

I 調査課題名

人工干潟の地盤の硬直化の 生物生産機能の影響及び 対策のための技術開発

II 実施機関名，部局名及び担当者名

愛知県水産試験場 漁場環境研究部 漁場改善グループ
部 長 石田 基雄
班 長 向井 良吉
主任研究員 青山 裕晃
主 任 和久 光靖

III 調査実施年度

平成 17 年度・平成 19 年度

IV 緒言（まえがき）

干潟や浅場（以下，両者をまとめて干潟域と呼ぶ）は，生物生産，水質浄化，親水や環境教育，野鳥を始め多様な生物の生息場などの様々な機能を持つ。しかし，大規模な埋め立てにより干潟域の多くが喪失したため，これらの機能を修復する目的で，全国の沿岸域に人工干潟域が造成されている。愛知県においては富栄養化により環境が悪化した三河湾の環境改善を目的に，1998年から2004年の間に合計39カ所，約620haの干潟域が造成された。人工生態系における人の手助けの目的は，系の安定や，より好ましい方向付けを試みたりすることにあるが，外力に対する砂泥質地形の応答は未だ十分に解明されておらず，造成後の長期的なモニタリングとメンテナンスが重要である^{1,2)}。また，生態系は不確実性が高いため，その保全や復元などの取り組みを行う場合には，順応的に進めていかなければならない。つまり，対象とする生態系に関わりのある人々の間で，科学的，客観的な理解を深めて合意形成を行い，合意された計画に基づく事業を実施し，対象と効果を常に監視して評価し，それを再び計画にフィードバックさせることが必要である³⁻⁶⁾。

本事業では，人工干潟域における地盤の性状と二枚貝等の生物生産機能との関係に着目し，人工干潟域を生物生産の場，水質浄化の場として長期的に利用していくための，維持管理手法を検討する。

V 調査方法

(1) 干潟実験水槽における耕耘効果調査

(1-1) アサリ稚貝着底調査

水産試験場が保有する干潟実験水槽（以下，平面水槽）を用い，干潟表面の耕耘が，アサリ稚貝の着底量とその後の生息量に及ぼす影響について調査した。平面水槽に，

耕耘の有無及び粒度の異なる4つの試験区を設定した(図1)。砂層厚はいずれも約35cmである。試験区1及び試験区2には中央粒径0.95mmの砂を使用した。試験区3及び試験区4には、中央粒径0.30mmの砂を使用した。平面水槽は天井がガラス張りで、日射、水温は制御しなかった。潮汐は、潮位の振幅を38%に圧縮して、蒲郡市三谷町地先の潮汐(海上保安庁水路部の予測潮位)を、実時間で再現した。また、波浪、水平移流を試験区が保持できる程度に設定した。



図1 平面水槽に設定した試験区

2005年5月20日の砂入れ後、上記条件で水槽を稼動し、2005年から2007年までの3年間、春季と秋季の年2回、着底間近になるまで別水槽で飼育したアサリ幼生を平面水槽に投入した(表1)。

表1 平面水槽に投入したアサリ幼生数と投入日

採卵群	幼生投入日	投入幼生数 (万個体)
2005年春季採卵群	2005年5月24日, 6月5日	3030
2005年秋季採卵群	2005年12月5日	640
2006年春季採卵群	2006年5月29日, 6月5日	1588
2006年秋季採卵群	2006年12月8日	200
2007年春季採卵群	2007年5月21日	941
2007年秋季採卵群	2007年11月12日	995

試験区2及び試験区4については、図5に示した時期に、耕耘を施した。1カ月に1回程度アサリ稚貝のサンプリングを行い、着底量とその後の生息量の推移を調査した。同時に、山中式土壌硬度計(藤原製作所製)により、表面硬度を測定した。さらに、2005年7月29日、11月30日、2006年5月29日、11月1日、2007年3月5日、6月4日及び11月28日の計7回各試験区においてマクロベントスを採取した。

(1-2) アサリ着底初期稚貝の移動に関する調査

2006年春季採卵群を対象として、調査を行った。平面水槽に設定した4つの試験区

の中央部に直径 5.3cm, 深さ 12.0cm のプラスチック製の円筒 (以下, トラップとする) を埋設し, 円筒内に落下した稚貝を定期的に採取, 計数することにより各試験区における初期稚貝の移動量および移動時期を調査した。トラップは 2006 年 6 月 13 日に設置し, 9 月 7 日まで 5-12 日間隔でトラップに落下した粒状物質を採取した。採取した試料を直ちにホルマリンで固定し, ローゼベンガルを添加した。試料から目視により稚貝をすべてピックアップし, 検鏡下で殻長を測定した。

(1-3) アサリ着底初期稚貝の鉛直分布に関する調査

2007 年春季採卵群を対象として, 調査を行った。2007 年 6 月 4 日, 7 月 10 日及び 8 月 13 日に, 直径 2.7cm のコアサンプラーを用い, 平面水槽の各試験区の表面から深さ 1cm までの柱状試料を採取した。試料を崩さずに固定, 染色した後, 試料表面の検鏡で認められるアサリ稚貝を表在性個体として計数した。その後, 試料を崩して検鏡し, 試料全体に含まれるアサリ稚貝の個体数から, 表在性個体数を減じたものを, 埋在性個体数とした。2007 年 6 月 4 日には, 各試験区の間隙率を併せて測定した。

また, 直径 2.7cm, 長さ 30cm のアクリルカラム 4 本の底面をゴム栓で封じ, 直立させ, 平面水槽実験で用いたものと同じ 2 種類の砂を, 2 本ずつに入れた。2 本のうち 1 本ずつは, 100 回地面に打ちつけて, 砂を締め固めた (図 2)。これに, 着底間近の 2007 年春季採卵群の幼生を 1 本につき 4,800 個体収容し, パブロバを給餌しながら 2 週間流水水槽中で飼育した。飼育終了後, 固定, 染色の後, 直径 2.7cm のコアサンプラーを用い, 表面から深さ 50mm までの柱状試料を採取した。試料に含まれるアサリ稚貝を, 表在性個体, 表面下-5mm, 5-10mm, 10-20mm, 20-50mm に埋在する個体に分けて計数した。また, 各試験区の間隙率を平面水槽実験と同様に測定した。

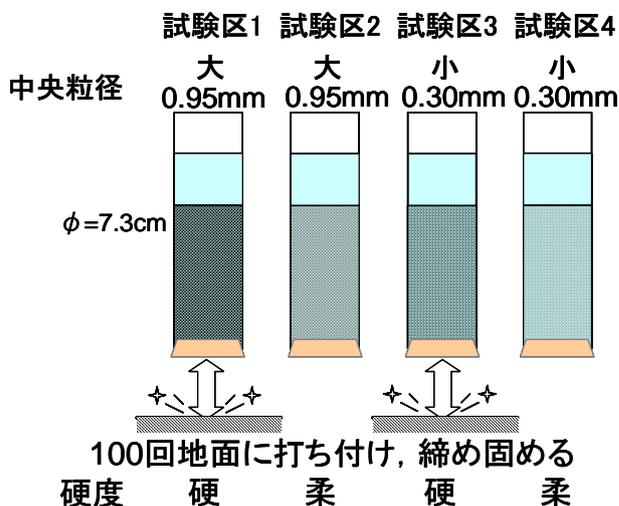


図 2 アクリルカラムを用いた試験区の設定

(2) 底質の硬度がアサリの被食に与える影響調査

(2-1) 砂粒度が異なる底質を用いた試験

粒度の異なる 5 種類の砂, すなわち, 中山水道掘削砂(中央粒径 0.16mm), 千葉県木更津産山砂(中央粒径 0.30mm), 長崎県壱岐産海砂(中央粒径 0.50mm), 愛媛県産海砂(中央粒径 0.95mm), 高炉水砕スラグ(中央粒径 0.80mm)を, 80cm×50cm×20cm の水槽 (コンテナ) にそれぞれ約 12cm 厚に入れたものを 2 組用意し, 一方の組は耕耘区, 他方の組は

非耕耘区とした。耕耘区は試験開始直前に熊手で耕耘した。非耕耘区は、造成からの時間の経過を想定して、約 10cm の高さから 100 回落下させることにより締め固めた。各コンテナに、殻長 25mm（湿重量 3g）程度のアサリを 10 個体入れ、全てのアサリが潜砂した後、殻径 50mm（湿重量 40g）程度のツメタガイ 1 個体を各水槽に収容した。水槽上面をトリカルネットで封じ、水槽外へのツメタガイの移動を防ぎ、2 週間、水槽に海水を掛け流して放置した。その後、アサリを掘り出し、被食の有無を確認した。

(2-2) 単一砂を用いた耕耘影響試験

上記 (2-1) で使用した水槽(コンテナ)10 個に、長崎県壱岐産海砂(中央粒径 0.50mm)を、それぞれ、約 12cm の厚さに敷いた。そのうち 5 個の水槽については、海水を満たした後、10cm の高さから地面に 100 回落下させ砂を締め固め、非耕耘区とした。残りの 5 水槽については、海水投入後、熊手により表面を耕耘し、耕耘区とした。これらの水槽に平均殻長 30.5mm、平均湿重量 6.5g のアサリを 10 個体ずつ収容した。アサリ収容から 1 時間経過後、全てのアサリの潜砂が終了したことを確認し、平均湿重量 58.2g のツメタガイ 1 個体を各水槽に収容した。水槽上面をトリカルネットで封じ、水槽外へのツメタガイの移動を防ぎ、2 週間、水槽に海水を掛け流して放置した。その後、アサリを掘り出し、被食の有無を確認した。

(3) 干潟域における地盤の硬さと二枚貝類生息の関係解明

(3-1) 地盤硬度と二枚貝類生息数調査

調査は蒲郡市形原地区に造成された人工干潟域(32ha 図 3)において行った。2005 年には、東西方向(ほぼ岸沖方向)に 3 定線を設定し、各定線上に設定した各定点において、生息する二枚貝の個体数及び湿重量を調査するとともに、山中式土壌硬度計により、表面硬度を測定した。

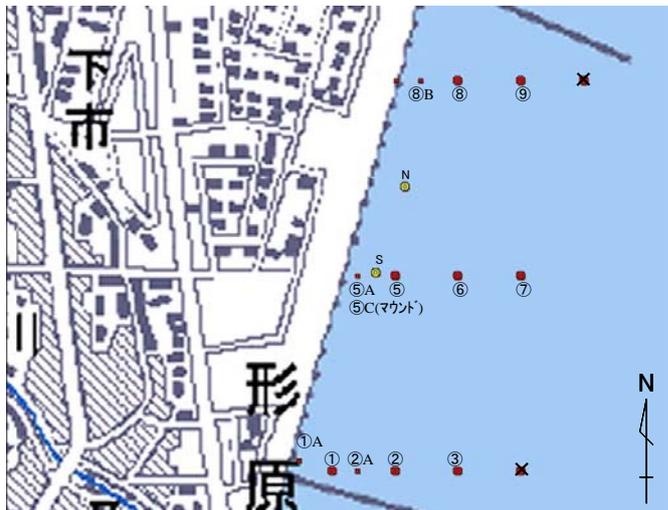


図 3 人工干潟域地盤硬度と二枚貝類生息数調査の測点

(3-2)干潟域における構造物によるアサリ生息環境向上試験

蒲郡市形原地区の上記人工干潟域において、2006年7月20日に長さ約3mの竹を海岸線と平行な列をなすように海底に打ち立てた(図4)。3本の竹を海岸線と平行になるように10cm間隔で打ち立て、これを1組とした。これを30cm間隔で海岸線と平行に長さ約50mで配列した。竹の列の周辺に測点を計8点設けた。2006年10月3日に平均殻長15.1mmのアサリ1トンを各測点の周辺に均等となるよう配分し、放流した。2006年10月3日から2007年3月8日の間に計5回、各測点において、貝類のサンプリングを行った。

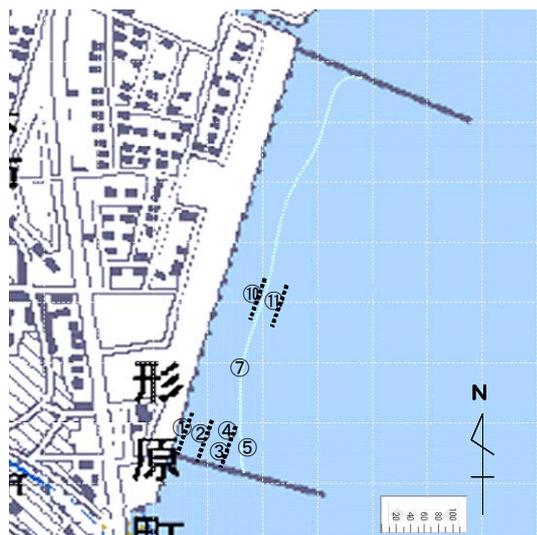


図4 干潟域における構造物によるアサリ生息環境向上試験の測点

VI 調査結果

(1)干潟実験水槽における耕耘効果調査

(1-1)アサリ稚貝着底調査

図5に各試験区の表面硬度と、マクロベントス現存量の推移を示す。粒度の大きい試験区1と試験区2における表面硬度を比較すると、試験期間を通じ、ほとんどの測定時において、定期的に耕耘を行った試験区2の方が、耕耘を行わなかった試験区1よりも低かった。粒度の小さい試験区3と試験区4における表面硬度についても同様に、ほとんどの測定時において、耕耘試験区4の方が、非耕耘試験区3よりも低かった。

マクロベントスの現存量については、2005年7月29日には試験区1,2において多毛類を主として0.2-0.3gN/m²程度のマクロベントスが生息していたが、試験区3,4にはマクロベントスはほとんど生息していなかった。2005年11月30日と2006年5月29日には試験区3,4においても多毛類を主とするマクロベントスが出現したが、非耕耘区と耕耘区の現存量を比較すると、粒度の大きい試験区、粒度の小さい試験区とも非耕耘区の方が多かった。2006年11月1日から2007年6月4日のサンプリング時にはマクロベントスの主体は二枚貝類に変わったが、現存量は依然、耕耘区よりも非耕耘区の方が多かった。

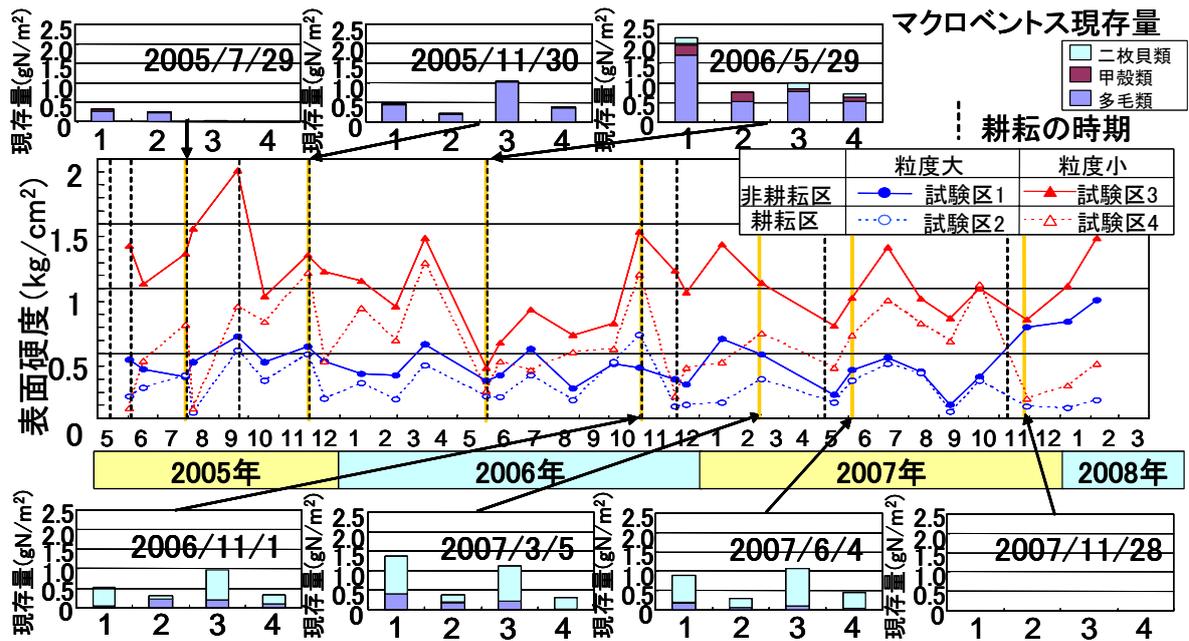


図5 平面水槽における表面硬度とマクロベントス現存量の推移

図6に各採卵群の個体密度の経時変化を示す。2005年春季採卵群についてみると、砂の粒度が大きい試験区1、試験区2では、2005年6月5日の幼生投入後直近の6月16日の個体密度は、耕耘試験区2で22,564個体/m²であり、非耕耘試験区1の4,274個体/m²の約5倍であった。その後、耕耘直前の7月29日には、試験区1、試験区2でそれぞれ35,897個体/m²、29,345個体/m²と前回のサンプリング時から増加した。耕耘を経た8月5日には、試験区1、試験区2でそれぞれ11,453個体/m²、7,179個体/m²に急減した。砂の粒度が小さい試験区3、試験区4では、6月16日の個体密度は、試験区3、試験区4でそれぞれ28,547個体/m²、21,368個体/m²であり、非耕耘試験区でやや高かった。その後、非耕耘試験区3では8月5日にかけて増加し、50,598個体/m²となったが、9月20日には2,051個体/m²に急減した。耕耘試験区4では7月29日に43,305個体/m²に上昇したが、耕耘後8月5日には8,547個体/m²に急減した。

2005年秋季採卵群の個体密度については、砂の粒度が大きい試験区1、試験区2では、幼生投入後直近の12月16日に、耕耘試験区2で13,504個体/m²であり、非耕耘試験区1の1,880個体/m²の約7倍であった。その後非耕耘試験区1における個体密度は7月14日にかけて1,025-3,077個体/m²の間で推移し、低位でほぼ横ばいであった。耕耘試験区2における個体密度は3月28日まで13,333-16,752個体/m²の間で変動が少なく推移したが、5月29日の耕耘直前の調査時には1,880個体/m²に減少していた。砂の粒度が小さい試験区3、試験区4では、幼生投入後直近の12月16日の個体密度は、耕耘試験区4で17,094個体/m²であり、非耕耘試験区1の2,735個体/m²の約6倍と、粒度の大きい試験区同様、耕耘区で高かった。その後、非耕耘試験区3における個体密度は2月27日にかけて27,521個体/m²まで上昇したが、その後急速に減少し、6月13日には4,615個体/m²となった。一方、耕耘試験区4の個体密度は2006年5月29日までは、24,103-33,846個体/m²の間で推移し、非耕耘区に比べ長い間高位を維持したが、5月29日の耕耘を経て、6月13日には7,179個体/m²と非耕耘区の個体密度と同程度にまで急減した。

2006年春季採卵群については、砂の粒度が大きい試験区1、試験区2の個体密度は、幼生投入後直後の5月29日、耕耘試験区2で56,581個体/m²であり、非耕耘試験区1の39,658個体/m²よりもやや高かった。その後7月14日には試験区1、試験区2の個体密度はそれぞれ、94,587個体/m²、101,425個体/m²と同程度にまで上昇したが、8月25日にはそれぞれ、10,598個体/m²、9,915個体/m²と同程度にまで急落した。砂の粒度が小さい試験区3、試験区4を比較すると、幼生投入後直後の5月29日の個体密度は、耕耘試験区4で79,487個体/m²であり、非耕耘試験区3の30,940個体/m²の2.5倍程度であり、粒度の大きい試験区と同様に、耕耘区で高かった。その後、7月14日には耕耘試験区3で個体密度が57,265個体/m²まで上昇したが、8月25日には3,419個体/m²に急減した。非耕耘試験区4については、他の試験区のような個体密度の上昇はみられず、8月25日には855個体/m²と耕耘区と同水準まで急減した。

2006年秋季採卵群については、幼生投入後直近の1月23日において各試験区の個体密度は342-684個体/m²の間にあり、他の採卵群に比べ、極めて低い水準であった。当該採卵群は幼生飼育の段階で、個体数が急減する等、不調であった。幼生投入後の個体密度が低いのは、投入された幼生の健苗性に問題があったためと考えられるため、試験材料として使用できないと判断し、考察からは除外する。

2007年春季採卵群の個体密度の推移については、それまでの採卵群にみられたような、顕著な個体密度の経時的増加はいずれの試験区においても認められなかった。砂の粒度が大きい試験区の個体密度についてみると、幼生投入直近の、6月4日には、非耕耘の試験区1では14,939個体/m²であり、耕耘した試験区2の73,748個体/m²の約2倍であった。試験区1は6月4日、試験区2については7月10日のサンプリング以降、個体密度は時間とともに減少したが、いずれのサンプリング時でも試験区1の個体密度は試験区2よりも大きかった。10月12日のサンプリングでは両試験区ともに稚貝は採取されなかった。砂の粒度が小さい試験区の個体密度については、6月4日から7月10日までは耕耘を行った試験区4の方が非耕耘の試験区3よりも2倍以上高かった。8月13日にかけては両試験区ともに1,000個体/m²以下に減少し、両試験区間の差はほとんどなくなった。

2007年秋季採卵群について、まず、砂の粒度が大きい試験区どうしを比較すると、6月4日の個体密度は、非耕耘の試験区1で78,974個体/m²であり、耕耘した試験区2の36,410個体/m²の2倍以上であった。その後、両試験区の差は時間とともに小さくなり、3月10日には両者とも5,000個体/m²程度となった。砂の粒度が小さい試験区についてみると、11月28日から3月10日までの個体密度は、非耕耘の試験区3、耕耘を行った試験区4でそれぞれ、24,615-50,256個体/m²、20,855-29,231個体/m²の間で変動し、変動の幅は比較的小さかった。また、2月7日を除くサンプリング時において、非耕耘の試験区3の個体密度の方が耕耘を行った試験区4よりも大きかった。

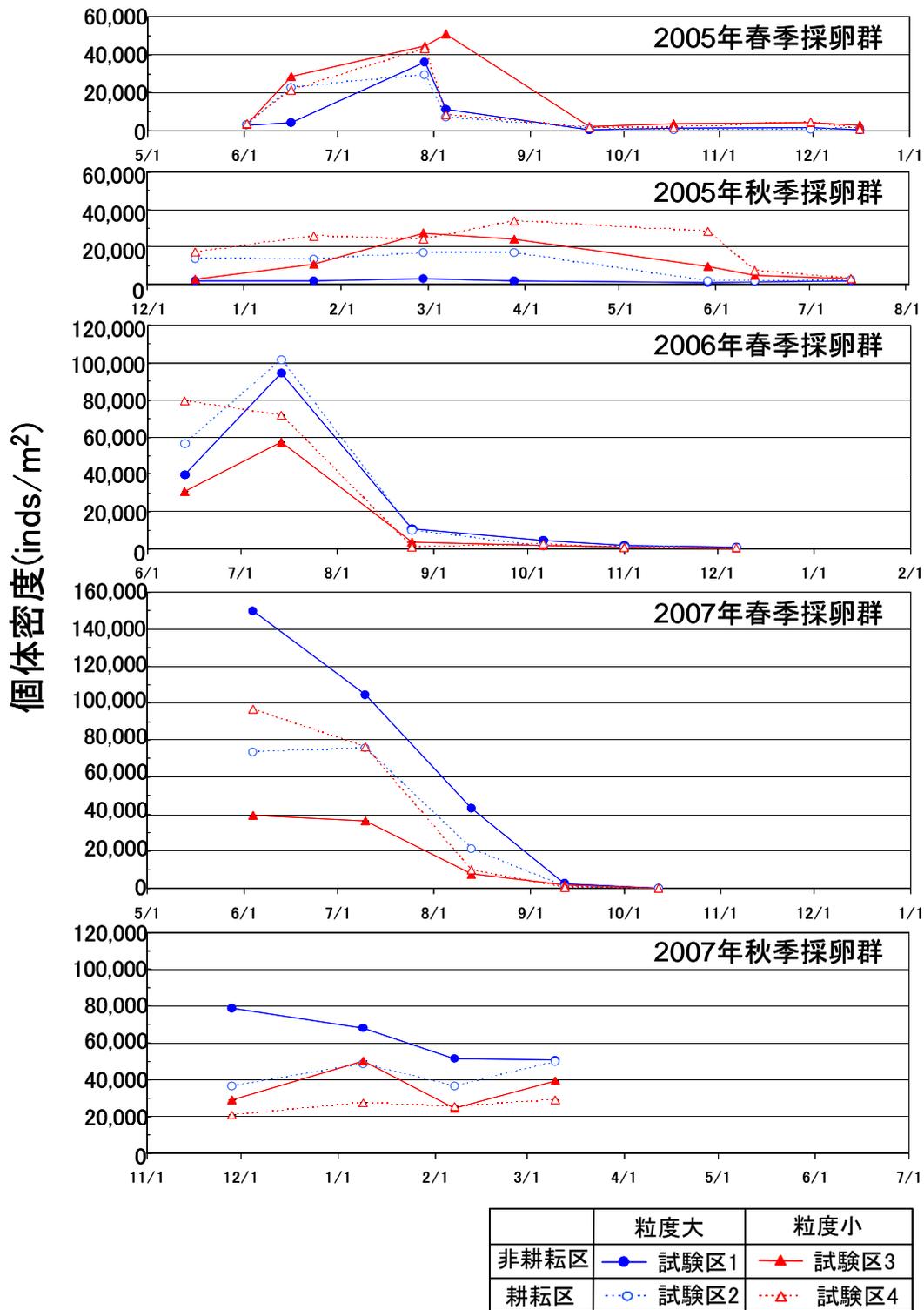


図6 各採卵群のアサリ稚貝個体密度の推移

(1-2) アサリ着底初期稚貝の移動に関する調査

図7に2006年6月13日から2006年9月7日の間にトラップに捕捉された2006年春季採卵群の積算個体数を示す。6月28日まではいずれの試験区においても稚貝は捕捉されなかった。期間中に捕捉された稚貝の合計は、試験区1、試験区2、試験区3、試験区4でそれぞれ、30個体、50個体、2個体、25個体であり、耕耘区、非耕耘区ともに砂の粒度の大きな試験区で多かった。また、同粒度の試験区同士を比較すると、粒度の大小にかかわらず、耕耘試験区で多かった。

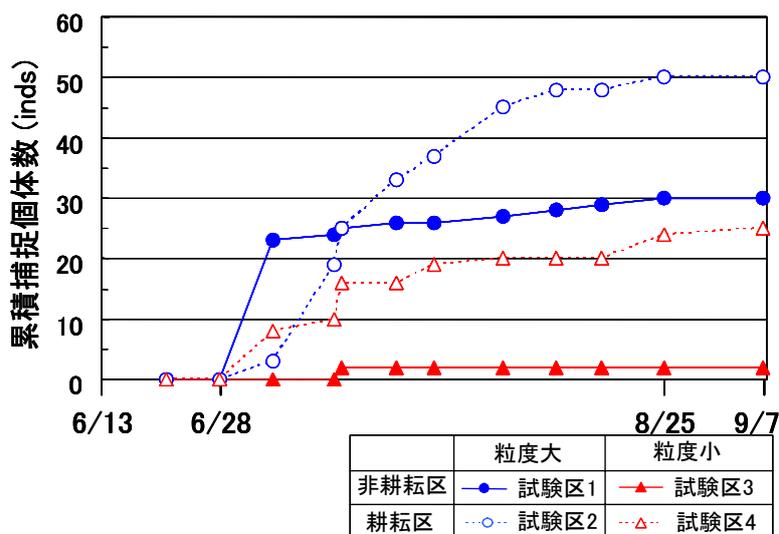


図7 トラップによる累積捕捉アサリ稚貝個体数

(1-3) アサリ着底初期稚貝の鉛直分布に関する調査

2007年春季採卵群の各試験区における個体密度の推移を、表在性個体と埋在性個体に分けて図8に示す。いずれの試験区においても埋在性の個体が占める割合が高かった。6月4日の個体密度に着目すると、84.5-92.7%が埋在性個体であった。耕耘区と非耕耘区の間で、埋在性個体の存在割合に差ははかった。

図9に、アクリルカラムを用いた稚貝着底深度試験における、幼生投入から2週間後のアサリ着底稚貝の深度分布を示す。試験区を問わず、表面直下から5mmの深さに埋在していた個体の割合が高かった。なお、いずれの試験区においても、20-50mmの深さからはアサリ稚貝は採取されなかった。硬度が小さい試験区2と試験区4では、それぞれ同粒度の試験区に比べ、深さ5-20mmに埋在していた個体が若干多かったが、面積あたりの個体密度の多寡にはほとんど影響しない程度であった。

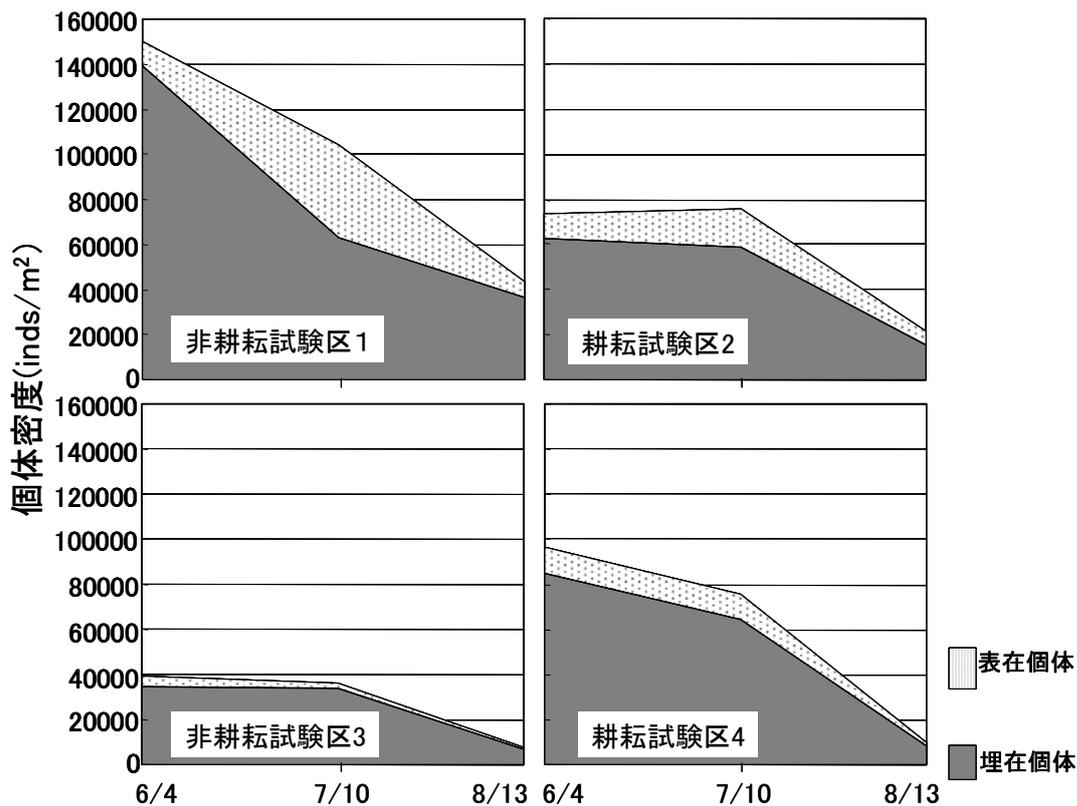


図 8 2007 年春季採卵群の表在，埋在個体密度の推移

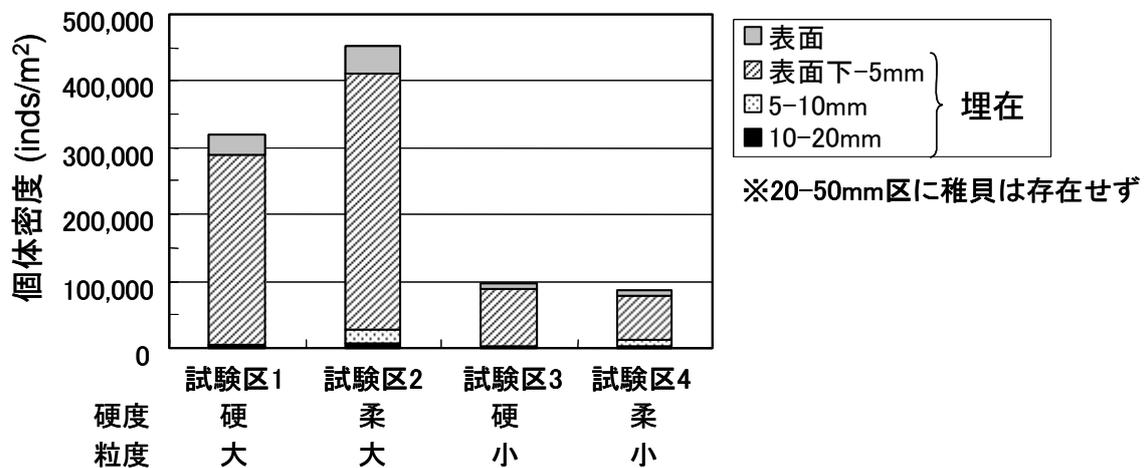


図 9 アクリルカラム実験における稚貝の深度別個密度

(2)底質の硬度がアサリの被食に与える影響調査

(2-1)砂粒度が異なる底質を用いた試験

図 10 に表面硬度とアサリの生残率との関係を示す。同種類の底質どうしを比較すると、いずれの底質についても、耕耘を行った試験区の方が表面硬度は低かった。また、スラグ区と中山区を除いた試験区では、表面硬度が低い耕耘試験区の方が、非耕耘区よりも生残率が低かった。

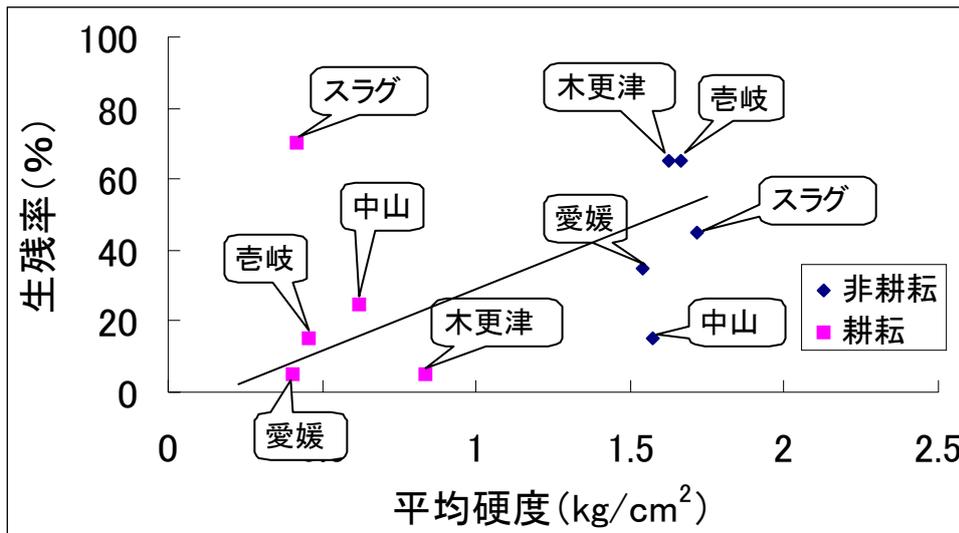


図 10 表面硬度とアサリの生残率との関係

(2-2) 単一砂を用いた耕耘影響試験

実験開始時における表面硬度は、非耕耘区で平均 0.56kg/cm^2 であり、耕耘区の平均 0.01 よりも有意に高かった (t 検定, $p < 0.05$) (図 11)。被食率は、非耕耘区で平均 32.5% であり、耕耘区の平均 20.0% よりも高い傾向が認められたが、両試験区ともばらつきが大きく、有意差は認められなかった (図 12)。

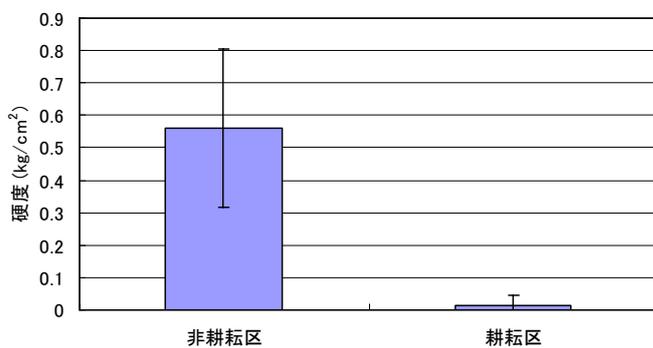


図 11 各試験区における平均硬度。なおエラーバーは標準偏差を示す。

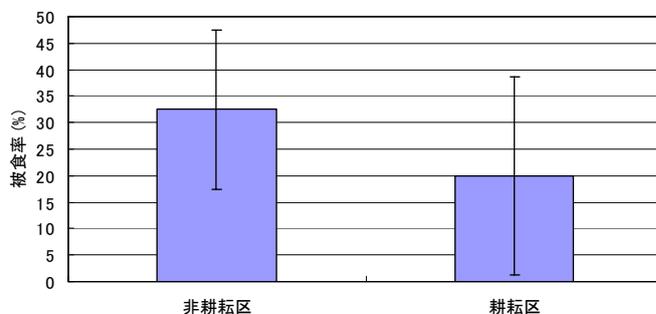


図 12 各試験区における平均被食率。なおエラーバーは標準偏差を示す。

(3) 干潟域における地盤の硬さと二枚貝類生息の関係解明

(3-1) 地盤硬度と二枚貝類生息数調査

岸寄りの測点は沖側の測点に比べ、硬度が高く、二枚貝の生物量が多かった（図 13）。また、南の測点は北の測点よりも硬度が高く、二枚貝の生物量が多かった。

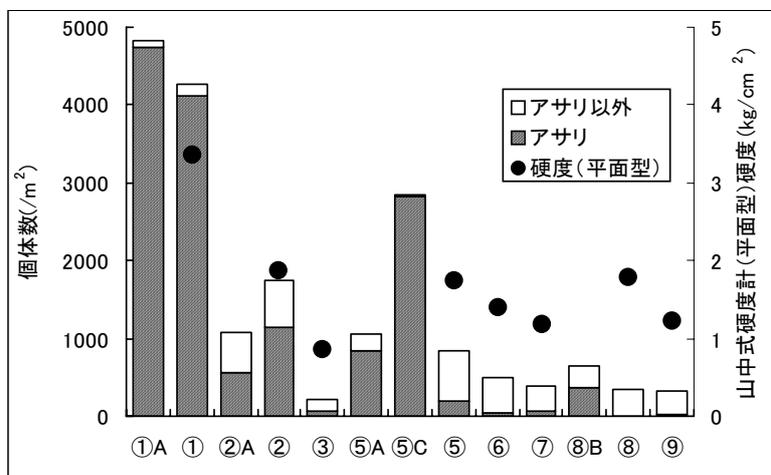


図 13 地盤硬度と二枚貝類生息数調査における二枚貝の個体数密度と硬度

(3-2) 干潟域における構造物によるアサリ生息環境向上試験

図 14 に各測点におけるアサリの個体密度の推移を示す。なお、調査海域の南よりに設置された竹の列付近の測点①，②，③，④，⑤におけるアサリ個体密度の変化はほぼ同様の傾向が認められたため、5 測点の平均値を示す。調査海域の北よりに設置された竹の列付近の測点⑩，⑪についても同様の理由により、2 測点の平均値を示す。まず、測点①～⑤におけるアサリ個体密度の推移についてみていくと、10 月 3 日に平均 621 個体/m²であり、測点⑦の 6 個体/m²，測点⑩，⑪の平均 19 個体/m²に比べ極めて多かった。このときの殻長組成を見ると、16.5mm にモードがあり、測点①～⑤は、他の測点に比べ、天然稚貝が多いことで特徴づけられる。アサリ稚貝放流 8 日後の 10 月 11 日には、放流稚貝の加入により、個体密度は平均で 1,010 個体/m²と増加した。その後、個体密度は 11 月 22 日までは 1,000 個体/m²程度を維持したが、3 月にかけて 305 個体/m²にまで減少した。

測点⑩，⑪については、10 月 3 日から 10 月 11 日にかけて個体密度が 19 個体/m²から 88 個体/m²，に増加したが、測点①～⑤における増加ほど顕著ではなかった。10 月 11 日以降は、顕著な増減はなく、3 月 8 日には 75 個体/m²であった。

これに対し、近傍に竹の構造物がない測点⑦においては、10 月 11 日には、アサリは採捕されず、放流稚貝の加入は認められなかった。3 月 8 日に個体密度は 75 個体/m²に増加したが、殻長 4～7mm の小型の個体が主体であり、天然発生稚貝の加入によると考えられる。

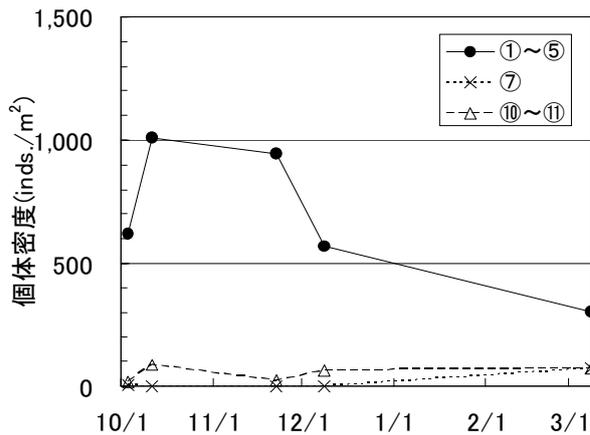


図 14 構造物によるアサリ生息環境向上試験におけるアサリの個体密度の推移

VII 考察

(1) マクロベントスが表面硬度の変動に与える影響

平面水槽の耕耘区の表面硬度は、粒度の大きな試験区についても粒度の小さな試験区についても、耕耘後に低下し、次の耕耘前までにかけて上昇するという変動を繰り返した。一方、非耕耘区についても表面硬度は測定時により大きく変動した。以下に、非耕耘区の表面硬度の変動を、マクロベントス現存量の推移と併せて考察する。2005年7月29日には、試験区3,4にはほとんどマクロベントスが生息していなかったが、これは、試験区3,4については試験開始時に新規に無生物の砂を導入したためである。この前後で、非耕耘の試験区3の表面硬度が上昇している。その後、11月30日から2006年5月29日にかけては、全ての試験区で多毛類を主として、マクロベントス現存量が増加した。なお、この期間のマクロベントス現存量は、耕耘区よりも非耕耘区で多いが、これは、耕耘によりマクロベントスの定着、成長が制限されていた可能性が考えられる。この期間の非耕耘区の表面硬度についてみると、試験区1では横ばい、試験区3では低下していた。これら、非耕耘区の表面硬度の低下や抑制は多毛類による生物攪拌によるものと考えられる。一方、2006年11月1日から2007年6月4日にかけては、マクロベントスの主体は二枚貝類に変わったが、依然として、マクロベントス現存量は、耕耘区よりも非耕耘区で多かった。二枚貝類は2005年春季採卵群の生残個体に由来すると考えられるが、耕耘区では、当該産卵群の投入から間もない時期に耕耘を行ったため稚貝の生息数を低減させてしまったと考えられる。この期間の非耕耘区の表面硬度は、試験区1,3ともに横ばいであったが、耕耘区との差は時間とともに小さくなった。この期間の非耕耘区の表面硬度の低下や抑制はアサリ稚貝による生物攪拌に起因すると考えられる。生息するマクロベントスを除去する目的で、2007年10月12日から2週間全ての試験区を干出させた。2007年11月28日には、いずれの試験区においてもマクロベントスは生息していなかった。これ以降、非耕耘区の表面硬度は試験区1,3いずれも上昇した。これらのことから、表面硬度は耕耘を行わない場合、時間とともに上昇するが、マクロベントスの現存量が多いときには生物攪拌により上昇が抑制されることが示唆された。

(2) アサリ生息数を規定する要因

アサリ稚貝の個体密度を耕耘試験区と非耕耘試験区で比較すると、2005年秋季採卵群、2006年春季採卵群については、着底個体数もその後の生息数も耕耘試験区で多かった。しかし、2007年春季採卵群の着底個体数と生息数については、粒度の小さい試験区では、耕耘区の方が高かったが、粒度の大きな試験区では、非耕耘区の方が多かった。2007年秋季採卵群では、粒度の大きな試験区、小さな試験区ともに、着底個体数、生息数が非耕耘区で多かった。このように、耕耘によるアサリ稚貝の生息数向上効果は確認できなかったが、いずれの採卵群についても、アサリ稚貝の生息密度は試験区により、少なくとも2倍、時には10倍以上の差が認められた。このような差違は何に起因するのかについて以下に考察する。

(2-2) 着底初期稚貝の移動

2005年の平面水槽実験においては、春季採卵群、秋季採卵群ともに着底後のアサリ稚貝の増加が認められた。2005年春季採卵群のように全ての試験区で着底稚貝が増加したことについては着底後の稚貝の移動のみでは説明できないことは明らかであるが、この時期のアサリ稚貝の移動に関する知見はほとんどないのが現状である。このため、2006年春季採卵群を対象に着底初期稚貝の移動に関する試験を行った。2006年春季採卵群の着底個体密度は、試験区4を除き、6月13日から7月14日にかけて増加し、その後8月25日にかけて減少した。6月13日から7月14日の間と、7月15日から9月7日の間にトラップに捕捉されたアサリ稚貝個体数を、それぞれトラップ断面積で除して単位面積あたりの移動量として、図15に示す。まず、6月13日から7月14日の間の単位面積あたりの稚貝移動量は、最も多かった試験区1、2でも12,238個体/m²であり、この間の個体密度の増加量と比べると20-30%程度にとどまった。また、各試験区の個体密度の増減と、捕捉個体数の多寡に関連はなく、着底個体密度の増減を稚貝の移動で説明することはできなかった。この期間の捕捉個体数は、7月14日における個体密度が高い試験区ほど多い傾向が伺えることから、捕捉個体数はトラップ近傍の個体密度の多寡を反映していると見受けられる。このため、この時期の着底稚貝の移動は小規模で、狭い範囲に限定されると考えられる。

次に7月15日から9月7日の間についてみると、単位面積あたりの稚貝移動量は最も多かった試験区2で12,238個体/m²であり、個体密度の減少量の20%程度にとどまった。また、稚貝移動量と着底個体密度の減少の程度との間にも関連性は認められなかった。これらのことから、捕捉個体数は各試験区から脱落する個体の多寡を反映するものでもないと考えられる。

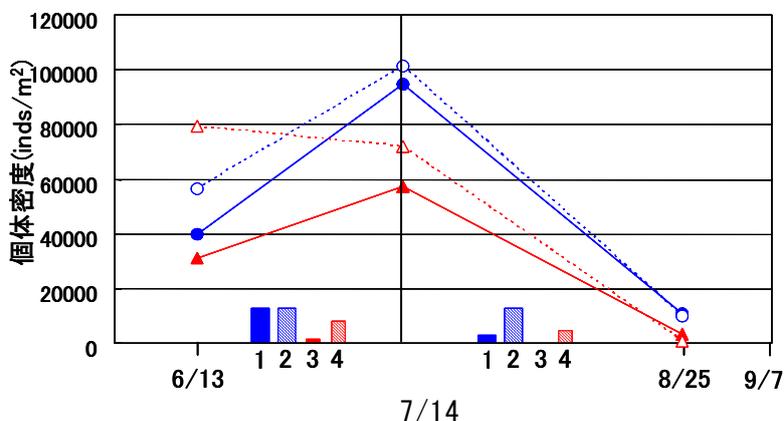


図15 2006年春季採卵群のアサリ個体密度とトラップに捕捉されたアサリ稚貝個体数
捕捉個体数は7月14日の以前と以降に分けて示す。

(2-3) 底質中におけるアサリ着底初期稚貝の鉛直分布

2005年春季採卵群の耕耘区における着底稚貝個体密度は、耕耘を経た8月5日に急減したが、これについては、幼生投入から2ヶ月以内に行われた耕耘が、着底稚貝の生息に悪影響を及ぼした可能性が考えられる。アサリ幼生投入後5-6ヵ月程度耕耘区の耕耘を行わなかった、2005年秋季、2006年春季の各採卵群については、各試験区の最大値を比較すると、耕耘区における個体密度は非耕耘区よりも高く、事前の耕耘によりアサリ稚貝の着底促進効果が伺われた。このため、2007年春季採卵群を対象に耕耘による稚貝着底促進効果の検証を行った。耕耘により、底質の間隙率が増加し、稚貝の生息に提供される空間が増加するため、単位面積あたりの稚貝個体密度の増加に寄与するとの仮説を立て、底質中におけるアサリ着底初期稚貝の鉛直分布を調査した。

平面水槽実験、アクリルカラム実験結果から、アサリ着底初期稚貝の多くが埋在性個体として存在していることが明らかとなった。図16に埋在性個体の個体密度と間隙率の関係を示す。平面水槽実験、アクリルカラム実験ともに、埋在性個体の個体密度と間隙率との間に明確な関係は認められなかった。次に、埋在性個体の間隙体積あたりの密度と、面積あたりの密度の関係を図17に示す。両者には明確な線形の比例関係が認められ、アサリ稚貝の面積あたりの密度の多寡は、底質の間隙体積ではなく、間隙体積あたりの密度によって規定されていることが明らかとなった。すなわち、耕耘による底質中の空間増加とアサリ生息数の増加に直接の関係は認められなかった。

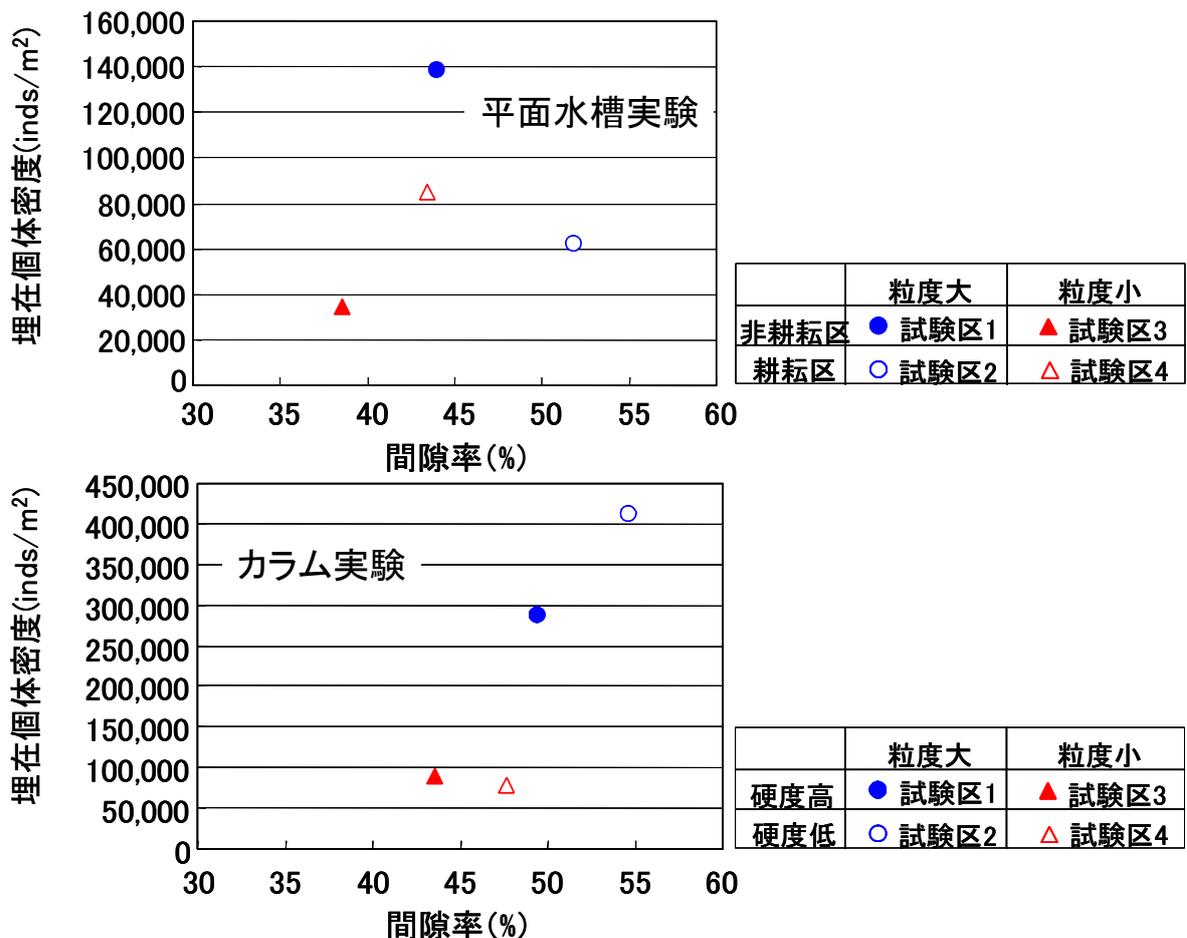


図16 間隙率と埋在個体密度の関係

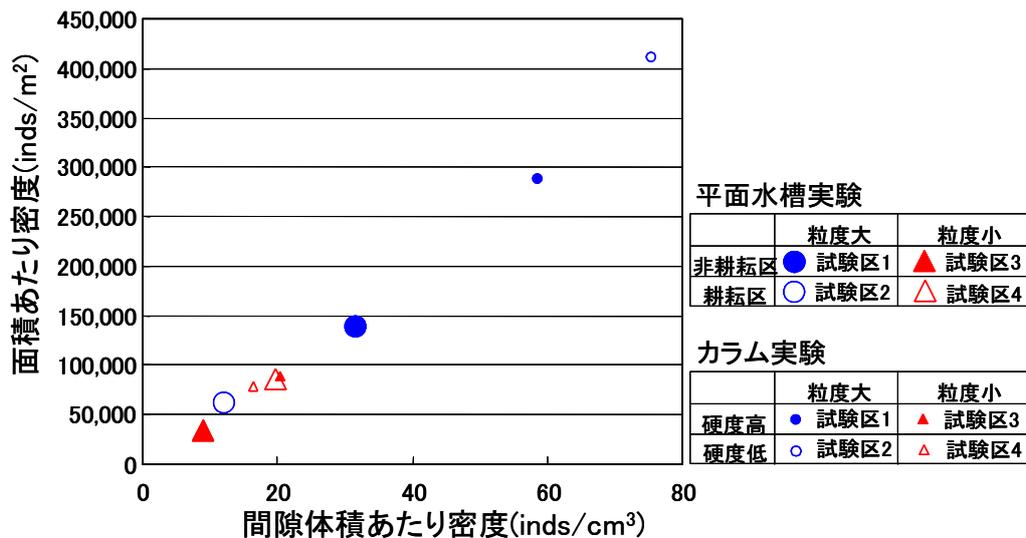


図 17 埋在個体の間隙体積あたり密度と面積あたり密度の関係

(3) ツメタガイによる食害

ツメタガイによる食害については、砂粒度が異なる底質を用いた試験においては 5 種類の砂のうち、3 種類について耕耘により硬度を低下させた方が、生残率が低かった。しかし、単一砂を用いて再試験を行った結果、低硬度区と高硬度区で被食率に有意な差はなかった。ツメタガイの潜砂能力は高く、深さ 20cm 程度まで潜砂することが報告されている⁷⁾。今実験で設定した 2kg/m² 以内の表面硬度では、ツメタガイの潜砂活動を抑制せず、硬度が捕食率に与える影響は小さいと考えられる。

(4) 人工干潟域における物理環境と二枚貝類の生息

人工干潟域における地盤硬度と二枚貝類生息数調査では、北の測点は南の測点よりも硬度が低く、二枚貝の生物量が少なかった。干潟に入射する波が強く、海底砂の流動が起こる場所ではアサリの生息量が少ない例が報告されている⁸⁾。当人工干潟は、地形上、干潟の北の方が波あたりが強く、砂の移動が絶えず起こっていたため、二枚貝の生物量が少なかったと推測される。人工干潟域の南に設置した構造物によるアサリ生息環境向上試験では、列をなして竹を設置した近傍の測点でアサリの稚貝が、多く生息していたことから、波あたりの比較的弱い海域においても構造物で砂の移動をさらに抑制すれば、生息量が向上することが示唆された。

VIII 摘要

- ・干潟表面の硬度は、耕耘の他、生息するマクロベントスの攪拌によっても低下した。
- ・アサリ稚貝の着底後、2ヶ月以内に行う耕耘は稚貝生息数を減少させる可能性がある。
- ・着底初期におけるアサリ稚貝の移動は小規模で、狭い範囲に限定された。
- ・着底初期におけるアサリ稚貝は、干潟の表面直下から、深さ 5mm までの間に集中して埋在した。
- ・耕耘による底質中の空間増加とアサリ生息数増加に直接の関係は認められなかった。

- ・ 2kg/m^2 以内の表面硬度では、ツメタガイの潜砂活動を抑制せず、硬度が捕食率に与える影響は小さいと考えられた。
- ・ 人工干潟において、構造物で砂の移動をさらに抑制すれば、生息量が向上することが示唆された。

IX 引用文献

- 1) 国土交通省港湾局，2003：海の自然再生ハンドブック その計画・技術・実践 第2巻 干潟編，ぎょうせい，東京，pp.138
- 2) 岡田光正・大沢雅彦・鈴木基之：環境保全，1999：創出のための生態工学，丸善，東京，pp.238
- 3) 松田裕之，2000：環境生態学序説，共立出版，pp.211
- 4) 鷺谷いづみ，2001：生態系をよみがえらせる，日本放送出版協会，東京，pp.227
- 5) 細川恭史，2002：人工干潟・海浜の造成の可能性，沿岸海洋研究，**39**(2)，107-115
- 6) 海の自然再生ワーキンググループ，2003：海の自然再生ハンドブックーその計画・技術・実践ー第2巻 干潟編，国土交通省港湾局監修，ぎょうせい，pp.137
- 7) 瀬川直治，1997：食害種によるアサリの減耗，水産工学，**33** (3)，225-229
- 8) 柿野純，2006：アサリの減耗に及ぼす物理化学的環境の影響に関する研究，水産工学 **43** (2)，117-130