

エ. 母貝団地造成技術の開発

③ 三河湾におけるハマグリ之母貝団地造成技術の開発

愛知県水産試験場

日比野 学

【目的】

種苗生産や中間育成によって得られたハマグリ稚貝を効果的に母貝資源として添加するため、天然ハマグリ分布生態と好適な環境条件を把握するとともに、放流条件（放流サイズ・放流場所等）や手法（既存の貝類増殖場の活用事例等）を組み合わせた育成技術の開発に取り組む。令和3年度は、河口域においてハマグリ分布密度と底質条件の関連を抽出し、好適条件を明らかにした。また、砕石覆砂の既設の増殖場等において稚貝の試験放流を行い、母貝場としての可能性及び造成スキームを検討した。

【研究方法】

分布生態調査

ハマグリ分布生態に関する知見を蓄積するため、三河湾に流入する規模の大きい河川の代表である矢作川河口（西尾市）、母貝の保護を目的としたハマグリ禁漁区を設けている矢作古川河口（西尾市）、及び小河川である西田川河口（蒲郡市）の3カ所において、広域分布調査を令和3年5-6月及び12月に行った（図1）。調査は、各河口に12-15地点程度の調査地点を配置し、ジョレン（スリット幅：5mm）を用いて、二枚貝類を採取した。なお、12月の矢作川は左岸側線のみを調査地点（ただし、地点間に新しい点を付加）とし、同じく12月の西田川については干潟9地点のみとした。調査点では、採泥器により採取した底泥中から、直径15mmのコアサンプラーを用いて、各区1回、底泥を深さ1cmまで採取し、DMFの浸漬によりクロロフィルaを抽出し、蛍光光度計（ターナーデザイン社、AU-10）を用いてクロロフィルa量及びフェオフィチン色素量を測定した。また、100g程度の底泥を採取し、フルイ法により底質粒径別の乾重量を求め、中央粒径値、泥分率及び淘汰度を求めた。また、河口外のハマグリ分布を確認するため、5月26日には、矢作古川の河口前面の干潟域の16地点（図1中；A1～F3）についても、スコップによる定面積採取（採泥面積1.0m²を上限とした）による調査を実施し、二枚貝類を採取した。加えて、河口におけるハマグリ稚貝の成長等を追跡する目的で、各河川において令和3年5月～12月の期間に、広域分布調査で高密度のハマグリが確認された地点において、大潮干潮時に複数回の枠取り（25cm×25cm）により底泥を採取し、目開き2mmまたは4mmふるいでハマグリ稚貝を選別後、殻長を計測した。

放流試験

衣崎地区の潮間帯（潮干狩場）で2018年度に7号（粒径2.5-5mm）規格の砕石で造成された砕石覆砂区（St.1）において（図2）、ハマグリ稚貝の放流試験を行った。この砕石覆砂

区では、2018 年夏季にハマグリ稚貝がアサリ稚貝に交じり移植され、2020 年に行われた漁獲試験（日比野ら 2021）において 40-50mm の成貝として採捕されており、母貝場候補として有力と考えた。1 回目の放流試験では、令和 2 年度当該事業で試験生産した人工種苗（平均殻長 2.2mm）を令和 3 年 3 月 31 日に 1,600 個/m² の密度で、砕石区及び砕石上を被覆網で覆った「網区」（両区とも 2m×2m）に放流し、4 月 27 日に調査を行った。

2 回目の放流試験では、矢作川で令和 3 年 5 月 11 日に採捕された天然稚貝（平均殻長 21.5mm）を、5 月 12 日にそれぞれ 48 個/m² の密度で砕石区及び網区に移植放流した。また、この際に、近接する砂泥干潟（St.2；細砂主体）にも、細砂区として矢作古川で令和 3 年 5 月 24 日に採捕された天然稚貝（平均殻長 23.3mm）を、50 個/m² の密度で放流した。2 回目の放流試験の追跡調査は、7 月 27 日及び 9 月 8 日に実施した。なお、2 回目の放流試験に供した天然稚貝には、放流前にラッカーまたはペイントで貝殻に着色を施し識別できるようにした。再捕された個体は、殻長測定のほか、顕微鏡下において雌雄判別や成熟状況の観察を行った。

【研究成果の概要】

分布生態調査

3 河川河口におけるハマグリ、アサリ及びヤマトシジミの採捕個体密度について、図 3 から図 5 に示した。ヤマトシジミとアサリが調査範囲内で同所的に採捕された矢作川及び矢作古川では、5 月及び 12 月ともにハマグリの分布は、ヤマトシジミ-アサリ分布の遷移帯に位置しており、その位置は矢作川では河口端から 0.7-2.0km 上流域、矢作古川では 0.7-1.3km 付近であり、河川規模の大きい矢作川でより広範囲に分布した（図 3、4）。5 月には矢作古川前面の干潟域でも調査を実施したものの、ハマグリは 1 地点を除き採捕されず、採捕された場合にも殻長 50mm 以上の大型貝であった。一方、西田川では、ハマグリは干潟の東部を中心に分布し、これらの地点ではアサリの密度は低かった（図 5）。アサリは西田川の河口部に高密度で分布し、ヤマトシジミは河口内も含め確認できなかった。西田川河口の滞りは、ハマグリが分布する東側干潟の前面を流れており、今回確認されたハマグリ分布域は巨視的には河口左岸の干潟と捉えることもできる。各調査におけるハマグリの分布密度の最高値は、矢作川で 14.4 個/m²（5 月；St.L4）及び 30.6 個/m²（12 月；St.L5）、矢作古川で 17.4 個/m²（5 月；St.7）及び 27.5 個/m²（12 月；St.7）、西田川で 118.8 個/m²（6 月；St.4）及び 56.3 個/m²（12 月；St.1）であり、いずれの河川においてもアサリで確認される分布密度に比べ低かった。以上の調査によって得られた各地点のハマグリ分布密度と、同時に採取した底質環境データの検討を行った結果を図 6 に示した。底質粒径の淘汰度は 1 以下、泥分率は 5%以下で分布密度が高い傾向がみられた。また、底泥のクロロフィル a 量及びフェオフィチン色素量においても、低い調査地点での分布密度が高かった。一方、中央粒径値は河川ごとに異なり、昨年度と同様にそれぞれで比較的広い範囲において高い密度が確認された。以上の結果から、ハマグリの分布には濃淡があるものの

アサリに比べその分布密度は極めて低いことが明らかになった。また好適分布域は、広大な汽水域が形成される河口ではアサリとヤマトシジミの分布遷移帯にあり、また河口域や小規模河川が流入する干潟域においては、細砂から中砂を主体とする粒径分布が均質であり、また底生付着珪藻や浮泥の堆積が少ない綺麗な底質であることが、種苗放流及び母貝場造成における条件の一つと考えられた。

各調査日において採捕されたハマグリ of 殻長組成について図 7 に示した。有明海における成長と年齢の関係（熊本県 2013）を本調査で得られた殻長組成に適用すると、調査期間中において、矢作川では 2018 年～2021 年級群、矢作古川では 2019 年、2020 年級群、西田川では 2020 年、2021 年級群と推定された。7 月を起算月とすると、1 歳齢で 13mm、2 歳齢で 20-30mm 程度に成長していると考えられた。ただし、各河川の高齢の年級群には複数年級群が含まれる可能性が高い。各年級群ともに殻長モードは経時的に増大しており、それぞれの成育場へ加入後に大きく分布域を変えずに成長していると考えられた。さらに、殻長 35mm 以上の成貝サイズの個体も、稚貝とほぼ同所的に分布しており、稚貝分布域周辺で生活史が完結される可能性が示唆された。また、矢作川では 10 月に、西田川では 9 月にそれぞれ、それまでの組成に認められなかった殻長 5mm 程度の小型群が確認され、当年（2021 年）級群が加入した可能性が高いと考えられた。なお、これらの年級ごとに分布密度を再検証したところ、新規加入群（2021 年級群）に比べ高齢年級群はより広範囲かつ低密度に分布した。以上から、秋季に殻長 5mm 程度の種苗を分布好適条件の備える干潟に放流することで、資源に添加できる可能性が高くなると考えられた。

放流試験

1 回目の放流試験後の 4 月 27 日の調査では、碎石区及び網区ともに生残個体は確認されなかった。碎石覆砂では、カニ類やアナジャコ類など小型の甲殻類も多く、また放流に供した種苗が小型（平均殻長 2.2mm）であったため、食害等の影響が大きい可能性が考えられた。

より大型の天然稚貝を移植した 2 回目の放流試験では（表 1）、放流から約 3 カ月後の 9 月 8 日における確認率は碎石区で 56%、網区で 67%であった。なお、すべての再捕個体では塗料標識が残存（一部）しており、放流個体であることが識別できた。再捕個体の平均殻長はそれぞれ増大しており、成長量は河口域と同程度かやや劣る程度であった。また、碎石がない対照の細砂区でも良好な生残率（96%）と成長が確認された（表 1）。今年度は未実施であったが、2020 年 7 月～11 月に調査した細砂区の底質諸条件は、分布生態調査で明らかになった好適条件に一致していた。7 月 27 日及び 9 月 8 日に再捕された個体は、生殖腺組織の顕微鏡観察から、試験区問わずいずれも雌雄判別が可能であり、特に 7 月の雌については成熟卵細胞が充満した成熟期であると判断された（図 8）。成熟が認められた最小個体は殻長 27.1mm であった。碎石区及び細砂区問わず移植稚貝は、放流約 2 ヶ月後の最初の産卵期（満 2 歳齢）には産卵加入できる可能性が示唆された。

以上から、殻長 20mm サイズの種苗を碎石覆砂や好適環境条件の干潟に移植し、産卵加入させることで母貝場造成が可能であることが示唆された。

【次年度に向けた提言】

今年度明らかになった天然稚貝の分布生態や分布に適した底質環境条件の一端は、種苗の放流適地や母貝場造成を検討するための重要な基礎情報となると思われる。また、殻長 20mm 程度の稚貝を碎石覆砂や好適な底質条件下へ移植することによりそれらが定着し、成熟することが明らかになり、母貝場機能を発現する可能性が認められた。今後は、河口で成育した天然稚貝や中間育成等を経た人工種苗にとってより効率的な母貝添加となるための好適サイズ・時期等を明らかにする必要がある。

一方で、ハマグリ資源管理単位やその再生産関係から天然資源も含めた必要な母貝量を算定することで、導入すべき母貝場造成の具体的技術とその規模が決まってくると考えられる。当然、環境変動等により再生産関係は変動するため、人工種苗放流及び天然稚貝移植ならびに自主的保護禁漁区等の資源管理措置を複合的に取り込み、人工干潟や貝類増殖場等を活用した現実的かつ順応的なハマグリ母貝場造成スキームの提案に向けた内容を検討していく必要がある。

【参考文献】

日比野学・松村貴晴・服部宏勇・長谷川拓也・阿知波英明・石樋由香・三輪正毅（2021）三河湾におけるアサリの漁場造成手段としての碎石覆砂の効果と環境要因との関連. 愛知水試研報, 26, 17-30.

熊本県（2013）熊本県ハマグリ資源管理マニュアル. 熊本県水産研究センター, pp.22.

【図表】

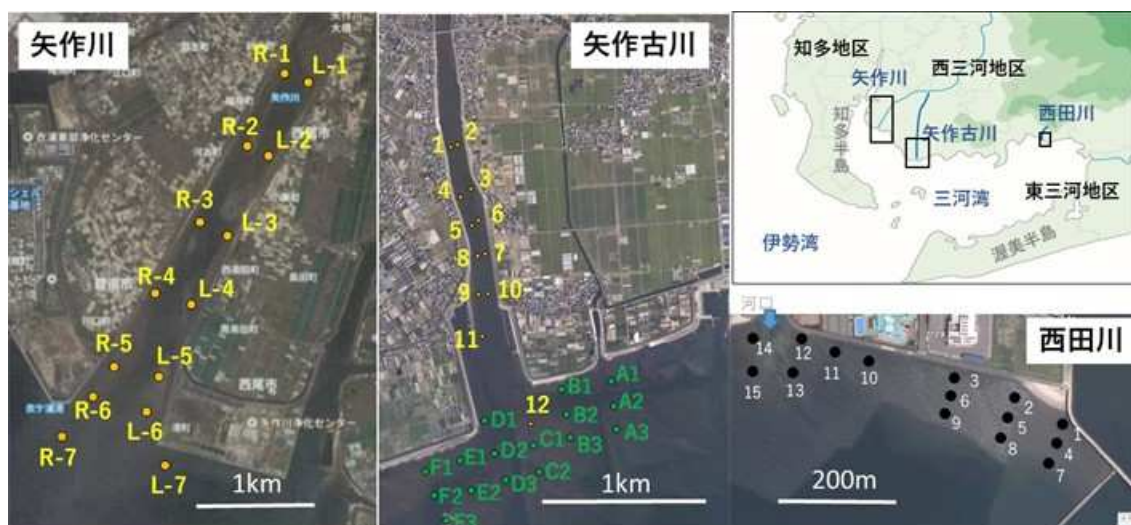


図1. 各河川河口における調査点



図2．放流試験の実施場所と試験区の外観

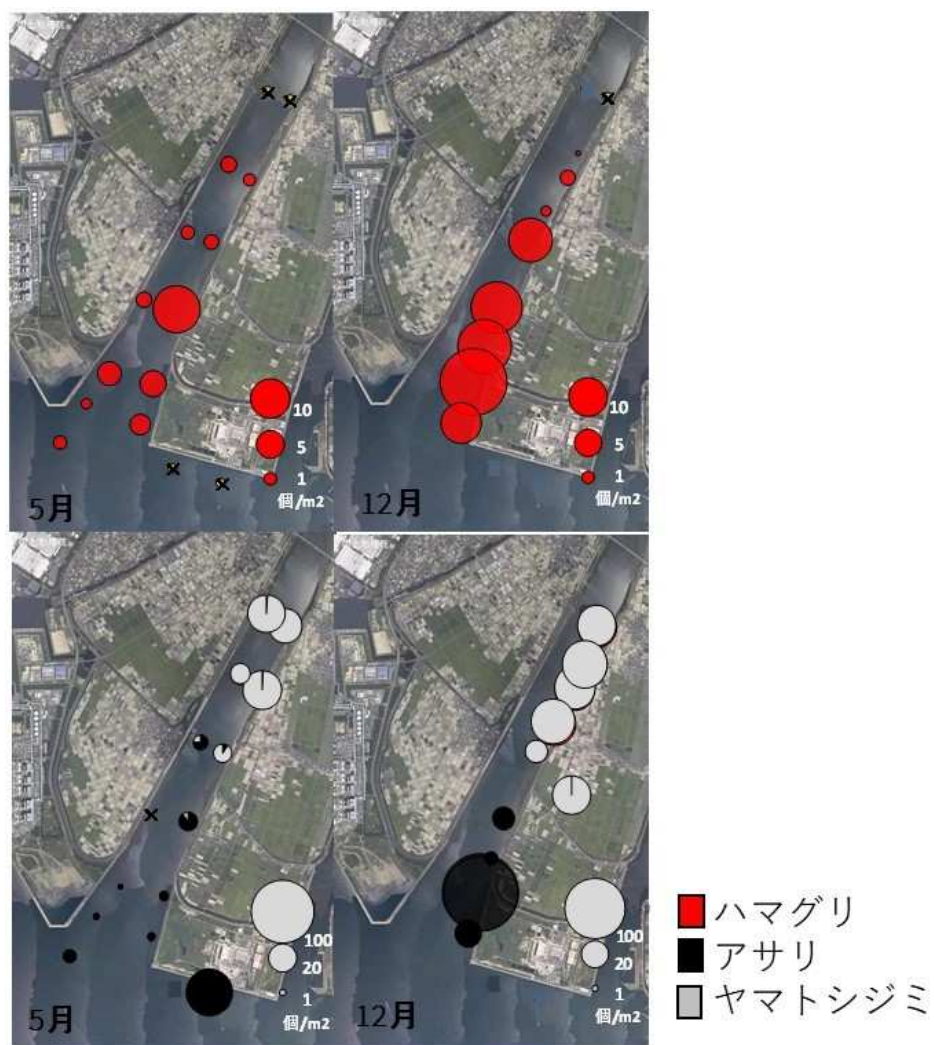


図3．矢作川河口におけるハマグリ（上）、アサリ及びヤマトシジミ（下）の分布

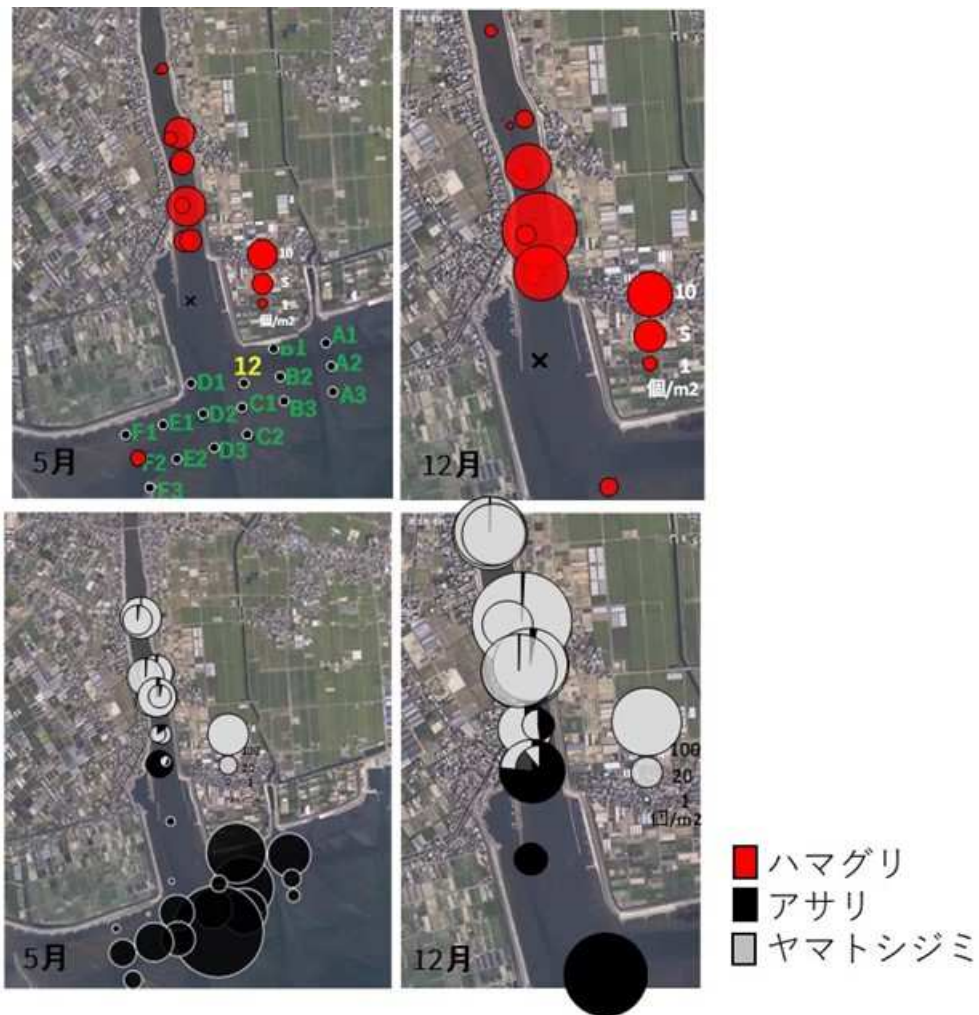


図4．矢作古川河口におけるハマグリ（上）、アサリ及びヤマトシジミ（下）の分布
（円の大きさは分布密度に比例する。12月には海域は実施せず）

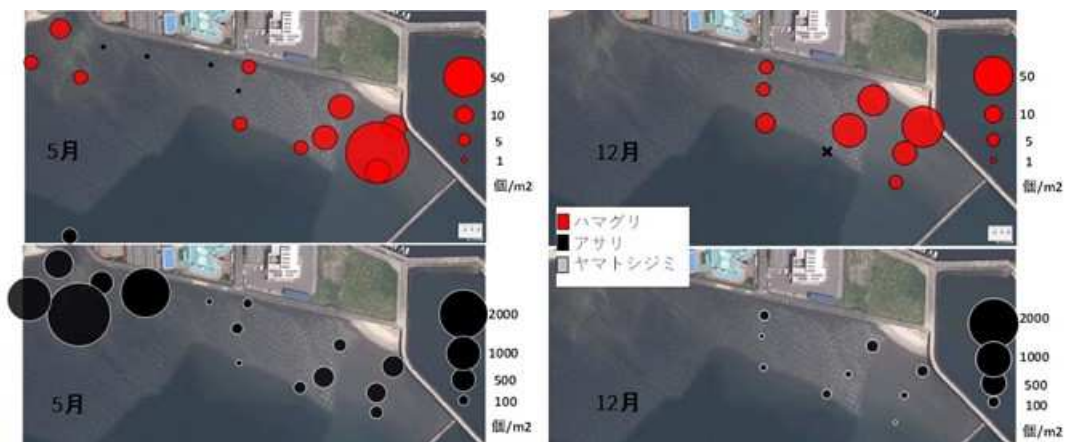


図5．西田川河口におけるハマグリ（上）、アサリ（下）の分布
（円の大きさは分布密度に比例する。12月には河口前は実施せず。ヤマトシジミは採捕されず）

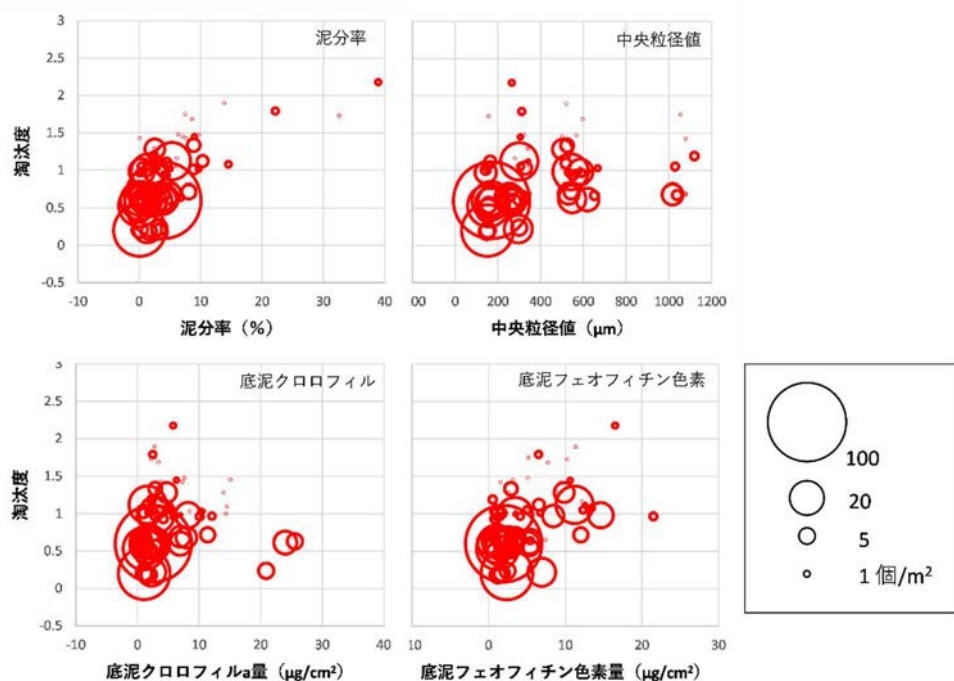


図 6．各調査点におけるハマグリ分布密度と淘汰度、泥分率、中央粒径値、底泥クロロフィル a 量及び底泥フェオフィチン色素の関係（円の大きさは分布密度に比例する）

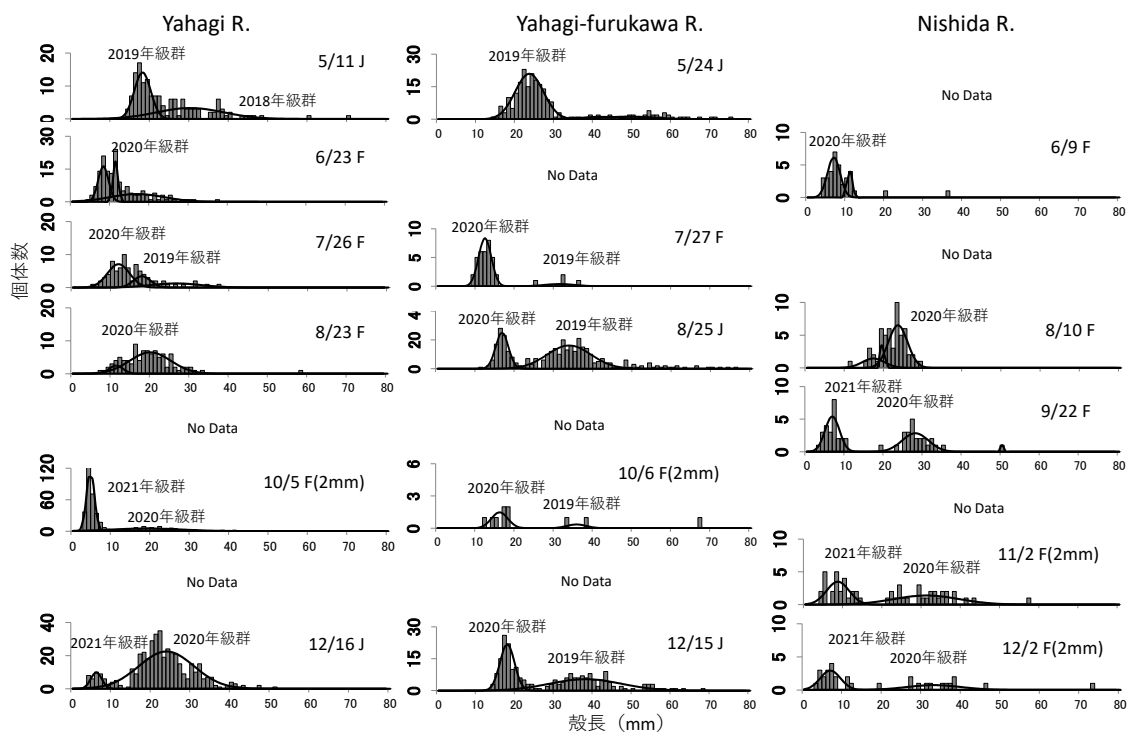


図 7．各河川において各調査日に採捕されたハマグリ殻長組成（図中の実線は混合正規分布曲線、日付の後ろの J はジョレン、F はふるいによる採取を示す）

表 1. 放流試験（2 回目）における移植時及び再捕調査時における各試験区
の分布密度（個/m²）と平均殻長（mm）

試験区	移植時（5月）	7月27日	9月8日
碎石区	48・21.5mm	60・28.0mm	27・28.5mm
網区	48・21.5mm	21・27.4mm	32・27.5mm
細砂区	50・23.3mm	33・31.0mm	48・41.7mm

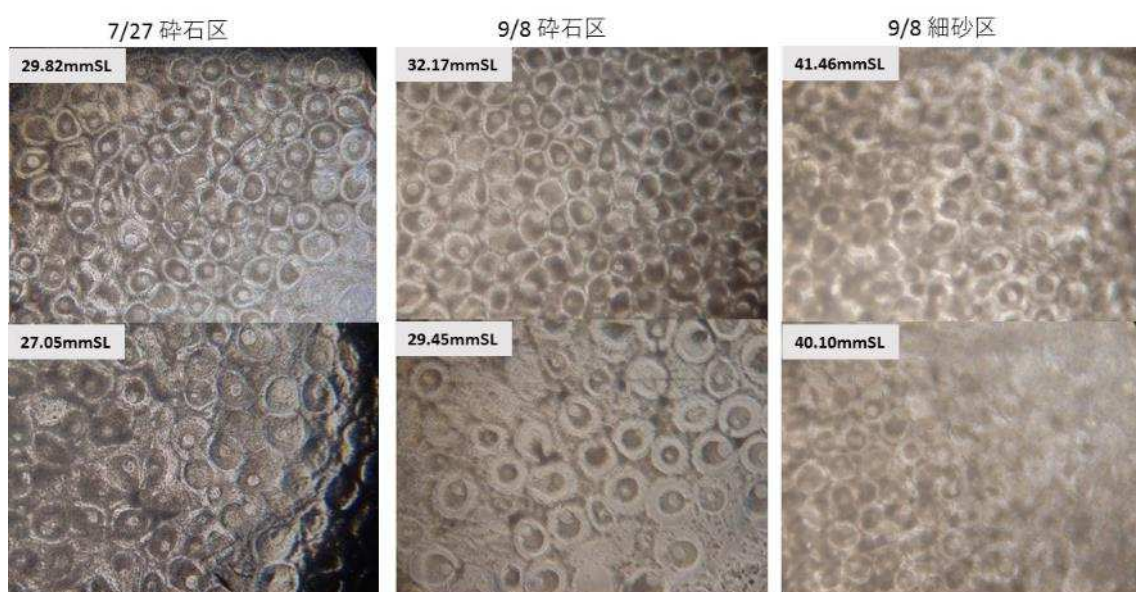


図 8. 放流試験（2 回目）の再捕個体（雌）の生殖腺組織写真

エ．母貝団地造成技術の開発

④ 伊勢湾におけるハマグリ之母貝団地造成技術の開発

三重県水産研究所 鈴鹿水産研究室

舘 洋

【目的】

伊勢湾（三重県側）のハマグリは、主に北部の桑名地区において戦後は年間千トン以上が水揚げされたが、干潟の減少、地盤沈下などの影響で昭和 40 年代後半から減少し、平成に入ると水揚量は数トンまで激減した。桑名地区では、ハマグリ資源の回復に向けて、昭和 50 年頃からハマグリ稚貝（人工種苗）の生産技術開発と稚貝の放流、資源管理、干潟造成などに取り組んだ結果、平成 15 年頃からハマグリ資源が増加し、平成 26 年には水揚量が約 200 トンまで回復した。しかし、その後は再び資源が減少して令和 2 年の水揚量は約 64 トンとなっている。伊勢湾内のハマグリ資源は、桑名地区で回復した後に他地区でも増加したことから、木曾三川河口部に位置する桑名地区の資源状態が、伊勢湾全体の資源に強く影響する可能性が高いと考えられ、伊勢湾のハマグリ資源の増加、安定には、桑名地区のハマグリ加入量および資源の底上げが急務である。

本研究では、桑名地区における天然ハマグリ分布調査を行い、ハマグリ稚貝の放流適地を明らかにするとともに、干潟における稚貝の保護飼育試験を実施して、母貝団地の造成に向けた知見を得る。

【研究方法】

1) 天然ハマグリ分布調査

桑名地区において、ハマグリ分布調査を 6 月、10 月、および 2 月に実施した。調査地点は木曾三川の河口域における漁獲情報をもとに、ハマグリが分布していると考えられる海域で 121 地点を選定した（図 1）。調査は、軽量簡易グラブ採泥器を用いて各地点で 2 回ずつ（0.05 m³/回）、深さ 0.2m で海底堆積物を採取し、目合 2mm のフルイに残ったハマグリなどの二枚貝類を採取して個数、殻長、湿重量を計測した。また、各調査地点で海底堆積物の表層約 2cm を採取し、乾燥粉碎後、強熱減量（IL）と粒度組成を測定した。水質は、各調査地点で多項目水質計を用いて水温、塩分、溶存酸素濃度（DO）を測定した。

2) 干潟域における保護飼育試験

桑名地区におけるハマグリ分布調査結果などを参考に選定した長島干潟において、鉄枠カゴによる保護飼育試験を 11 月 1 日より実施した（図 2）。試験に用いた鉄枠カゴは、アコヤガイの稚貝を育成するために用いられる沖出し籠（PE ネット、目合い 1.2mm、40×40cm 鉄枠入り）に、2 mm 目フルイで生物を取り除いた設置地点の砂と、陸上水槽で飼育した稚貝を収容し、鉄枠カゴの高さ 1/3 程度を干潟に埋めて鉄杭とロープで固定した（図 3 左）。稚貝の収容個数はカゴ当たり約 2 千個と 5 千個とし、各 5 カゴずつ設置し、月 1 回、1 カゴず

つ研究室に持ち帰り、殻長測定と生残数を計数した。また、干潟での保護飼育と、県南部の垂下飼育との生育状況を比較するため、11月30日より、同じ鉄枠カゴに、干潟での試験とほぼ同サイズの稚貝を粒径1～2mmの粗砂とともに収容し、尾鷲市の栈橋の水深1.5mに垂下して生育を観察した（図3）。飼育カゴに収容した稚貝の個数や殻長等は表1の通りとした。

【研究成果の概要】

1) 天然ハマグリ分布調査

令和3年6月（1日、8日）、10月（12日、26日）、および2月（1日、10日）の分布調査結果を図4に示した。6月調査では、河川の流れ沿いを中心に、108個体が採取された。昨年の夏季調査（8月に2個採取）に比較して、大幅な増加となったが、今年度は梅雨時期の出水による減耗を受ける前の6月に調査したことも影響したと考えられた。10月調査では、6月調査時に比較して採取個体数は減少し、特に河川内ではほとんど採取されず、沖側に分布していた。塩分濃度の低い海域に生育するヤマトシジミについても、6月調査よりかなり沖側での分布が確認されており、8月中旬の集中豪雨による出水の影響が考えられた。ただ、長島干潟では他の地点に比べて稚貝が残存しており、導流堤などにより河川出水の影響を受けにくい海域であると推察された。2月分布調査では、10月調査時と同様、河川内ではほとんど採取されず、木曽川沖と長島沖でわずかに採取された。また、ハマグリが確認された地点の粒度組成は、中砂、細砂の占める割合が高く、シルト、泥、礫・粗砂などは少なかった。これは前年度調査と同様の傾向であった。ハマグリが100個/m²以上確認された調査地点での、粒度組成における細砂～中砂の占める割合が平均87%（71～96%）となっており、全調査地点平均の71%を大きく上回った（図5）。6月から2月の調査でハマグリが確認された地点のDL（地盤高）は-0.8～4.4mで、最もハマグリの出現が多かった水深帯はDL0.8～1.2mであった。

2) 干潟域における保護飼育試験

鉄枠カゴを用いた長島干潟における保護飼育試験と尾鷲市での垂下飼育試験の途中結果を表2に示した。長島干潟に設置した鉄枠カゴ内の稚貝の日間成長率は0.007～0.009mm/日で、約3か月後の生残率は49～58%であった。同様の飼育カゴ用いて尾鷲市に垂下している稚貝の日間成長率は0.027～0.037mm/日であり、干潟での保護飼育は、かなり低い成長であった。また、長島干潟に設置した鉄枠カゴ10個のうち、3個が初回の観察時まで流出しており、残りの7個についても海藻などの付着物に覆われて海水交換が悪化していることから（図6）、設置方法などについて、再検討が必要と思われた。

【次年度に向けた提言】

ハマグリ分布調査については、昨年度の調査でハマグリの採取個数が少なかったこと

から、夏季の調査時期を 8 月から出水前の 6 月に変更、調査地点も漁獲情報に基づいて再配置したことで採取個数の増加が見られた。次年度以降も今年度と同様の調査時期・地点で調査を継続し、稚貝放流適地の選定にかかる水深・水質・底質等のデータを収集・蓄積していきたい。また、干潟域における保護飼育と野外での垂下試験との生育比較試験などを実施し、稚貝の適正な放流時期や放流方法について検討を進める。

【図表】

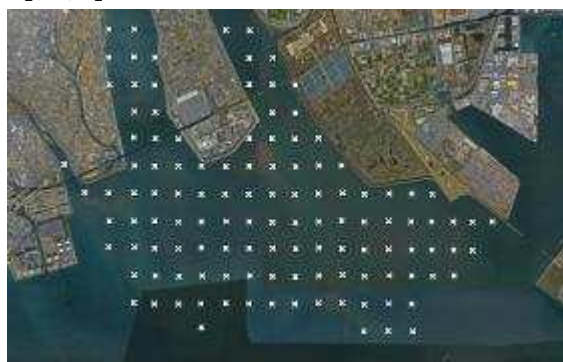


図 1. 分布調査地点 (121 地点)



図 2. 長島干潟における飼育カゴ設置場所



図 3. 干潟保護飼育試験（左）と垂下飼育試験（右）の設置風景。

表 1. 設置カゴの飼育条件

No.	海域	飼育容器	飼育基質	開始日	稚貝数 (千個)	飼育密度 (個/cm ²)	開始時の平均 殻長(mm)
1	長島干潟	沖出し袋、鉄枠カゴ、40×40cm	現地砂(2mm以下)	11月1日	2.0	1.25	5.1
2	長島干潟	沖出し袋、鉄枠カゴ、40×40cm	現地砂(2mm以下)	11月1日	5.0	3.13	5.1
3	尾鷲市	沖出し袋、粗砂あり、40×40cm	粗砂(1～2mm)	11月30日	3.2	2.00	4.9
4	尾鷲市	沖出し袋、粗砂あり、40×40cm	粗砂(1～2mm)	11月30日	6.4	4.00	4.9
5	尾鷲市	沖出し袋、粗砂あり、40×40cm	粗砂(1～2mm)	11月30日	26.0	16.25	4.9

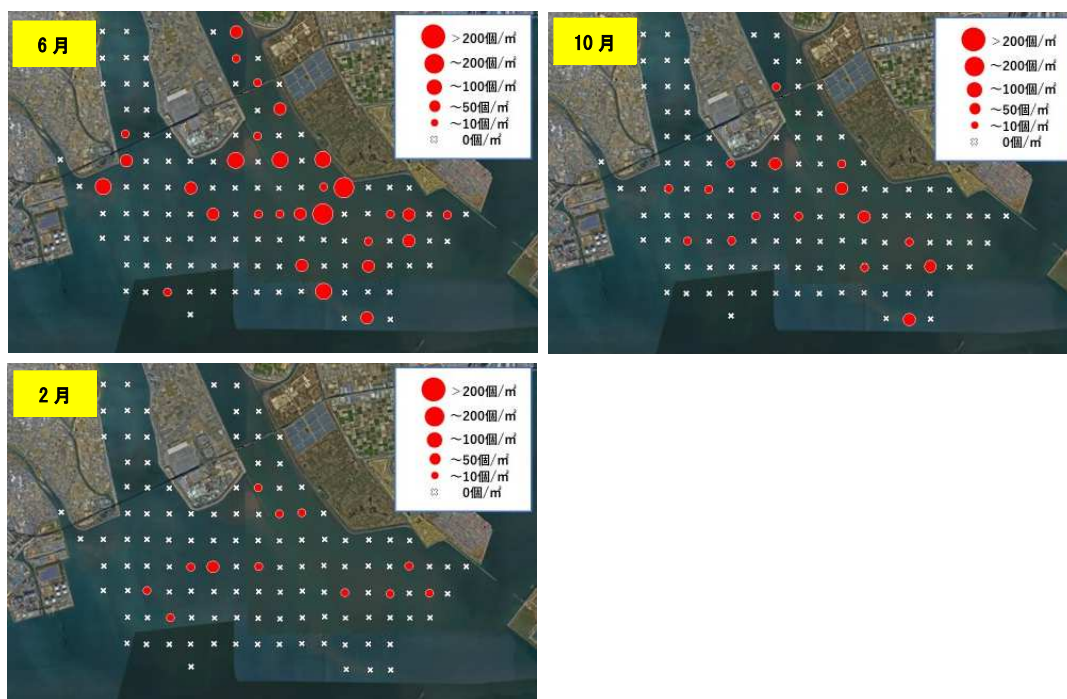


図4. ハマグリ分布調査結果（6月、10月、2月）の粒度組成

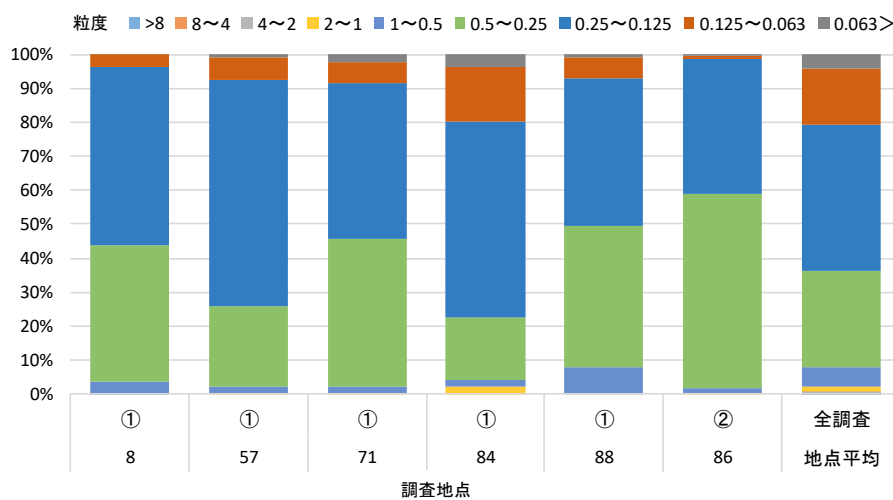


図5. ハマグリ採取地点（100 個/㎡以上）の粒度組成



図6. 干潟での保護飼育カゴ設置から2か月の様子

表 2. 設置カゴの飼育結果 (継続中)

No.	海域	飼育容器	飼育基質	稚貝数 (千個)	飼育密度 (個/cm ²)	開始時の平均 殻長 (mm)	最終測定日	最終測定時の 平均殻長 (mm)	生残率 (%)	日間成長量 (mm/日)
1	長島干潟	沖出し袋、鉄枠カゴ、 40 x 40cm	現地砂(2mm以下)	2.0	1.25	5.1	2月17日	5.91	49	0.007
2	長島干潟	沖出し袋、鉄枠カゴ、 40 x 40cm	現地砂(2mm以下)	5.0	3.13	5.1	2月17日	6.09	58	0.009
3	尾鷲市	沖出し袋、粗砂あり、 40 x 40cm	粗砂 (1~2mm)	3.2	2.00	4.9	2月4日	6.72	—	0.027
4	尾鷲市	沖出し袋、粗砂あり、 40 x 40cm	粗砂 (1~2mm)	6.4	4.00	4.9	2月4日	7.35	—	0.037
5	尾鷲市	沖出し袋、粗砂あり、 40 x 40cm	粗砂 (1~2mm)	26.0	16.25	4.9	2月4日	7.14	—	0.034

エ. 母貝団地造成技術の開発

⑤ 餌料源分析を通じたハマグリ母貝団地造成技術の開発

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所

西本 篤史・渡部 諭史・高田 宜武・鬼塚 年弘・白藤 徳夫・丹羽 健太郎

【目的】

沿岸漁業を下支えしてきたアサリの漁獲量が低迷する中で、近年、各地でハマグリがみられるようになってきた。ハマグリは漁獲加入までに3年近く要するため、漁場での適切な管理が求められるが、その生態については情報が乏しい。本研究では、成長に伴う干潟内でのハマグリ移動に着目し、本種の干潟内における移動が成長に伴う餌料源の変化に起因する可能性を検証する。これにより、成長段階別に、干潟内での適正な育成場の条件を明らかにすることを目的とする。

【研究方法】

1) カゴによる干潟育成試験

千葉県木更津市盤洲干潟の小櫃川河口北側干潟域において、河口からの距離に応じて、【岸】、【中間】、【沖】の3試験区を設定した(図1)。各試験区において、ステンレス製のカゴ(30cm×30cm×30cm)を4つずつ設置した。カゴごとに異なる殻長のハマグリを入れて育成することとし、殻長50mm程度の大サイズ(×65個)、殻長20mm程度の中サイズ(×93個)、殻長5mm程度の小サイズ(×800個)のハマグリを入れた。なお、小サイズについては、各試験区においてカゴを2つずつ使用した。大・中サイズの供試貝は令和3年3月19日に調査地周辺にて採取し、試験を開始する令和3年3月31日まで岸試験区においてカゴに入れて馴致した。小サイズの供試貝は、千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所にて、令和2年度の初夏～秋に採卵し、室内で越冬させた殻長3～5mm程度の稚貝を使用した。なお、試験開始前の供試貝のサイズ測定および同位体比分析は実施しなかった。

4月から9月にかけて、月に1回の頻度で、岸、中間、沖の3地点からハマグリサンプリングを実施した。小サイズについては9月時点で全量回収し、死亡率を算出した。一方、中・大サイズについてはその後も試験を継続し、11月に岸と中間の2地点から中サイズを、1月に岸と中間の2地点から中・大サイズのサンプリングを行った。3月に岸、中間、沖の3地点で中・大サイズのサンプリングを実施し、全量を回収する予定である。

小サイズと中・大サイズではサンプリング方法も異なり、中・大サイズでは、各カゴから、表出、浅く潜砂(以下、浅)、少し深く潜砂(以下、深)の3カテゴリーに分けて、それぞれ最大3個体ずつ採取した。小サイズでは、スコップを用いてハマグリ試料100個体を目安にサンプリングを行った。なお、小サイズのカゴ試験区について、棲息密度等については測定しなかった。採取した個体は、殻長、殻高、殻幅、軟体部湿重量を測定し、肥満度を算出した。但し、小型貝の肥満度を正確に測定することは困難であるため、小サイズ区については、肥満度を算出しなかった。

2) 実験室での処理および炭素・窒素安定同位体比分析

餌料源分析を通じたハマグリ育成技術の開発課題（ウ．⑥）を参照されたい。なお、本課題についても、報告書作成時点で7月分までの分析が終了している。

【研究成果の概要】

1) カゴを用いた干潟育成試験における殻長および肥満度の時系列変化

【死亡率】

試験期間中の8月8日から10日にかけて関東に接近した台風10号の影響で、研究サイトでは20m/sを越える強風が吹き、波浪の影響で沖試験区のカゴが1つ（小サイズ区）流出した。これも死亡とみなして、各サイト、各サイズクラスについて、死亡率を算出した（表1）。その結果、小サイズでは、岸⇄沖方向の明瞭な傾向が確認され、岸側ほど死亡率が低く、生き残りが良いことを確認した。中・大サイズについても、8月のサンプリング時に沖での死亡が多く見られ、岸・中間の死亡率に比べて沖の死亡率が高い傾向が確認された。

【殻長】

サイズ別・サンプリング月別に、サイト間で殻長を比較した（図2）。まず、小サイズ試験区について、4月では岸（ $5.98 \pm 1.66\text{mm}$ ）と中間（ $4.70 \pm 1.44\text{mm}$ ）が統計的に有意に異なり（One-way ANOVA, $p=0.00033$, Tukey-Kramer, $P<0.001$ ）、岸の方が大きい傾向がみられた。5月においても同様の傾向（One-way ANOVA, $P<0.001$, Tukey-Kramer, $p=0.013$ ）が見られ、岸（ $9.37 \pm 2.67\text{mm}$ ）の方が中間（ $8.10 \pm 2.19\text{mm}$ ）に比べて大きかった。6月になると、沖（ $9.54 \pm 3.07\text{mm}$ ）が、岸（ $12.85 \pm 4.03\text{mm}$ ）および中間（ $11.86 \pm 2.88\text{mm}$ ）と統計的に有意に異なり（One-way ANOVA, $P<0.001$, Tukey-Kramer, $P<0.001$, $P<0.001$, respectively）、小さい傾向が見られた。7月になると、岸（ $20.50 \pm 3.35\text{mm}$ ）が、中間（ $17.29 \pm 3.58\text{mm}$ ）および沖（ $18.40 \pm 5.24\text{mm}$ ）と統計的に有意に異なり（One-way ANOVA, $P<0.001$, Tukey-Kramer, $P<0.001$, $P<0.001$, respectively）、大きい傾向が見られた。8月になると、中間（ $20.18 \pm 3.61\text{mm}$ ）と沖（ $22.76 \pm 4.97\text{mm}$ ）が統計的に有意に異なり（One-way ANOVA, $P<0.05$, Tukey-Kramer, $P<0.05$ ）、むしろ沖の方が大きい傾向が見られた。9月には、統計的に有意な違いは検出されなかった（One-way ANOVA, $P>0.05$ ）。

一方で、中・大サイズ試験区では、11月の中サイズ試験区を除いて、いずれの月においても、ハマグリ の殻長に岸、中間、沖のサイト間で統計的に有意な違いは検出されなかった（One-way ANOVA, $p > 0.05$ ）。

これらの結果から、種苗サイズの稚貝を用いた干潟上でのカゴによる中間育成を行う場合は、岸側に育成場を設定した方が、成長が良いことが明らかになった。干出時間の長い（摂餌可能時間の短い）岸で成長が良かった理由については、サイト間で波浪による底質攪乱の強度が異なることや、サイズによって好適な餌料環境が変化する可能性が考えられる。

なお、8月以降に岸⇄沖方向の明瞭な傾向は見られなくなったことは、小サイズ区でハマグリ（小）の殻の変形など、生育阻害が起きていたことから、ハマグリ（小）の成長とアサリ天然稚貝の加入に伴ってカゴの中の生育密度が非常に高まったことによるものと考えられた。

【肥満度】

中・大サイズについて、サンプリング月毎に、ハマグリ（中・大）の肥満度をサイト間で比較した（図3）。まず、中サイズでは、4月と7月においてサイト間でハマグリ（中）の肥満度に統計的に有意な違いが検出され（one-way ANOVA, $P<0.05$ ）、中間（それぞれ 14.76 ± 0.93 , 14.46 ± 1.30 ）と沖（それぞれ 16.19 ± 1.08 , 16.45 ± 2.28 ）で、ハマグリ（中）の肥満度が統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, $P<0.05$ ）、沖の方で肥満度が高い傾向が見られた。

大サイズにおいて、この傾向はより明瞭に確認され、6月と1月を除くすべての月において、サイト間でハマグリ（大）の肥満度に統計的に有意な違いが検出され（one-way ANOVA, $P<0.05$ ）、いずれの月においても、沖が岸と中間、もしくは岸または中間と統計的に有意に異なり、高い肥満度を示す傾向が見られた。具体的なデータを見ると、4月には沖（ 16.49 ± 1.51 ）が中間（ 14.36 ± 1.65 ）および岸（ 13.79 ± 0.55 ）と統計的に有意に異なった（Tukey-Kramer, それぞれ $P<0.01$, $P<0.001$ ）。5月には沖（ 18.36 ± 1.07 ）と岸（ 15.42 ± 1.54 ）が（ $P<0.05$ ）、7月には沖（ 19.43 ± 2.22 ）に対して中間（ 14.89 ± 1.25 ）と岸（ 14.11 ± 1.57 ）が（それぞれ $P<0.001$, $P<0.001$ ）、8月には沖（ 14.05 ± 0.87 ）と中間（ 12.38 ± 1.66 ）が（ $P<0.05$ ）、9月には沖（ 13.27 ± 2.02 ）と岸（ 10.87 ± 1.26 ）が（ $P<0.05$ ）、統計的に有意に異なる傾向を示した。

これらの結果から、肥満度データを仮に成熟状態の1つの指標とみなすならば、繁殖を目的とした干潟上での母貝場造成において、岸側に比べて沖側の方が好適な環境であることが示唆された。これは1つの要因として、沖側の方が冠水時間および摂餌可能時間が長いことが考えられる。

【炭素・窒素安定同位体比】（以下、 $\delta^{13}\text{C}$ および $\delta^{15}\text{N}$ ）

$\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ について、ハマグリ（小・中・大）のサイズクラス別に整理した（図4、図5）。まず、ハマグリ（小）の $\delta^{13}\text{C}$ は、6&7月には、サイト間で統計的に有意な違いが検出され（one-way ANOVA, $P<0.05$ ）、岸が中間と沖と統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, $P<0.05$ ）、低かった。ハマグリ（中）の $\delta^{13}\text{C}$ は、5&6&7月に、サイト間で統計的に有意な違いが検出され、（one-way ANOVA, $P<0.05$ ）、5月には岸が沖と統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, $P<0.05$ ）、低かった。6&7月には、岸が中間と沖と統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, $P<0.05$ ）、低かった。ハマグリ（大）の $\delta^{13}\text{C}$ は、4&5&7月に、サイト間で統計的に有意な違いが検出され（one-way ANOVA, $P<0.05$ ）、4月には岸が中間に比べて統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, $P<0.05$ ）、岸の方が低かった。5&7月は、岸が、中間および沖と統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, $P<0.05$ ）、低かった。

いずれのサイズクラスにおいても、岸で低く、中間・沖で高い傾向がみられた。このこと

は、岸サイトで陸由来有機物のハマグリ（小）の炭素源としての寄与の程度が高く、中間・沖サイトで低いことを示唆するものである。

次に、ハマグリ（小）の $\delta^{15}\text{N}$ は、4 月においてのみサイト間で統計的に有意な違いが検出され（one-way ANOVA, $P<0.05$ ）、岸が中間と沖と統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, それぞれ $p=0.0358$, $P<0.05$ ）、高い傾向が確認された。ハマグリ（大）の $\delta^{15}\text{N}$ においても、4 月においてのみ統計的に有意な違いが検出され（one-way ANOVA, $P<0.05$ ）、中間が沖と統計的に有意に異なり（Tukey-Kramer, $P<0.05$ ）、高い値を取った。なお、これ以外の組み合わせにおいては、 $\delta^{15}\text{N}$ に統計的に有意な違いは検出されなかった（one-way ANOVA, $p>0.05$ ）。

ハマグリ（小）の餌料源候補の 1 つである水中の懸濁態有機物（POM）の $\delta^{15}\text{N}$ は、塩分が低いほど低くなる傾向が知られている。それにもかかわらず、ハマグリ（小）の $\delta^{15}\text{N}$ にサイト間での違いはみられなかったという事実は、ハマグリ（小）が、基本的に潮位が高く塩分の高い沖合水が干潟全域に波及している時間帯に活発に摂餌を行っている可能性を示唆するものである。ただし、ハマグリ（小）の $\delta^{15}\text{N}$ がハマグリ（中・大）の $\delta^{15}\text{N}$ に比べて低いことや、サイト間でハマグリ（小）の餌料源が異なることを示唆する $\delta^{13}\text{C}$ を取っていることなど、今後、更なる分析を進め、食性を明らかにして行く必要がある。

なお、詳細は割愛するが、 $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 分析の終了している 7 月時点まで、いずれの月においても、ハマグリ（小）の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ が、ハマグリ（中・大）と統計的に有意に異なり（one-way ANOVA, $P<0.05$, Tukey-Kramer, $P<0.05$ ）、低い傾向も確認された。また、小サイズ試験区において、殻長の増加（成長）に伴い、 $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ が上昇する傾向も確認された。以上のことから、ハマグリ（小）が成長に伴い、食性を変化させていることが示唆される。

【次年度に向けた提言】

同位体分析については、中間育成課題と同様に、今年度は基本的に結果を示すに留めた。次年度以降、8 月以降に採取したハマグリ（小）の同位体比分析を進めると共に、餌料源候補である水中の粒子状有機物（POM）および底生微細藻類（付着藻類）の分析を進め、改めて報告させて頂きたい。加えて、ハマグリ（小）腸内容物のメタゲノム解析についても試みて行きたいと考えている。

【図表】

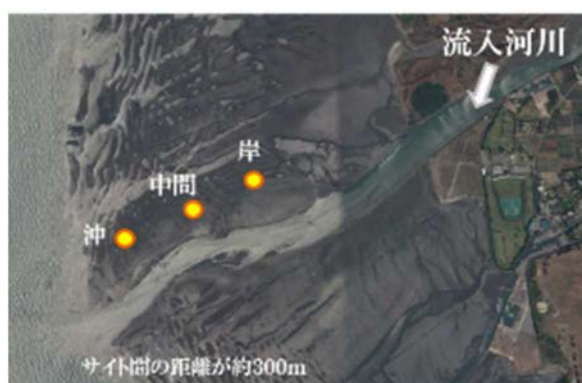


図1．研究サイト

表1．ハマグリ供試員の試験期間中の死亡率

	小サイズ	中サイズ	大サイズ
岸	30.7%	2.15%	6.15%
中間	48.8%	2.15%	6.15%
沖	86.8%	12.9%	15.4%

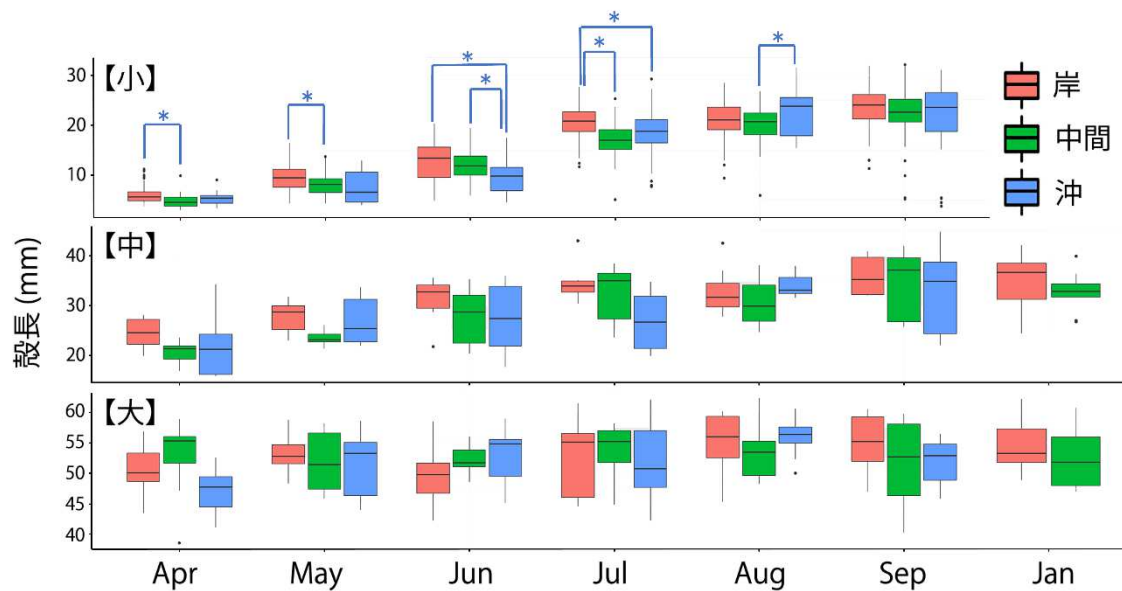


図2．ハマグリ殻長のサイト別・サイズ別の月別変化

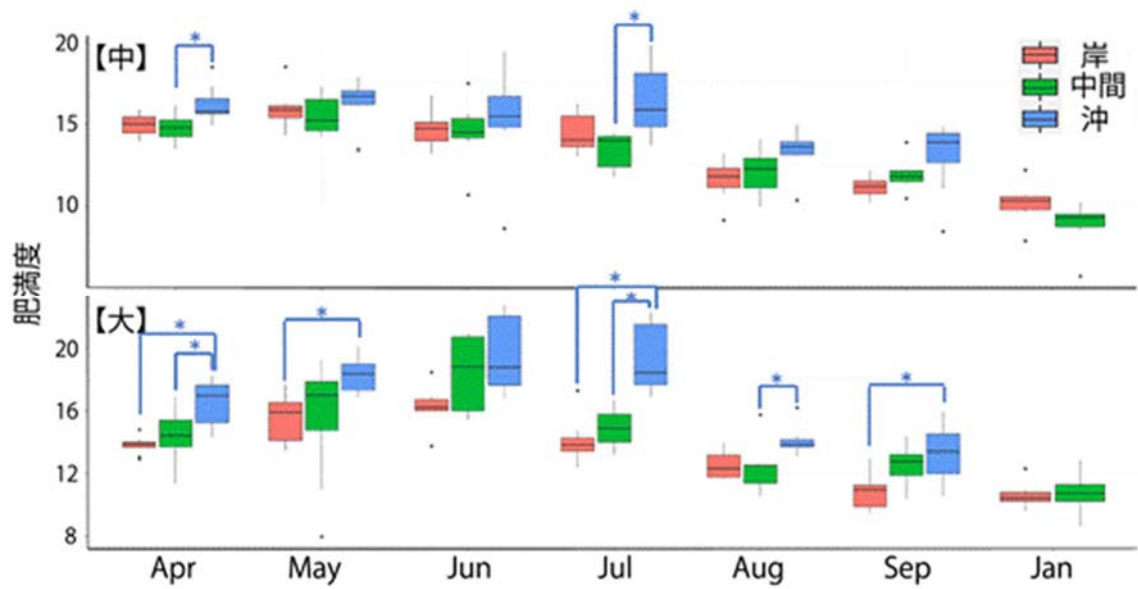


図 3. ハマグリ肥満度のサイト別・サイズ別の月別変化

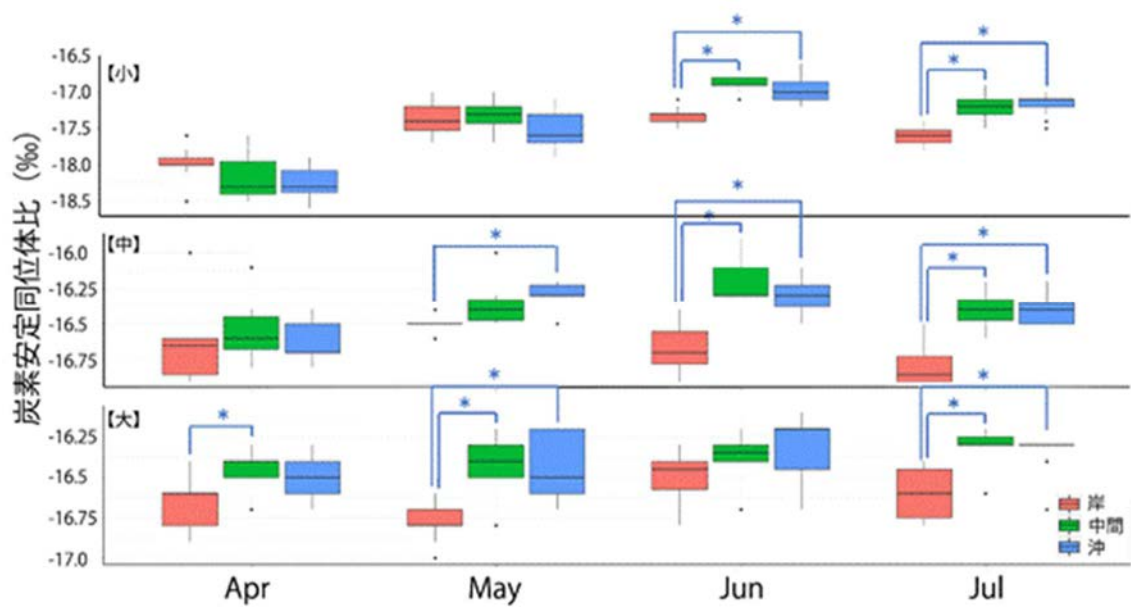


図 4. ハマグリ炭素安定同位体比のサイズ別・サイト別の月別変化

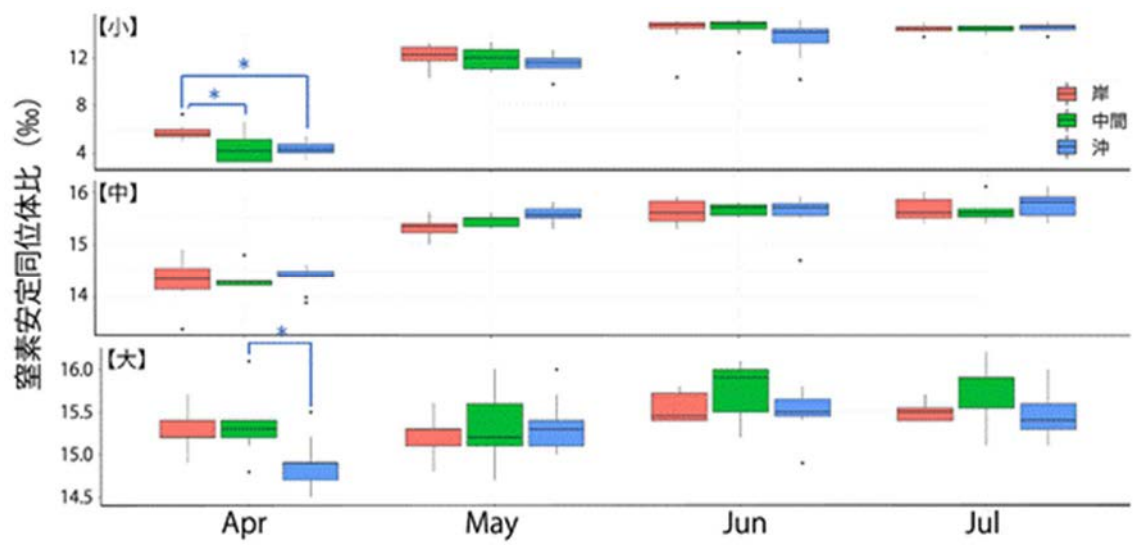


図5. ハマグリ窒素安定同位体比のサイズ別・サイト別の月別変化