

令和 2 年 7 月 2 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K17818

研究課題名（和文）長時間スケールでみた南海トラフにおける地震・津波の再来間隔と地殻変動の多様性

研究課題名（英文）Long-term diversity in recurrence intervals of earthquakes and tsunamis and crustal deformations in the Nankai Trough

研究代表者

藤野 滋弘 (FUJINO, Shigehiro)

筑波大学・生命環境系・准教授

研究者番号：80466234

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：南海トラフにおける数千年間の地震・津波履歴を調べるため、三重県志摩市、徳島県牟岐町で古津波堆積物調査を行った。志摩市では約5,500-4,000年前の地層から3-5層の津波堆積物の可能性のある地層を発見した。牟岐町では9層のイベント層が見つかり、そのうちの3層から汽水-海生珪藻が産出した。また、これらが堆積した時に沈降していたことも分かった。この3層は南海トラフを波源とする津波で堆積したといえる。3層の津波堆積物の年代は他地域で見つかった津波堆積物の年代と重なる。これらの津波堆積物と地殻変動は、四国東部に広く影響を及ぼす南海トラフで発生した海溝型地震によるものであった可能性が高い。

研究成果の学術的意義や社会的意義

牟岐町の成果は南海トラフ沿岸地域で津波と地震性地殻変動が同時に検出された初めての事例である。また、本研究で行われたような津波痕跡の高精度・高確度年代測定は、他地域の地震・津波痕跡と正確に対比することを可能にし、歴史時代・先史時代における地震・津波の再来間隔や規模を明らかにするために欠かせない情報になる。数千年の時間スケールの中で地震・津波の再来間隔や規模を明らかにすることは、より合理的な地震発生確率の算出や被害の予測に資する。

研究成果の概要（英文）：To reconstruct prehistoric tsunami records, we conducted paleotsunami survey at Shima City, Mie Prefecture and Mugi Town, Tokushima Prefecture. At the study site in Shima City, we found 3-5 candidate tsunami layers in the strata of 5,500-4,000 cal yr BP. We found 9 candidate tsunami layers at Mugi Town, and 3 of the 9 layers yielded brackish-marine diatoms. In addition, we revealed based on diatom analysis that subsidence had occurred when the 3 layers were deposited. We concluded that the 3 layers in Mugi Town were deposited by tsunamis associated with earthquakes at the Nankai Trough. Age of the 3 tsunami layers are overlap with tsunami layers found at other areas in eastern Shikoku Island. This implies that these tsunamis and crustal movements occurred in association with earthquakes at the Nankai Trough that widely affected eastern Shikoku Island.

研究分野：地質学

キーワード：南海トラフ 津波堆積物 津波 地震

1. 研究開始当初の背景

南海トラフにおけるプレート境界型巨大地震は 90-150 年程度の間隔で発生すると一般的には考えられているが、これは豊富な記録が残っている 17 世紀以降の地震に基づいており、発生時期や規模の長期予測も 17 世紀以降の文字記録に依存している。また、地震ごとに断層の破壊域も規模も異なるのが普通であるが、やはり文字記録の欠落により、17 世紀以前南海トラフ地震の破壊域については議論が続けられている。

南海トラフ地震の研究における根本的な課題は、破壊域の広がりや津波の影響範囲といった詳細情報が 17 世紀以降の 3 回程度の地震のものしか得られていないことである。したがって未解明の部分が多い 16 世紀以前の地震・津波の記録を充実させ、さらに先史時代まで遡って南海トラフにおける過去数千年間の地震・津波の情報基盤を整備する必要がある。

2. 研究の目的

本研究の主な目的は南海トラフにおける過去数千年間の地震・津波の再来間隔と断層破壊域を明らかにすることである。地層に保存された津波堆積物を対象に、これまで行われてきたよりも詳細な年代測定を行い、長時間スケールで再来間隔の変化を調べる。さらに、珪藻分析、化学分析などによって、津波堆積物ができた時(地震時)の地殻変動を明らかにする。この結果を同時期に他地域で起きた地殻変動・津波と対比することで過去の地震の破壊域や津波の影響範囲を調べ、想定されていない断層破壊様式を探索する。

3. 研究の方法

本研究では三重県志摩市と徳島県海部郡牟岐町の沿岸湿地において、ハンドコアラーやシンウォールサンプラーなどの人力掘削法により柱状地層試料を採取した。掘削調査では海岸に直行する方向の側線を設定し、側線上の複数地点で掘削を実施し、地層断面を得た。また、GPS 測量機器を用いて側線に沿って地形測量を行なった。掘削調査で見つかった津波堆積物の可能性のある砂礫層(ここではイベント層と呼ぶ)の含有化石や堆積構造などに基づいて津波堆積物を識別した。徳島県における調査では珪藻分析を実施し、珪藻群集の変化に基づいてイベント層堆積前後での地殻変動を検討した。

4. 研究成果

(1) 三重県志摩市

志摩市大王の調査地は幅約 50 m の砂州で海と隔てられ、丘陵に囲まれた溺れ谷低地である。人口変更のため砂州の標高は不明だが、湿地の標高は 0.8-1.5 m であった。三重県志摩市周辺では、1707 年の宝永地震で高さ約 3-4 m、1852 年の安政地震で 4 m、1944 年の昭和南海地震では 3.0-3.5 m の津波が到達したと推定されている(行谷・都司, 2005)。これらの歴史地震津波の高さは調査地である湿地の標高を超えており、この場所はこれまでの南海トラフの地震津波によって繰り返し浸水していると推定される。実際、志摩市大王町では 1854 年安政東海津波によって田畑に土砂が堆積したという記録が残されている(志摩市教育委員会, 2007)。

この沿岸湿地において海岸線から約 300 m 内陸までの側線を設定し、側線上の 8 地点において掘削調査を行なった。その結果、8 地点深度 6 m までの柱状試料中に 3-5 層のイベント層が見つかった(図 1)。イベント層は厚さが 1-6 cm で中粒砂・細礫で構成され、多くの場合下位の有機質泥層との境界が侵食的で明瞭であった。

本調査地を流れる川の集水面積は狭く、河川による土砂の運搬は量も頻度も限られていると推定され、河川の氾濫によってイベント層が堆積したとは考えにくい。また、上述のように調査地では過去の津波で浸水した歴史記録が残されている。現時点で志摩市の試料に関して微化石分析は行っていないが、見つかったイベント層の内の少なくとも一部は津波でできた可能性がある。

イベント層の上位・下位の有機質泥層から *Ruppia maritima*, *Zannichellia palustris*, *Chara braunii*, *Najas spp.* などの水棲植物の種を選別し、放射性炭素同位体年代測定を行なった。その結果、イベント層は約 5,500-4,000 年前に堆積したことが分かった(図 2)。この年代は後述の牟岐町で見つかった津波堆積物と年代が重なる。この調査地で見つかったイベント層は微化石分析などに基づいて津波堆積物として識別されておらず年代測定件数も十分ではないため、他地域の地震・津波痕跡との対比には慎重になるべきである。しかしながら両地域における津波の痕跡が対比できる場合には、徳島県から三重県にまで及ぶ津波であったことを示すため、今後検討する必要がある。

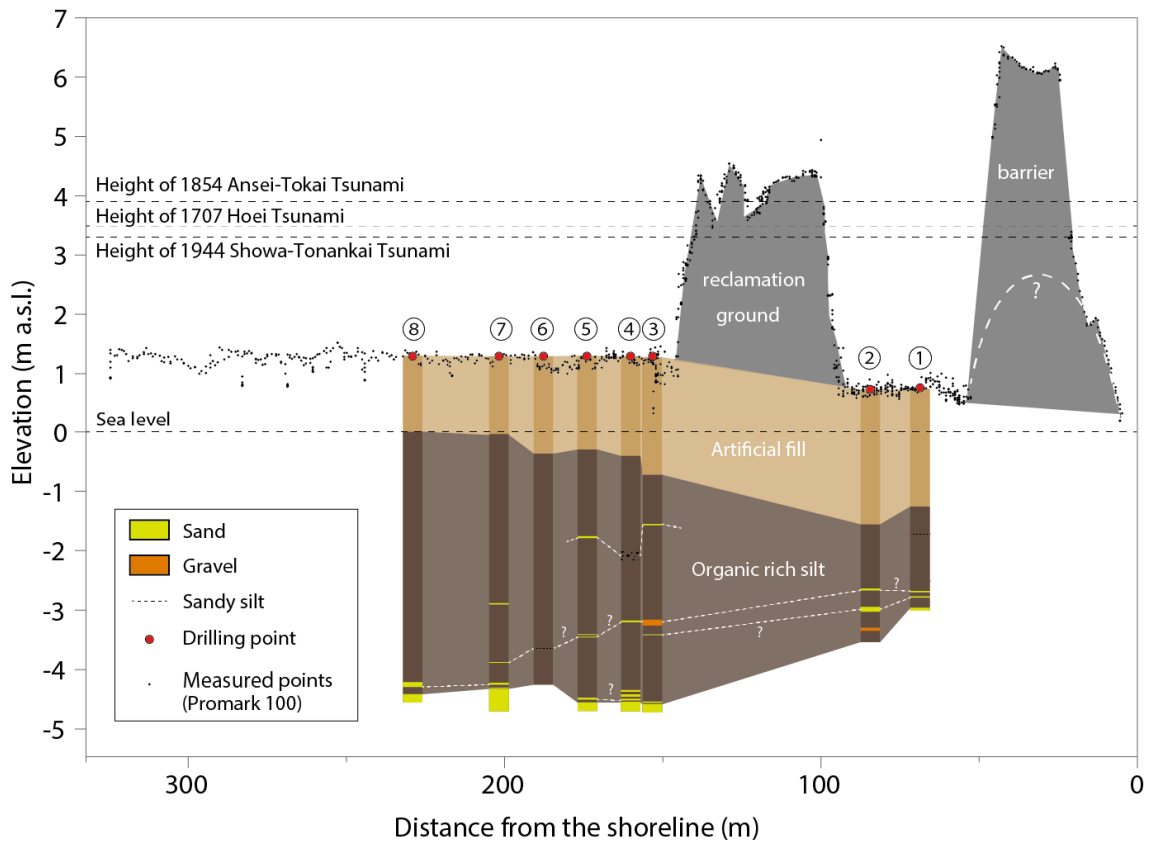


図 1．志摩市大王町の沿岸湿地の地層断面図．各地点の柱状図は図 2 を参照．

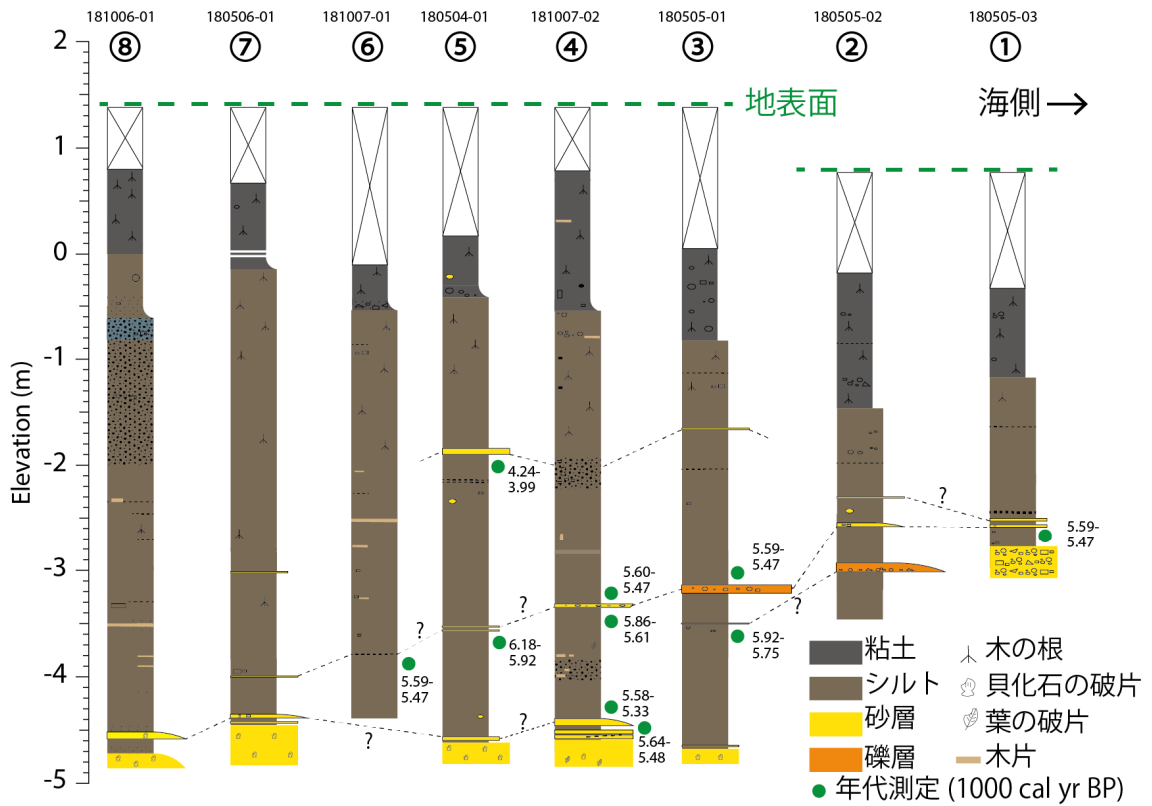


図 2．志摩市大王町の沿岸湿地における柱状図．泥層中に挟まれる砂層・礫層がイベント層．

(2) 徳島県海部郡牟岐町

本研究の調査地は徳島県の大戸湾に面した沿岸湿地であり、1946年の昭和南海地震による津波でも浸水が確認されている。調査地である湿地は砂州によって大戸湾と隔てられている。昭和南海地震津波の牟岐町における高さは4.52 mと見積もられている(中央气象台, 1947)。中央气象台(1947)の牟岐町における浸水範囲を示した図に基づくと調査地も昭和南海地震津波によって浸水していたと考えられる。昭和南海地震では高知県の室戸岬で0.9 mの隆起、徳島県美波町で0.9 mの沈降(宇佐美ほか, 2013)が記録されており、1854年の安政南海地震でも室戸岬で1.2 mの隆起、高知県甲浦町(現 東洋町)で1.0 mの沈降(宇佐美ほか, 2013)が記録されている。したがって、美波町と東洋町の間位置する牟岐町においても両地震時に1 m前後の沈降があったと推定される。

この調査地の13地点において最深600 cmまで掘削したところ、有機質シルトからなる堆積物中に地点によって最大で14枚の砂質または礫質のイベント層が見られた。13地点のうちの1地点でシンウォールサンプラーを用いて堆積物コア試料を採取した。このコア試料に対して詳細な珪藻分析と放射性炭素年代測定を実施した。このコア試料には9層のイベント層(以下、E1-E9とよぶ)が認められた。E3, 6, 7, 8からは汽水-海水生珪藻が産出するため、これらのイベント層を構成する碎屑物は海浜や海底などから供給されたと考えられる。また、E3, 4, 6, 8の堆積前後で珪藻群集に明確な変化が認められた。これらのイベント層(E3, 4, 6, 8)の下位では淡水生珪藻が多産したが、上位では汽水-海水生珪藻が多産した。これはE3, 4, 6, 8の堆積前後で、沈降などによって海水の影響が相対的に強くなる環境変化が起きたことを示している。

汽水-海水生珪藻が産出し、かつ堆積前後に環境変化が認められたイベント層(E3, 6, 8)は南海トラフで発生した地震に伴う津波の堆積物であると解釈した。上述のように調査地は安政南海地震と昭和南海地震において沈降している。珪藻分析で認められた海水の影響が強くなる環境変化は地震時の沈降と解釈するのが妥当である。E4は堆積前後の環境変化は認められたが、汽水-海水生珪藻がE4の群集内で占める割合は小さかった。また、E7からは汽水-海水生珪藻が産出したが、堆積前後の環境変化は認められなかった。この2つのイベント層(E4, 7)も津波堆積物である可能性があるが、E7については高潮のような津波以外のイベントでできた可能性や、南海トラフが波源でない津波で堆積した可能性を排除できない。

イベント層の上位と下位の泥層から選別した試料を用いて放射性炭素年代測定を実施した結果、イベント層の年代は次のように算出された。E3 (4073-3640 cal yr BP), E4 (4841-4486 cal yr BP), E6 (5366-4838 cal yr BP), E7 (5541-5338 cal yr BP), E8 (5581-5388 cal yr BP) (全て2)。これら本研究で発見した津波堆積物は高知県南国市や徳島県美波町で見つかった津波堆積物と年代値が重なる。例えば、E3, 4の年代値は南国市で見つかった津波堆積物(Tanigawa et al., 2018)と年代が重なる。牟岐町で見つかった津波堆積物と地殻変動は、四国東部に広く影響を及ぼすような南海トラフで発生した海溝型地震によるものであった可能性が高い。

(引用文献)

- 中央气象台, 1947, 昭和21年12月21日南海道大地震調査概報. 中央气象台, 84p.
行谷佑一・都司嘉宣, 2005, 宝永(1707)・安政東海(1854)地震津波の三重県における詳細津波浸水高分布. 歴史地震, 20, 33-56.
志摩市立磯辺図書館・郷土資料館・志摩市教育委員会, 2007, 古文書にみる江戸時代の志摩 2 安政東海地震と津波の遺訓. 磯野印刷, 37p.
Tanigawa, K., Shishikura, M., Fujiwara, O., Namegaya, Y., Matsumoto, D., 2018, Mid-to late-Holocene marine inundations inferred from coastal deposits facing the Nankai Trough in Nankoku, Kochi Prefecture, southern Japan. The Holocene, 28, 867-878.
宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松村律子, 2013, 日本被害地震総覧 599-2012. 東京大学出版会, 694p.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Fujino Shigehiro, Kimura Haruo, Komatsubara Junko, Matsumoto Dan, Namegaya Yuichi, Sawai Yuki, Shishikura Masanobu	4. 巻 201
2. 論文標題 Stratigraphic evidence of historical and prehistoric tsunamis on the Pacific coast of central Japan: Implications for the variable recurrence of tsunamis in the Nankai Trough	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Quaternary Science Reviews	6. 最初と最後の頁 147 ~ 161
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2018.09.026	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 Yamada Masaki, Fujino Shigehiro, Chiba Takashi, Goto Kazuhisa, Goff James	4. 巻 67
2. 論文標題 Redeposition of volcanoclastic sediments by a tsunami 4600?years ago at Kushima City, south-eastern Kyushu, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sedimentology	6. 最初と最後の頁 1354-1372
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1111/sed.12547	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 該当する

1. 著者名 Shimada Yumi, Fujino Shigehiro, Sawai Yuki, Tanigawa Koichiro, Matsumoto Dan, Momohara Arata, Saito-Kato Megumi, Yamada Masaki, Hirayama Eri, Suzuki Takahiro, Chague Catherine	4. 巻 6
2. 論文標題 Geological record of prehistoric tsunamis in Mugi town, facing the Nankai Trough, western Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1186/s40645-019-0279-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 嶋田侑真、藤野滋弘、澤井祐紀、谷川 晃一郎、松本弾、山田昌樹、齋藤めぐみ、平山恵理、鈴木貴大、
2. 発表標題 珪藻化石群集を用いた徳島県牟岐町における過去数千年間の地震・津波発生履歴の解明
3. 学会等名 日本珪藻学会第39回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 嶋田侑真、藤野滋弘、澤井祐紀、谷川 晃一郎、松本弾、山田昌樹、齋藤めぐみ、平山恵理、鈴木貴大
2. 発表標題 徳島県牟岐町における過去数千年間の地震・津波発生履歴の解明
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 嶋田侑真、藤野滋弘、澤井祐紀、谷川晃一郎、松本弾、百原新、齋藤めぐみ、山田昌樹、平山恵理、鈴木貴大、Catherine Chague
2. 発表標題 珪藻化石群集を用いた徳島県牟岐町における先史時代の津波浸水履歴の解明
3. 学会等名 微古生物レファレンスセンター研究集会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yumi Shimada, Shigehiro Fujino, Yuki Sawai, Koichiro Tanigawa, Dan Matsumoto, Megumi Saito-Kato, Masaki Yamada, Eri Hirayama, Takahiro Suzuki, Catherine Chague
2. 発表標題 Geological Records of Prehistoric Tsunamis and Subsidence at Mugi Town, Tokushima Prefecture, Western Japan
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤野滋弘、木村治夫、小松原純子、松本 弾、行谷佑一、澤井祐紀、宍倉正展
2. 発表標題 三重県志摩市で見つかった歴史時代・先史時代の津波堆積物
3. 学会等名 日本堆積学会2019年大阪大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤野滋弘, 木村治夫, 小松原純子, 松本 弾, 行谷佑一, 澤井祐紀, 宍倉正展
2. 発表標題 地層に記録された東南海地域の歴史時代・先史時代の津波
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

筑波大学研究者総覧 https://trios.tsukuba.ac.jp/researcher/0000001120
--

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