

令和 2 年 7 月 3 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K06526

研究課題名(和文) 松島湾の泥の物理的変遷解明に基づいた閉鎖性海域の長期環境評価

研究課題名(英文) Environmental assessment of closed sea area based on long-term physical property transition of mud in Matsushima Bay

研究代表者

長尾 正之 (Masayuki, Nagao)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・主任研究員

研究者番号：70251626

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：2014年と同じ海底堆積物の採取地点で、表層体積物を複数年かけて継続採取し、表層堆積物からみた環境変遷の把握を行った。具体的には、2016年9月30日から10月2日にかけて、その2年後に、2018年11月にもそれぞれ、宮城県松島湾において、海底堆積物の採取を行った。さらに、採取地点の全てで多項目水質計により、水質鉛直分布を測定した。このほか、超音波反射強度画像に基づいた、深層学習による表層堆積物・地形分類の可能性について検証を行った。また、堆積物中の微化石変遷(貝形虫)に基づいた研究が東北大・産総研の共同研究の一環として行われた。また、松島湾表層堆積物中の化学物質挙動の研究が発表された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

東日本太平洋沖地震・津波を挟んだ期間について、主な底質が泥である松島湾で、泥の変遷、輸送に係わる物理環境、特に水平流速分布の年代間差異の有無が明らかとなる。この結果は、大都市圏を抱える内湾で生じている十年スケールでの底質変化を再評価する研究の先鞭となる。特に、松島湾同様、深部の主な底質が泥の東北地方太平洋側沿岸域、たとえば仙台湾で、海洋生態系の津波に対する応答(変化と回復過程)を考える上でも、泥と流動場の十年スケールでの変遷を与える本研究結果は重要である。

研究成果の概要(英文)：At the same sampling points (28 points) for marine sediments as in 2014, surface volumetric materials were continuously sampled over a period of several years to understand the environmental changes seen from the surface sediments. Specifically, from September 30, 2016 to October 2, 2016, two years later, in November 2018, marine sediments were collected in Matsushima Bay, Miyagi Prefecture. In addition, the vertical distribution of water quality was measured with a multi-item water quality meter at all sampling points.

In addition, the possibility of surface sediment/terrain classification by image learning by deep learning based on ultrasonic reflection intensity images was verified. In addition, a study based on the microfossil transition in the sediment (ostracoda) was carried out as a part of the joint research of Tohoku University and AIST. Also, a study on the behavior of chemical substances in the surface sediments of Matsushima Bay was presented.

研究分野：環境水理学

キーワード：地形 数値モデル 堆積物 再懸濁 環境影響評価 松島湾 津波 アマモ場

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

我が国沿岸域では規制により水質改善が進んだが、大都市圏を抱える湾では化学的酸素要求量 (COD) が横ばいで、その原因が湾奥海底の泥に起因する可能性がある。また、2011年3月11日の東日本太平洋沖地震・津波で壊滅的被害を受けた宮城県松島湾のアマモ場が未だ回復しない原因として、地震・津波発生前から堆積していた泥の関与が示唆されている。そこで松島湾をモデル水域とし、泥の長期変遷研究を行う。まず、泥の基本性状の変遷を、先行研究・調査、提案者が2012・2014年に行った調査結果レビューし、研究期間中の最新データも加え明らかにする。また、堆積物表層の難分解性有機物・脂肪酸・ペントスの変遷も示す。次に、震災前、津波襲来時、現在の三時点の海底地形・海岸線に基づく湾内流況再現から、物理環境の差異を評価する。

### 2. 研究の目的

本研究では、松島湾をモデル水域として、大津波により堆積環境を含む物理環境、底生生態系が大きく変化したか、変化していると判断した場合、その後の回復過程は順調に推移しているのかの二つの疑問に関して、地球科学と環境生態工学の融合により、長期環境評価研究を行う。現況は現地観測により明らかにする。一方で、現況ならびに大津波直後の状況と比較すべき近過去の底生生態系環境は、高度経済成長期前後の年代で様相が大きく異なる。そこで、環境履歴の物理的背景を、モデルで検証する。以上の研究やその成果発信を、松島湾の底生生態系調査研究を先行して推進してきた NPO 法人環境生態工学研究所と連携して行う。そして、松島湾固有景観・生態系構成要素の保全と養殖水産業・観光業とが両立できる施策提言として結果をまとめ、都市・生活環境の改善と持続可能な社会づくりに貢献する。

### 3. 研究の方法

当初の研究期間は三年とする。H28年度は、松島湾の泥の長期変遷について文献や国・県のモニタリングデータを収集する。海上保安庁航空レーザー測量結果で震災後海底地形の補正に着手する。レーザー測量未実施水域でワイドバンドマルチビーム測深機による海底地形調査を行う。松島湾数値流動実験メインプログラムを開発する。津波水理模型実験フロート追跡画像を PTV 解析し、津波襲来時の水平流速分布図を作成する。H28年度と H30年度に、これまでと同一多地点で松島湾海底の泥を採取・分析する。津波前海底地形で数値流動実験を行い水平流速分布を求め、このための流速計測を松島湾で行う。津波後地形で数値流動実験を行う。

### 4. 研究成果

2016年9月30日から10月2日にかけて、宮城県松島湾において、海底堆積物の採取を行った。このとき、東北大学が借り上げた用船で松島ヨットハーバーから出船し、2014年と同じ海底堆積物の採取地点(28地点)で、表層体積物を採取した。さらに、採取地点の全てで多項目水質計により、水質鉛直分布を測定した。また、仙台で分析に関して研究打合せを行ったほか、数値実験について分担者との間で打合せを行った。

2017年は、今年度は、超音波反射強度画像に基づいた表層堆積物の分類では、結果が実態と一致しない場合があることから、その分類方法について総括するとともに、深層学習による画像学習による表層堆積物・地形分類の可能性について検証を行った(図-1)。その結果、学習済みニューラルネットワークはテスト用画像を砂(およびサンドウエーブ)、画像接合部、それ以外に分離する能力を持つことが確認できたほか、今後の深層学習の課題が、学習に必要な大量の「正解」付き超音波反射強度画像の整備にあることが示唆された。

2018年は、前年度に引き続いて超音波反射強度画像に基づいた表層堆積物の分類手法について結果を整理し、その分類方法について総括するとともに、深層学習による画像学習による表層堆積物・地形分類の可能性について検証を行った結果をとりまとめて、土木学会論文集に発表したほか、海岸工学講演会での口頭発表を行った。また、2年ごとに行っている松島湾表層堆積物の平面分布調査を2018年11月に実施し、2014年と同じ海底堆積物の採取地点(28地点)で、表層体積物を採取した。さらに、採取地点の全てで多項目水質計により、水質鉛直分布を測定した。

また、Marine Geology に堆積物中の微化石変遷(貝形虫)に基づいた研究が東北大・産総研の共同研究の一環として行われ(Irizuki et al., 2019)、さらに Geochemistry, Geophysics, Geosystems に本研究で追加収集されたデータと合わせて松島湾表層堆積物中の化学物質挙動の研究が発表された(Ota et al., 2019)。

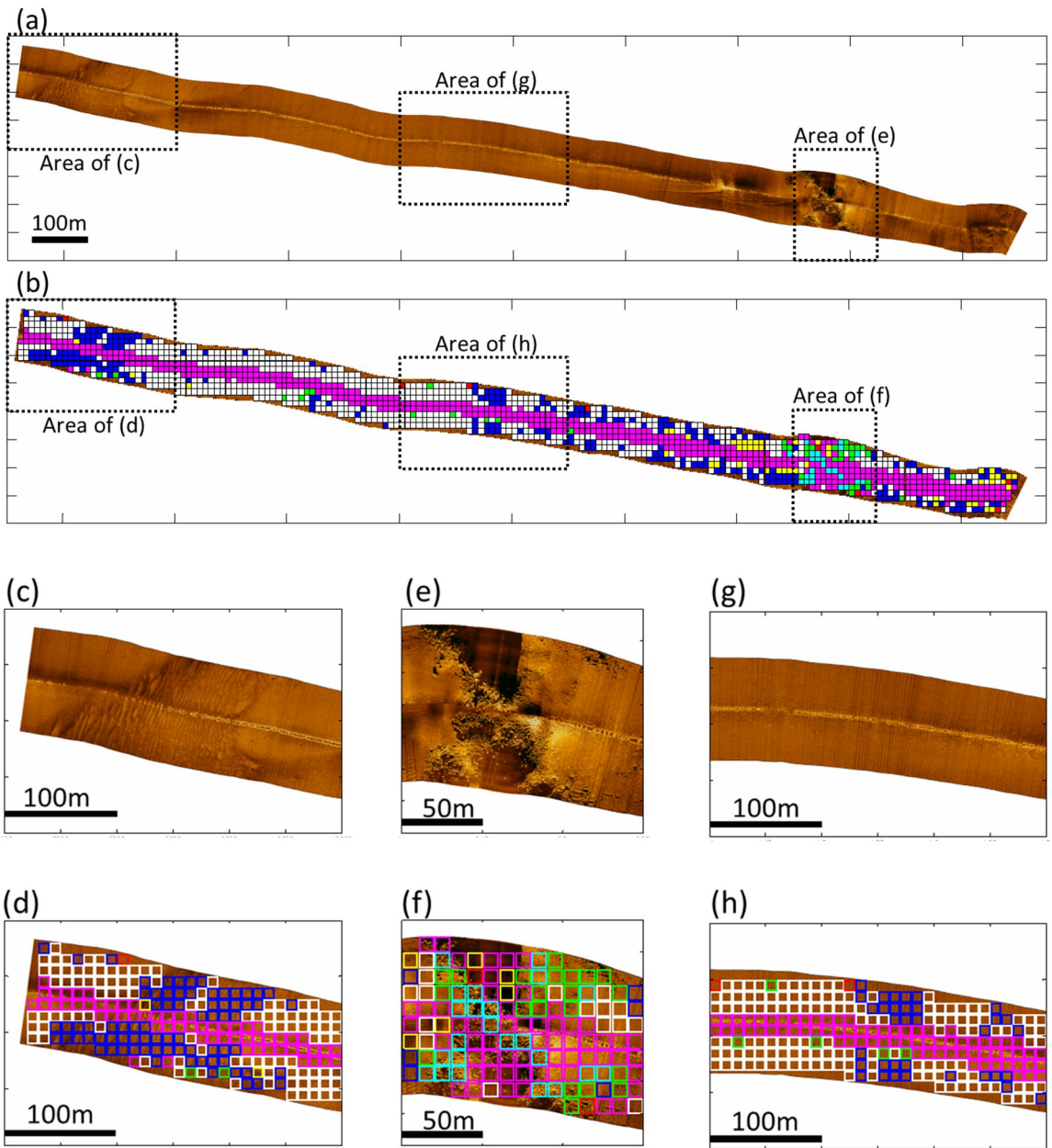


図-1 学習済み NN による未学習反射強度画像((a), (c), (e), (g))の分類結果((b), (d), (f), (h)) .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 長尾 正之, 牟田 直樹, 西嶋 渉, 宮本 浩司, 月坂 明広, 鈴木 淳	4. 巻 74
2. 論文標題 海砂海域での反射強度画像による底質判別の課題と深層学習による解決の試み	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土木学会論文集B2(海岸工学)	6. 最初と最後の頁 I_1441 ~ I_1446
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/kaigan.74.I_1441	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ota Yuki, Suzuki Atsushi, Yamaoka Kyoko, Nagao Masayuki, Tanaka Yuichiro, Irizuki Toshiaki, Fujiwara Osamu, Yoshioka Kaoru, Kawagata Shungo, Kawano Shigenori, Nishimura Osamu	4. 巻 20
2. 論文標題 Sediments of Matsushima Bay, Northeastern Japan: Insights Gained From 5 Years of Sedimentological Analysis Following the 2011 Tohoku Earthquake Tsunami	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geochemistry, Geophysics, Geosystems	6. 最初と最後の頁 3913 ~ 3927
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GC008381	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 長尾 正之, 牟田 直樹, 西嶋 渉, 宮本 浩司, 月坂 明広, 鈴木 淳
2. 発表標題 海砂海域での反射強度画像による底質判別の課題と 深層学習による解決の試み
3. 学会等名 第65回海岸工学講演会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Irizuki, T., Fujiwara, O., Yoshioka, K., Suzuki, A., Tanaka, Y., Nagao, M., Kawagata, S., Kawano, S., & Nishimura, O. (2019). Geochemical and micropaleontological impacts caused by the 2011 Tohoku oki tsunami in Matsushima Bay, northeastern Japan. *Marine Geology*, 407, 261&#8211;274. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2018.10.007>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	西村 修  (Nishimura Osamu)  (80208214)	東北大学・工学研究科・教授    (11301)	
研究分担者	高橋 暁  (Takahashi Satoru)  (30357371)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質調査総合センター・主任研究員    (82626)	
研究分担者	新谷 哲也  (Shintani Tetsuya)  (80281244)	首都大学東京・都市環境科学研究科・准教授    (22604)	