

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 23 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25800286

研究課題名(和文) 複数の環境因子を反映した生痕相モデルの構築

研究課題名(英文) Ichnofacies model based on neoichnological investigations in several environmental settings

研究代表者

清家 弘治 (Seike, Koji)

東京大学・大気海洋研究所・助教

研究者番号：20645163

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：生痕化石の群集組成(生痕相)を解析することで、地層形成時の堆積環境を復元でき、当時の海底生態系についての古生態情報を得ることができる。しかしながら、生痕化石から古生態・古環境情報を得るためには、まず現世生痕についての知見を得て、その意義を検証する必要がある。本申請課題では、現世海浜において生痕相と環境因子との関連性を調べ、地層中の生痕化石の古生態・古環境学的意義を検証した。具体的には、海洋において最も激しい環境変化を示す浅海域において、水深、堆積物の状態(粒度など)、河川からの距離などにより、生痕相がどのように異なるかを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Trace fossils not only provide information on the autecology of ancient animals but also on the paleoenvironment in which the trace-producing animals lived; however, improving our understanding of trace fossils (i.e., their origin and paleoenvironmental usefulness) requires analysis of their modern analogues. Although there is an abundant and varied suite of trace fossils in ancient shoreface deposits, its modern analogue remains poorly understood because harsh waves hamper neoichnological investigations on modern coasts. We overcame this problem by in situ burrow casting and sediment coring using scuba equipment. Fieldwork was carried out lower shoreface environment at a water depth of 2 - 20 m, on a sandy beach on the Pacific coast of central Japan. Remarkable modern burrows observed in this study. We also investigated alongshore variations of bioturbation: our observation data suggest that intensity of bioturbation in shoreface setting depends on distance from a river mouth.

研究分野：古生物学、海洋生物学

キーワード：生痕 生痕化石 巣穴 生物攪拌 バイオターベーション ベントス 底生生物 砂浜

1. 研究開始当初の背景

生痕化石の群集組成(生痕相)を解析することで、地層形成時の堆積環境を復元でき、当時の海底生態系についての生態情報を得ることができる。しかしながら、生痕化石から古生態・古環境情報を得るためには、まず現世生痕についての知見を得て、その意義を検証する必要がある。このことから、沿岸域の現世生痕について多くの研究がなされてきた。その一方で、先行研究での研究対象のほとんどは、調査の容易な内湾の干潟環境・海岸線付近に限定されていた。潮間帯以深、つまり海底下の現世生痕相についてはほとんど研究されていない。つまり、生痕化石の多くが海面下で形成されていることを考慮すると、それらの古環境・古生態意義はほとんど未解明の状態である。また、大津波などの大規模地形変化イベントが生痕相にどのような影響を与えるのかについても現世での観測例がほとんど存在せず、その知見が不足していた。

2. 研究の目的

本申請課題では、現世海浜において生痕相と環境因子との関連性を調べ、地層中の生痕化石の古生態・古環境学的意義を検証した。具体的には、海洋において最も激しい環境変化を示す浅海域において、水深、堆積物の状態(粒度など)、河川からの距離などにより、生痕相がどのように異なるかを明らかにした。また本研究では大規模地形変化イベントである2011年東日本大震災の大津波が海底生態系および生痕相にどのような影響を与えたかについても調査を行った。三陸沿岸の内湾底では、2011年3月の大津波により、海底から大型の底生生物が消滅したことが報告されている。そして、津波から1年半後の2012年以降は、底生生物が再加入していることが確認されている。再加入した底生生物の中には、重要な生痕形成者も含まれている。したがって、今現在の海底堆積物を調べることで、海底面からどれくらいの深さまで生痕が発達しているかを詳細に明らかにすることができる。また、津波堆積物は過去の津波イベントを復元するための重要な地質記録であるが、その構造が生物攪拌によってどのように破壊されるかを検証した例は少ない。本研究では、2011年大津波から数年後に海底堆積物を調べ、津波堆積物が生物攪拌によってどのように破壊されているかをモニタリング、すなわち津波堆積物の保存ポテンシャルを検討した。

3. 研究の方法

生痕相と環境因子との関連性を読み取るために、同一の海浜システムの中で連続的な環境変化を示す場所で現世生痕の調査をおこなった。調査を実施した茨城県の鹿島灘では、南北で含泥率や栄養塩供給量などの環境条件が異なる。この海域において南北に5本

の測線を設け、それぞれのラインで現世生痕の分布状況を調査した。調査は船舶および潜水調査により実施した。生痕相の観察は海底から堆積物コア試料を採取し、それを観察することによりおこなった。また、生痕形成者の食性や堆積物中での生態を、それぞれそれぞれ安定同位体比解析、巣穴型採取等により明らかにした。各測線間での観察結果および室内分析結果を比較し、環境因子が生痕相に与える影響を評価した。

また、岩手県船越湾・大槌湾・釜石湾、宮城県女川湾においても潜水・船舶調査を実施し、2011年大津波と生痕相の関係性についても検討した。船越湾・大槌湾においては潜水調査により生痕観察用のコア試料を採取した。釜石湾と女川湾においては淡青丸や新青丸といった学術研究船を用いて生痕観察用のコア試料を採取した。

4. 研究成果

鹿島灘での研究成果

鹿島灘において海岸線～沖合約2kmに伸びる測線を5本設け、現世生痕に関する調査をおこなった。約1mの深さの堆積物コアを採取し、その内部構造(物理的堆積構造及び生痕)を観察した。また、海底に生息する大型の底生生物も採集し、生痕形成者を調べた。調査の結果、各測線間で生痕の発達度合いが異なることがわかった;北側ほど生物攪拌の程度は大きいことが判明した。これは、鹿島灘に流入する河川が生痕相の発達度合いの地理的変異に影響していることを示している。さらには、アナジャコ類やブンブクウニ類といった生物が、開放性砂浜海岸の潮下帯において重要な生痕形成者であることがわかった。また、こうした生痕形成者のエサとして底生微細藻類が重要であることがわかり、砂浜海岸生態系およびその生痕相を理解する上で重要な知見が得られた。

三陸沿岸での研究成果

岩手県船越湾の海底から堆積物コア(最大長さ70cm)を採取した。堆積物コア試料をX線CT撮影し、またコアの半断面の観察を行った。その結果、船越湾では海底面から最大で海底から深さ20cmまでの範囲にオカメブンブクの生痕が明瞭に認められた。それより深い箇所ではオカメブンブクの生痕は観察されなかった。このことは、オカメブンブクが海底下20cmの深さまで堆積物を攪拌していることを意味している。生物攪拌が海底面からどれくらいの深さまで影響しているかを、フィールドにおいて調べることは通常は困難であるが、本研究のようにイベント直後であれば正確にかつ定量的に解明できることが明らかとなった。宮城県女川湾や岩手県釜石湾など三陸沿岸の他の海域で得られたコアについても同様の手法を用いて生物攪拌が影響する深度について調べた。さらに、宮城県女川湾においては、生痕相がイベント

堆積物（津波堆積物）を数年で破壊してしまうという事実を報告した。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 5 件）

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. *Journal of Oceanography*, 72, 141-149.

DOI:10.1007/s10872-015-0297-1

Seike K, Nara M, Takagawa T, Sato S (2015) Paleoecology of a marine endobenthic organism in response to beach morphodynamics: trace fossil *Macaronichnus segregatis* in Holocene and Pleistocene sandy beach deposits. *Regional Studies in Marine Science*, 2, 5-11.

DOI:10.1016/j.rsma.2015.09.006

Rodríguez-Tovar FJ, Seike K, Curran HA (2014) Characteristics, distributions patterns, and implications for ichnology of modern burrows of *Uca* (*Leptuca*) *speciosa*, San Salvador Island, Bahamas. *Journal of Crustacean Biology*, 34, 565-572.

DOI: 10.1163/1937240X-00002263

Seike K, Curran HA (2014) Burrow morphology of the land crab *Gecarcinus lateralis* and the ghost crab *Ocypode quadrata* on San Salvador Island The Bahamas: comparisons and paleoenvironmental implications. *Spanish Journal of Palaeontology*, 29, 61-70.

<http://sepaleontologia.es/revista/ant>

eriores/REP%20(2013)%20vol.%2029/1/07
%20Seike%20&%20Curran%20web.pdf

Seike K, Shirai K, Kogure Y

(2013) Disturbance of shallow marine soft-Bottom environments and megabenthos assemblages by a huge tsunami induced by the 2011 M9.0 Tohoku-Oki Earthquake. *PLoS ONE*, 8, e65417.

DOI:10.1371/journal.pone.0065417

〔学会発表〕（計 10 件）

清家弘治・白井厚太郎・杉原奈央子, 津波堆積物中に見られる生物攪拌構造. 日本堆積学会 2016 年福岡大会, 2016 年 3 月 5 日, 福岡大学, 福岡県.

清家弘治・白井厚太郎・杉原奈央子, 津波後の海底堆積物に見られる生物攪拌作用. 日本古生物学会第 165 回例会, 2016 年 1 月 30 日, 京都大学, 京都府.

清家弘治, 三陸沿岸の海底堆積物に見られる生物攪拌作用. 2015 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 2015 年 9 月 4 日, 北海道大学, 札幌, 北海道.

清家弘治, 三陸沿岸域の海底堆積物における生物攪拌作用: 津波後の観察結果から. 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 1 月 26 日, 幕張メッセ, 千葉県.

清家弘治, 三陸沿岸域の海底堆積物における生物攪拌作用: 津波後の観察結果から. 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 1 月 26 日, 幕張メッセ, 千葉県.

清家弘治, フィールド調査により明らかになる生痕形成者の生態および古生態. 日本古生物学会 2014 年年会 2014 年 6 月 27 日, 九州大学, 福岡市, 福岡県 (招待講演).

清家弘治ほか, 開放性海浜におけるアナジャコ類の分布と生態. 2014 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会, 2014 年 9 月 5 日, 広島大学, 東広島市, 広島県.

Seike K, Kitahashi T, Noguchi T, Reestablishment of bioturbation in the Onagawa Bay after a huge tsunami induced by the 2011 M9.0 Tohoku Oki Earthquake. *2nd Asian Marine Biology Symposium*, 2014 年 10 月 1 日, 済州島, 韓国.

Seike K, Ecology of burrowing organisms in seafloor environments: present and past. *2nd International JAMBIO Symposium*, 2014 年 12 月 4 日, 筑波大学東京キャンパス, 文京区, 東京都 (招待講演).

清家弘治, 生痕-大地に記録された生物の行動- 藤原ナチュラリストリ-振興財団 第 6 回シンポジウム, 2014 年 11 月 16 日, 国立科学博物館, 台東区, 東京都 (招待講

演).

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕
ホームページ等
研究代表者のホームページ
<https://sites.google.com/site/kojiseike.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

清家弘治 (SEIKE, Koji)
東京大学 大気海洋研究所, 助教
研究者番号: **20645163**