200m に造成された人工石原帯(以後、陸石原)の 2 つの人工石原において、2011 年 11 月に沖石原で 24 点、陸石原で 12 点、定点を設置し、調査を行った。アサリ(初期)着底稚貝(殻長 2 mm 未満)採集には内径 6.5 cm のアクリルコアを用いて表層 10 mm の砂を採集し、民間の会社に同定、計数を依頼した。その他のアサリ(殻長 2 mm 以上)に関しては 30 cm 四方のコデラートを用いて調査を行った。物理環境調査として、地盤高計(Nikon Trimble 社 Trimble 5800)を用いて調査地点の x (河川からの距離)、y (沖陸方向)、z (地盤高)座標の計測、コデラート内の埋没している石の体積、表面に露出している石の面積、泥分率、強熱減量を求めた。結果の解析には R2.11.1 を用いた。
- ② 上記の沖石原において、平成 23 年 4 月～7 月、9 月～11 月に 3 種類の目合い(2 mm、4 mm、9 mm)を一ヶ月毎に被覆し、平成 23 年 8 月と 12 月に前述のアクリルコアを用いた着底稚貝調査及び 20 cm 四方のコデラートを用いて枠取り調査を行った。

### (結果と考察)

- ① 一般化線型モデルによる解析を行ったところ、沖石原では地盤高、石の体積、沖陸方向が説明変数として選択された。また、陸石原では石の体積、河川からの距離が選択された。今回の調査から 800m 離れた 2 つの石原においてもアサリ着底に影響を及ぼす要因が異なっていた。これらのことから、今後石原造成を行う際は場所による特性に留意しながら造成を行うべきである。
- ② 被覆網試験では春被覆に関しては、95%信頼区間からはずれたものの、時期の後半(6 月、7 月)に被覆することが効果的であると示唆された(図 1)。目合いに関しても細かい目合い(2 mm、4 mm)の被覆をすることで天然稚貝を多く残すことが示唆されたが、いずれの目合いも被覆なしの区に比べると有意に多く残すことができた( $p < 0.05$  図 2)。秋被覆に関しては 9 mm 目合いが一番アサリを残すことができた( $p < 0.05$  図 3)。被覆時期に関しては明確な結果が出なかったが、9 月に被覆することが効果的であると示唆された(図 4)。このように被覆する時期(春、秋)によって目合いやタイミングが異なる理由としては、春被覆の場合は 5 月後半から 6 月前半まで雨の影響で河川の水が大量に流出し、その結果網の下の環境が悪くなったために 4、5 月被覆区においてアサリが少なかったと考えられる。逆に秋被覆の場合、10 月以降風当たりが非常に強いことから、砂質に比べて底質が安定している石原といえども、砂が巻き上げられ、その結果アサリが逸散したと考えられる。また、目合いに関しては秋被覆では夜潮になるため、網にノリ等の付着物がついてしまい、目合いの細かい網の場合目が詰まってしまうため 9 mm 目合いが一番効果的であったと考えられる。このように、石原に被

覆る場合にはその場所の環境要因によって被覆するタイミングや目合いが変わってくるため、現場にあった方法を行うべきである。

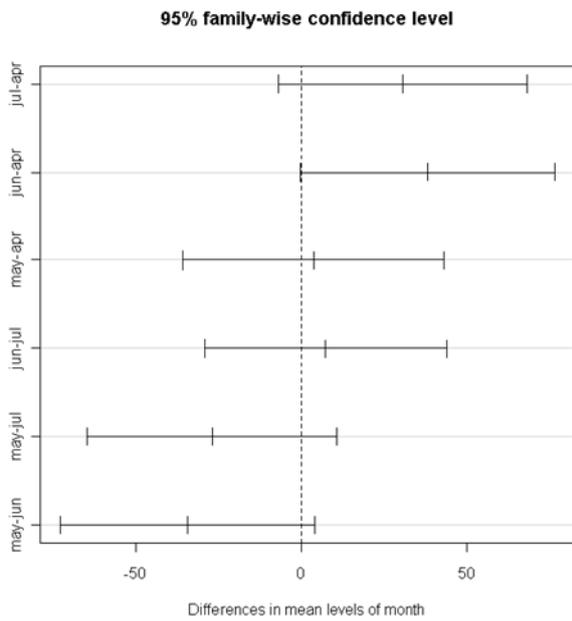


図1 春被覆における被覆月の比較

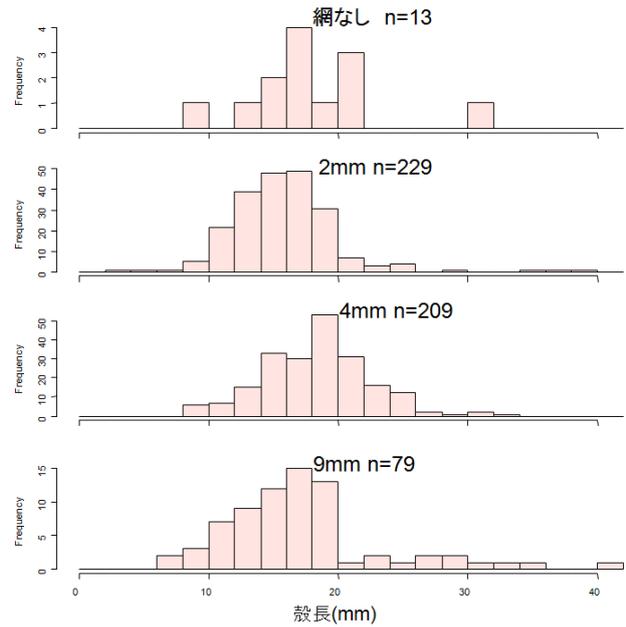


図2 6月被覆区における目合い比較

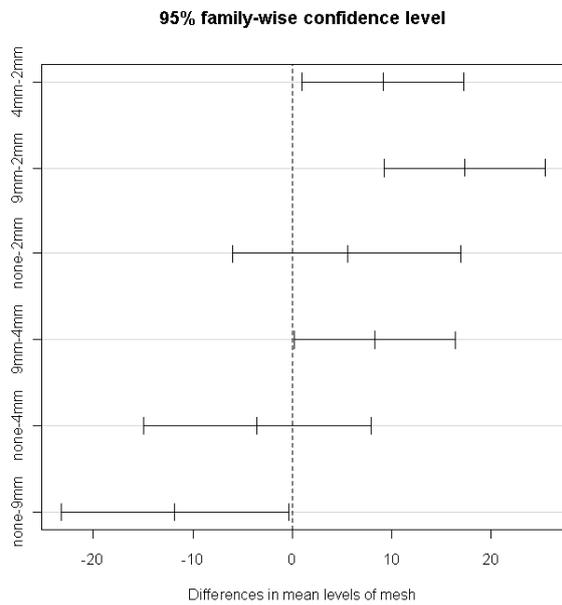


図3 秋被覆における被覆目合いの比較

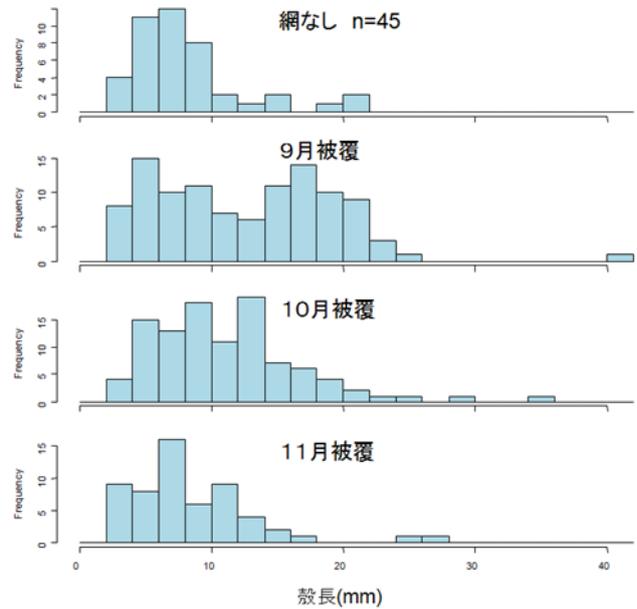


図4 秋被覆における9mm被覆の被覆月比較

## 【摘要】

1) 本研究課題では、これまでに水産基盤調査事業などで開発されてきた要素技術を用いて、各地のアサリ漁場において、アサリ稚貝から成貝、そして漁獲につなげる現地試験を実施してきた。この試験から、各要素技術の欠落点や不足点を抽出するとともに、これを踏まえた要素技術の改善や新たな技術開発を行った。

2) 1) のように、各地のアサリ漁場の実態にあわせて、アサリ稚貝から成貝、そして漁獲につなげる試みは、これまでの調査試験研究と実際の事業との間を埋める上で重要な取り組みであるが、調査試験研究では、小規模な取り組みが多く、今後、対策規模を考慮した検討が必要と考える。

3) また、本事業では、あるアサリ漁場の環境改善に取り組むことによる資源回復を目指したが、アサリは、浮遊幼生期を有しており、あるアサリ漁場の資源回復には、その周辺にあるアサリ漁場の回復も重要であることがわかっている。今後、このようなネットワークに配慮したアサリ資源回復の取り組みも重要である。

## 【引用文献】

- ・干潟生産力改善のためのガイドライン，水産庁，2008年，pp.1-206.
- ・提言 国産アサリの復活に向けて，アサリ資源全国協議会など，2006年，pp1-29.
- ・提言 国産アサリの復活に向けて(平成19年改訂版)，アサリ資源全国協議会など，2009年，pp1-19.