

豊前海アサリ漁場における投石・杭打ち による底質安定手法の開発

福岡県水産海洋技術センター豊前海研究所
長本 篤

調査実施年度

平成16～17年度

緒言

瀬戸内海の西端に位置する豊前海では、河川の河口域に広がる干潟域を利用してアサリ漁業が盛んに行われ、当海域における重要な漁業種として位置づけられている。

しかしながら、漁獲量は1986年の11,377tをピークに激減し、2003年には67tとピーク時の0.5%程度の漁獲しかなされていない。

このため、当研究所ではアサリ減少の原因究明調査に取り組んでおり、これまでに殻長5mm程度の微小稚貝が大量に発生しても、漁獲サイズ(30mm以上)に達する間に大きく減耗し、生産に結びつかないことが明らかとなった。

一方、微小稚貝については、転石や障害物のある漁場では稚貝減耗が軽減されている実態があることから、底質の不安定性(波浪による砂の流動等)による稚貝の逸散・流失が稚貝減耗の要因ではないかと想定される。

ここでは、アサリ漁場の底質安定性を確保し、漁場における微小稚貝の生残率を向上させる具体的手法として、漁業者自らが実施可能な投石や杭打ちに焦点を当て、その効果を検証した。

調査方法

調査海域は福岡県築上郡吉富町の干潟域(吉富干潟)である(図1)。吉富干潟は、南側の大分県中津市まで続く広大な干潟域で豊前海のアサリ主要漁場である。この干潟のアサリ稚貝の発生域である地盤高約1mの海域を調査域とし、杭打ち区、投石区、対照区の試験区を設定した(表1)。

1. 天然アサリの分布と成長

2005年4月から2006年1月まで毎月1～2回、表1に示す7試験区においてアサリの個体数及び殻長の測定を行った。アサリの採取方法は、各試験区の任意の10点を選び、直径4cm、深さ5cmの範囲の土砂を採取し、研究所に持ち帰り目合1mmの篩でアサリを選別した。

最終調査月となる2006年1月には分布密度の精度を高めるため、各試験区の任意の2点において30×40cm、深さ5cmに採取範囲を拡大した。

2. 標識アサリの逸散状況

(1) 5mmサイズの逸散状況

当研究所で種苗生産を行った平均殻長4.7mmのアサリを用いて、表1に示す杭打ち区2、投石区3及び対照区に2004年11月24日に放流した。放流方法は、アサリの識別が容易となるように試験区ごとにラッカーで色分けし、試験区の中央部分(50×50cm範囲)に1,500個を放流した。放流後、1、2、4、7、16、30、61日後に各試験区の任意の5点において直径10cm、深さ5cm

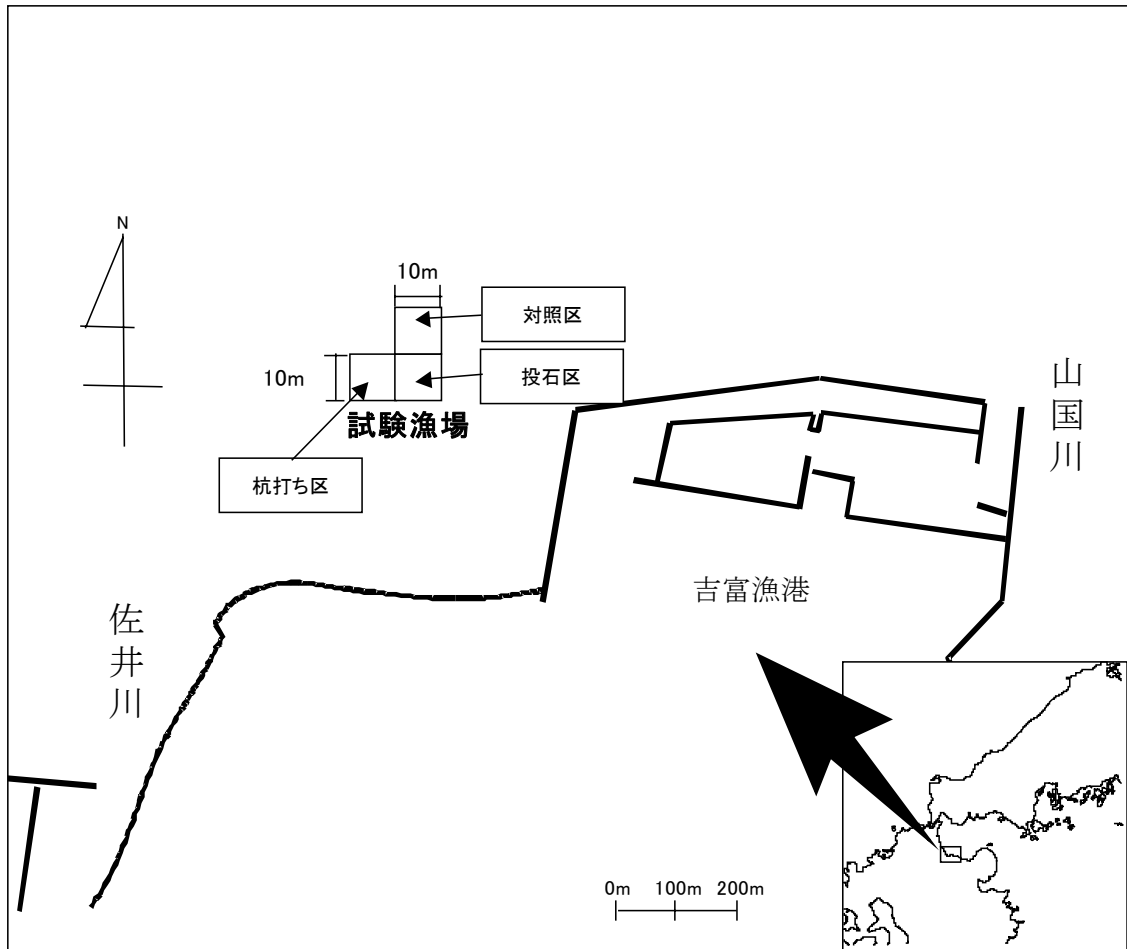


図1 調査位置図

表1 試験区の概要

試験区	構造		造成面積	調査項目	
	材料	間隔・密度		物理環境	底質環境
杭打ち区			100㎡		<ul style="list-style-type: none"> 中央粒径値 強熱減量 硫化物量 地盤高
杭打ち区1	材料: 孟宗竹(直径60~80mm) 長さ: 1.5m(50cm打ち込み)	間隔: 50cm	9㎡	・流況	
杭打ち区2	材料: 孟宗竹(直径60~80mm) 長さ: 1.5m(50cm打ち込み)	間隔: 1m間隔	9㎡		
投石区			100㎡	・流況	<ul style="list-style-type: none"> 中央粒径値 強熱減量 硫化物量 地盤高
投石区1	材料: 栗石 大きさ: 拳大	密度: 40個体/㎡	9㎡		
投石区2	材料: ①栗石②天然石 大きさ: ①拳大②直径2cm	密度: ①20個体/㎡ ②栗石の隙間に散布	9㎡		
投石区3	材料: 栗石 大きさ: 拳大	密度: 20個体/㎡	9㎡		
投石区4	材料: ①栗石②天然石 大きさ: ①拳大②直径2cm	密度: ①20個体/㎡ ②栗石の隙間に散布	9㎡		
対照区			100㎡	<ul style="list-style-type: none"> 流況 水深、波高 	<ul style="list-style-type: none"> 中央粒径値 強熱減量 硫化物量 地盤高

の範囲の土砂を採取し、目合 1mm の篩でアサリを選別し個数を計測した。計測後、アサリは採取場所に再放流した。また、アサリの逸散方向を把握するため、放流 1、2、4、7 日後に各試験区の放流点から東西南北 8 方向の 1、2、3m の地点で直径 10cm、深さ 5cm の範囲の土砂を採取し、研究所に持ち帰り目合 1mm の篩で選別し、個体数を計数した。

(2) 7mm サイズの逸散状況

2005 年 5 月 10 日に現場海域で採取した平均殻長 7.4mm のアサリを表 1 に示す 7 試験区において 2005 年 5 月 25 日に放流した。放流方法は、アサリの識別が容易となるように試験区ごとにラッカーで色分けし、試験区の中央部分 (1×1m の範囲) に 5,800 個放流した。放流後 2 週間毎に各試験区の任意の 10 点において直径 4cm、深さ 5cm の範囲の土砂を採取し、目合 1mm の篩で選別後、個体数を計数した。計数後、アサリは後採取場所に再放流した。

3. 流況・波浪観測

杭打ち区 1、投石区、対照区において、電磁流速計 (COMPACT-EM : アレック社製) のセンサー部分が底面から約 5cm になるよう埋め込み設置し、2005 年 5 月 24 日から 6 月 8 日まで観測した。電磁流速計の観測設定は、バースト 2 時間、インターバル 0.5 秒、サンプル個数 600 個とした。また、波高計 (COMPACT-WH : アレック社製) を対照区の中央に 2005 年 5 月 24 日から 6 月 8 日まで設置した。波高計の観測設定はバースト 30 分、インターバル 0.25 秒、サンプル個数 1,200 個とした。

波高計の観測結果から得られるシールズ数は次式により算定した。

$$\bar{\Psi} = 0.5\Psi$$

$$\Psi = u_*^2 / (\rho_s / \rho - 1)gD$$

$$u_* = \sqrt{0.5f_w u_b^2}$$

ここに、 u_* : 摩擦速度、 $\rho_s \cdot \rho$: 砂と流体の密度、 g : 重力加速度、 D : 底質の中央粒径、 f_w :

Jonsson の摩擦係数、 u_b : 底層波動流速振幅を示す。

底層波動流速振幅 (u_b) は、微小振幅波理論を仮定し、次式で算定した。

$$u_b = \pi H / T \sinh kh$$

ここに、 H : 波高、 T : 周期、 h : 水深、 k : 波数 ($2\pi / L$, L : 波長) である。

4. 底質環境

2004 年 5 月から 2005 年 11 月まで約 3 ヶ月ごとに粒度組成、強熱減量、硫化物量の調査を行った。試料はアサリの生息深度を考慮し、干潮時に表 1 に示す杭打ち区と投石区の任意の地点から深さ 5cm の砂泥を採取した。粒度組成はふるい分け分析法、強熱減量は 550°C で 6 時間加熱した後、測定した。硫化物量は検知管により測定した。また、杭打ち区、投石区、対照区の地盤高の変化を把握するため、2004 年 10 月に各試験区の中央及び東西南北の 5 点に直径 5mm の鉄棒を底面から 15cm の高さになるよう打ち込み、2006 年 1 月に表出する鉄棒の長さを測定した。

調査結果

1. 天然アサリの分布と成長

各試験区における天然アサリの分布密度の推移を図 2 に示した。アサリは 2005 年 5 月に投石

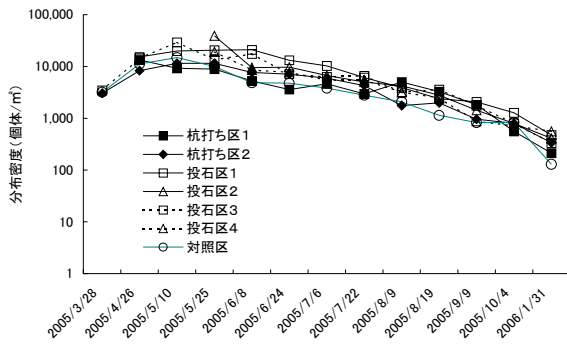


図2 天然アサリの分布密度の推移

区2で39,000個体/㎡と高密度で分布し、その他の試験区でも8,900~20,500個体/㎡と高密度でアサリが確認された。その後、分布密度は各試験区とも減少し、最終調査日である2006年1月には投石区4が最も高く558個体/㎡で対照区が最も低く213個体/㎡であった。対照区を1としたときの各試験区の逸散防止効果の推移を図3に示した。5月25日以降の各試験区の効果は対照区と比較して、全体的に高い値となっているが、投石区の方が杭打ち区よりも高い傾向となっている。各試験区のアサリ殻長組成の推移を図4に、平均殻長の推移を図5示した。殻長組成の結果から、アサリは主に2004年秋季発生群であった。各試験区の平均殻長は2005年4月には5.3~6.4mmであったが、調査終了時の平均殻長は19.7~21.0mmまで成長し、試験区間の成長の差は見られなかった。

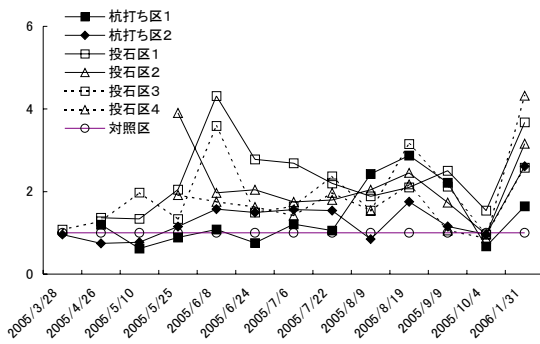


図3 各試験区の逸散防止効果の推移

2. 標識アサリの逸散状況

(1) 5mmサイズの逸散状況

各試験区における標識アサリの残留率の推移を図6に示した。杭打ち区2の残留率は放流2日後まで高かったが、その後減少し、放流16日後には3%であった。投石区3の残留率は放流1日後に50%まで減少したが、その後緩やかに減少し放流30日後には4%であった。対照区の残留率は放流後から減少し、放流4日後には5%であった。

各試験区における標識アサリの逸散方向を図7に示した。標識アサリは、放流1日後は標識アサリが確認されなかった。放流2日後に杭打ち区2及び対照区の南方向で、放流4日後に杭打ち区2の南方向及び南西方向、放流7日後に対照区の東方向で標識アサリが確認された。

(2) 7mmサイズの逸散状況

各試験区における標識アサリの残留率の推移を図8に示した。全ての試験区で残留率は放流後15日まで急激に減少し、その後横ばいで推移した。放流後77日の残留率は、対照区で0%であったが、杭打ち区1で15%、杭打ち区2で12%、投石区2で10%、投石区4で4%、投石区1で3%、投石区3で1%であった。また、杭打ち区が投石区よりも高い傾向を示した。

3. 流況・波浪観測

流況観測結果(5分間平均の流速)を図9に示した。対照区の流速が他の2点に比較して大きいものの、流速は5cm/s程度で小さい。また、潮流の影響による振幅も小さく、潮流、残渣流による流れはきわめて弱いと考えられる。一方、波浪観測結果および波高から求めたシールズ数算定結果とアメダス中津地点での風データを図10に示した。6月4日から5日にかけて5~7m/sの比較的強い北風が吹き、4日の19時に観測期間中の最大有義波高62cmを記録した。このときの6月4日19時の1時間前(データのバースト時間が120分のため)の18時の0.5秒ピッチ生データを図11に示した。有義波高に対応する実測流速値は対照区47.90cm/s、杭打ち区45.42cm/s、投石区52.82cm/sとなった。また、波の周期に対し測定インターバルが若干粗い(流速計の限界)ものの、波による往復流が明確に観測されており、その流速は最大で50cm/sを超えていた。したがって、当海域では波による波動流速がきわめて大きいと判断できる。

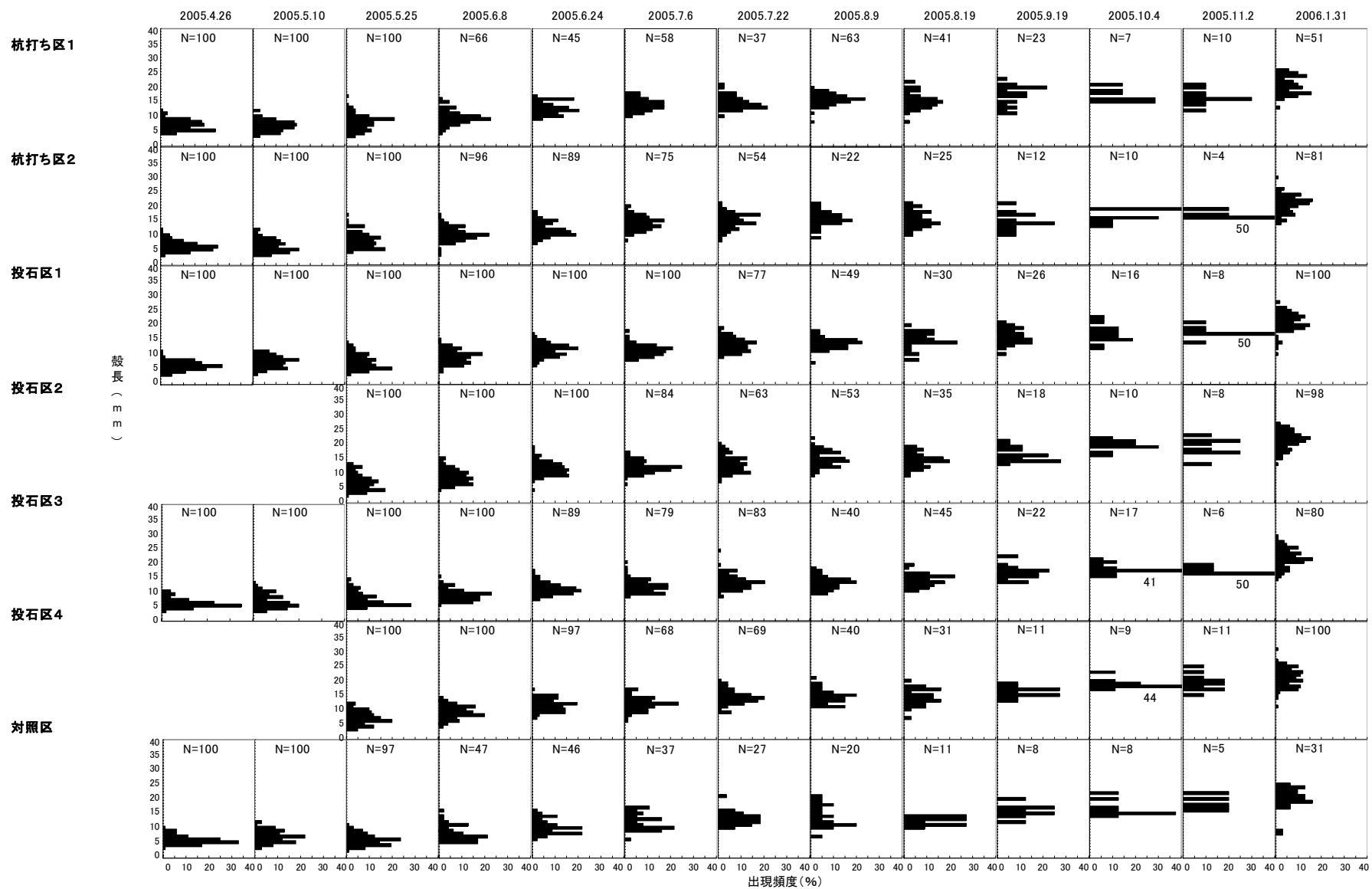


図4 各試験区のアサリ殻長組成

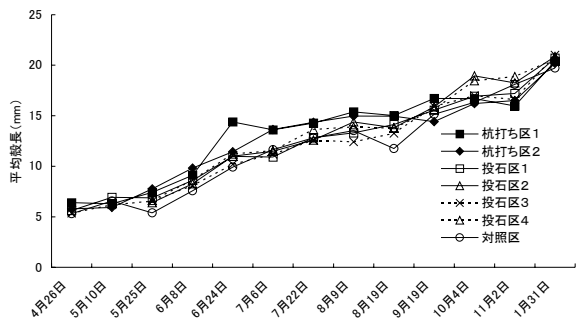


図5 平均殻長の推移

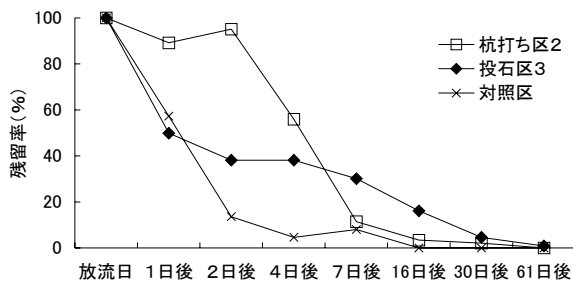


図6 標識アサリ (5mm サイズ) の残留数の推移

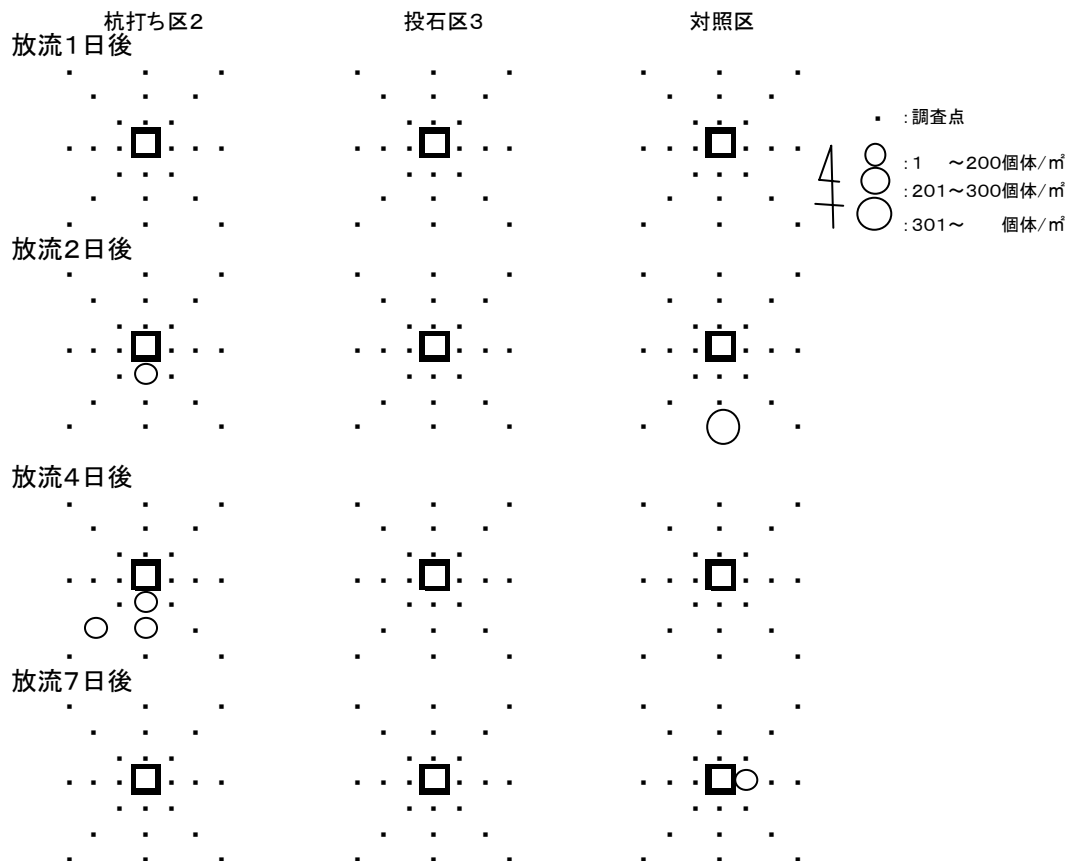


図7 標識アサリ (5mm サイズ) の逸散方向

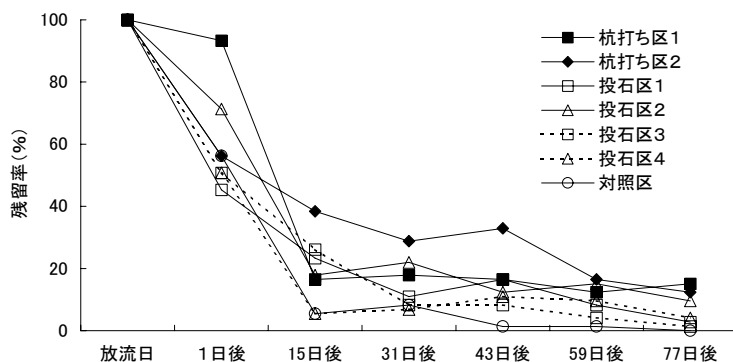


図8 標識アサリ (7mm サイズ) の残留率の推移

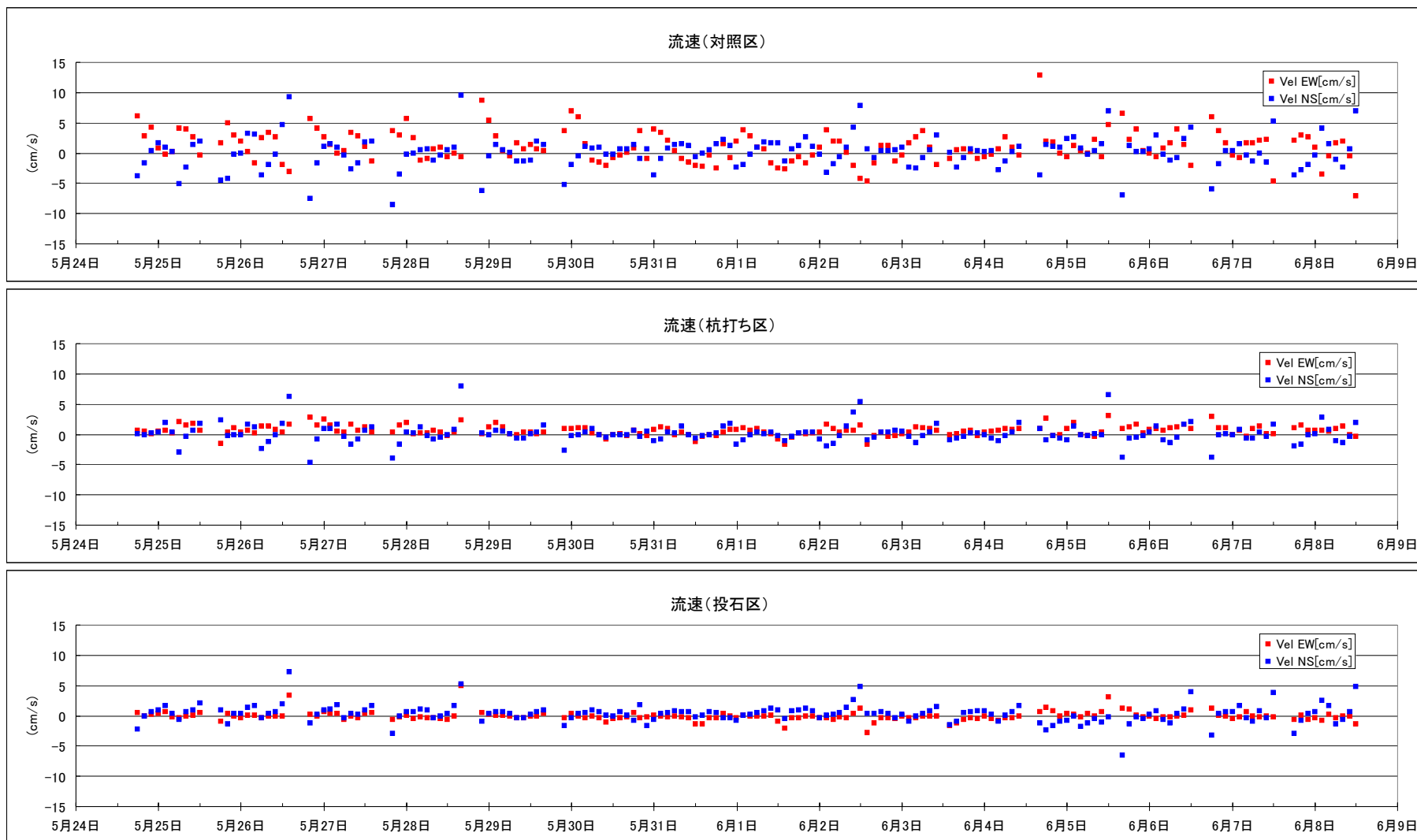


図9 流速観測結果（5分間平均の流速）



図10 シールズ数算定結果とアメダス中津地点での風データ

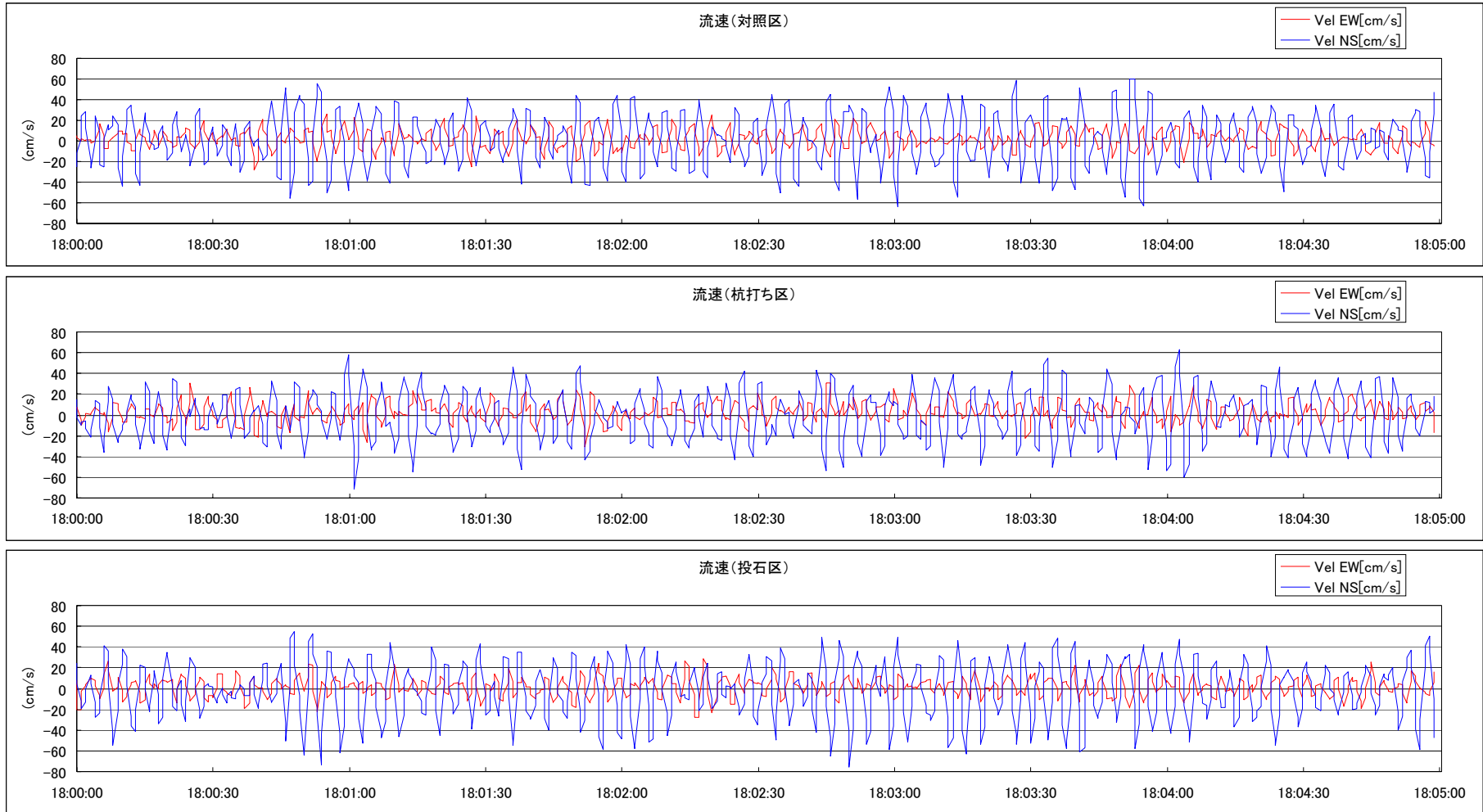


図11 6月4日18時の0.5秒ピッチ生データ

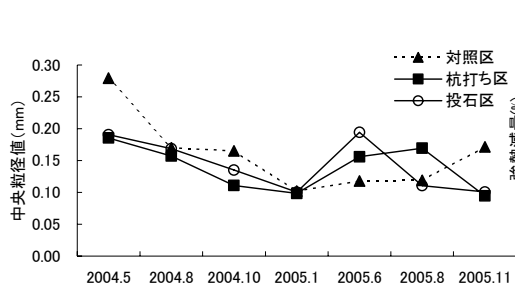


図 12 中央粒径値の推移

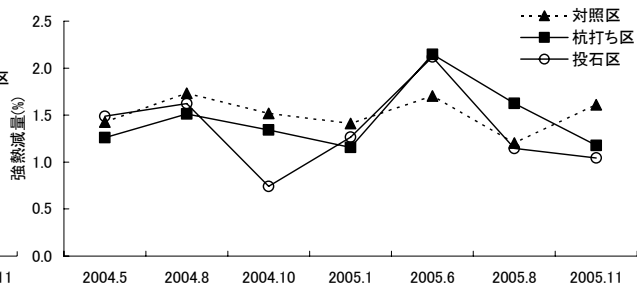


図 13 強熱減量の推移

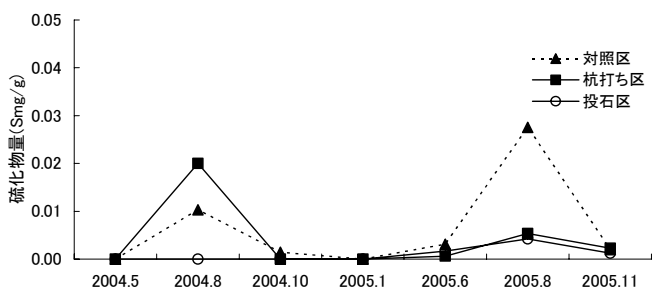


図 14 硫化物量の推移

単位: mm		
	2004.10	2006.1
杭打ち区	0	38.6
投石区	0	23.5

表 2 地盤高の変化

4. 底質環境

調査期間中の杭打ち区、投石区、対照区の中央粒径値を図 12 に、強熱減量を図 13 に、硫化物量を図 14 に、地盤高の変化を表 2 示した。

中央粒径値は対照区で 0.1~0.28mm、杭打ち区で 0.09~0.19mm、投石区で 0.1~0.19mm となり、試験区での差は認められなかった。

強熱減量は対照区で 1.2~1.73%、杭打ち区で 1.16~2.15%、投石区で 0.74~2.12% となり、試験区での差は認められなかった。

硫化物量は対照区で N. D. ~0.028Smg/g、杭打ち区で N. D. ~0.02Smg/g、投石区で N. D. ~0.004Smg/g となり、対照区での差が最も大きかった。対照区では 2005 年 8 月に 0.028Smg/g、杭打ち区では 2004 年 8 月に 0.02Smg/g と高い値を示したが、投石区では 2005 年 8 月に 0.004 Smg/g と変化は少なかった。

地盤高の変化は、対照区の鉄棒が紛失したため試験区間の比較が出来ないが、2004 年 10 月と比較し 15 ヶ月後の 2006 年 1 月の杭打ち区では 39mm、投石区では 24mm の砂の堆積が見られた。

考察

アサリは波浪等の流れや河川水の流出により逸散し、アサリの生息に不適な場所でへい死していると考えられ、その対策としてかつてから土嚢や杭などの構造物を用いて行われていた。しかしながら、波浪等による物理的な環境変動、構造物による減耗防止効果は検証されていなかった。今回の調査では、アサリの微小稚貝に焦点をあて、減耗原因の解明を試みた。

杭打ち、投石によるアサリの逸散試験では、5mmサイズのアサリでは、杭打ち区や投石区は対照区に比べて減耗を防止する効果は認められた。また、アサリは主に岸方向に逸散することも明らかとなった。しかしながら、2週間程度でアサリは試験区に限らず大幅に減少した。このため、アサリの逸散を長期的に抑制するためには、杭打ちや投石を改良することにより減耗を効果的に抑制する手法の検討が必要であると考えられる。

逸散の要因として波浪や潮流等が想定されるが、今回実施した波浪等による物理環境では、高波浪を観測することが出来たので、波浪とそれに伴う流れの関係を示すことが出来た。

調査期間中の流速は5cm/s程度と非常に小さかったが、最大波高が観測された6月4日の流速は最大で50cm/sを超えていたことから、吉富干潟域での底層の流れは、通常は流れの弱い状態であるが、波浪が発達した場合には波浪に伴うかなり強い流れが生じるといえる。

また、各試験区の水深は変わらないことから、入射波高は同じと考え、波高から対照区の底層流速を推定すると、高波浪時の6月4日18時の有義波高は55.4cm/sであるので、底層流速は約47cm/sとなり、実測流速値は対照区で47.90cm/sであることから、計算上の流速と実測流速はほぼ一致した。このことから、最大波高が記録された19時のデータを基にシールズ数を算出すると対照区で0.207であったが杭打ち区では0.186であった。柿野¹⁾によりシールズ数が0.2程度以上になると砂の移動によるアサリの冬季減耗が発生すると考えられていることから、杭の効果により底層流速が抑制され底質が安定することによりアサリの逸散が防止できると考えられる。また、杭の周辺ではさらに流速が抑制されると考えられ、その部分ではさらに逸散が防止できると考えられる。

投石は杭のように底層の流速は抑制できなかつたことから波を抑制する効果は期待できなかったものと考えられる。その要因として、投石区は投石のため多少水深が浅くなり、その分流速が早くなった可能性が考えられる。しかし、投石区では投石により海底面に凸凹ができ、流速の小さい部分ができることや砂の動きを抑制することにより、アサリの逸散に対して効果があると期待できる。また、アサリ稚貝は足糸により石等に付着する性質があることから、投石区での逸散防止効果が高かったと考えられる。

杭や投石による構造物による底質環境への影響を検討すると、砂の堆積は台風や河川水の流入などにより石の上に砂が被ることはあったが、浮泥の堆積も見られず、調査開始から15ヶ月経過後においても杭打ち区で39mm、投石区で24mmとほとんどみられなかった。また、中央粒径値や硫化物量、強熱減量も季節的に増減することがあったが、アサリの生息に影響を与える変化はみられなかった。このことから、構造物を設置する事による環境の変化や成長差は少ないと考えられる。

以上の結果を踏まえると、波浪の影響を制御できるような構造物が必要であるとともに、その構造物により漁業が実際に行えるような手法を検討する必要があると思われる。

摘要

1) アサリ漁場の底質安定性を確保し、漁場における微小稚貝の生残率を向上させる具体的

- 手法として、漁業者自らが実施可能な投石や杭打ちに焦点を当て、その効果を検証した。
- 2) 各試験区の逸散防止効果は対照区と比較して全体的に高い値となっていたが、投石区の方が杭打ち区よりも高い傾向となっていた。また、試験区間のアサリの成長差は見られなかった。
 - 3) 5 mm サイズ及び7 mm サイズの標識アサリの逸散状況から対照区と比較して各試験区で逸散防止効果が見られた。
 - 4) 流況・波浪観測から波による往復流が明確に観測され、当海域では波による波動流速が極めて大きいと判断できた。
 - 5) 底質環境を調査した結果、中央粒径値、強熱減量、硫化物量は季節的な変動があるものの、試験区間の明確な差は見られなかった。また、各試験区の地盤高は杭打ち区で39mm、投石区で24mmの砂の堆積が見られた。
 - 6) 最大波高が記録された時間のシールズ数は対照区で0.207であったが、杭打ち区で0.186であり、杭の効果により底層流速が抑制され底質が安定することによりアサリの逸散が防止できると考えられた。
 - 7) 投石は底層流速を抑制できなかったが、投石により海底面に凸凹ができ、流速の小さい部分ができることや砂の動きを抑制することにより、アサリの逸散に対して効果があると期待できる。また、アサリ稚貝は足糸により石等に付着する性質があることから、投石区での逸散防止効果が高かったと考えられる。
 - 8) 波浪の影響を制御できるような構造物が必要であるとともに、その構造物により漁業が実際に行えるような手法を検討する必要があると思われる。

引用文献

- 1) 柿野 純、2000年：東京湾盤洲干潟におけるアサリの減耗に及ぼす波浪の影響に関する研究、東京大学学位論文