

伊勢湾・三河湾の表層コア試料に見られる堆積構造 Sedimentary structures in core samples obtained from seafloor surface in Ise and Mikawa bays

清家弘治^{1*}・天野敦子¹
SEIKE Koji¹ and AMANO Atsuko¹

Abstract: This study examined sediment core samples using X-ray computed tomography scanning and grain size analysis to reveal the sedimentological characteristics of the sea bottoms in Ise and Mikawa bays. Biogenic sedimentary structures, or bioturbation structures, were seen throughout the study site. Images of X-ray CT showed <3-cm-diameter mud-filled burrows in the sediments, indicating that colonization of the seafloor sediment by large and deep-burrowing animals. On the other hand, physical sedimentary structures such as parallel laminations were rarely observed. Inner part and mouth of the bays were covered with silt and fine-grained sand layers, respectively.

Keywords: multiple corer, bioturbation, enclosed system, X-ray CT, grain size

要 旨

伊勢湾および三河湾の18地点において、小型マルチプルコアラーを用いて海底表層の堆積物コアを採取した。そしてX線CTスキャナーによって、コア中に含まれる物理的堆積構造および生物源堆積構造(生痕)を観察した。その結果、全ての地点において、堆積物は底生生物の活動によって激しく攪拌されていることがわかった。その一方で、湾奥等の場所では、部分的ではあるが初成の物理的堆積構造も保存されていることがわかった。

1. はじめに

産業技術総合研究所地質調査総合センターでは、平成29年度から伊勢湾・三河湾沿岸域を対象として活断層や地下地質の情報整備に関する調査、例えば海上・平野ボーリング試料の収集・解析などを実施している。沿岸域の堆積物を扱うにあたり、その場での生物攪拌(バイオターベーション、生物擾乱とも呼ばれる)の実態を理解することは重要である。なぜなら、生物攪拌により堆積物は上下に混合され、また初成の物理的堆積構造が破壊され堆積相が変化してしまうからである(Seike *et al.*, 2016 など)。

本報告書では、平成30年度に伊勢湾および三河湾で採取された海底表層堆積物コア試料の堆積構造を解析した結果について、その概要を記載する。

2. 調査海域

調査の対象とした海域は、閉鎖性水域である伊勢湾および三河湾である(第1図)。伊勢湾のほとんどの部分は水深40mよりも浅く、湾口部は砂質堆積物が卓越する一方で湾奥部はシルト質堆積物で覆われている(天野ほか, 2019)。三河湾のほとんどの部分は水深15mよりも浅く、伊勢湾と同様に湾口部および湾奥部は砂質およびシルト質堆積物が卓越する(天野ほか, 2019)。

3. 堆積物コアの採取および分析方法

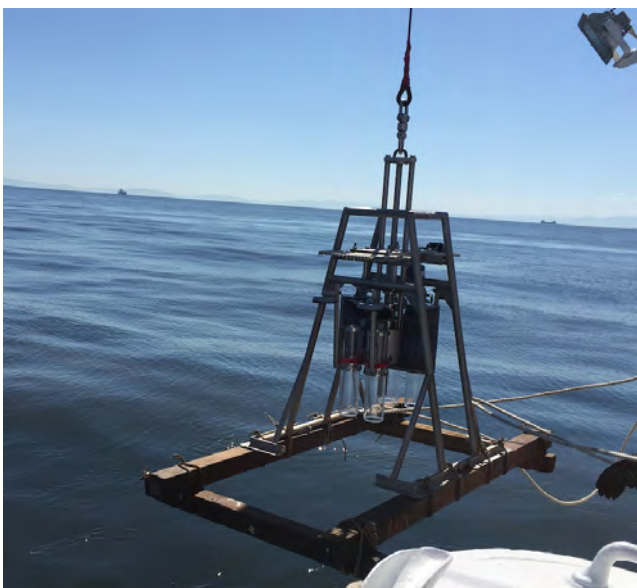
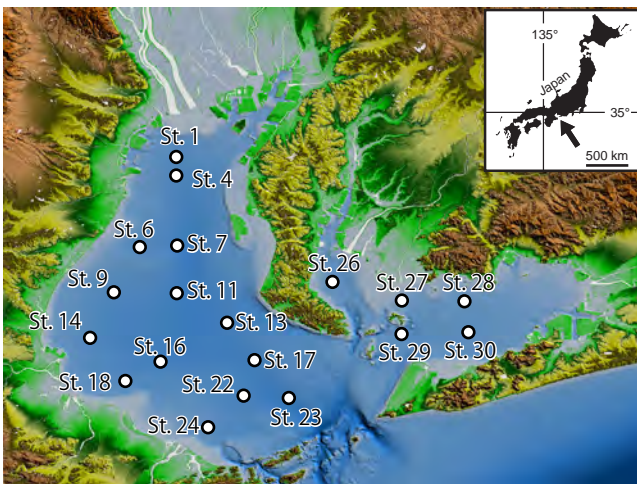
海底堆積物試料の採取は、2018年9月27~29日に第三開洋丸(海洋エンジニアリング社所有)によって実施された。伊勢湾および三河湾の全域をカバーするように18の調査地点を設定した(第1図)。調査地点の水深は11.0m~41.7mである(第1表)。この航海調査では、本研究で対象とする海底表層のコアに加えて、グラビティコアの採取も実施された(天野ほか, 2019)。

3.1 小型マルチプルコアラーによる海底表層堆積物の採取

海底堆積物試料の採取には、海底をほぼ不攪乱で採取できる小型マルチプルコアラー(離合社製)を用いた。当調査海域は閉鎖性水域であり海底が軟泥で構成されることが予想された。そのため、コアラーが海底に深

*Correspondence

1 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)



第1図 調査地点図(上)とサンプリングの様子(下)。調査地点図の陸域は国土地理院の基盤地図情報(数値標高モデル)5 m/10 mメッシュによる。海域は日本水路協会(2015)に基づく。

Fig. 1 Sampling stations (upper) and sediment sampling using a multiple corer (lower). Land area is after 5 m/10 m grid digital elevation model (DEM) provided by Geospatial Information Authority of Japan. Sea area is based on Japan Hydrographic Association (2015).

く沈み込みすぎないように、木材の枠の「げた」を装着して採泥作業を実施した(第1図)。小型マルチプルコアラーは一度に4本のコア試料(パイプ直径約8 cm, 長さ40 cm)の採取が可能である。なお、本調査ではコアラーのフレームにアクションカメラ GoPro Hero3 を装着し海底状況の撮影を試みた。しかしながら、調査期間中の当海域は透明度が非常に悪く、海底状況を撮影することはできなかった。

3.2 粒度分析

各地点で採取されたコア4本のうち1本は、船上で

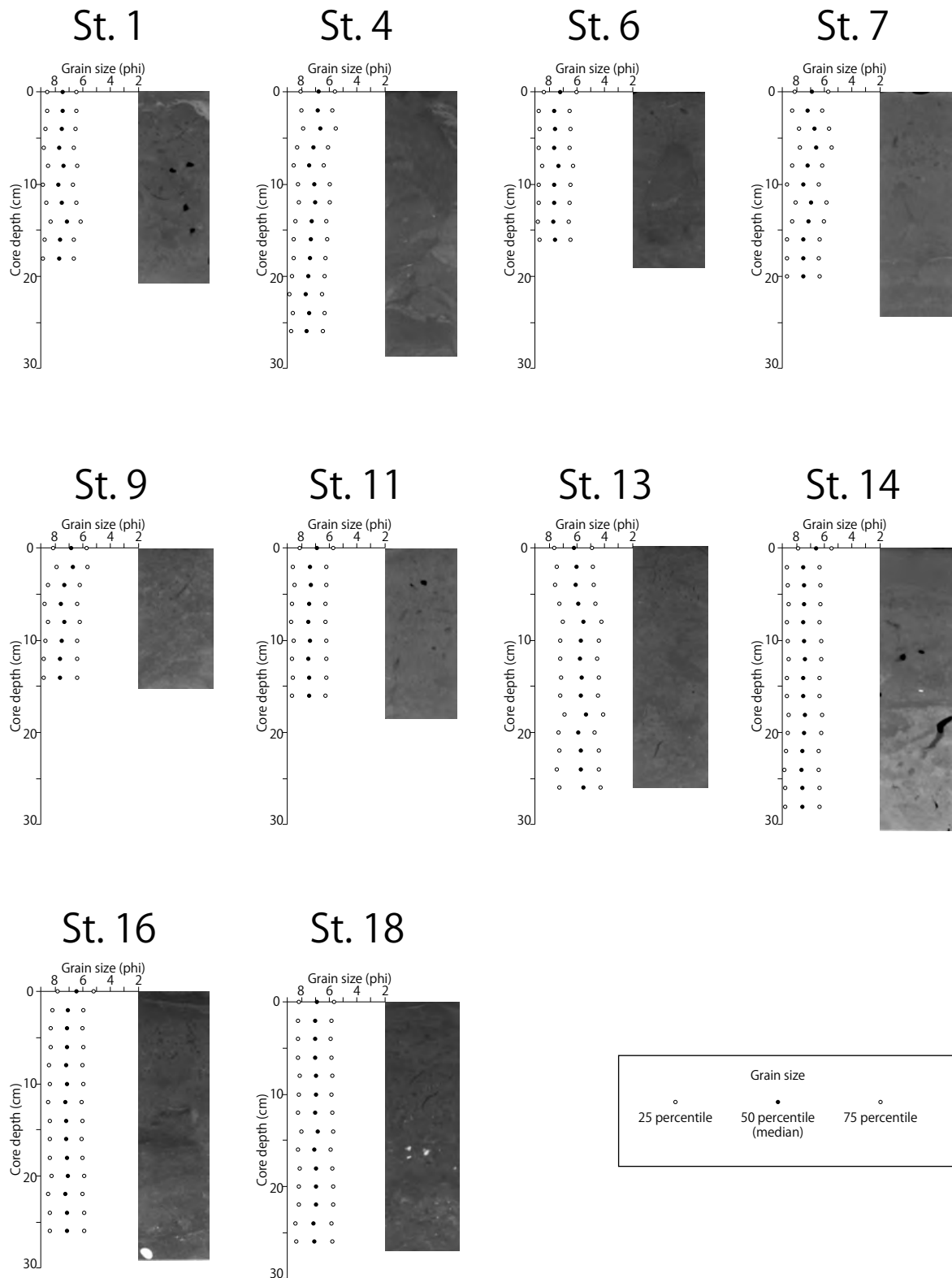
第1表 マルチプルコアラー試料の採取位置と水深。
Table 1 Information for multiple-core sampling sites.

Site No.	Latitude N	Longitude E	Water depth (m)
St.1	34° 57.0083'	136° 43.4649'	26.9
St.4	34° 55.2116'	136° 43.5974'	31.9
St.6	34° 49.1571'	136° 40.2208'	24.2
St.7	34° 49.2019'	136° 43.5418'	35.3
St.9	34° 45.0236'	136° 38.0473'	28.8
St.11	34° 45.0131'	136° 43.4968'	37.8
St.13	34° 42.4757'	136° 48.3295'	34.0
St.14	34° 41.1086'	136° 36.0963'	27.0
St.16	34° 39.2678'	136° 42.2212'	32.3
St.17	34° 39.1929'	136° 50.4802'	34.3
St.18	34° 37.4132'	136° 39.0397'	20.6
St.22	34° 36.1003'	136° 49.5273'	30.8
St.23	34° 35.9224'	136° 53.6123'	41.7
St.26	34° 46.3395'	136° 57.5524'	16.0
St.27	34° 44.3210'	137° 3.5540'	11.0
St.28	34° 44.2979'	137° 9.0517'	14.4
St.29	34° 41.4317'	137° 3.6143'	19.4
St.30	34° 41.6207'	137° 9.2637'	16.9

深さ1 cm毎にスライスし分取された。そのうち、深さ2 cm毎の試料の粒度分析を実施した。例えば、深さ0 cm~1 cm, 2 cm~3 cm, 4 cm~5 cmというようにコア深度2 cm毎の試料の分析を実施した。分析には、島津製作所製のレーザー粒度分析装置 SALD-2000を用いた。堆積物試料を蒸留水中に懸濁させ超音波を当て、粒子を分散させた状態で粒度測定を実施した。

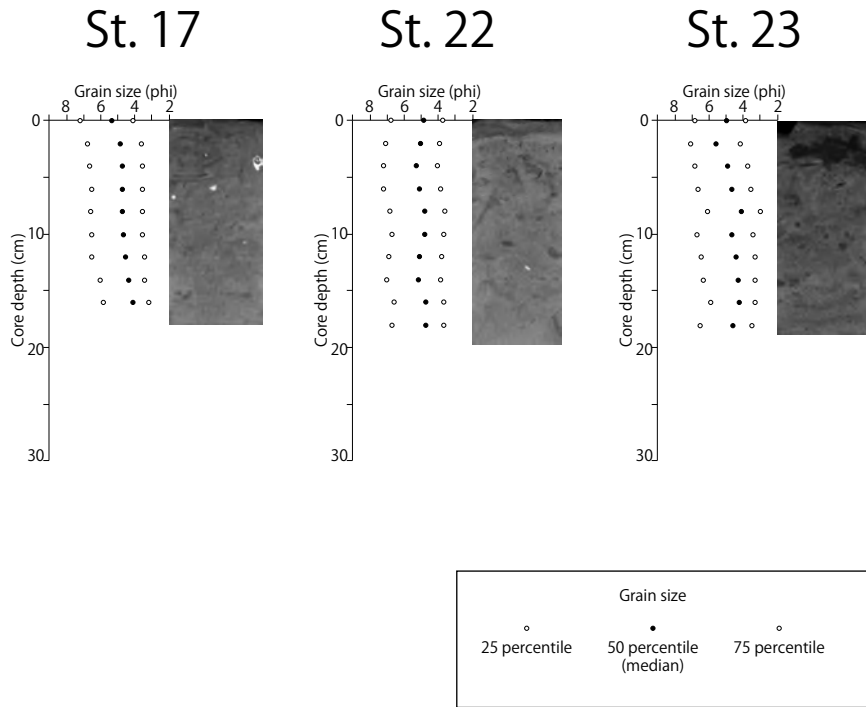
3.3 X線CTスキャンによる堆積構造の観察

X線CTスキャンを用いて堆積物コアを観察することで、通常の観察手法(例えばコアの縦断面の肉眼観察)では識別できないような不明瞭な堆積構造を観察できる(Seike *et al.*, 2016, 2018など)。各調査地点で採取されたコア試料4本のうち1本を、X線CTスキャン観察用とし、冷蔵状態(4°C以下)で保管・運搬した。持ち帰ったコア試料を、X線CTスキャナー Supria Grande(日立製作所製)を用いて観察した。得られたX線CTスキャンデータは画像解析ソフトウェア Osirix (Pixmeo SARL社製)を用いて画像処理し、堆積物コアの鉛直断面像を作成した。



第2図 伊勢湾の湾奥部における堆積物コアのX線CTスキャンイメージと粒度分布結果.

Fig. 2 X-ray CT images and grain-size distributions of the cores collected at the inner part of Ise Bay.



第3図 伊勢湾の湾口部における堆積物コアのX線CTスキャンイメージと粒度分布結果。
Fig. 3 X-ray CT images and grain-size distributions of the cores collected at the mouth of Ise Bay.

4. 解析結果

伊勢湾の湾奥部，伊勢湾の湾口部，および三河湾で採取されたコアの粒度分析およびX線CTスキャンについての結果をそれぞれ第2図に，第3図，第4図に示す。各地域の詳細は以下の通りである。

4.1 伊勢湾・湾奥部

海底表面からコア下部まで中央粒径6～7φの中粒～細粒シルトから構成される。粒度は鉛直方向にほとんど変化せず，ほぼ一定である。ほとんどの箇所は激しい生物攪拌を受け直径が数mm～3cmのサイズの生痕が見られる。その一方で，不明瞭ではあるが，湾奥部では平行葉理が散見される。例えばSt.6やSt.7の深さ10cm～20cmの部分に，ぼんやりとした平行葉理が存在する。これは，湾奥の富栄養・貧酸素環境によって海底が底生生物不在となり生物攪拌が生じず，初成の堆積構造が残されたためと考えられる。

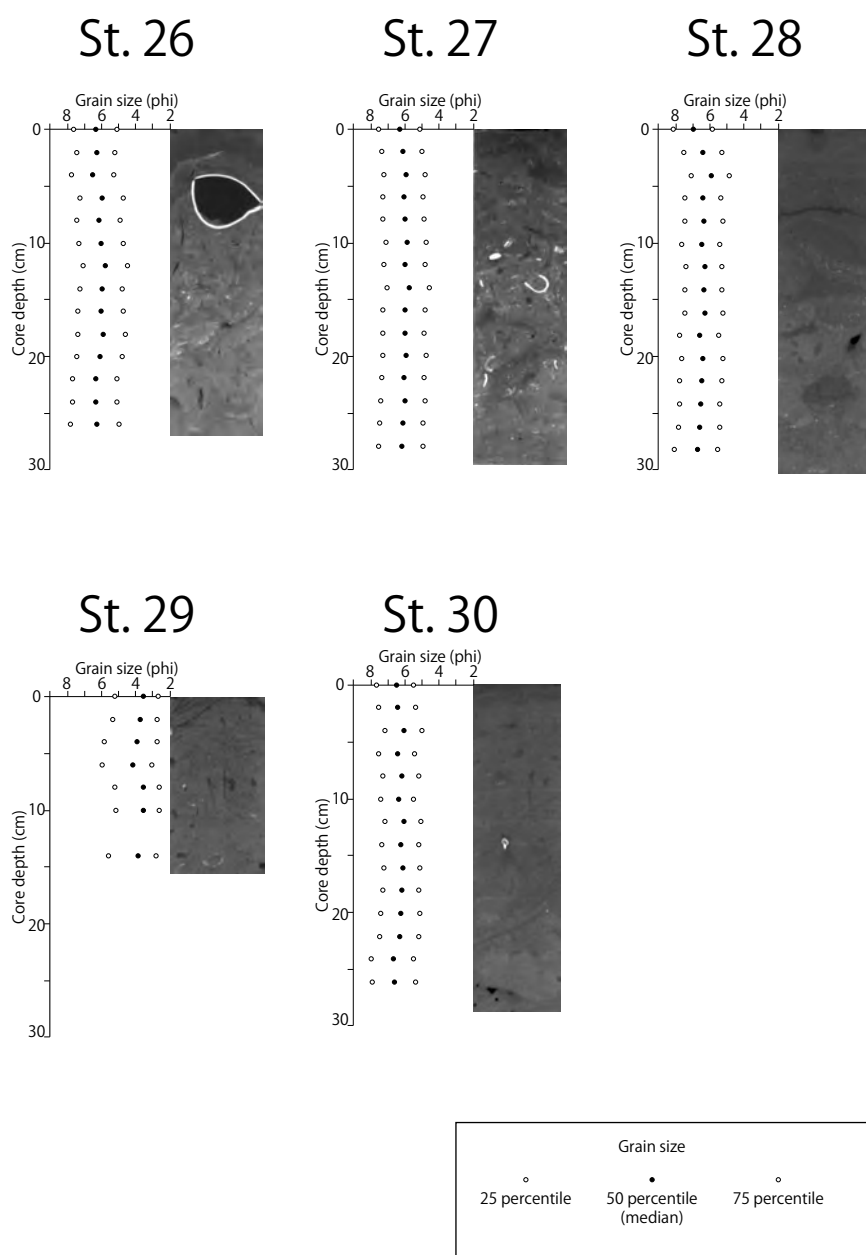
4.2 伊勢湾・湾口部

海底表面からコア下部まで中央粒径4～5φの極細粒砂～粗粒シルトから構成される。粒度は鉛直方向に若干変化する地点も見られるものの，ほぼ一定である。ほとんどの箇所は激しい生物攪拌を受け直径2cm～3cmの生痕が見られる。St.22およびSt.23の深さ数セン

チの部分には，CT値の低い部分（暗色で示された部分，より泥質な堆積物で構成されていることを示す）が存在する。平行葉理やトラフ型斜交層理などの物理的堆積構造は観察されない。St.17およびSt.22には，所々に貝殻片が含まれる。また，St.17およびSt.23のコア下部には，不明瞭な平行葉理が存在する。これは，生物攪拌によって完全に堆積構造が破壊される前に，さらに堆積が生じたため堆積構造が保存されたと考えられる。

4.3 三河湾

湾口部付近のSt.29以外は，海底表面からコア下部まで中央粒径6～7φの中粒～細粒シルトから構成される。St.29は中央粒径3～4φの細粒砂～極細粒砂から構成される。ほとんどの箇所は激しい生物攪拌を受け直径1cm～3cmの生痕が見られる。St.26およびSt.27のコアには貝殻片が多く含まれ，特にSt.26のコアでは海底表面付近に大型二枚貝が自生産状態で含まれている。St.28の海底面から深さ10cmにかけて，平行葉理が観察される。伊勢湾の湾奥部と同様に，湾奥の富栄養・貧酸素環境によって海底が底生生物不在となり生物攪拌が生じず，初成の堆積構造が残されたためと考えられる。



第4図 三河湾における堆積物コアのX線CTスキャンイメージと粒度分布結果
Fig. 4 X-ray CT images and grain-size distributions of the cores collected at Mikawa Bay.

5. まとめ

伊勢湾・三河湾において18地点で海底表層堆積物コア試料の採取をおこない、それぞれの地点における鉛直方向の粒度分布、堆積構造の観察を実施した。海底表面から深さ30 cmまでは、表層と同じ堆積物が分布していることが確認できた。全ての地点において、激しい生物攪拌が存在している。一方で、部分的には初成の堆積構造が残っていることが確認できた。今後、コアのX線CTスキャンデータのさらなる解析を実施

し、当海域における生物攪拌作用のより詳細な理解を目指す。

謝辞: 本調査を行うにあたり、愛知県防災局・農林水産部、愛知県漁業協同組合連合会、三重県防災対策部・農林水産部、三重県漁業協同組合連合会に協力いただいた。第三開洋丸の採泥調査においては、東京大学大気海洋研究所の石山玄樹氏、大熊祐一氏、梶田展人氏、小林元樹氏、吉村由多加氏に協力いただいた。コアのX線CTスキャンおよび堆積物の粒度分析においては、

それぞれ地質情報研究部門の横井久美氏，松崎優佳氏に協力いただいた。東京大学大学院新領域創成科学研究科の須貝俊彦教授には，同研究室所有の粒度分析装置を使用させていただいた。以上の方に心からお礼申しあげる。なお，本調査航海の実施には，清家に与えられた文部科学省・卓越研究員事業研究費を使用した。

文 献

- 天野敦子・清家弘治・大上隆史・田村 亨 (2019) 伊勢湾・三河湾海洋堆積物採取調査の概要. 平成 30 年度沿岸域の地質・活断層調査研究報告，産業技術総合研究所地質調査総合センター速報，no. 79，1-11.
- 日本水路協会 (2015) 海底地形デジタルデータ M7002 ver.2.3 遠州灘.
- Seike, K., Kitahashi, T., Noguchi, T. (2016) Sedimentary features of Onagawa Bay, northeastern Japan after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake: sediment mixing by recolonized benthic animals decreases the preservation potential of tsunami deposits. *J. Oceanogra.*, **72**, 141-149.
- Seike, K., Sassa, S., Shirai, K., Kubota, K. (2018) Lasting impact of a tsunami event on sediment-organism interactions in the ocean. *J. Geophys. Res.-Oceans*, **123**, 1376-1392.