

事業名： 水産庁 水産基盤整備調査委託事業

平成27年度成果報告書

課題名：アサリ資源回復のための母貝・稚貝・成育場の造成と実証

平成28年3月22日

(主) 担当機関名：国立研究開発法人水産総合研究センター 水産工学研究所

(主) 担当者名： 南部 亮元

1) 稚貝場造成手法の開発と実証

【目的】

アサリ稚貝生息環境に関する既存知見を整理して、稚貝場の成立条件を明らかにする。その条件に基づいて、調査対象海域において、稚貝場に関する調査を実施し、稚貝の好適環境条件を明らかにするとともに、造成手法を提案する。(進行管理：水産総合研究センター水産工学研究所)

【細部課題】

下記の2課題を実施した。

ア) 天然漁場における稚貝場形成条件の解明

天然海域において初期着底稚貝の分布調査を実施し、分布密度に影響する波浪や河川出水などの環境条件を明らかにする。また、初期着底後の生残や成長、集積や分散について、環境条件を踏まえて実態を把握する。((独)水産総合研究センター水産工学研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、海洋エンジニアリング(株))

イ) 覆砂等を用いた稚貝場造成手法の検討

川砂や砕石などを利用して設置された既存の覆砂造成地を利用して、初期着底稚貝の発生密度やその後の成長・生残などを環境データと共に取得し、稚貝場として高い機能を有する覆砂造成手法について検討する。((独)水産総合研究センター水産工学研究所、海洋エンジニアリング(株))

【結果と考察】

細部課題1) ア)：天然漁場における稚貝場形成条件の解明

○三重県三渡川河口および榑田川河口部における初期着底稚貝の分布

三重県の三渡川河口部(85地点)と榑田川河口部(55地点)において、2015年1月から7月にかけて2ヶ月に1回、各地点にて軽量簡易グラブ採泥器(0.05 m²/回)を用いて採泥し、この採泥試料の表面1 cmをコアサンプラー(9.1 cm²/回)で採泥した。各地点の採泥回数は2回とした。コアサンプラー試料を目合0.1 mmのふるいにかけて、殻長0.3~2.0 mmのアサリを計数・測定した。また、軽量簡易グラブ採泥器の残りの試料を目合2 mmのふるいにかけて、殻長3.0 mm以上のアサリを計数・測定した。殻長3.0 mm以上のアサリの調査については、9月と11月にも実施した。

三渡川河口部では1月に10地点において殻長2.0 mm未満の個体が5000 個体/m²以上確認されたが、大部分の地点において5月までに1000 個体/m²未満まで減少した(図1-ア-1)。7月には、新たな初期着底稚貝と推測される殻長2.0 mm未満の個体が1000~5000 個体/m²の密度で確認され、これらは11月まで密度を維持したまま殻長3.0 mm以上に成長した(図1-ア-1)。一方、榑田川河口部では1月と3月に局所的(4地点)に殻長2.0 mm未満の個体が5000 個体/m²以上確認され、7月まで密度を維持したまま殻長3.0 mm以上の個体が大量に生息する稚貝場を形成したが、夏季と秋季の台風により消失した(図1-ア-1)。これまでの調査により、榑田川河口部では毎年5月に稚貝場が形成されることが確認されているが、これは初期着底稚貝が冬季に減少しないためであることがわかった。環境条件を三渡川河口部と榑田川河口部とで比較することにより、稚貝場形成条件が解明できると考えられる。

○愛知県小鈴谷地先における初期着底稚貝の分布

2015年5月、6月、8月、10月および11月に小鈴谷地区（常滑市大谷～坂井の地先）の12地点において、初期着底稚貝調査を行った（図1-ア-2）。各調査点では、軽量簡易グラブ採泥器（採泥面積：0.05 m²）を用いて採泥し、底土表面からコアサンプラー（φ76mm、目合59μm）により試料を採取し、アサリ稚貝の計数及び殻長測定を行った。また、稚貝着底後の分布を把握するため、同年5月、8月および11月に小鈴谷地区の21地点において、採泥による資源量調査を行った（図1-ア-2）。各調査点では、軽量・簡易バケツ採泥器を用いて採泥し、目合い2mmの篩に残ったものを試料とした。

殻長1mm以下の初期着底稚貝の平均出現数は264個体/m²で、6月が最も多く（491個体/m²）、10月が最も少なかった（36個体/m²）。また、初期着底稚貝は全ての調査地点において出現しており（図1-ア-3）、調査期間を通じて殻長0.2～0.3mmの着底初期の稚貝が確認されたことから（図1-ア-4）、浮遊幼生が継続して供給されていると考えられた。

資源量調査において、アサリは主にD.L.-1m以浅に分布しており、岸側で密度が高い傾向にあった（図1-ア-5）。8月の分布密度が最も高く、これは新規加入群が出現したためであり（図1-ア-6）、この新規加入群は初期着底稚貝の調査で5～6月に見られた個体群が成長したものと推測された。

初期着底稚貝の出現状況とその後の分布状況を比較するため、地盤高ごとの殻長別（殻長1mm以下、殻長1～10mm以下、殻長10mm超）の密度の対応を調べた（図1-ア-7）。殻長1mm以下の稚貝はD.L.-2m以浅に分布しており、主にD.L.-1～1mにおいて密度が高い傾向にあった。一方、殻長1～10mm以下の個体はD.L.-1m以浅に分布しており、最も密度の高かった8月の分布帯は5月及び6月の殻長1mm以下の稚貝の分布帯と対応し、また、11月に見られた殻長10mm超の分布

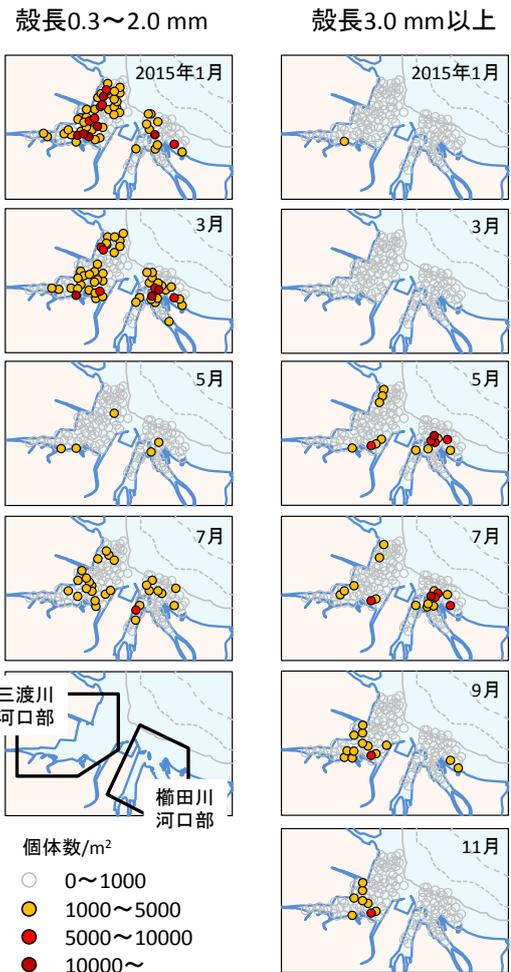


図1-ア-1 初期着底稚貝（殻長0.3～2.0mm）と稚貝・成貝（殻長3.0mm以上）の分布

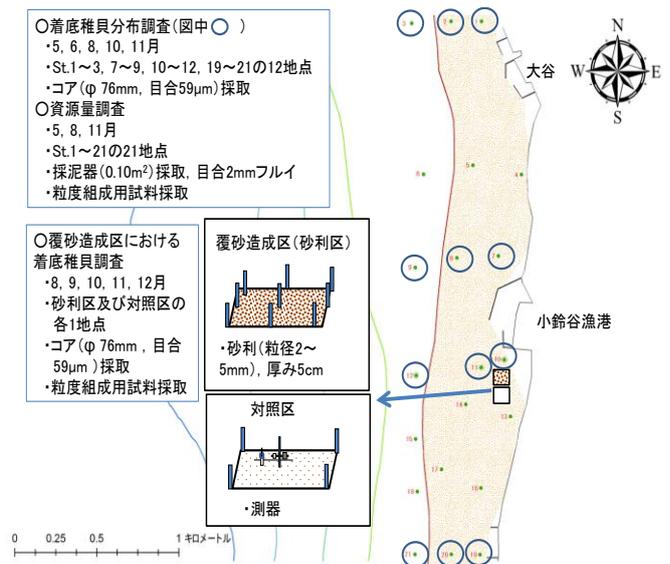


図1-ア-2 調査地点

帯も同様に殻長 1~10mm 以下の分布帯と対応していた。これらのことから、地盤高 (D.L.) -1~1m が稚貝場形成における条件の一つとして考えられた。

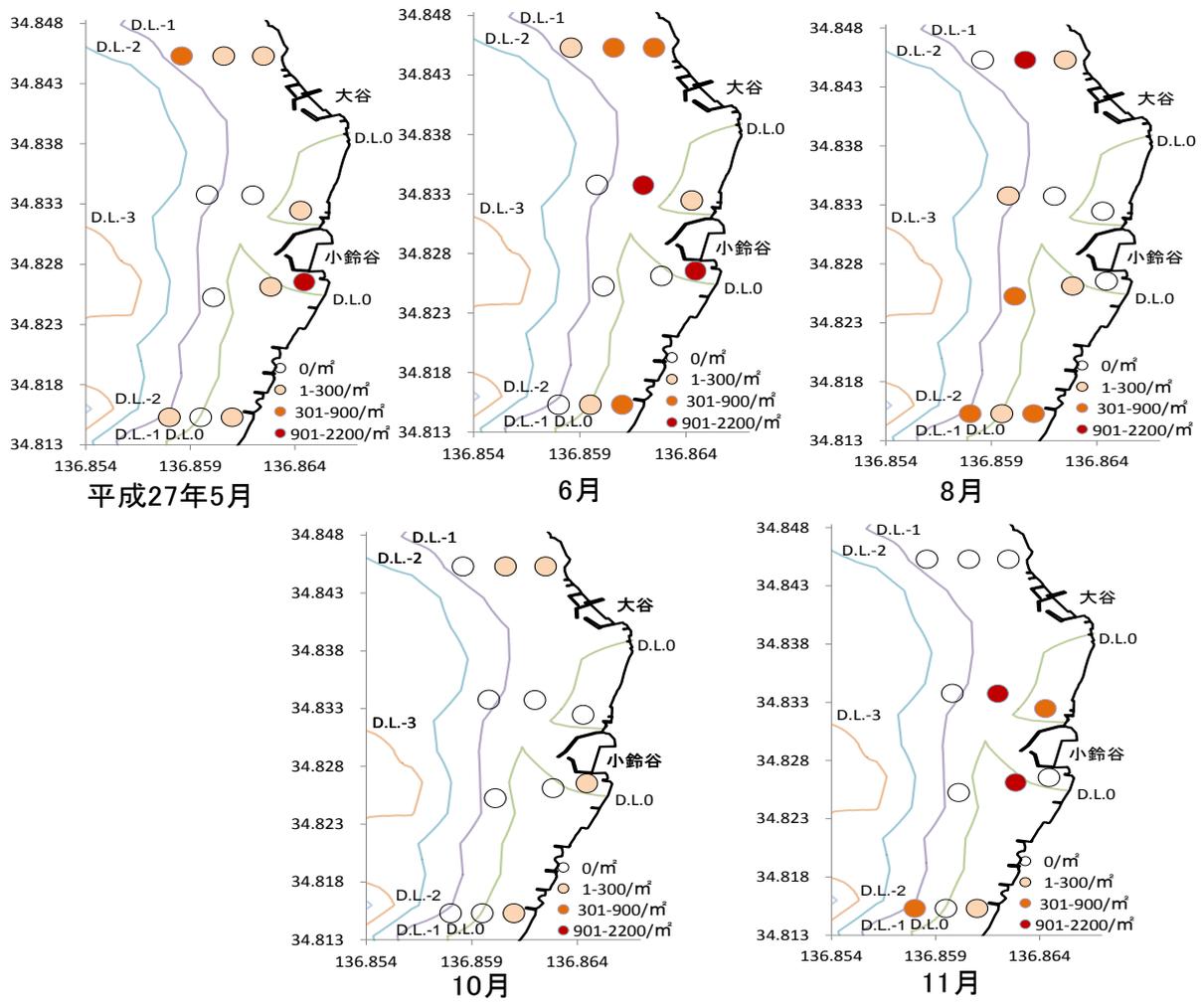


図 1-A-3 初期着底稚貝の分布

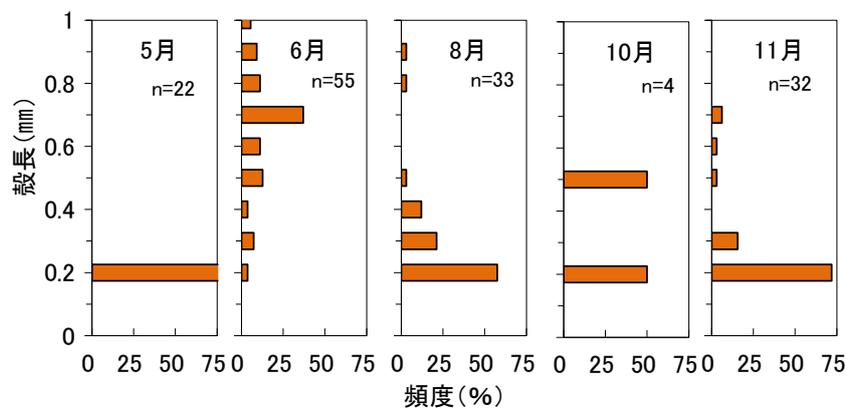


図 1-A-4 初期着底稚貝の殻長組成

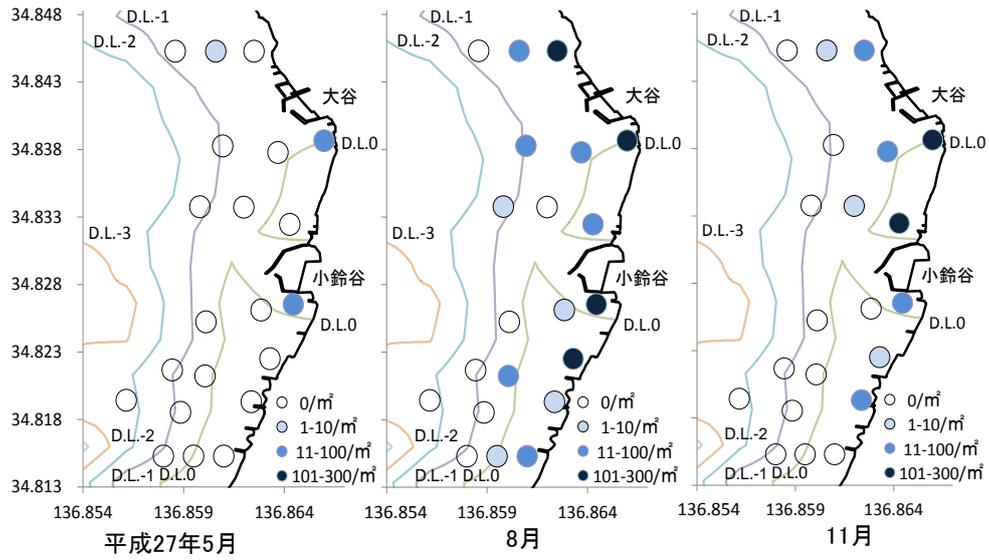


図 1-ア-5 資源量調査におけるアサリの分布

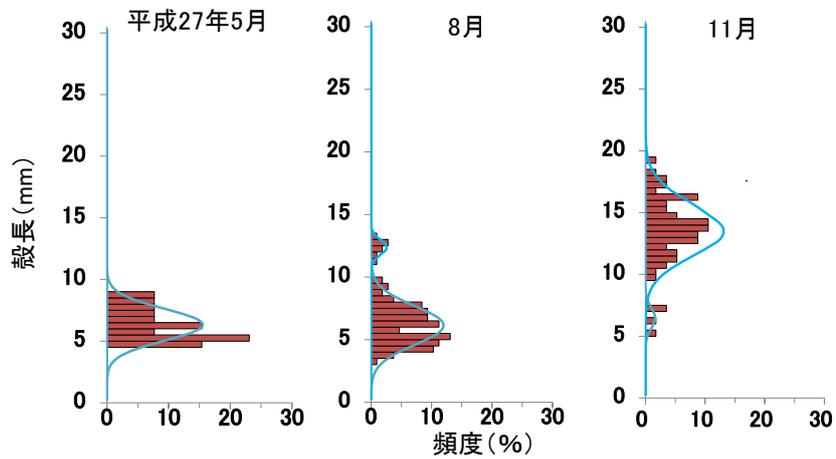


図 1-ア-6 資源量調査におけるアサリの殻長組成

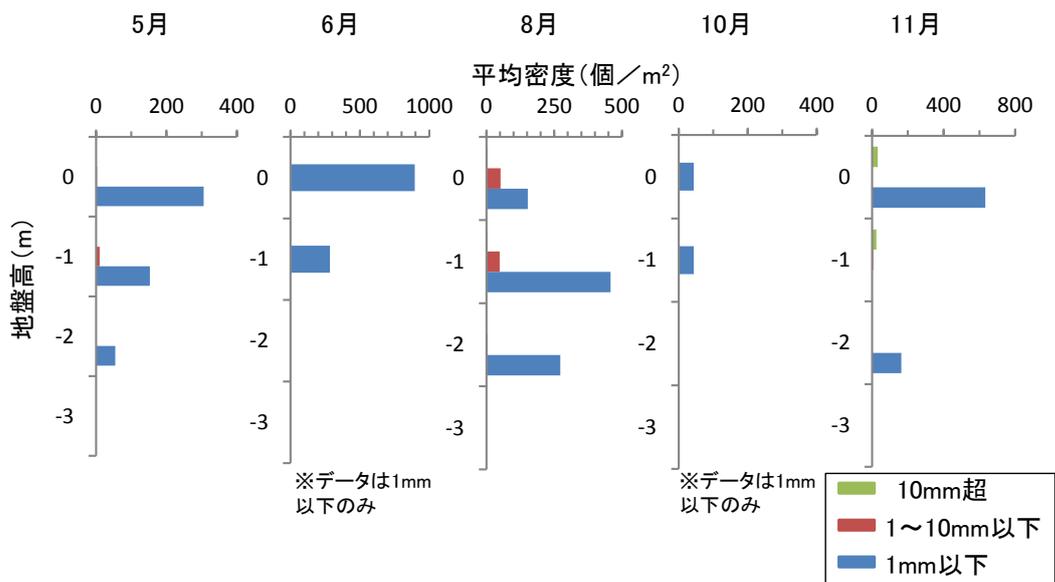


図 1-ア-7 地盤高別の出現状況

細部課題 1) -イ)：覆砂等を用いた稚貝場造成手法の検討

○三重県東黒部地区におけるアサリ稚貝の発生

調査方法

三重県東黒部地区の碎石および覆砂施工した試験区において、4) -イ) で実施したアサリ稚貝の移殖放流後に、その成長生残のモニタリング調査を実施した。調査は放流後 1 日、3 日、7 日、その後 1 ヶ月間隔で行い、碎石施工区、覆砂施工区ならびにそれぞれの対照区の計 4 区において、20~30 回の採泥を実施した。採泥後、4mm の篩にかけて残ったものを試料とし、アサリの計数計測およびその他生物の計数を行った。

アサリ稚貝の密度推定

放流稚貝と天然発生した稚貝を区分するために、計数計測したアサリの殻長頻度分布を作成し、正規分布を仮定したコホート分離を行った。ここでは、放流直後に再出現した殻長 5mm 未満の個体を天然稚貝とした。

アサリ稚貝の発生

アサリ稚貝は碎石区のみで高密度で出現した。天然稚貝は 7 月 22 日に平均殻長 5.0mm、密度 1.3 個体/m² で発生が認められ、その 1 ヶ月後の 8 月 27 日には平均殻長 7.6mm、密度 363.2 個体/m² まで成長および密度増加が確認され、天然稚貝の占める割合は 3 割であった。発生 2 ヶ月後(9 月 14 日)には平均殻長 8.4mm、密度 112.0 個体/m²、2.5 ヶ月後(10 月 6 日)には平均殻長 10.3mm、密度 268.3 個体/m²、4 ヶ月後(11 月 11 日)には平均殻長 10.6mm、密度 46.3 個体/m² と推移した。5 ヶ月後(12 月 22 日)には放流稚貝とのコホート分離が困難となり、天然稚貝を判別することが出来なくなった。

○愛知県小鈴谷地区におけるアサリ稚貝の発生

細部課題 3) -ア) で天然砂利を用いて覆砂造成した試験区 (以下、砂利区とする) において、初期着底稚貝調査を行った (図 1-ア-2)。2015 年 8 月から毎月 1 回、砂利区及び隣接する対照区の各 1 地点において、軽量簡易グラブ採泥器 (採泥面積: 0.05m²) を用いて採泥し、底土表面からコアサンプラー (φ 76mm、目合 59 μm) により試料を採取し、アサリ稚貝の計数及び殻長測定を行った。

初期着底稚貝は全調査期間を通して確認され (図 1-イ-1)、細部課題 1) -ア) で実施した天然漁場での初期着底稚貝調査と同様に、殻長 0.2~0.3mm の着底初期の稚貝が確認されたことから (図 1-イ-1)、浮遊幼生が継続して供給されていると考えられた。砂利区の平均密度は 2,072 個体/m²、対照区は 414 個体/m² であり (図 1-イ-1)、調査期間を通じて砂利区の密度が常に高かったことから、覆砂材としての砂利が着底基質として高い効果があることが判明した。

○稚貝場としての機能

本調査では三重県、愛知県ともに碎

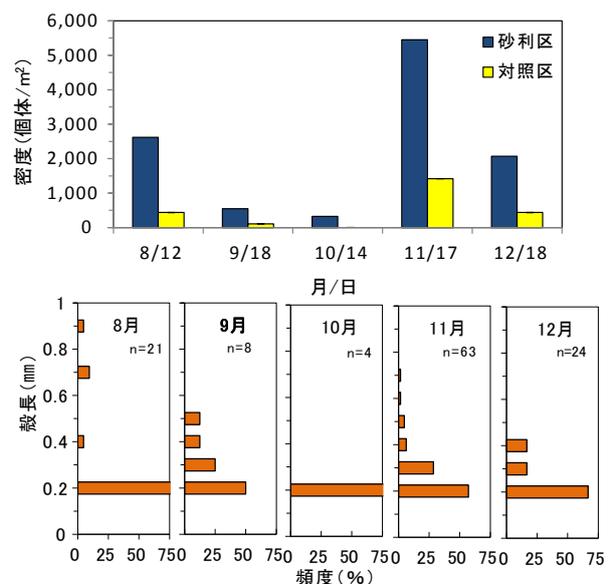


図 1-イ-1 初期着底稚貝の出現状況

上：平均密度の変動、下：殻長組成 (砂利区と対照区の全個体)

石区（愛知県では砂利区）のみで高密度に確認された。特に、三重県では天然稚貝が砕石区のアサリ密度の約 3 割を占めるほどの密度で発生した。砕石区の設計基準として、波浪による減耗の防止を目的の一つとしている。そのため、砕石区では他の試験区と異なり、稚貝の定着が促進されたと考えられる。しかし、その生残は発生後半年で確認されなくなった。これは、天然稚貝が生息に適さないわけではなく、初期の着底密度が低かったこと、また放流稚貝も同様に減少していることから(細部課題 3)ーイ)参照)、減耗に共通した環境要因が存在していると考えられる。今後も調査を継続し、天然稚貝発生の環境条件について明らかにしていく。

2) 母貝場造成手法の開発と実証

【目的】

アサリ母貝の生息環境、成術及び産卵に関わる既存知見を整理して、母貝場の成立条件を明らかにする。その条件に基づいて、調査対象海域において、母貝場に関する調査を実施し、母貝の好適環境条件を明らかにするとともに、造成手法を提案する。(進行管理：水産総合研究センター水産工学研究所)

【細部課題】

下記の 2 課題を実施した。

ア) 母貝場造成の可能な環境条件の解明

伊勢湾内のアサリ母貝の分布が認められない海域を含む様々な海域において、アサリ母貝の採集や現地海域における飼育試験を通じて、成長、生残、健康状態、成熟と、よう卵数などの変化を環境データと共に取得し、母貝場として機能する環境条件の評価を行う。((独)水産総合研究センター増養殖研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所)

イ) 覆砂等を用いた母貝場造成手法の検討

川砂や砕石などを利用して設置された既存の覆砂造成地などに放流された稚貝や成貝について、その成長、生残、健康状態、成熟、よう卵数などを環境データと共に取得し、造成地における母貝機能の発達を評価し、2)ーア)の結果を含めて母貝場造成手法について検討する。((独)水産総合研究センター増養殖研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所)

【結果と考察】

細部課題 2)ーア)：母貝場造成の可能な環境条件の解明

調査方法

三重県内の 8 地点（四日市市楠地先の干潟造成地、鈴鹿市堀切川河口部、松阪市三渡川河口部、櫛田川河口部、東黒部地先の造成漁場、伊勢市村松地先の潮間帯、潮下帯、伊勢市今一色地先の川口干潟、今一色前干潟）および愛知県内の 2 地点（常滑市小鈴谷地先の砂利区と対照区）において、2015 年 4 月から 12 月にかけて不定期にアサリを採集し（ $n = \sim 20$ ）、殻長、殻高、殻幅および軟体部重量を計測し、肥満度を算出した。また、春の産卵期と考えられる 4~6 月のメス個体については、軟体部の一部

を切り出して組織切片を作成し、鳥羽&深山（1991）に基づいて成熟度評価（個体評価）を行うとともに、残部は冷凍保存し、Hasegawa et al.（2014）にもとづいてアサリ卵黄タンパク質に特異的なモノクローナル抗体（浜口昌巳氏より提供）を用いてELISA法による卵黄タンパク質量の定量を行い、よう卵数を算出した。

肥満度の季節変動

三重県側の各地点の肥満度は類似した季節変動を示し、春季に最大値となった後に減少し夏季に最小値となり、一部の地点では秋季にやや上昇した（図 2-ア-1）。4～6月の肥満度の最大値(平均)は、松阪市の造成漁場の 23.8 から伊勢市の川口干潟の 15.6 と大きなばらつきが見られた。また、4～6月の肥満度は、松阪市の 3 地点のうち、河口域で閉鎖的な海域である三渡川や櫛田川にくらべ開放的な海域の潮下帯に位置する造成漁場でもっとも高く推移し、伊勢市では、河口域の干潟域 2 地点にくらべ開放的な海域の村松地先の潮間帯と潮下帯で高く推移した。

組織切片の観察による成熟度評価の結果は、いずれの地点においても、4 月から 6 月にかけて放出期や退行期の個体が優占したが、6 月後半には未分化期や成長初期の個体も出現した。このため、4～6 月期のよう卵数を積算することで産卵のピークにずれがあっても伊勢湾における春の産卵量の地点間変異を検討することが可能であると考えられた。

この成熟度評価の結果に基づき、各地点の 4～6 月の 3 回の採集日（地点による調査回数が異なるため）の肥満度や軟体部重量あたりのよう卵数から、昨年度の秋の調査（平成 24 年度水産基盤整備調査委託事業）で採集されたアサリの計測結果から求めた

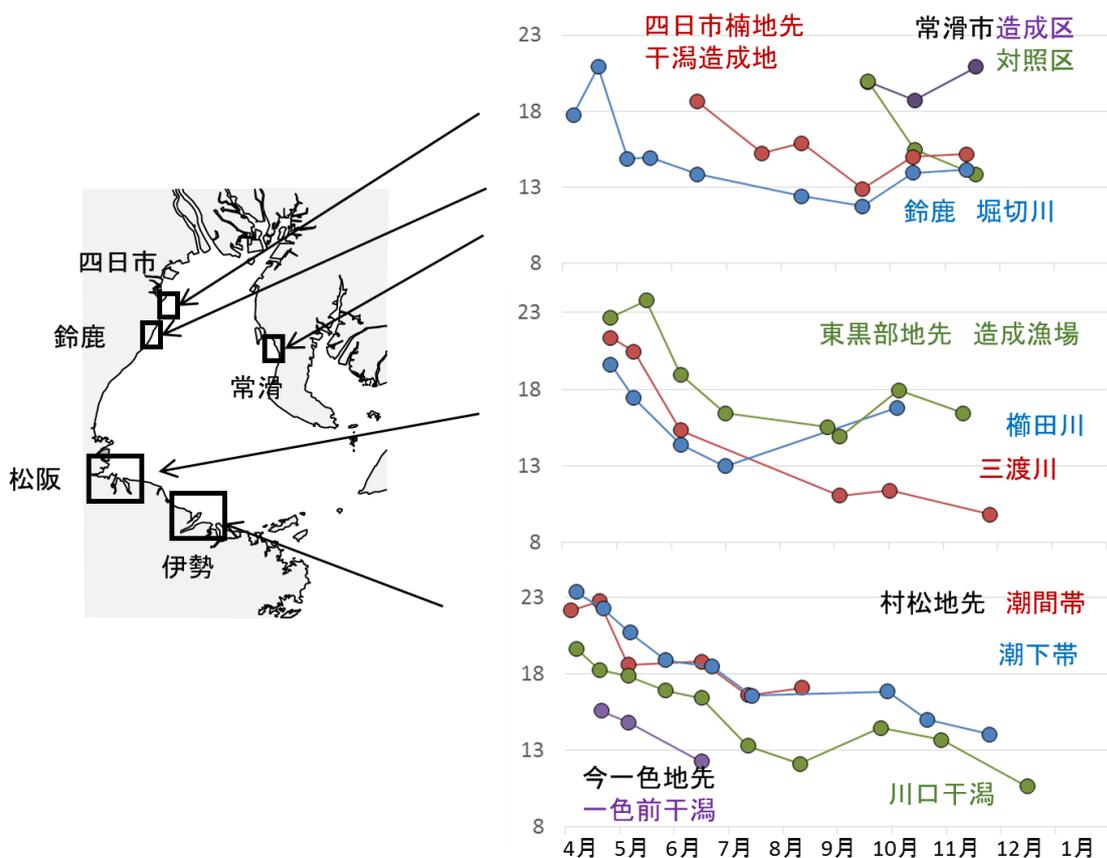


図 2-ア-1 伊勢湾内 10 地点におけるアサリ肥満度（平均値）の季節変動

殻長 30 mm のモデルアサリ（殻高:21.8 mm、殻幅:14.3 mm と試算）1 個体あたりのよう卵数を試算した結果、平均よう卵数は $2.64 \times 10^3 \sim 1.92 \times 10^5$ eggs ind⁻¹ となり、採集日・地点間の変動は軟体部重量のよう卵数と類似した変動となった（図 2-ア-2）。これは、軟体部重量あたりのよう卵数は、地点や採集日によって 10 倍以上の変動を示すのに対し、肥満度から逆算したモデルアサリの軟体部重量は肥満度が変化しても 2 倍程度の変動しか示さないためである。各採集地点の 3 回の採集日の累積よう卵数（殻長 30 mm）は、堀切川や三渡川、村松地先の潮間帯や今一色前干潟では 1.49×10^5 eggs ind⁻¹ 以上であったのに対し、今一色川口干潟では 6.81×10^4 、櫛田川や東黒部地先の造成漁場や村松地先の潮下帯では 5.77×10^4 eggs ind⁻¹ 以下となった（図 2-ア-3）。このため、肥満度が高い漁場では累積よう卵数は少ない傾向にあったが、伊勢市の村松地先の潮間帯は肥満度も高く、累積よう卵数も多い地点となった。

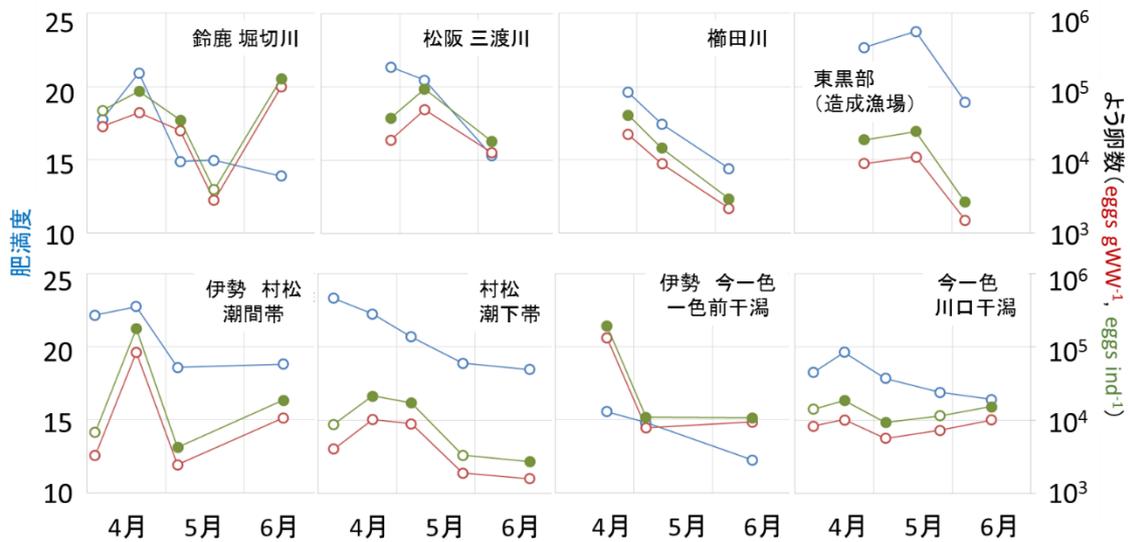


図 2-ア-2 三重県内 8 地点における春の産卵期（4～6 月）のアサリ肥満度，軟体部重量あたりのよう卵数およびアサリ（殻長 30 mm）のよう卵数

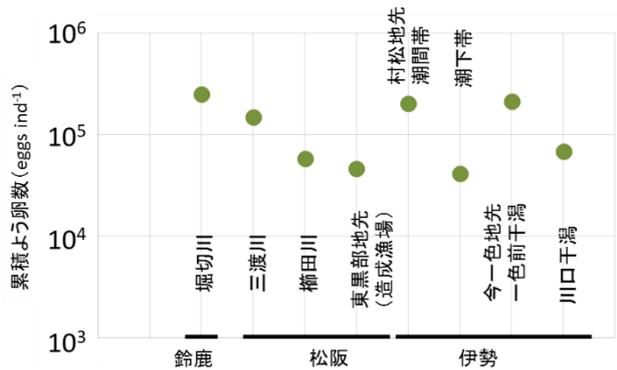


図 2-ア-3 三重県内 8 地点における春の産卵期（4～6 月）の 3 回の採集日のアサリ（殻長 30 mm）の累積よう卵数

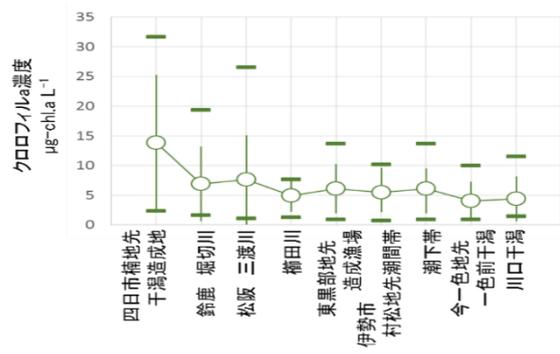


図 2-ア-4 アサリ採集地点におけるクロロフィル a 濃度の平均値±標準偏差、最小値および最大値

餌料環境との対応

アサリ採集地点では、採集調査などにあわせて水質観測機（JFE アドバンテック社 RINKO-ASTD または HYDROLABO 社 DS5）による水温、塩分、濁度やクロロフィル a 濃度のスナップショットでの鉛直観測を行い、0.2 ～2.0 m のいずれかの層を各地点の水質環境の代表値として採用した。クロロフィル a 濃度については、各地点の年平均、最小値および最大値を算出した。その結果、水温はいずれの地点でも同調した季節変動を示したが、干潟域などの調査点では、春の昇温期に不連続な変動が確認されるケースがあった。また、塩分は河口域の地点で 10 を下回るような低塩分値も観測された。クロロフィル a 濃度は、観測日によって大きく変動したが、四日市の造成地において平均値や最大値が顕著に高かったが、その他の地点間では明瞭な差は見られなかった（図 2-ア-4）。

餌料環境は、肥満度などのアサリの栄養状態や産卵量に大きな影響を与えると考えられる。しかし、肥満度やよう卵数が地点間で大きく異なったにもかかわらず、餌料環境の指標値の一つと考えられるクロロフィル a 濃度には、多くの地点間で明瞭な差がみられなかった。これは、クロロフィル a 濃度の観測がスナップショットであることも原因と考えられるが、餌料環境はフラックスとしても評価され流動も重要な要因となることから、クロロフィル a 濃度ではなく各地点の流動環境の違いが影響した可能性もある。実際、肥満度が良好な地点は、河口域など（堀切川、三渡川、櫛田川、今一色地先）にくらべ開放的な場所（四日市の干潟造成地、松阪市の造成漁場や伊勢市村松地先）であった。今後は各漁場の開放性や波浪環境の相対的評価による餌料環境を行う予定である。

Hasegawa et al . (2014) は、北海道の潮間帯のアサリ漁場で肥満度に応じた個体あたりのよう卵数の変化を報告し、栄養状態がよいアサリで産卵量が多いことを指摘した。ところが、今回の伊勢湾における春のよう卵数の分析では、一部の地点を除いて春の累積よう卵数と肥満度には明瞭な関係はみられず、単純に栄養状態が良好で肥満度の高いアサリが育つ場所から多くの卵が供給されるわけではない可能性が示唆された。水産基盤整備調査委託事業「漁場生産力の有効活用によるアサリ母貝場造成および新規創出技術開発」（代表：張成年）では、日水温差が大きい漁場では、産卵量が大きくなる可能性を報告している。潮間帯の干潟や河口域は、潮汐や河川流量の変化によって大きな水温差が生じやすいことが想定され、本事業のスナップショットの水質観測でも春～夏の昇温期に不連続な水温変化が観測されている。春の産卵期に関しては、栄養状態ではなくこのような環境要因によってよう卵数が規定されているのかもしれない。一方、秋の産卵期についてはアサリが異なる繁殖戦略を示し、異なる変動パターンを示す可能性がある。特に、伊勢湾では秋の産卵に依存して発生する秋期着底群が漁業資源の形成に重要な役割を果たしている可能性が指摘されている（水野&丸山、2009）。また、愛知県側については春の産卵期にアサリが採集されなかったが、常滑市小鈴谷地先の潮間帯において天然砂利を敷設した造成地（砂利区）に放流されたアサリが 8 月以降に回収され、その肥満度は同時期の三重県側よりも高かっただけでなく隣接した対照区よりも大幅に高かった。このため、三重県の伊勢市村松地先の潮間帯のように、小鈴谷地先の造成地では高い機能を有する母貝場が形成されたことが期待される。次年度については、一部海域において通年のよう卵数の変動を引き続き調査分析をするとともに、本年度の秋サンプルについても分析を進め、伊勢湾におけるアサリの繁殖戦略の解明とそこから想定される母貝場機能の維持・強化の検

討を進める予定である。

【参考文献】

- Hasegawa, N., Sawaguchi, S., Unuma, T., Onitsuka, T., Hamaguchi, M. (2014) Variation in Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) fecundity in eastern Hokkaido, Japan. *Journal of Shellfish Research* 33: 739-746
- 松本才絵・淡路雅彦・日向野純也・長谷川夏樹・山本敏博・柴田玲奈・秦安史・櫻井泉・宮脇大・平井玲・程川和宏・羽生和弘・生嶋登・内川純一・張成年 (2014) 日本国内 6 地点におけるアサリの生殖周期. *日本水産学会誌* 80: 548-560
- 水野知巳・丸山拓也 (2009) 伊勢湾のアサリ資源と漁場環境. 生田和正・日向野純也・桑原久実・辻本哲郎編. アサリの流域圏環境. 恒星社厚生閣, 東京 pp. 9-25
- 鳥羽光晴・深山義文 (1991) 飼育アサリの性成熟過程と産卵誘発. *日本水産学会誌* 57:1269-1275

細部課題 2) -イ): 覆砂等を用いた母貝場造成手法の検討

2) -ア) において、先の水産基盤整備調査委託事業で松阪市の東黒部地先に碎石などを投入して整備された造成漁場で採集されたアサリの母貝機能の分析結果についても報告していることから、本節では、造成漁場における母貝機能について考察のみを記載する。

松阪市の造成漁場においては、伊勢湾の他地点に比べ良好な肥満度が維持され、特に春の産卵期を終えた夏季から秋季は、他地点の多くで肥満度が極めて低水準となったのに対して (<15)、造成漁場では肥満度が高く (>15) 推移した。しかし、春の産卵期の累積よう卵数は、同じ松阪市の三渡川にくらべて大幅に少なかった (約 1/3)。このため、短期的には造成漁場は春の産卵への寄与が低いと考えられた。しかし、三渡川などの河口域や干潟域の春のよう卵数が多かった地点ではこの産卵期以降の肥満度は低い水準で推移し、造成漁場などに比べ生残や成長に障害となった可能性や春以降の産卵量は低迷した可能性が推察される。このことから、造成漁場を含む各地点の長期的な母貝機能の評価には、生残や成長の評価が必須と考えられる。一方で、伊勢市村松地先の潮間帯では、肥満度が高く推移するとともに春の産卵期の累積よう卵数も多かった。このような場所は、短期的にも長期的にも高い母貝機能を発揮することが期待されるのかもしれない。湾域スケールで効果的なアサリ資源の回復を検討するには、モデル計算による仮想的なアサリ個体群の動態の検証を行うが、今回明らかとなった肥満度とよう卵数のさまざまなパターンは、アサリの成長・生残、そして繁殖への投資比率が現場環境によって変化するような高度な生活史モデルの構築が重要であることを示唆しているだろう。

3) 成育場造成手法の開発と実証

【目的】

「アサリ資源回復モデルの開発と実証事業」で得られた生息場造成手法を用いて、アサリ成育を阻害する波浪や底質の評価を行い、これらの影響を除去・緩和する対策を実施する。また、造成されたアサリ成育場において、アサリ稚貝の移殖放流等を実施し、その成長・生残の追跡調査を通じて、造成手法の妥当性を検証する。(進行管理：水産総合研究センター水産工学研究所)

【細部課題】

下記の2課題を実施した。

ア) 成育場の維持・管理手法の検討

既存の覆砂施設および川砂や碎石による新たな覆砂造成地を利用して、波浪影響に伴う覆砂の変形、自重による沈下、漂砂による浸食・堆積、ホトトギスマットなど迷惑生物の加入などの影響を明らかにし、覆砂の成育場機能が長期的に安定維持するための手法を明らかにする。((独)水産総合研究センター水産工学研究所、(株)東京久栄、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、海洋エンジニアリング(株))

イ) 覆砂等を用いた成育場造成手法の開発

既存の覆砂施設および川砂や碎石による新たな覆砂造成地および対照区として天然海域を利用して、回収装置や漁業者らによるアサリ稚貝の移殖放流後について、成長・生残に関する調査データを環境データと共に取得し、成育場として高い機能を有する覆砂造成手法について検討する。((独)水産総合研究センター水産工学研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、海洋エンジニアリング(株))

【結果と考察】

細部課題3) -ア)：成育場の維持・管理手法の検討

○三重県松名瀬地先における成育場造成

平成26年度は三重県松阪市東黒部地先を対象に、沖側では櫛田川河口の作濤工事で発生した土砂(粒径0.5~1mm程度)、岸側では碎石7号(2.5~5mm)を利用してアサリ場造成を行った。

平成27年度の造成場所は、アサリ成育モデルにおける施工による上昇率、貧酸素影響、地元漁業協同組合との協議、港湾利用等を踏まえ、三重県松阪市松名瀬地先を対象とした。覆砂を実施するにあたり、想定される覆砂材の粒径と底層流速から、底質の安定する領域(シールズ数0.1以下)を踏まえ、造成場所を設定した。覆砂は、昨年度と同様に沖側の波浪影響が弱い場所では作濤で発生する土砂を利用、岸側の波浪影響が強い場所では碎石を利用して行った。

1. 底質安定計算

検討方法

底質の安定領域(シールズ数0.1以下)の計算にあたり、波浪条件は最大有義波高0.96m、周期3.6s(2009~2014年の月別最大風速の5ヶ年平均値)、波向N方向、潮位MSL、底質の粒径は想定される覆砂材の粒径(0.5、1、2、3.5、5mm)の5つのヶ

ースで波浪変形計算を行った。

検討結果

計算結果から、底質の粒径 0.5mm で水深 7m 以深、粒径 1mm で 1m 以深、粒径 2mm 以上であれば、ほぼ全域でシールド数 0.1 以下になり、どの場所でも造成可能であると試算された (図 3-ア-1)。

2. 覆砂による成育場造成

造成候補地の検討

3) ア) 1) の計算結果を踏まえ、岸側と沖側の覆砂場所を検討した。沖側覆砂は、底質安定計算結果と貧酸素水塊の既往観測結果から、水深 4~5m 付近を候補地とした (図 3-ア-2)。岸側覆砂は、粒径 2mm 程度でほぼ全域で底質が安定することから、台船で施工可能な水深 2~3m 付近で施工した。

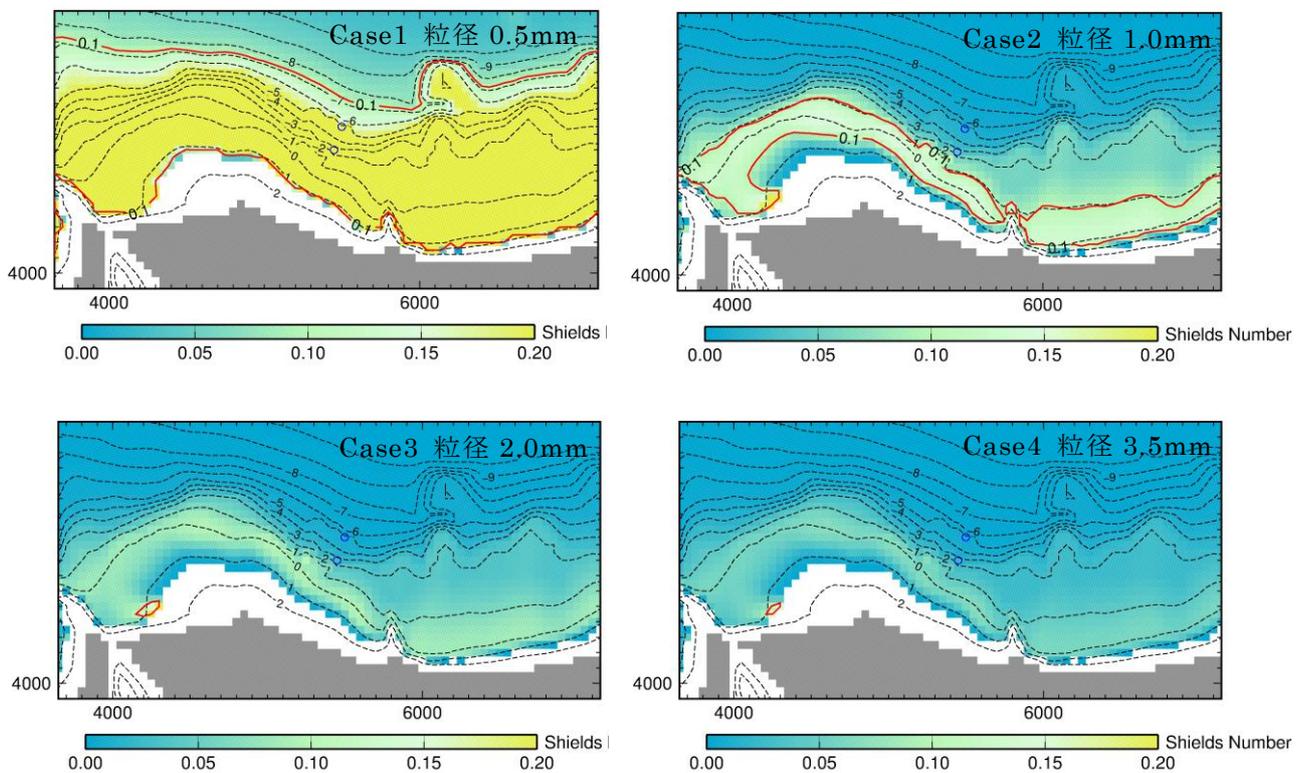


図 3-ア-1 底質粒径別のシールド数分布 (赤線はシールド数 0.1)

施工状況

沖側覆砂は、平成 27 年 9 月 26 日に作瀾土を利用して、面積 2,500m² (50m×50m)、厚さ 50cm で造成した(事業主体：三重県)。施工方法は、浚渫した土砂を台船で施工場所まで運搬し、グラブ浚渫船 (3.5m³) で土砂を投入した。

岸側覆砂は、平成 27 年 9 月 23 日に砕石を利用して、面積 2,500m² (50m×50m)、厚さ 10cm で造成した。施工方法

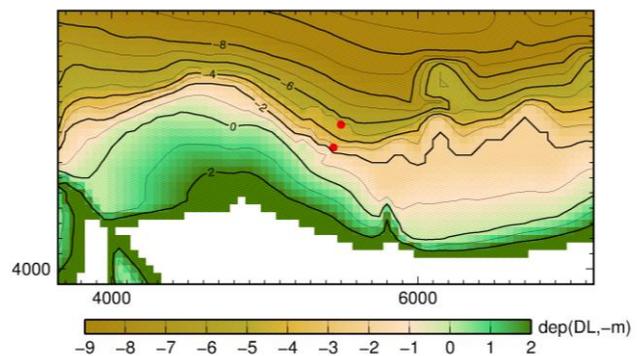


図 3-ア-2 造成場所

は、松阪港内ヤードに仮置きした碎石を台船に積み込んで施工場所まで運搬し、グラブ浚渫船（3.5m³）で土砂を投入した。施工状況を写真3-ア-1に示す。

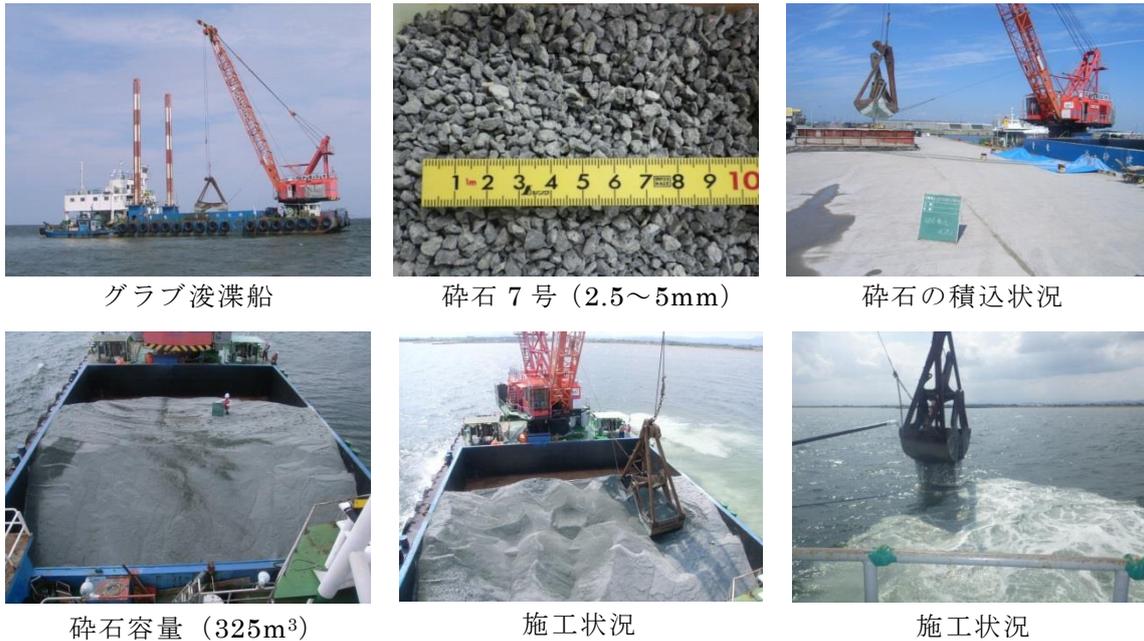


写真 3-ア-1 施工状況（岸側覆砂の状況）

○小鈴谷地先における覆砂による成育場造成

施工概要

施工は、平成 27 年 7 月 8、9、10 日に、愛知県小鈴谷漁港南側のアサリ漁場内に覆砂による成育場試験区（施工面積：400m²）を造成した（図 3-ア-3）。覆砂材は天然砂利（2～5mm）を使用し、昨年度は厚さ 2cm で施工したが、覆砂表面への砂の堆積が顕著にみられたため、本年度は厚さ 5cm で施工した。

施工方法は、通常小規模な覆砂では、土嚢袋に覆砂材を収容し、作業船で運搬して袋毎に投入することが多い。本施工では、特に浅海域における小規模覆砂の施工性の向上を図るため、船上に開閉型のバケットスロープを搭載し、覆砂材の運搬、投入を行った。なお、バケットスロープの形状は、作業船の形状・積載量を踏まえ設定した（図 3-ア-4）。

施工状況

砂利入りのトンパック 30 袋を小鈴谷漁港へ搬入後、既設の荷揚クレーンを用いて吊り上げ、砂利のみを作業船上のバケットスロープに移し替えた。積込後、施工場所へ移動し、船上のバケットスロープの両サイドを開き、砂利を海中に投入した。作業時間帯は、計画地の水深が浅いため、作業船が進入可能で、なおかつ作業時間が長くとれる小潮時の D.L.100cm 以上を目安とした。作業人員は、操船 1 名、バケットスロープ

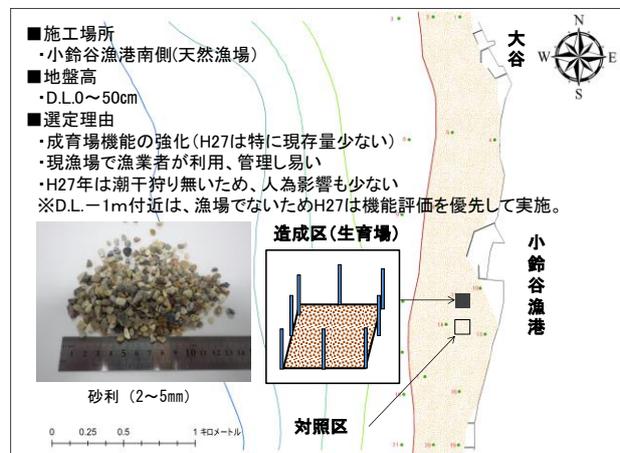


図 3-ア-3 造成場所

の開閉 2 名、補助員 1 名の計 4 名で行った。施工状況を写真 3-ア-2 に示す。

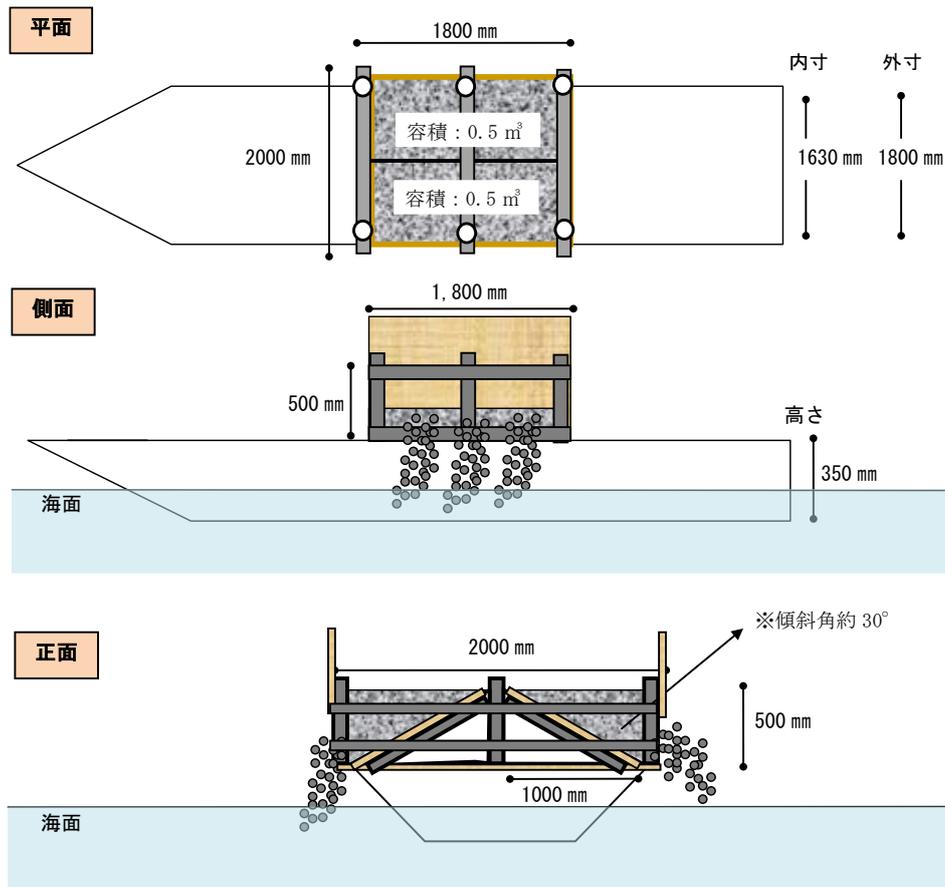


図 3-ア-4 バケットスロープの形状と覆砂材の投入イメージ



砂利約 30t (トンパック 30 袋)



荷揚クレーンで船へ積込み



バケットスロープ (船上)



砂利の積込状況



バケットスロープの開閉状況



砂利投入の様子

写真 3-ア-2 施工状況

○三重県の施工区における地形および底質の変化 調査方法

造成地の状態を把握するため、昨年度に施工した東黒部地区および今年度施工した松名瀬地区を対象にして、シングルビームソナー(Lowrance HDS-9)による測深調査および施工区での底質調査を実施した。測深調査について、東黒部地区では2014年6月7日(事前調査)、2014年10月11日(施工直後)、2015年4月27日(施工後7ヶ月後)、2016年1月15日(施工後15ヶ月)に、松名瀬地区では2015年5月11日(事前調査)、2015年10月7日(施工直後)、2016年1月14日(施工後3ヶ月)に実施した。底質調査について、東黒部地区では2014年10月、松名瀬地区では2015年10月から月1回の調査を実施した。

結果と考察

1. 東黒部地区

図3-ア-5に施工前の地形図(図3-ア-5a)および施工前を基準とした地盤高の変化(図3-ア-5b, c, d)を示す。碎石施工区(覆砂厚10cm)では、施工直後(図3-ア-5b)および施工後7ヶ月後(図3-ア-5c)の沖側の一部でのみ10cm~30cmの覆砂厚が確認された。これは、施工厚が薄かったこと、施工のばらつきや碎石の沈み込みが原因と考えられる。覆砂施工区(覆砂厚50cm)では、施工直後(図3-ア-5b)には10cm~90cmの覆砂厚が確認されたが、時間が経過すると共に沖側に土砂が拡散して、施工後15ヶ月(図3-ア-5d)には覆砂厚30cmの領域が広がる結果となった。拡散方向は、水深5m以深では急勾配となっているために沖側へ広がったと考えられる。今後も、施工区の維持について調査を継続する予定である。

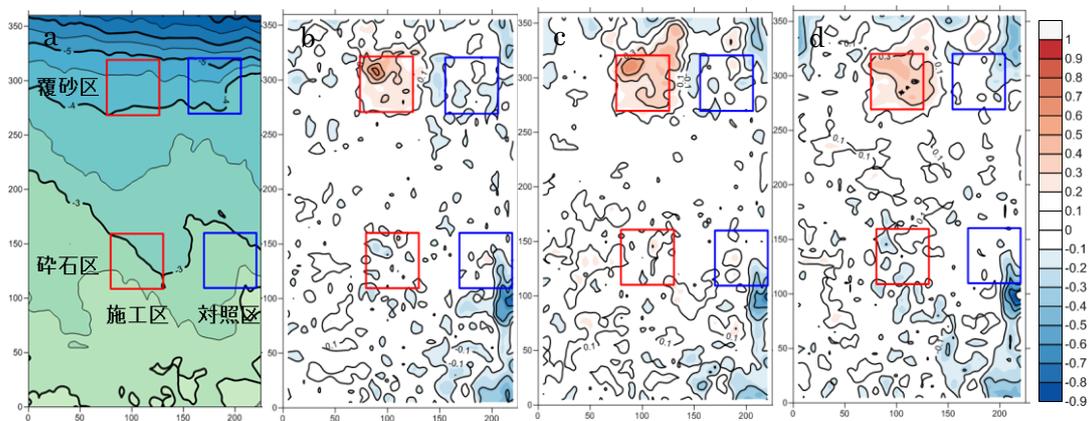


図3-ア-5 東黒部地区における施工前の地形および施工後の地盤高の変化。
a) 施工前の地形図(2014年6月7日); b) 施工直後の地盤高変化(2014年10月11日); c) 施工後7ヶ月の地盤高変化(2015年4月27日); d) 施工後15ヶ月の地盤高変化(2016年1月15日). 赤枠は施工区、青枠は対照区を示す. 岸側(水深2.5m~3.5m)は碎石区、沖側(水深4m~5m)は覆砂区を示す. 縦軸横軸の数字は距離(m)を示す. 図右のコンターは地盤高の変化を示す.

図3-ア-6に施工後の底質の変化を示す。碎石区において、測深調査では明確な地盤高変化が確認できなかったが、調査期間を通して底質調査で碎石の粒径(2mm以上)が含まれ、碎石対照区(中央粒径:約0.5mm)と比較しても、粒度組成は大きく異なっており、碎石施工が維持されていることが確認された。ただし、施工後の時間経過に伴い細砂や極細砂が含まれるようになり、碎石の間隙や上部への砂の堆積が見られるようになった。現在の分析では、碎石量や堆積物の変化は把握できないため、今後、柱状採集等を実施し、詳細な碎石施工区の変化について追跡する必要がある。覆砂区で

は、中央粒径は約 0.45mm と覆砂対照区と変わらないが、シルトや極細砂は非常に少なく、測深調査で地盤高が低くなっているが、底質は維持されていることが確認された。

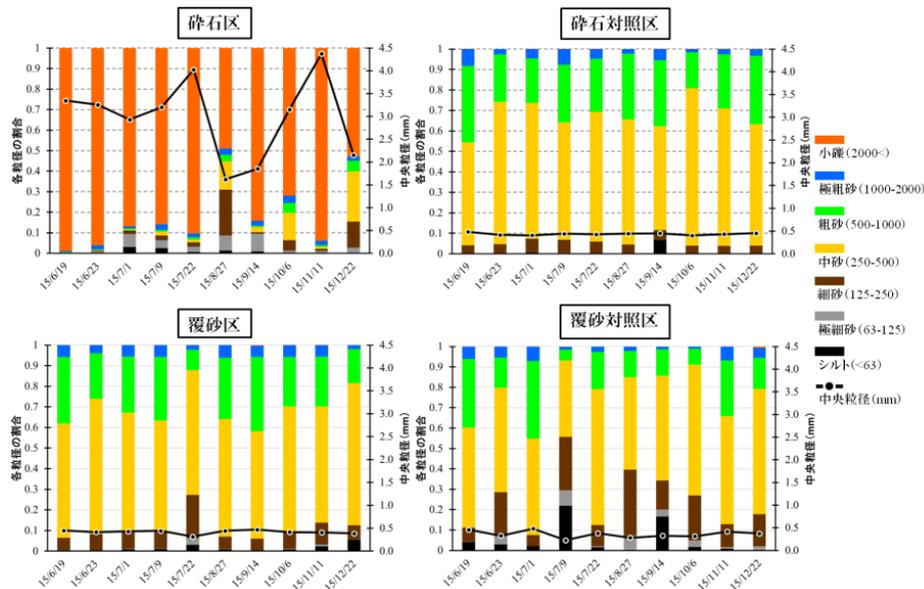


写真 3-ア-6 東黒部地区の施工区および対照区における粒度組成変化

2. 松名瀬地区

図 3-ア-7 に施工前の地形図(図 3-ア-7a)および施工前を基準とした地盤高の変化(図 3-ア-7b, c)を示す。砕石施工区(覆砂厚 10cm)では、施工直後(図 3-ア-7b)および施工後 3 ヶ月後(図 3-ア-7c)ともに堆積を確認することが出来なかった。これは、東黒部地区と同様に施工厚が薄かったこと、また底質が泥による沈み込みがあったためと考えられる(図 3-ア-8 参照)。覆砂施工区(覆砂厚 50cm)では、施工直後(図 3-ア-7 b)には 10cm ~100cm の覆砂厚が確認され、施工後 3 ヶ月(図 3-ア-7c)でも覆砂厚 80cm が維持され、拡散方向は東黒部地区と異なり、等方向に広がっていた。今後も、東黒部地区同様に施工区の維持について調査を継続する予定である。

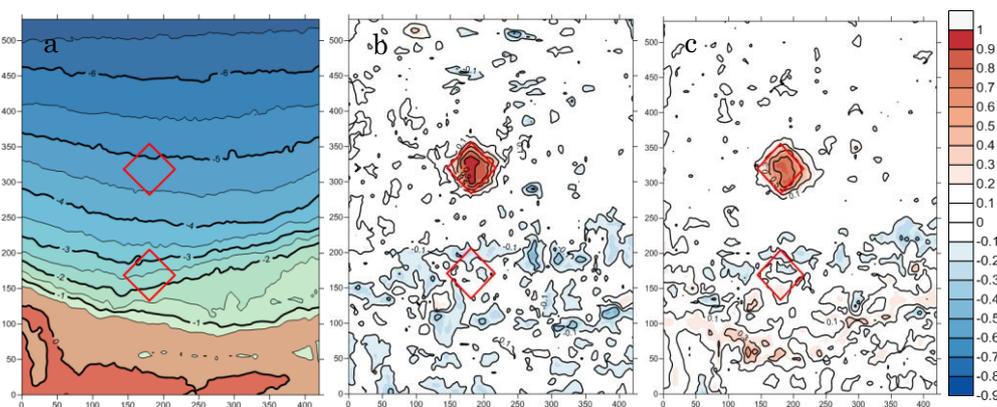


図 3-ア-7 松名瀬地区における施工前の地形および施工後の地盤高の変化。

a) 施工前の地形図(2015年5月11日); b) 施工直後の地盤高変化(2015年10月7日); c) 施工後3ヶ月の地盤高変化(2016年1月14日)). シンボルは図 3-ア-5 と同様。

図 3-ア-8 に施工後の底質の変化を示す。碎石区において、測深調査では明確な地盤高変化が確認できなかったが、東黒部地区と同様に調査期間を通して底質調査で碎石の粒径(2mm以上)が含まれ、碎石対照区(中央粒径：約 0.03mm)と比較しても、粒度組成は大きく異なっていることが確認された。粒度組成の変化は、東黒部と異なり、短期間で細砂や極細砂が含まれるようになり、粒度組成の変化が著しい。これは碎石区周辺の粒度はシルト成分が多く含まれているため、碎石区に堆積しやすいと考えられる。覆砂区では、施工直後の中央粒径は約 0.6mm であったが、1 ヶ月後の調査ではシルト分を多く含んでいた。2 ヶ月後にはシルト分の堆積量は減り、中央粒径も直後の状態に回復した。覆砂区周辺も碎石区周辺と同様にシルトが多く含まれており、覆砂区での安定した粒度組成が維持されていないと考えられる。今後も、東黒部同様に調査を継続すると共に、堆積量や堆積物の状況を把握するために柱状採集を含めた調査を実施する。

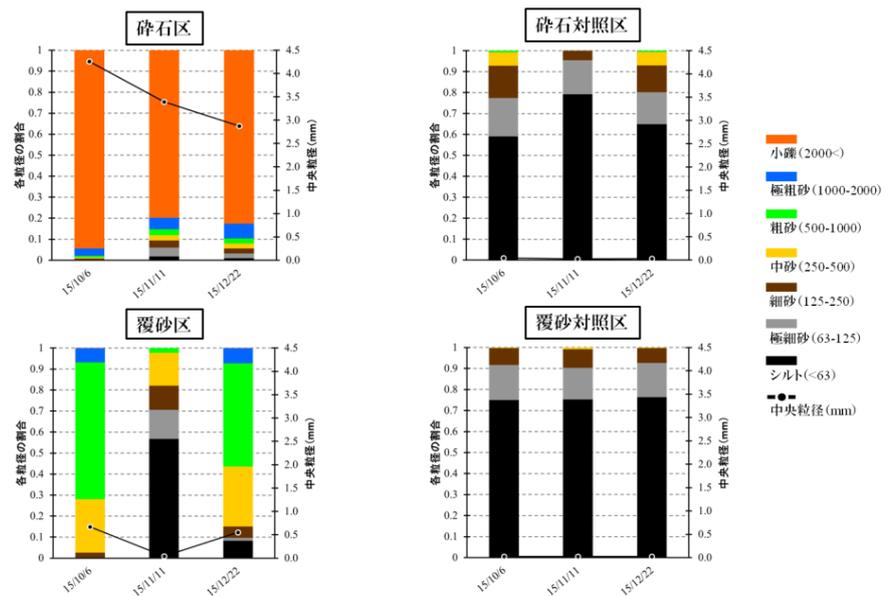


図 3-ア-8 東黒部地区に施工区および対照区における粒度組成変化。

○東黒部地区におけるアサリ以外の生物の出現状況

調査方法

食害によりアサリの生息を脅かすツメタガイ、キセワタガイ、カニ類、ヒトデ類、カシパン類について、アサリ稚貝のモニタリング調査時に観察される個体数を調査した。また、多量の足糸によってマット状の塊を形成しアサリの生息を阻害するホトトギスガイについて、同様に個体数を調査した。

結果と考察

図 3-ア-9 に碎石区におけるアサリ以外の生物の出現状況を示す。ツメタガイ、キセワタガイはモニタリング調査の全期間を通じて各月 4 個体以下と少ないものの、カニ類およびヒトデ類が 10 月以降に増加傾向を示した。特にカニ類は 6 月から 10 月まで各月 18-30 個体が観察された。一方、碎石対照区、覆砂区、覆砂対照区では、ツメタガイ、キセワタガイ、カニ類、ヒトデ類、カシパン類の個体数は各月 8 個体以下と極めて少なかった。これは碎石施工により底質がカニ類、ヒトデ類の生息に適した環境に変化したためであると考えられる。

ホトトギスガイは、碎石区、碎石対照区において 6-7 月に 9-47 個体と少なめに推移したが、8 月に急増した (碎石区：149 個体、碎石対照区：76 個体)。一方、覆砂区、覆砂対照区では 6 月に個体数が急増した。この 2 区は碎石区、碎石対照区よりも沖側に設定されており、個体数増加時期の差異は試験区の深度の差による影響と考えられる。また、碎石対照区、覆砂区、覆砂対照区では個体数の増加後 90 日ほどで再び 20

個体以下に急減し、以後はそのまま推移した。これに対し、碎石区では個体数の減少は見られず、増加後も 100 個体以上で推移した。

以上の結果から、碎石の施工によってホトトギスガイとカニ類の個体数が顕著に増加することが明らかとなった。このことは碎石施工による底質の改善がアサリ以外の生物にとって

も好適な環境を提供することを示している。今後も施工区におけるアサリの成長・生残調査と併せてその他の生物の出現状況の調査を継続する予定である。

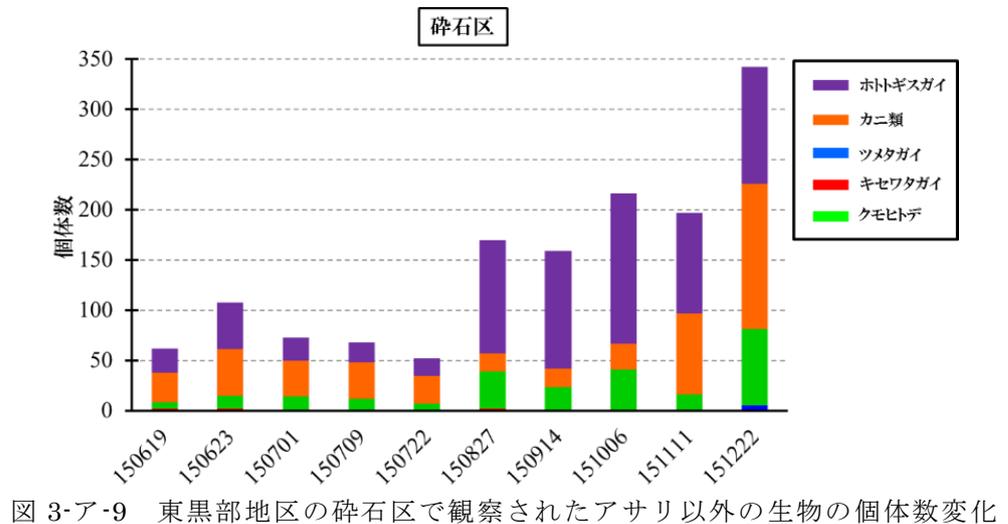


図 3-A-9 東黒部地区の碎石区で観察されたアサリ以外の生物の個体数変化

細部課題 3) -イ) : 覆砂等を用いた成育場造成手法の開発

○三重県東黒部地区におけるアサリ稚貝の成長生残調査方法

1) -イ) と同様の方法で実施した。

移殖放流区におけるアサリの生残

碎石区における放流後(2015年6月19日)のアサリの生息密度は、1194.5 個体/m²であった。移殖放流 19 日後(2015年7月9日)には 1072.3 個体/m²、2ヶ月後(2015年8月14日)には 1103 個体/m²となり、密度の減少は見られなかった。移殖放流 3ヶ月後(2015年9月14日)から密度の減少が確認され、5ヶ月目には 6割(448.8 個体/m²)、7ヶ月目には 2割(237.11 個体/m²)まで減少した。一方、碎石対照区におけるアサリの生息密度は放流直後から減少を続け、3ヶ月後には生息を確認できず、調査を終了した。

覆砂区および覆砂対照区におけるアサリの生息密度は、移殖放流 1ヶ月目までは高い密度を維持していたが、2ヶ月後には 1/6~1/20(50~375 個体/m²)まで激減し、碎石対照区と同様に 3ヶ月後には生息が確認できず、調査を終了した。

移殖放流区におけるアサリの成長

碎石区に放流したアサリの平均殻長は 7.0mm であった。放流後 1ヶ月で平均殻長 10.3mm、2ヶ月で 13.6mm まで成長したが、3ヶ月以

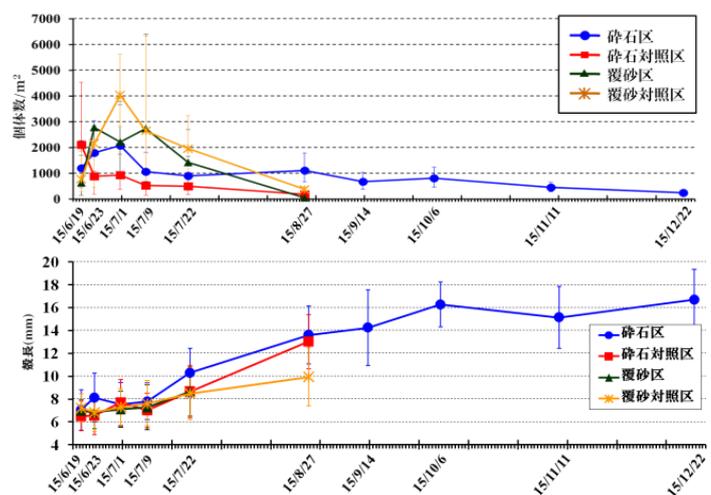


図 3-I-1 放流後の成長 (下) と生残 (上)

降成長は鈍化し、6ヶ月後では16.7mmまでしか成長しなかった。2013年6月に実施した同海域における天然漁場でのアサリ稚貝の成長は4ヶ月で8mmから20mmまで達しており（参考文献1）、今年度放流したアサリの成長は遅いと考えられる。

移殖放流区における環境の連続観測

放流直前から開始した環境の連続観測の結果、平均波動流速において7/16に45.48 cm/s、8/26に59.74 cm/sの最大波動流速を観測した（図3-イ-2）。両日はそれぞれ台風11号（四国、中国地方に上陸）、台風15号（九州地方に上陸）が日本列島上を通過した日であり、観測された最大波動流速は台風の影響によるものであると考えられる。一方、台風18号（東海地方に上陸）が伊勢湾上を通過した9/9の最大波動流速は40.76 cm/sであったが、同程度の最大波動流速は台風来襲のない10/25、11/14にも観測されており、台風18号による波動流速への影響は小さかったと言える。水温は月ごとに大きな変動は見られず、概ね季節変化に応じた変化であった。塩分の月間変動は6～7月に最大9.71 psuであったが、8月以降急激に大きくなり、9月に22.05 psuの変動が観測された。9/10には全観測期間中の最低塩分（11.04 psu）を観測した。これは台風18号の通過直後であることから、台風による降雨の影響を受けたものと考えられる。溶存酸素量（DO）は観測機の故障により8月下旬～11月上旬のデータが欠測となった。7月下旬～8月中旬には度々3.0mg/l以下の低DOが観測されており、この期間に貧酸素水塊が入り込んだと考えられる。特に、7/26～28、7/29～8/1には数日間にわたって連続的に低DOを観測した。濁度（クロロフィル換算濃度）は6～8月に高濃度を観測しており、9月以降平均5.0 μg/l以下に低下した。

放流後のアサリ生残数との比較から、碎石区以外の3区（碎石対照区、覆砂区、覆砂対照区）のアサリが急激に減少した7/22～8/27の期間中に生じた環境変動として注目されるのは、台風による最大波動流速の上昇と貧酸素である。DO観測は碎石区で行っており、碎石区のアサリのみが生残したことから、碎石施工が波動流速の上昇による放流アサリの減耗防止に寄与したと考えられる。

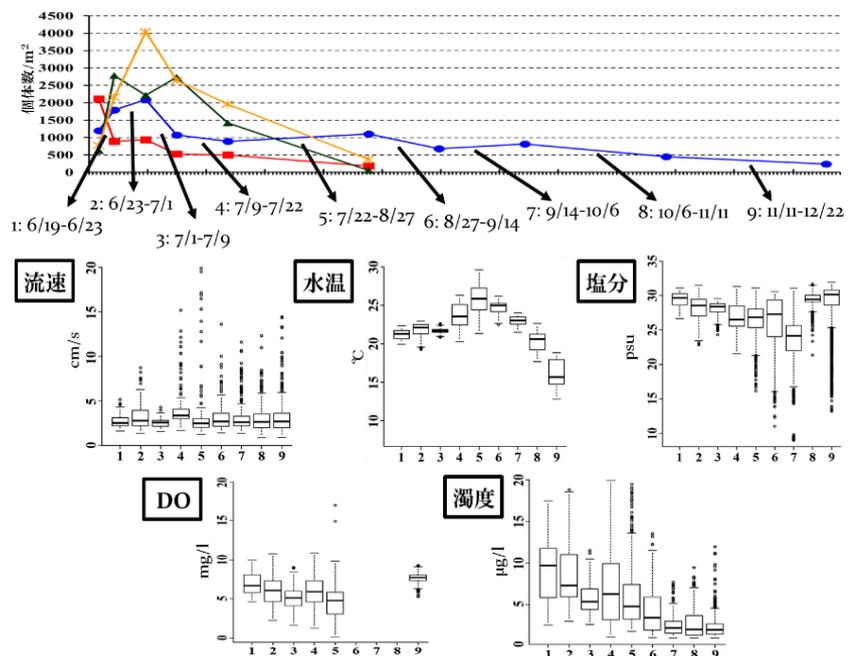


図3-イ-2 放流アサリの生残（上）と碎石区における環境観測結果（下）

○愛知県小鈴谷地区におけるアサリの成長生残 移植放流区におけるアサリの生残

細部課題3) -ア) において天然砂利を用いて覆砂造成された試験区（以下、砂利

区とする) 及び隣接する天然海域を利用した対照区において (図 1-ア-2)、稚貝の移植放流を行い、成長・生残調査を行った。稚貝の移植放流は 2015 年 8 月 10 日に豊川河口干潟で採取された稚貝 (平均殻長 $11.0 \pm 1.8\text{mm}$) を砂利区及び対照区に 1 区あたり 73 万個体を移植放流した (写真 3-イ-1)。なお、移植量から算出した密度は 1954 個体/ m^2 であった。移植放流の 2 日後 (8 月 12 日)、8 日後 (8 月 18 日)、14 日後 (8 月 24 日)、39 日後 (9 月 18 日)、65 日後 (10 月 14 日)、99 日後 (11 月 17 日)、130 日後 (12 月 18 日) に各区 17 点において、軽量簡易グラブ採泥器を用いて採泥し、目合い 2mm の篩に残ったものを試料とし、アサリ及び害敵生物の計数、殻長等の測定を行った。

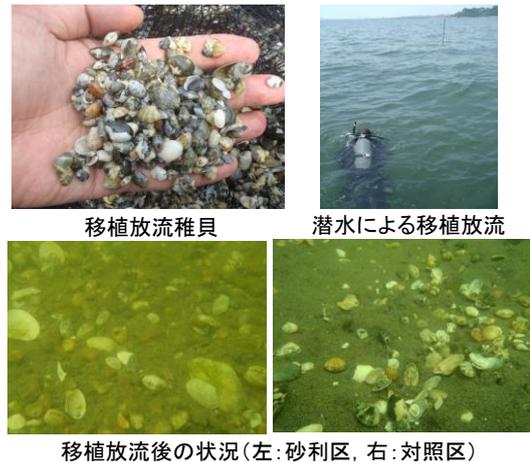


写真 3-イ-1 稚貝の移植放流状況

移植稚貝の密度は放流 130 日後に砂利区で 40%、対照区で 32% となった。密度は放流 8 日後以降は対照区よりも砂利区が高い状態で推移した (図 3-イ-3)。砂利区の移植稚貝は継続して成長していたのに対し、対照区の移植稚貝は成長が遅く、10 月以降停滞しており、130 日後の平均殻長は砂利区 $19.9 \pm 3.4\text{mm}$ 、対照区 $15.4 \pm 2.7\text{mm}$ と大きな成長差が生じていた (図 3-イ-4)。

この生残率及び成長の差の要因について、砂利区では天然砂利 ($2 \sim 5\text{mm}$) が覆砂材として使用されており、底質が安定しているため、アサリの洗掘が抑制されたためと考えられる。また食害生物であるツメタガイや餌料の競合及びマットを形成してアサリの窒息死を招くホトトギスガイは、砂利区と比較して対照区に高密度で出現しており (図 3-イ-5; 図 3-イ-6)、これらの害敵生物による影響もその一因と考えられた。

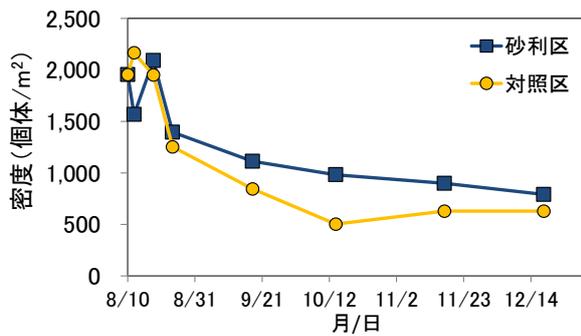


図 3-イ-3 移植稚貝の密度変動

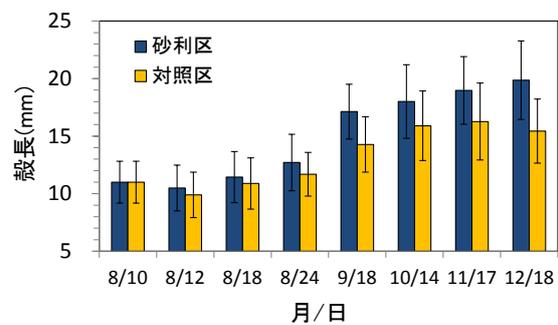


図 3-イ-4 移植稚貝の成長

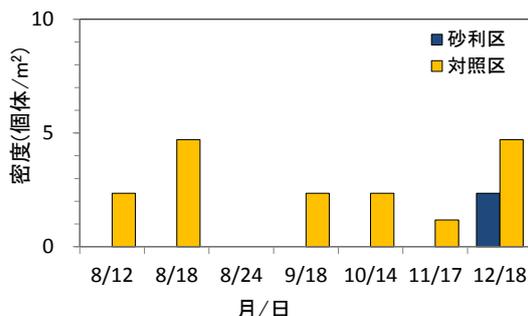


図 3-イ-5 ツメタガイの出現状況

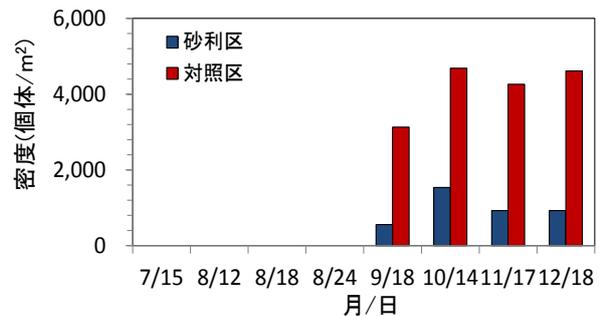


図 3-イ-6 ホトトギスガイの出現状況

移植放流区における環境の連続観測

小鈴谷地区の砂利区に設置した環境観測機器の観測結果を図3-イ-7に示す平均波動流速は期間中頻繁に30 cm/sを越え、11月下旬以降は40 cm/sを越える日が多くなった。小鈴谷では平均的に10 cm/sを上回る日が多く、三重県の東黒部地区が概ね10 cm/sを下回ると対称的であった。塩分は観測機の付着生物による測定不良が原因となり、正しい測定値が得られなかった。水温変化に大きな変動は見られず、概ね季節変化に応じた変動であった。溶存酸素量(DO)は10/14以降観測機の故障により欠測となった。8月の観測開始から10月上旬までの期間に長期にわたる貧酸素は観測されなかったが、9月上旬と中旬に短期的な貧酸素が観測された。濁度(クロロフィル換算濃度)は9月中旬まで平均的に10 $\mu\text{g/l}$ 以下であったが、9月下旬以降、頻繁に25 $\mu\text{g/l}$ を越えるようになり、日による変動が大きくなった。

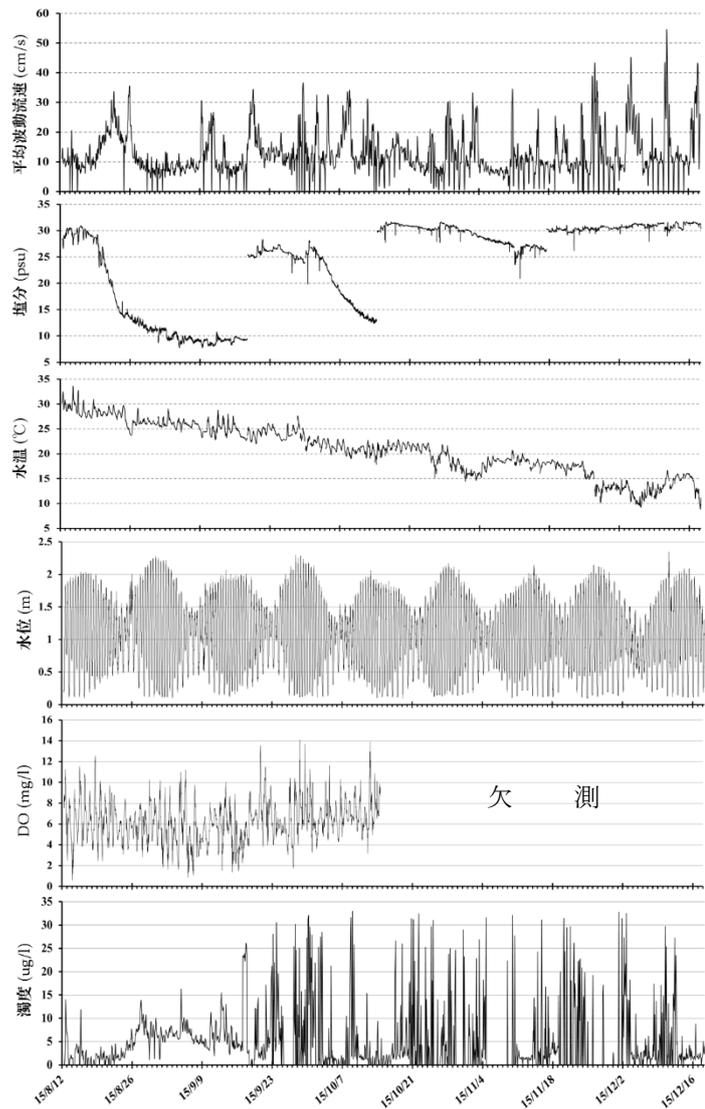


図 3-イ-7 砂利区における環境観測結果

○移植放流したアサリの減少率と環境との関係

三重県と愛知県の碎石区および砂利区において、移植放流したアサリ稚貝のモニタリング調査結果と環境観測で取得したデータを利用して、調査間におけるアサリの減少率と塩分、水温、クロロフィル、DO、シールズ数の各環境因子との関連性について、一般化線型モデルにより予測を試みた。しかし、ベストモデルと Null モデル(減少率 \sim 1)に有意な差は検出されず、前年度に実施したアサリ移植放流の減少率と環境との関連性と同様の結果となった。これは、減少率がどの環境因子にも依存しないことを意味しており、解析するデータセットが少なく有意な差が検出できなかったこと、あるいは天然漁場ではアサリの生残には波浪環境が制限要因となっているため、施工区による波浪環境の改善がアサリ減少に関わる環境要因を抽出できなくなったと考えられる。三重県東黒部地区では、碎石区に限り他の生物の侵入が多く見られた(図3-ア-9)。これは、施工区が天然漁場と全く異なる環境になっている可能性を示唆しており、今後、環境観測だけでなく他の生物種との関連性についても検討し、さらにデータを蓄積していく必要がある。

【参考文献】

水産庁（2015）平成 25 年水産基盤整備調査委託事業「アサリ資源回復モデルの開発と実証」成果報告書、pp27

4) 稚貝場、成育場、母貝場における連続性強化手法の開発と実証

【目的】

母貝場から稚貝場の連続性については、上記①で予測された稚貝場への浮遊幼生の供給を明らかにするために、流動シミュレーション等を用いてアサリ浮遊幼生のトレースを行い、母貝場としての適地を選定する。

稚貝場から成育場の連続性については、成貝まで成育しない天然稚貝を利用して上記3)で造成した成育場などへ移殖放流し、その後の成長生残に関する追跡調査を通じて、移殖放流の時期や方法について明らかにする。（進行管理：水産総合研究センター水産工学研究所）

【細部課題】

下記の3課題を実施した。

ア) 母貝場から稚貝場への連続性強化技術の開発

潮位変化による汀線移動を考慮した流動シミュレーションを用い、干潟域を含めた幼生分布を推定する予測手法を開発する。この手法を用いて、稚貝場適地の検討や稚貝場に幼生を効率よく供給するために必要な母貝場の設置場所や規模について検討する。（(独)水産総合研究センター水産工学研究所、(株)東京久栄）

イ) 稚貝場から成育場への連続性強化技術の開発

アサリ稚貝吸引装置や漁業者らによる稚貝の移殖放流について、生残が高く、短時間で大量に実施できる手法を検討する。また、低コストと低労力のための手法についても検討する。（(独)水産総合研究センター水産工学研究所、増養殖研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、日本アスピー(株)）

【結果と考察】

細部課題4) -ア)：母貝場から稚貝場への連続性強化技術の開発

予測手法開発の問題点

現在、アサリ浮遊幼生の移動の検討には、浮遊幼生を粒子に見立てたトレースシミュレーションが行われている。これまでの予測結果は、湾全体のマクロ的なアサリ浮遊幼生の動きが再現されてきた。しかし、河川や港湾などのミクロ的なアサリ浮遊幼生の動きは再現されていない。この要因は、微細地形が考慮されていなかったためと考えられる。

想定されるミクロ的な移動メカニズム（仮説）

潮汐の大きな海域では、河川への海水遡上が見られている。汀線方向に流れが卓越

している海域では、アサリ浮遊幼生もその地点に留まることなく通過してしまうため、アサリの着底確率は減ってしまう。しかし、その場所に河川がある場合は、潮汐による海水遡上の往復流が卓越し、アサリ浮遊幼生が留まるメカニズムが生まれる。これにより、アサリの着底確率が高まり、河口部での稚貝場形成に寄与していると想定される。

シミュレーションによる検証概要

数値シミュレーションにより、微細地形（榊田川の遡上エリア）の有無によるミクロ的な移動メカニズムの検証を行った（図 4-ア-1）。

予測モデルは、次のモデルを採用した。

- ・流動モデル：密度を考慮した多層レベルモデル
- ・浮遊幼生のトレースモデル：マルコフ課程を考慮した粒子追跡モデル

予測は松阪港を対象とした。図 4-ア-2 に計算範囲を示す。

メカニズムの検証は、榊田川の遡上エリアの有無による地形効果の検証と、エスチュアリー循環による集積効果の検証を実施した。なお、層区分は、地形効果検証は単層（1層）、エスチュアリーの検証は2層とした。

図 4-ア-3 に松阪港周辺の流況を示す。湾外の松名瀬_放流地区の流れは流出方向の南東方向にあり、三渡川、榊田川の河口部は河川方向の往復流が卓越している。予測結果も概ねその傾向が再現されている。

第1領域 $\Delta X=\Delta Y=150\text{m}$
・北部、東部を開境界、M2+S2 (24.8cm) の潮位を設定
第2領域 $\Delta X=\Delta Y=50\text{m}$
・榊田川を模した河川を設置
渦動粘性係数
第1、2ともに $10\text{m}^2/\text{s}$
・単層
・多層（層厚：2.5m）
津松阪港湾計画資料より淡水流入量を設定

図 4-ア-1

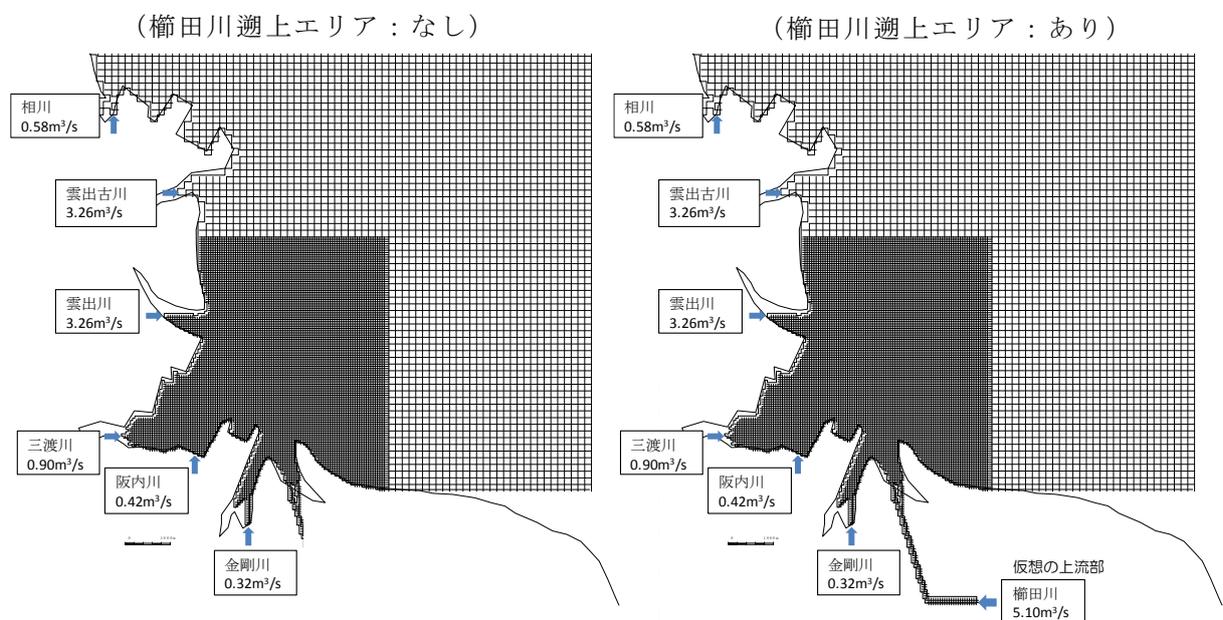


図 4-ア-2 計算範囲

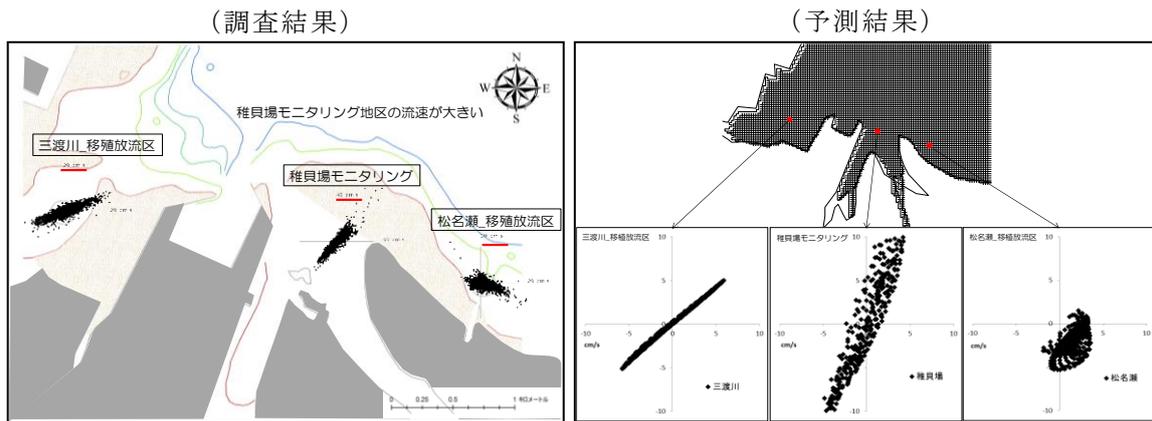


図 4-A-3 松阪港周辺の流況

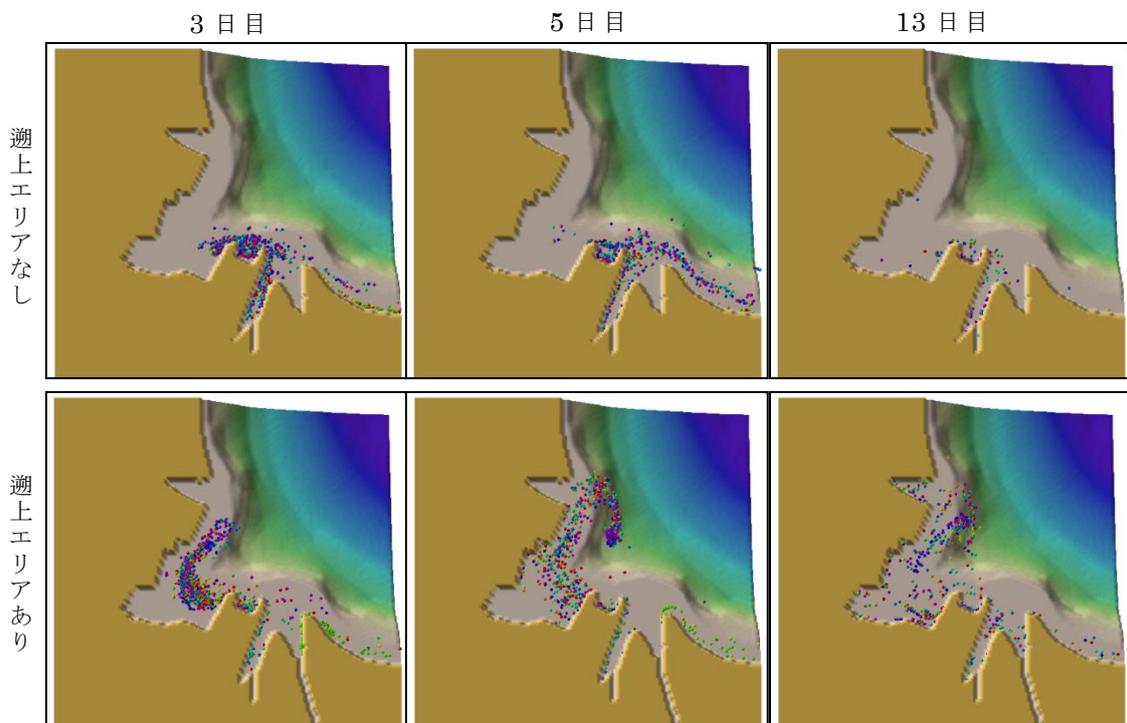


図 4-A-4 粒子移動状況

地形効果の検証

榎田川河口部に 1,000 個の粒子を投入し、その移動状況を予測した。図 4-A-4 に粒子移動状況を示す。遡上エリアなしのケースでは、榎田川河口部に投入された粒子は湾外に流出して、湾外の南東方向の流れによって系外に流出しており、港内に留まる粒子は数個となった。一方、遡上エリアありのケースは、粒子が三渡川河口部に引き込まれ、長期間港内に留まっている。

図 4-A-5 に榎田川河口部における粒子の通過粒子数を示す。遡上エリアなしのケースは、3 日程度で通過粒子は無くなってしまったが、遡上エリアありのケースは、6 日までは通過する粒子が存在している。これにより、アサリの着底確率が高まると考えられる。

エスチュアリー循環の集積効果の検証

河口部では、上層から河川水が流出し、下層から海水が流入するエスチュアリー循環が生じている。この流れにより、河口部に多くのアサリ浮遊幼生が集積すると考えられる。この状況を2層レベルモデルで検証を行った。櫛田川河口の流れは、上層で流出、下層で流入の傾向が計算された。河口部に粒子を投入したところ、下層の粒子は潮流の往復運動をしながら、河川奥部まで遡上し、上層に浮上したのちは河川流と共に湾内に流出された。この動きにより、湾内のアサリ浮遊幼生は、河口部に集積する傾向となっている（図4-ア-6）。

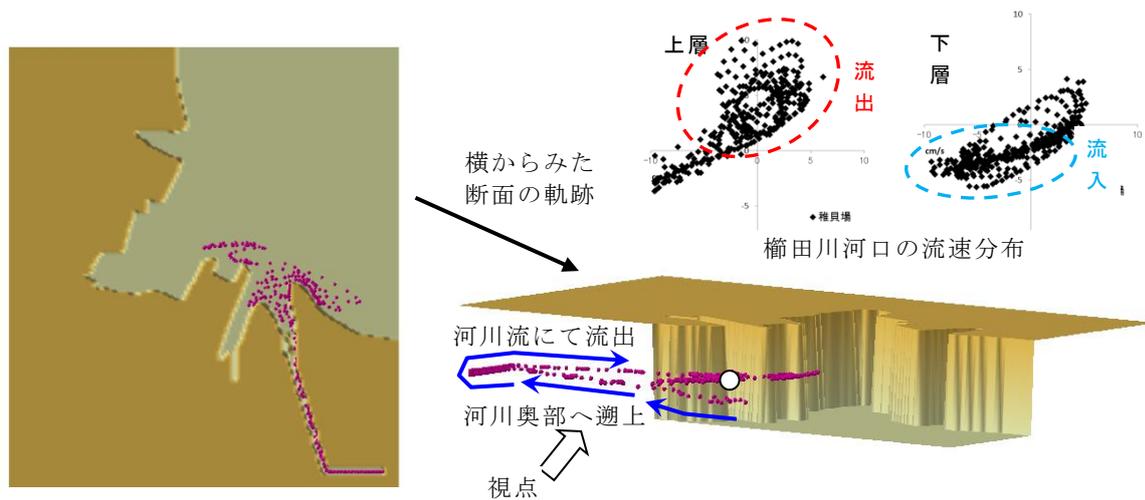


図4-ア-6 エスチュアリー循環による粒子の軌跡

今後の方針

今回のシミュレーションにより、河川の遡上エリアを考慮することで、アサリ浮遊幼生が滞留するミクロ的な移動メカニズムが検証された。今後は、海域流況の再現性を向上させ、各河川の遡上距離を設定することで、現実に近いアサリ浮遊幼生の挙動モデルを構築する。このモデルを用いて、湾内に滞留するアサリ浮遊幼生の確率を算定することで、母貝場の適地選定に資することが可能となる。

細部課題4) -イ): 稚貝場から成育場への連続性強化技術の開発

○アサリ吸引装置による移殖放流

松阪地区において、アサリ稚貝吸引装置によるアサリ稚貝の移殖放流を実施した。アサリ稚貝の採集は櫛田川河口域、放流は前年度に碎石および土砂を利用して施工した東黒部地区アサリ漁場とそれぞれの対照区の計4カ所で行った。作業は2015年6月11日～18日にかけて行い、過去3年間で採集した個体数を上回る約663万個体を採集し、それぞれの区画に1,000個



写真4-イ-1 松阪地区での漁業者による稚貝採集の様子

体/m²以上になるように移植放流することに成功した。

○漁業者らによる移植放流

松阪地区において、松阪漁業協同組合の採貝漁業者らによるアサリ稚貝の移植放流を実施した。作業は2015年6月13日の干潮時に行い、採集にはジョレン目合い8mmの網をかぶせて稚貝採集を行った(写真4-イ-1)。参加した漁業者は120名で、放流個体数は約1,600万個体であった。

○アサリ吸引装置と漁業者による移植放流の比較

本年度実施したアサリ稚貝の移植放流の実績について、表4-イ-1のように作業人数、作業時間、移植効率、それぞれの作業の特徴について整理した。移植効率については、1日あたりの移植量を算出し、1人1日あたりのアサリ個体数に換算した。アサリ吸引装置では、装置の準備等を含めて1日あたり約8.5時間の作業を行い、移植効率は約71,000～175,000個体/人と作業日によって大きくばらつきが見られた。一方、漁業者による作業は、干潮時の2時間で行い、移植効率は約133,000個体であった。採集する殻長は、受け皿とする網袋の目合いに依存するが、アサリ吸引装置ではより小型のアサリ稚貝の収集が可能であった。以上のことより、アサリ移植放流に関して、作業時間に制約をかけずに小さいサイズを放流する場合はアサリ吸引装置を利用し、干潮時に限るが短時間で大量に移植する場合は漁業者らによる作業を行うことで、効果的な放流作業が可能となると考えられる。

表4-イ-1 アサリ吸引装置と漁業者によるアサリ稚貝の移植放流の概要

	吸引装置による移植	漁業者による移植
採集方法	アサリ吸引装置	ジョレン
作業日	2015年6月11日～18日	2015年6月13日
一日あたりの作業人員	7～8人	120人
作業日数	7日	1日
作業時間/人	48時間	2時間
推定放流個体数	約663万個体	約1600万個体
移植効率	70,839-175,423個体/人	133,333個体/人
採集した平均殻長	7.05mm	9.4mm
特徴	○作業可能時間が長い ○小さいサイズの収集可能 ×移植効率にばらつきがある	○移植効率が高い ○大人数で取組みが可能 ×干潮時のみの作業

5) 委員会などの設置・運営

以下のとおり、実施したので報告する(実施予定も含む)。

○担当者会議

第1回担当者会議

開催日：2015年5月13日

場所：三重県水産研究所鈴鹿研究室

参加機関：水産工学研究所、増養殖研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、
(株)東京久栄、海洋エンジニアリング(株)

概要：今年度の実施課題について、各担当機関から調査計画について報告があり、
現地調査および現地観測の日程調整や作業工程についての確認を行った。また、
本事業の予算配分について、全機関から認証された。

第2回担当者会議

開催日：2015年11月4日

場所：三重県水産研究所鈴鹿研究室

参加機関：水産工学研究所、増養殖研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、
(株)東京久栄、海洋エンジニアリング(株)、水産庁漁港漁場整備部計画課、
研究指導課

オブザーバー：三重県津農林水産事務所

概要：今年度の実施課題の進捗状況について、各担当機関より報告が行われた。また、
今年度の成果の見込みについて報告し、調査や観測計画について確認を行った。

第3回担当者会議

開催日：2016年2月1日-2日

場所：愛知県自治センター

参加機関：水産工学研究所、増養殖研究所、愛知県水産試験場、三重県水産研究所、
(株)東京久栄、海洋エンジニアリング(株)、日本アスピー(株)

概要：今年度の成果報告について、各担当機関より報告が行われた。また、合同報告会
および報告書作成に向けての作業日程等について協議を行った。最後に
次年度の研究計画について概要の説明を行い認証された。

○合同報告会

水産基盤調査委託事業のアサリ・干潟グループの研究事業合同報告会は、2016年2月22日に農林水産省の大講堂で開催される。本年度の事業取り組み内容の説明、評価委員をはじめ会場参加者の方々から助言をいただき、本事業を進めるための参考とする。

6) 成果の普及

【目的】

学会発表やシンポジウム等を利用して、成果の普及を行う。(全組織)

学会発表等

Kuwahara H, Nambu R, Higano J, Watanabe S, Hasegawa N, Fujioka Y, Ishihi Y, Hanyu K, Miyawaki D, Tanaka Y, Saito M, Kudo T, Okamoto H: An a-priori evaluation model for restoration of fisheries population of the Manila clam and a

countermeasure example. The Third International Symposium on Manila (Asari) clam. Tsu, Mie. 2015.6.1

Nambu, R. Fujioka Y, Hasegawa N, Kudo T, Kuwahara H: Evaluating the growth and mortality of transplanted asari *Ruditapes philippinarum* juveniles in the Matsusaka region, Mie prefecture, Japan. The Third International Symposium on Manila (Asari) clam. Tsu, Mie. 2015.6.1

南部亮元・藤岡義三・宮脇大・横山文彬・宮川泰輝・桑原久実：知多半島西岸部におけるハスノハカシパンの空間分布の特徴。日本ベントス学会。北海道大学，札幌。2015年9月2日-5日

羽生和弘・国分秀樹・畑直亜・水野知巳・井上隆彦・工藤倫彰・長谷川夏樹・石樋由香・渡部諭史・藤岡義三・日向野純也・南部亮元・桑原久実：Sampling design for abundance estimation of the asari clam (*Ruditapes philippinarum*) in Ise Bay, Japan. アサリ国際シンポジウム，ポスター発表，2015.

羽生和弘・国分秀樹・畑直亜・水野知巳・井上隆彦・田中良男・工藤倫彰・長谷川夏樹・石樋由香・渡部諭史・藤岡義三・日向野純也・南部亮元・桑原久実：Discovery of a spawning ground of the asari clam (*Ruditapes philippinarum*) in Ise Bay, Japan. アサリ国際シンポジウム，ポスター発表，2015.

長谷川夏樹：網袋を使ったアサリ天然採苗～これまでとこれから～，アサリ研究会，2016.

長谷川夏樹：東京湾におけるアサリ課題整理～伊勢湾も参考に～，東京湾研究会，2016.

Sano N., Hasegawa N., Hanyu K., Miyawaki D., Komaruland A. Kuwahara H.: Spatiotemporal population structure of the asari clam *Ruditapes philippinarum* juvenile in Ise Bay inferred by microsatellite marker analysis. Abstract of the Third International Symposium on Manila (Asari) Clam, pp.20, 2015.

論文等

羽生和弘：伊勢湾におけるアサリの資源回復。豊かな海，37，55-60,2015.

普及活動

羽生和弘：アサリ資源の現状と課題。アサリ漁場整備に係る連絡調整会議，漁連他 21名，2015年4月23日。

国分秀樹：アサリ稚貝の移植放流。アサリ漁場整備に係る連絡調整会議，漁連他 21名，2015年4月23日。

羽生和弘：稚貝移植について。8共採貝部会，漁業者他 12名，2015年4月27日。

羽生和弘：稚貝移植について。8共採貝部会，漁業者他 12名，2015年6月23日。

羽生和弘：稚貝移植について。8共採貝部会，漁業者他 12名，2015年7月22日。

国分秀樹：伊勢湾のアサリ資源回復に向けた研究成果の報告。三重県アサリ協議会，漁業者・市町職員他 30名，2015年7月24日。

羽生和弘：稚貝移植について。8共採貝部会，漁業者他 12名，2015年10月20日。

羽生和弘：稚貝移植について。8共採貝部会，漁業者他 12名，2015年12月22日。

羽生和弘：伊勢湾のアサリの資源動態，第4回アサリ研究会，2016年2月23日。
宮脇大：アサリ資源の回復に向けた取り組み．小鈴谷漁協報告，漁業者他5名，2015年5月7日。
宮脇大：アサリ資源状況について．小鈴谷漁協報告，漁業者他4名，2015年5月21日。
宮脇大：アサリ稚貝の移植について．小鈴谷漁協報告，漁業者他3名，2015年7月3日。
宮脇大：アサリ稚貝の定着性について．藻類貝類養殖技術修練会，漁業者・縣市町職員他99名，2015年7月7日。
宮脇大：アサリ稚貝の移植について．小鈴谷漁協報告，漁業者他5名，2015年10月30日。
宮脇大：アサリの資源状況および稚貝移植について．小鈴谷漁協報告，漁業者他4名，2015年12月28日。

報道

『伊勢湾をアサリの宝庫に』(2015.6.12 中日新聞)
『東黒部沖にアサリ漁場』(2015.6.13 夕刊三重)
『アサリ稚貝放流進む』(2015.6.16 中日新聞)
『鈴鹿沖にアサリの広大な産卵場』(2015.8.11 中日新聞)