

## 再生砂による浅場づくり実証試験事業 2022年度事後調査結果

松尾 進, 橋本 京太郎, 粕谷 智之

Population Density Changes of *Ruditapes philippinarum* in Shallow Waters created using Recycled Glass Sand in Omura Bay (2022)

Susumu MATSUO, Kyotaro HASHIMOTO, Tomoyuki KASUYA

キーワード：ガラスの砂、アサリ、底生生物、生物多様性、大村湾

Key words: recycled glass sand, *Ruditapes philippinarum*, benthos, biodiversity, Omura Bay

## はじめに

長崎県は、2014年度から「再生砂による浅場づくり実証試験事業」に取り組んでおり、2016年度には大村市森園地先(以降、大村)に廃ガラスを原材料とする再生砂を覆砂して、広さ1 haの浅場を造成した。さらに、2018年度には、時津町崎野自然公園地先(以降、時津)に、大村と同じく再生砂を覆砂して広さ0.1 haの浅場を造成した(図1)。

長崎県環境保健研究センターでは、本事業における覆砂効果の検証を担当しており、覆砂した区画(覆砂区)と覆砂していない区画(対照区)において、覆砂前(事前調査)及び覆砂後(事後調査)のアサリ等の底生生物の生息密度等をモニタリングしている。

大村については2021年度までで事後調査が終了し、これまでの調査結果等については5報に渡って報告してきた<sup>1)~5)</sup>。本研究では、時津において実施した2022年度事後調査結果を基に、時津の覆砂区の現況と課題を検討する。

## 調査エリア概況

時津の覆砂区は、大村の覆砂区で確認されているような底質の固化は見られないものの、一部のエリアで竣工時に埋没していた大礫や巨礫が露出した状態である(図2-1、大村の覆砂区については2021年度事後調査結果<sup>5)</sup>参照)。

時津の対照区は、覆砂区近傍のエリアを選定しており(図1)、大村同様、大礫や巨礫の合間を砂泥が埋める底質環境である(図2-2)。

## 材料と方法

調査日程を表1に、調査測点を図1に示す。なお、

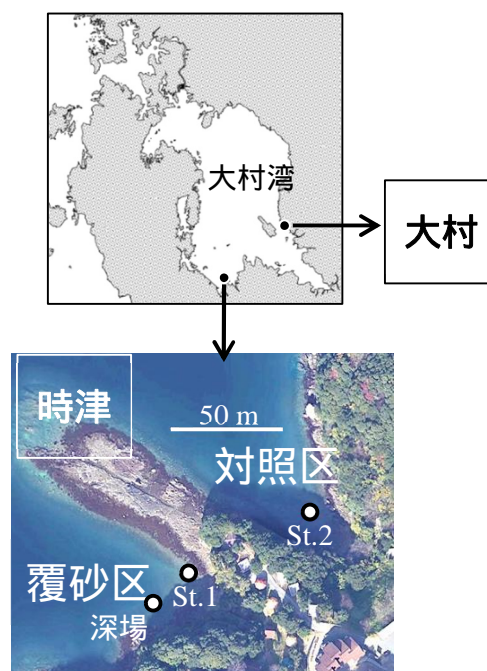


図1 大村の造成浅場の位置及び時津における調査地点位置図

(測点印( )下の文字は測点名を示す。)

以降、造成場所(大村、時津)を付さず単に試験区(覆砂区、対照区)、測点(St.1、深場、St.2)を表記している場合は、いずれも時津の試験区、測点を指す。

調査は干潮時に行い、各測点へは陸上から徒歩で赴いた。底生生物の採集は原則として枠取り調査で行い、30×30 cm枠内の海底の土砂を深さ10 cm程度採取した後、目合1 mmの篩にかけ、残ったものの中から目視で底生生物を取り出した。枠取り



図2-1 時津の覆砂区の状況の推移



図2-2 時津の対照区の状況

表1 時津における調査日程

		底生生物				底質		
		覆砂区		対照区		覆砂区		対照区
		St.1	深場	St.2		St.1	深場	St.2
事前調査	2017年6月6日	○		○		○		○
	2017年8月21日	○		○		○		○
	2018年8月22日	○		○		○		○
事後調査	2019年1月11日	○		○		○		○
	2019年8月26日	○	○	○		○	○	○
	2020年1月15日	○	○	○		○	○	○
	2020年8月26日	○	○	○		○	○	○
	2021年1月20日	○	○	○		○	○	○
	2021年8月20日	○	○	○		○	○	○
	2022年1月7日	○	○	○		○	○	○
	2022年8月23日	○	○	○		○	○	○
	2023年1月11日	○	○	○		○	○	○

調査は1測点当たり3回行い、合わせて1サンプルとした。時津の覆砂区の測点の1つである「深場」は水深が1 m以上あり、杓取りが困難であることから、採集にはエクマンバージ採泥器(開口部: 15 × 15 cm)を用いた。採泥器を複数回投入して海底の土砂を得た後、目合1 mmの篩にかけ、残ったものの中から底生生物を取り出した。得られた底生生物は可能な限り種まで同定し、個体数を計数するとともに、アサリについては最大100個体までを無作為に選んで殻長を計測した。

底質分析用試料は口径35 mm、長さ50 cmのアクリルパイプを用いて採取した。パイプを海底に深さ10 cm程度まで差し込み、金属製のヘラを使ってパイプ下部を塞いだ後、パイプ内部の底質が落ちないようにゆっくりと引き抜いた。パイプ内の海水を静かに排水した後、底質をボトルに移した。採取は1測点当たり3回以上行い、合わせて1サンプルとした。

覆砂区(深場)では、アクリルパイプによる採泥が困難なことから、底質の採取には上述のエクマンバージ採泥器を用いた。

底生生物の生息密度に関わる項目として、粒度組成、中央粒径、泥分率、強熱減量、底層COD及び硫化物を、それぞれJIS A1204(ふるい分析)<sup>6)</sup>、底質調査方法<sup>7)</sup>に従い分析した。

海底直上10 cmの位置にJFEアドバンテック社製のワイパー式メモリー水温塩分計(INFINITY-CTW)及びワイパー式メモリーDO計(RINKO W)を覆砂区と対照区それぞれに設置し、水温、塩分及び溶存酸素量を連続観測した。

生物多様性の検討には中村のRI指数を用いた<sup>8)</sup>。出現した底生生物の個体数を6段階に分けて、種ごとにランク値を当てはめ、次式によってRI指数を求めた。

$$RI = Ri / \{S \times (M - 1)\}$$

ここで、Sは種数、 $R_i$ はi番目の種の個体数ランク、Mは個体数ランクの段階数(すなわち、6段階:0, 1, 2, ..., 5)を表す。

## 結果

### 1 アサリ生息密度と殻長組成

時津におけるアサリ生息密度の推移を図3に示す。覆砂区のアサリ生息密度は、2022年8月の調査ではSt.1及び深場の両測点ともにアサリは確認されず0個体/m<sup>2</sup>と推計され、2023年1月の調査ではSt.1で1個体、深場で4個体が確認され、それぞれSt.1:4個体/m<sup>2</sup>、深場:15個体/m<sup>2</sup>と推計された。2023年1月の調査において深場で初めてアサリが確認されたものの、覆砂区のアサリ生息密度は覆砂後も0~18.5個体/m<sup>2</sup>と少なく、大きな変化も見られていない。対照区のアサリ生息密度は、2022年8月の調査で1個体が確認され4個体/m<sup>2</sup>と推計されたが、2023年1月の調査では確認されず0個体/m<sup>2</sup>と推計された。また、対照区では、2022年1月に96個体/m<sup>2</sup>となったものの、全体として覆砂区と同様大きな変化は見られていない。

時津の覆砂区及び対照区におけるアサリの殻長組成の推移をそれぞれ図4-1、図4-2に示す。覆砂区では、覆砂の前後を通じて、殻長10 mm未満の稚貝個体数の大きなピークは無く、殻長15 mm以上の個体も確認されなかった(図4-1)。対照区の殻長組成については、2022年1月に殻長5 mm未満の稚貝個体数がほかの調査日より少し多く見られたが、覆砂区と同じく殻長10 mm未満の稚貝個体数の大きなピークは無く、殻長15 mm以上の個体も確認されなかった(図4-2)。

### 2 底質

時津における粒度組成及び底質環境の推移を図5及び図6に示す。粒度組成を比較すると、覆砂区(St.1)では覆砂後の2018年8月以降、細礫~粗砂分が増加し、対照区においては2018年8月及び2020年8月に中礫~粗砂分の割合が高くなった(図5)。中央粒径値は覆砂区(St.1)では覆砂前は0.17~0.19 mm(平均0.18 mm)であったのに対して、覆砂後は0.21~0.30 mmの範囲(平均0.24 mm)であり、覆砂によってわずかに上昇した(図6a)。また、覆砂区(深場)においては、中央粒径値は0.24~0.71 mmの範囲(平均0.40 mm)で推移し、覆砂区(St.1)よりも高い傾向が見られた。対照区における中央粒径値は、0.19~1.85 mmの範囲(平均0.45 mm)であり、2018年8月及び2020年8月にそれぞれ

1.28 mm及び1.85 mmと高い値となったものの、それ以外の調査においては0.19~0.27 mmの範囲で、覆砂区と比較して大きな差は見られなかった(図6a)。

泥分率については、覆砂区(St.1)では覆砂前は8.0~10.8%(平均9.4%)であったのに対して、覆砂後は4.1~14.4%の範囲(平均7.5%)であり、近年減少傾向にある。覆砂区(深場)の泥分率は1.0~11.3%の範囲(平均5.7%)であり、概ね減少傾向であるが、2022年8月以降は上昇に転じ、2023年1月には6.6%となった。対照区の泥分率は、2020年8月に一時減少し0.5%となったが、それ以降は2.0~2.9%で推移している(図6b)。

強熱減量については、覆砂区(St.1)では覆砂前は2.7~3.6%(平均3.2%)であったのに対して、覆砂後は0.6~2.5%の範囲(平均1.5%)に低下した(図6c)。覆砂区(深場)では、0.6~1.9%の範囲(平均1.4%)であり、2020年8月までは覆砂区(St.1)よりも低い傾向が見られていたが、2021年1月以降は覆砂区(St.1)とほぼ同程度で推移している。対照区では強熱減量は1.8~4.1%の範囲(平均2.4%)で推移し、覆砂以降は覆砂区よりも概ね高い値を示した(図6c)。

覆砂区の覆砂後の底層CODはSt.1及び深場の両測点において3.2 mg/g以下(図6d)、硫化物は0.14 mg/g以下となり(図6e)、底層COD及び硫化物は、覆砂区、対照区の双方で水産用水基準を満たす結果であった<sup>9)</sup>。

### 3 水質

時津における水温、塩分及び溶存酸素飽和度の推移を図7-1、図7-2に示す。水温は、夏期は25~32℃、冬期は8~13℃の範囲で推移した。また、塩分は、夏期はおよそ27~33、冬期はおよそ25~32、溶存酸素飽和度については、夏期は26~152%、冬期は86~124%の範囲であった。溶存酸素飽和度については、夏期に対照区で覆砂区よりも低い傾向があったものの、水温と塩分については覆砂区と対照区との間に大きな差は見られなかった。

アサリの生息に適した水質環境は、水温10~30℃、塩分20~35の範囲であり<sup>10)</sup>、溶存酸素飽和度が10%以下(水温15℃)の環境下では13日程度でへい死が起こるとされている<sup>10)</sup>。時津では、調査期間内において、水温が31℃以上となった日は覆砂区において3日間、対照区において4日間あった。水温9℃以下となった日は覆砂区で10日、対照区で12日あったが、9℃以下の時間帯は主に夜間で、

3日間以上継続して9℃以下となる日はなく、夏期及び冬期ともに、概ね適正範囲内であった。

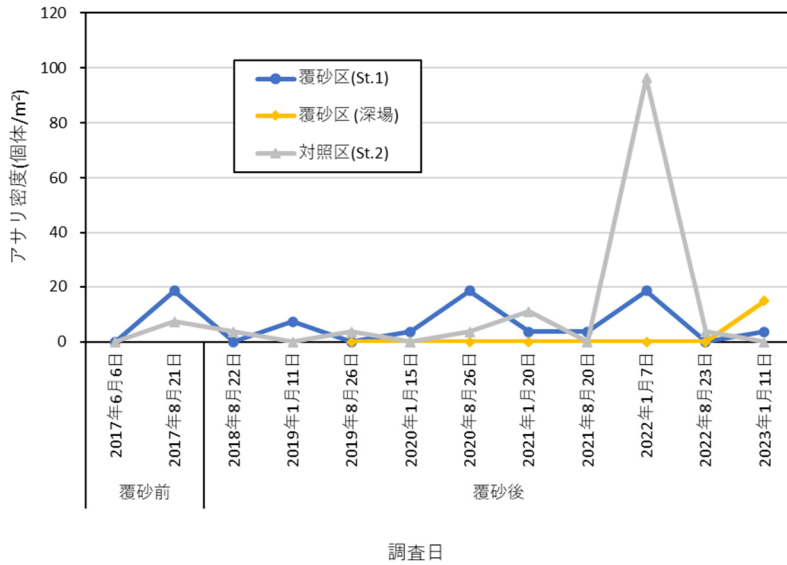


図3 時津におけるアサリ生息密度の推移

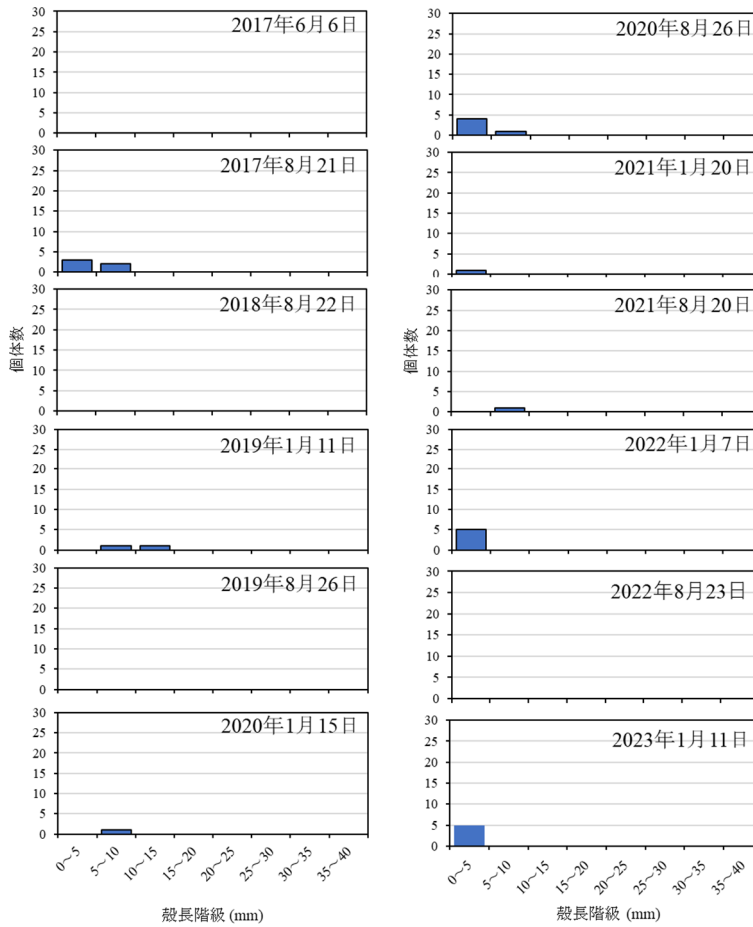


図4-1 時津の覆砂区 ( St. 1 及び深場 ) におけるアサリの殻長組成 ( 2測点 ( St.1 及び深場 ) の殻長データを合わせて作成した。 )

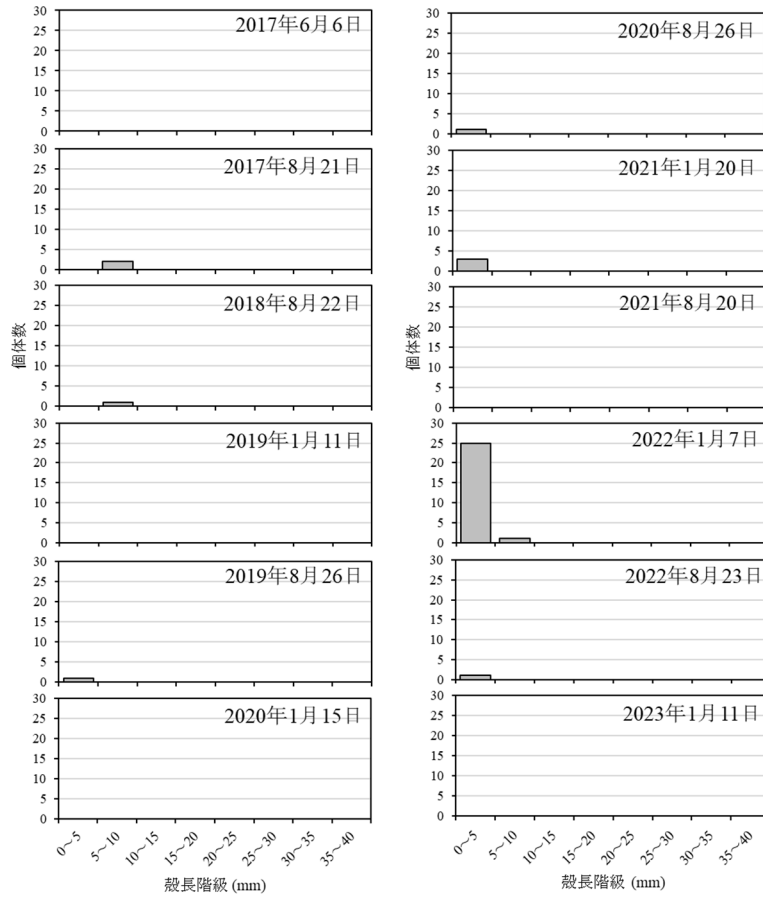


図4-2 時津の対照区 (St.2) におけるアサリの殻長組成

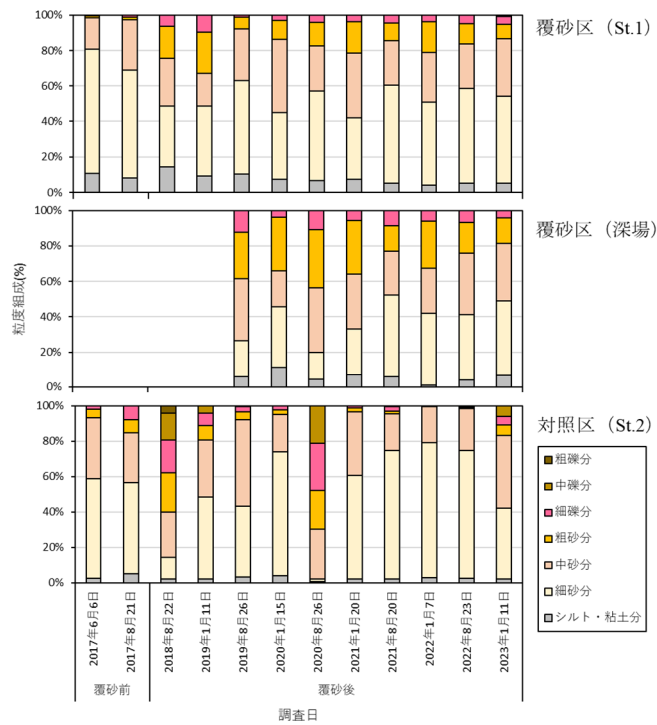


図5 時津の覆砂区 (St.1及び深場)、対照区 (St.2) における底質の粒度組成

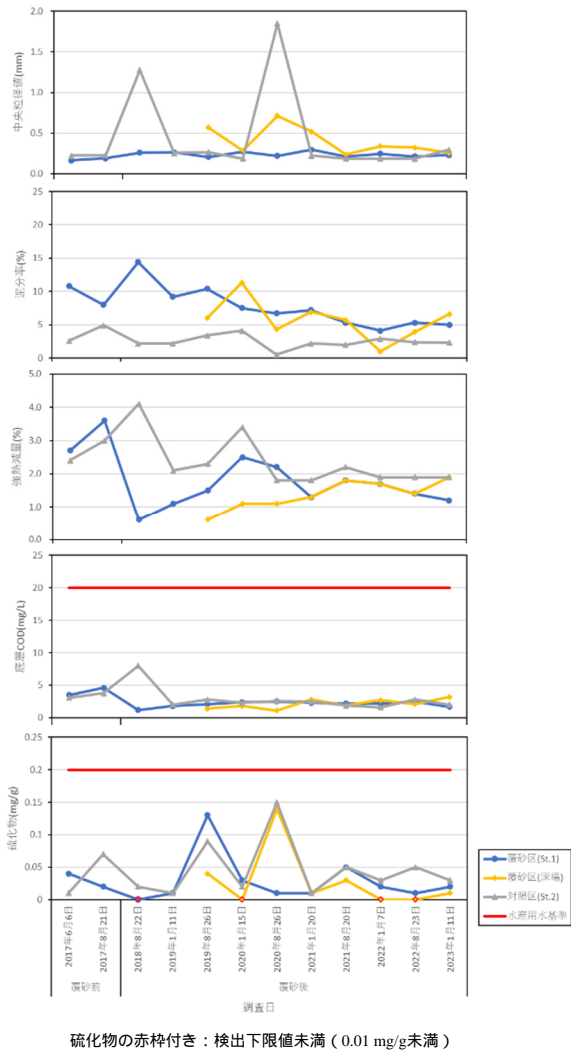


図6 時津における底質環境の推移

4 生物多様性

時津における全出現種を対象としたRI指数を図8に示す。RI指数は、2022年1月の調査までは0.016 ~ 0.081の範囲で、全測点において8月に低く、1月に高くなる傾向が見られていたが、2022年8月の対照区では、対照区におけるこれまでで最も高い値(0.067)を示し、8月に高く、1月に低い値となった。

また、覆砂区(St.1)については、2022年1月の調査までは他の2測点よりRI指数が高い値で推移してきていたが、2022年8月においては、RI指数は低い値(0.029)を示し、対照区の方が高い値(0.067)となった。2023年1月においては、覆砂区(St.1)のRI指数は上昇して0.059となった一方で、対照区は0.023に低下し、覆砂区(St.1)の方が対照区より高い状態に戻った。

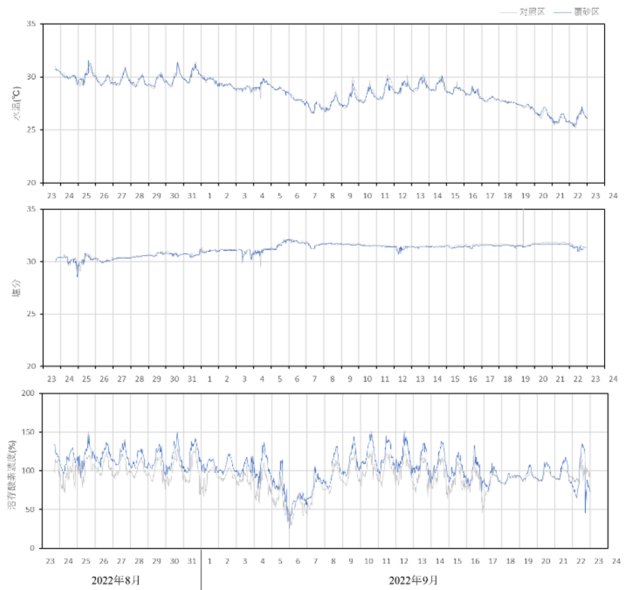


図7-1 時津における夏期の水質変動

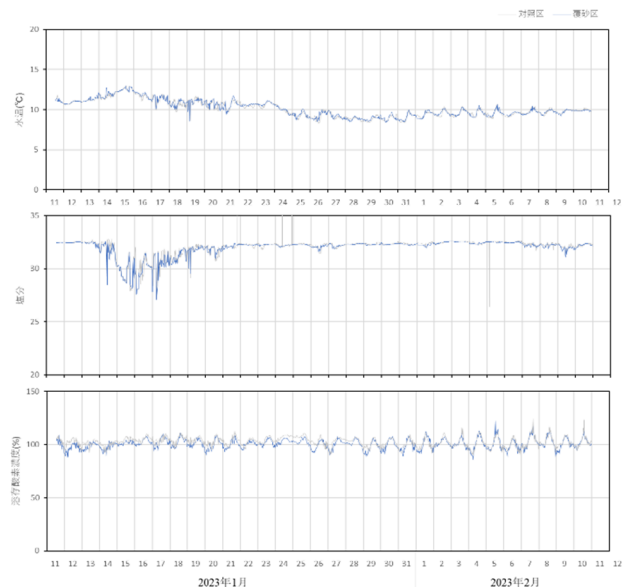


図7-2 時津における冬期の水質変動

覆砂区(深場)のRI指数については、0.016 ~ 0.071の範囲であり、調査期間全体を通して上昇傾向が見られ、2023年1月の調査で、全測点で最も高い値を示した。

考察

アサリについては、これまでの調査で、覆砂区(St.1及び深場)及び対照区の各測点において、殻長10 mm未満の個体が確認されており、稚貝の供給はあったものと推察されるが、いずれの測点でも殻長15 mm以上の個体は確認されておらず、供給された稚貝のほとんどが定着できていないものと考

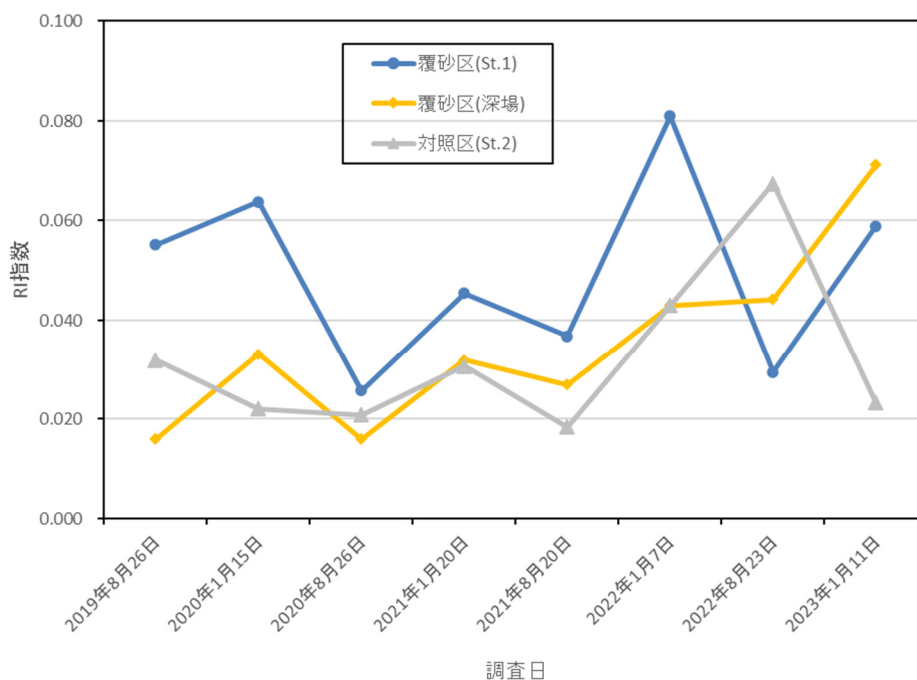


図8 時津における時津における生物多様性指標 (RI指数) の推移

えられる。

水温などの測定データからはアサリが斃死するような大きな環境悪化は観測されなかった。また、アサリの成育に適した底質環境が、泥分率で2～30%、強熱減量で3.0%未満と報告されており<sup>11), 12)</sup>、泥分率及び強熱減量については覆砂後、覆砂区において概ね適正範囲内で推移してきている。一方、中央粒径値は0.5～4mmが適正とされているのに対し<sup>11), 12)</sup>、覆砂区 (St.1) において覆砂以降も0.5mm未満とアサリの生育に適さない状態のまま変化が見られず、覆砂区 (深場) においても概ね覆砂区 (St.1) と同程度で推移してきている。

時津町の浅場の沖合は、時津港と長崎空港を結ぶ高速船の航路となっていることから、航走波が頻繁に打ち寄せる環境にある。浅場造成前の事前調査では、水深が0.5mの海底では、砂は航走波によって浮遊移動すると予測されており<sup>13)</sup>、底質のかく乱によるアサリ稚貝の斃死や散逸の原因となっている可能性がある。このような特徴をもつアサリ漁場では、流速を抑えてアサリの散逸を防ぐために網張りや支柱式ノリ養殖施設を設置する試みが行われており<sup>14), 15)</sup>、当該浅場におけるアサリの生残率向上のためには同様の取り組みが必要と考えられる。

生物多様性については、全測点において、RI指数はおよそ1月に高くなり8月に低くなる傾向が見られた。これは大村でも同様の傾向が確認されているものである<sup>5)</sup>。2022年8月に対照区において、RI指

数が一時的に上昇し、覆砂区 (St.1及び深場) より高くなったが、調査期間全体で見るとRI指数は覆砂区 (St.1) において対照区より高い値で推移してきており、直近の2023年1月の調査でも対照区より高い値を示した。また、覆砂区 (深場) については、RI指数は上昇傾向にあり、直近の2023年1月の調査では覆砂区 (St.1) と同様に対照区より高い値を示した。これらのことから、造成された浅場は多様な生物の生息場として機能していることが示唆された。

#### 参考文献

- 1) 粕谷智之: 再生砂による浅場づくり実証試験事業 平成30年度事後調査結果 - ガラスの砂浜 (大村湾) におけるアサリ生息密度の変遷 - , 長崎県環境保健研究センター所報, (64), 44-52(2019).
- 2) 粕谷智之: 再生砂による浅場づくり実証試験事業 平成31年度事後調査結果 - 底生生物の多様性について - , 長崎県環境保健研究センター所報, (65), 43-52(2021).
- 3) 粕谷智之, 他: 再生砂による浅場づくり実証試験事業 第3報 令和2年(2020年)度事後調査結果, 長崎県環境保健研究センター所報, (66), 33-49(2021).
- 4) 古賀彩子, 他: 大村市に造成した「ガラスの砂浜」における被覆網によるアサリ保護効果, 長崎県環境保健研究センター所報, (66), 104-

- 108(2021).
- 5) 橋本京太郎, 他: 再生砂による浅場づくり実証試験事業 2021年度事後調査結果, *長崎県環境保健研究センター所報* (67), 40-57(2022).
  - 6) JIS A1204: 土の粒度試験方法, (2020).
  - 7) 環境省水・大気環境局: 底質調査方法, vii + 417 pp., (2012).
  - 8) 中村寛志: 昆虫群集を使った環境評価手法について — RI 指数とグループ別 RI 指数法 —, *日本環境動物昆虫学会誌*, **24**(1), 7-14(2013).
  - 9) 日本水産資源保護協会: 水産用水基準2018年版, 119 pp., (2018).
  - 10) 水産庁増殖推進部: 二枚貝漁場環境改善技術導入のためのガイドライン平成25年3月, 220 pp., (2013).
  - 11) 新保裕美, 他: アサリを対象とした生物生息地適性評価モデル, *海岸工学論文集*, **47**, 1111-1115(2000).
  - 12) 清水康弘, 他: アサリ母貝場干潟造成効果評価事業, *三重県水産研究所平成29年度事業報告*, 87-88(2019).
  - 13) 長崎県環境部: 再生砂による浅場づくり実証事業に係る調査及び工事設計業務委託報告書, (2019).
  - 14) 樋渡武彦, 他: 網張り試験による流速減衰と二枚貝浮遊幼生着底促進効果について, *環境工学研究論文集*, **44**, 555-561(2007).
  - 15) 長谷川夏樹, 他: 支柱式ノリ養殖施設によるアサリ稚貝の定着促進効果, *水産工学*, **49**(2), 125-132(2012).