

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2016

課題番号：24540498

研究課題名(和文) 日本海拡大と表層環境変動：急激な地殻変動下における島弧古生態系復元の試み

研究課題名(英文) Spreading of the Sea of Japan and Earth's surficial environmental changes

研究代表者

奈良 正和 (NARA, MASAKAZU)

高知大学・教育研究部自然科学系理学部門・教授

研究者番号：90314947

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：前期-中期中新世の西南日本弧前孤域では、きわめて活発な構造運動が地域的・局所的な堆積作用を支配することで古生態系にまで影響を及ぼしていた可能性が高いことを裏付ける複数の成果が得られたほか、浅海域～河川域における津波堆積物の堆積相モデルの確立に寄与し得る予察的観察結果も得られた。

以上の成果は、9編の原著論文、9回の国際学会での講演、20回をゆうに超える国内学会での講演、2編の著書(編集も担当)として公表したほか、2015年には、筆者が中心となって主催し、13カ国38名の参加者を迎えた国際研究集会において公表することが出来た。また、国内学会からは1件の学術賞と1回の特別講演の機会を賜った。

研究成果の概要(英文)： It is revealed that tectono-sedimentation played an important role in the development of the benthic ecosystems of the forearc region of the Southwest Japan Arc, during the early to middle Miocene. For example, the less bioturbated forearc basin fill of the Misaki Group, Kochi Prefecture, is interpreted to have formed due to the basin-wide over-sedimentation (highly frequent and rapid sedimentation) that significantly diluted the biogenic structures in the sediment, and prevented the colonisation of animals with low burial-tolerance. Some preliminary data to help for the newly establishment of some tsunamiite facies models of the wave-dominated shallow marine setting, and so on, are also obtained. These results were published in the nine original papers, two book sections, and nine and more than twenty presentations in international and domestic scientific meetings, respectively.

研究分野：古生態学

キーワード：古生態学 生痕学 古生物学 堆積学 古環境学

### 1. 研究開始当初の背景

前期～中期中新世に生じた日本海の急速な拡大は、それが注目されてきた 1980 年代半ば以降、地質学界において第一級の課題のひとつとなっている。しかし、こうした観点から現在もなされる研究は、ほとんどが「岩石圏」の変動(テクトニクス)に関するもので、地球を特徴づける「生物圏」の振る舞いとも言える、表層古環境や古生態系の変化・変動に関する研究は殆どなされていない。

筆者は、地層群と化石群・生痕化石群とを統合的に解析し続け、なかでも生痕化石群に注目することで、環形動物のように化石に残る骨格を持たない古生物群の“化石記録”を高い精度で得られることだけでなく、海底での浸食—堆積作用の様子や水流の変化など、古環境条件の“動的な”変化を従来にない精度で復元できることなどを明らかにしてきた。こうした観点から研究を行えば、日本海拡大期の島弧域における表層古環境と古生物群集、そして、その両者からなる古生態系、さらに、それらの変遷の過程をもつぶさに復元できる可能性が高まっていた。

### 2. 研究の目的

中新世に生じた日本海の急激な拡大は、日本弧に激しい地殻変動をもたらした。それは当時の表層環境ならびに生態系に甚大な影響を及ぼした可能性が高いが、その実態はわかっていない。そこで本研究では、西南日本弧の中新統を対象に、日本海拡大による固体地球変動が、島弧域の古環境と古生物群集、そしてそれらからなる古生態系に及ぼした影響を、地層や化石の統合解析に基づき、高い精度で復元することを目的とした。

### 3. 研究の方法

本研究では、まず広域踏査により対象となる地層群の層序と地質構造とを概観する。つづいて、対象となる地層群の堆積相解析を行い、堆積システムを復元する。その際、成長断層や未固結変形、津波等のイベント性堆積物の確認にも留意する。また、堆積システムの空間分布をおさえてシーケンス層序を解析し、堆積環境とその変遷過程を復元する。この様にして堆積盆スケールでの古環境の枠組みとその変動過程を復元する。

つづいて、各堆積システムのサブシステムごとに生痕化石や化石、それらの産状を観察し記載する。その際、生痕化石の内部構造や構成物質の解析から形成者を推定し、その食性や基本的行動様式と言った古生態の復元、そして、特定の行動を誘発した微視的な古環境条件の復元をおこなう。生痕化石や化石の解析にあたっては、生痕化石の産状や生痕ファブリックの解析もおこなう。また、生痕形成者の古生態を正確に復元するために、形成者と推定される現生生物の調査も行うほか、筆者が開発した現世堆積物の観察法を駆使して現世生痕と形成動物の観察を行い、生痕

化石解析の精度向上も目指す。さらに、体化石に関しては、自ら観察を行うほか、多くの研究者によって積み上げられてきた研究成果も参照する。こうして生痕化石と体化石から得られた情報を総合し、堆積場ごとの古生物群集構造を従来にない精度で復元する。

以上の諸情報を統合して非生物環境と生物群集とからなる古生態系の復元を試みる。この様に、地層とそこに産する化石・生痕化石を統合して解析することで古生態系の一端を従来に無い精度で復元することが可能となる。そして日本海拡大の影響下にある西南日本弧の下部・中部中新統の古生態系と影響の少ない他の堆積場のそれらとを比較検討することで、日本海拡大が当時の古生態系に及ぼしていた影響を抽出する。

### 4. 研究成果

四国山地西部から四国南西部をはじめとした各地において下部・中部中新統の調査を行い、前期中新世の前孤域における堆積作用と古生物群集についてのデータを収集・解析した。その結果、「同時代の前孤域では、活発な構造運動が古生態系に影響を及ぼしていた可能性が高い」との作業仮説を裏付ける複数の結果が得られた。一部をまとめると、以下の通りである。

まず、四国山地西部に分布する久万層群は、伸張場における活発な半地溝群を崖錘や網状河川などが埋めた陸成堆積物であり、前孤内陸部での大量の碎屑物生成を示唆する。その下流方向に位置する前孤海盆堆積物(三崎層群)の層序、堆積相、生痕群集、生痕ファブリックは、前孤海盆地で頻繁かつ急速な堆積作用が卓越した結果、生物源堆積構造が希釈されていただけでなく、貧弱な底生群集しか成立し得なかったことを強く示唆すること、などである。また、イベント堆積物の堆積過程を単層スケールで復元した後、それに応答した埋在性小型底生動物群集の遷移過程の高い精度での復元を試み、ある種の小型生痕化石を形成した動物の植民過程を復元することもできた。さらに、波浪卓越型浅海域、潮汐卓越型浅海域、そして、河川域における津波堆積物の堆積相モデルの確立に寄与し得る予察的観察結果も得られた。

本研究の助成期間を通じて、ICHNIA2016 などの国際集会で 9 回の講演を行ったほか、2015 年には、筆者が中心となって、13 カ国 38 名の参加者を迎えた「13th International Ichnofabric Workshop」を高知大学および高知県内各地の露頭や現世海浜において開催し、本成果の一部を公表することが出来た。さらに、20 回を優に超える国内学会での講演、9 編の原著論文の公表を行ったほか、国内学会からは 1 件の学術賞と 1 回の招待講演の機会を賜った。上記のように、総体的に見てある程度の成果を発信することが出来たと考える。

## 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9件)

Nara, M., Komatsu, T., Kusuhashi, N., Tsuihiji, T., Manabe, M., Nguyen, H.H., Doan, D.H., Nguyen, B.H., Nguyen, T.M., 2016, The first record of the trace fossil *Scoyenia gracilis* White from Cretaceous non-marine deposits of Northwest Vietnam. Proceedings of the 2nd National Scientific Conference of Vietnam Natural Museum System, 査読有, 216-222.

Hyodo, M., Kato, S., Kitamura, A., Takasaki, K., Matsubara, H., Kitaba, I., Tanaka, I., Nara, M., Matsuzaki, T., Dettman, D.L., Okada, M., 2016: High-resolution stratigraphy across the early middle Pleistocene boundary from a core of the Kokumoto Formation at Tabuchi, Chiba Prefecture Japan. Quaternary International, 査読有, 397, 16-26, 2015, doi:10.1016/j.quaint.2015.03.031

Seike, K., Nara, M., Takagawa, T., Sato, S., 2015, Paleocology 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, 査読有, 2, 5-11, DOI: 10.1016/j.rsma.2015.09.006

Nara, M., 2014, The *Bichordites* ichnofabric in the Pleistocene ocean current-generated sand ridge complex of the Ichijiku Formation, central Japan. Spanish Journal of Palaeontology, 査読有, 29, 191-202.

Nara, M., Tonai, S., Shibata, T., and Ikari, Y., 2014, Palaeogene deep-sea turbiditic successions and characteristic molluscan trace fossils of the Muroto Global Geopark, southwestern Japan. Journal of the Geological Society of Japan, 査読有, 120, III-IV.

Netto, R.G., Tognoli, F.M.W., A sine, M.L., Nara, M., 2014, Crowded *Rosselia* ichnofabric in the Early Devonian of Brazil: An example of strategic behavior. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 査読有, 395, 107-113. DOI: 10.1016/j.palaeo.2013.12.032

小竹信宏・亀尾浩司・奈良正和, 2013, 沖縄県西表島の中中部中新統西表層最上部の地質年代と堆積環境. 地質学雑誌, 査読有, 119, 701-713.

Loewemark, L. and Nara, M., 2013, Morphological variability of the trace fossil *Schaubcylindrichnus coronus* as a response to environmental forcing. Palaeontologia Electronica, 査読有, 16, 1, 5A 14pp.

奈良正和・近藤康生, 2012: 房総半島の浅海成更新統に産する生痕化石 *Scalichnus phiale*. 化石, 査読有, 92, 1-2.

[学会発表](計25件)

Nara, M., 2016: Sedimentology, palaeoecology, and ichnology of early to middle Miocene, Southwest Japan Arc: Palaeoecosystems during rapid backarc spreading. ICHNIA2016, 2016年5月7日, Idanha-A-Nova, Portugal.

Itani, G., Matsuyama, D., Henmi, Y., Kajihara, K., and Nara, M., 2015: *Sestrostoma balssi* and *Pseudopinnixa carinata*. 13th International Ichnofabric Workshop, 2016年5月7日, Kochi, Japan.

Imai, S., and Nara, M., 2015: Tsunamiite facies model for the wave-dominated shallow marine settings based on the examples from the Miocene Tatsukushi Formation, Misaki Group, SW Japan. 13th International Ichnofabric Workshop, 2015年5月15-16日, Kochi, Japan.

Kondo, Y. and Nara, M., 2015: Paleocology of *Panopea japonica* (Bivalvia: Hiatellidae) as viewed from its body and trace fossils in the Pleistocene transgressive-regressive cycles in Chiba, Japan. 13th International Ichnofabric Workshop, 2015年5月15-16日, Kochi, Japan.

Nara, M., Aikou, K., and Imai, S., 2015: Diastrophism and benthic ecosystems: Sedimentology, ichnology, and paleoecology during Miocene back-arc spreading of the SW Japan Arc. 13th International Ichnofabric Workshop, 2015年5月15日, Kochi, Japan.

Muniz, M., Zambrano, P., Encinas, A., and Nara, M., 2014: Interaccion depredador-presa inferida por asociacion de trazas de bioturbacion (*Piscichnus-Ophiomorpha*) del Eoceno de Punta Lavapies (Peninsula de Arauco, 37° S, Chile). Paleontologia en Chile IV, Simposio Valdivia, 2014年10月8-10日 Valdivia, Chile.

Nara, M., 2014: A *Hillichnus*-like trace fossil from Jurassic tidal deposits of the Sakamoto Formation, Southwest Japan, and its evolutionary significance. One Ichnology Symposium, 2014年5月15日, Bornholm, Denmark.

Loewemark, L. and Nara, M., 2013: Morphological variability of the trace fossil *Schaubcylindrichnus coronus* as a response to environmental forcing. XII International Ichnofabric Workshop, 2013年6月30日-7月2日, Canakkale, Turkey.

Nara, M., 2013: Forearc sedimentation and ichnofabrics during rapid backarc spreading: Examples from the lower to middle Miocene strata of southwestern

Japan. XII International Ichnofabric Workshop, 2013 年 7 月 2 日, Canakkale, Turkey.

〔図書〕(計 2 件)

水野清秀・奈良正和, 2016, 8.1 概説 ( 8 章: 新生代堆積岩類). 日本地質学会編, 日本地方地質誌 7, 四国地方, 朝倉書店, 269-271.

奈良正和, 2016, 8.2 古第三系および新第三系 ( 8 章: 新生代堆積岩類). 日本地質学会編, 日本地方地質誌 7, 四国地方, 朝倉書店, 272-288.

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

奈良 正和 (NARA, Masakazu)  
高知大学・教育研究部自然科学系理学  
部門・教授  
研究者番号: 90314947

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号:

### (4) 研究協力者

( )