



2021年4月28日

報道機関 各位

国立大学法人信州大学

国立大学法人筑波大学

酪農学園大学

## 別府湾沿岸地域の津波堆積物から過去 7300 年間の津波履歴を解明

### 【研究成果のポイント】

- 大圓寺湿地で得られた過去 7300 年間の堆積物コアには、5 層の津波堆積物が保存されていた。
- 5 層の津波堆積物のうち、4 層は別府湾海底活断層で発生した地震による津波によって形成されたと考えられる。
- 最下位の 1 層は、約 7300 年前の鬼界アカホヤ噴火による火山灰層に覆われており、この噴火で大規模なカルデラが形成された際に発生した津波によって形成されたと考えられる。
- 4 層の津波堆積物に対して放射性炭素年代測定を行い、海底活断層地震に伴う津波の発生日代は 3270～3450 年前、4250～4510 年前、4970～5280 年前、5750～6750 年前、発生間隔は約 460～1850 年であると明らかになった。

### 【概要】

信州大学学術研究院理学系（理学部理学科地球学コース）の山田昌樹助教は、筑波大学生命環境系の藤野滋弘准教授、酪農学園大学農食環境学群環境共生学類の千葉 崇助教（研究実施時所属：筑波大学，論文投稿時所属：秋田県立大学）、ニューサウスウェールズ大学の Catherine Chagué 教授、筑波大学大学院生命環境科学研究科（研究実施時）の竹田大輔との共同研究として別府湾に面する大分県大分市の大圓寺（おおえんじ）湿地においてボーリング掘削調査を実施し、採取した深度 8.8 m までの堆積物コア試料を分析することで、別府湾沿岸地域に襲来した過去 7300 年間の津波履歴を明らかにしました。別府湾では、1596 年に発生した慶長豊後地震に伴う津波によって沿岸地域に甚大な被害があったことが歴史記録から分かっています。本研究により、大圓寺湿地において津波堆積物\*1 が認められたことで、別府湾では過去にも津波が繰り返し発生していたことが明らかになりました。

堆積物コアの大部分は、湿地や内湾で堆積した泥層で構成されていましたが、その中に平面的に連続する砂質のイベント層\*2 が 5 層認められました。堆積物コア試料に対して、堆積相\*3 の観察に加えて、地球化学分析と珪藻分析\*4 を実施したことで、これらのイベント層が海水の流入によって形成された可能性が高いことが明らかになりました。別府湾沿岸地域は、歴史記録で分かる範囲では、南海トラフで過去に発生した巨大地震や台風時の嵐によって大規模な浸水被害を受けていないことから、本研究で認められたイベント層は、別府湾の海底活断層で発生した地震によ

る津波堆積物であると結論づけました。5層のうちの1層は、約7300年前の鬼界アカホヤ噴火\*5による火山灰層に覆われており、別府湾の海底活断層地震によるものではなく、噴火と同時に発生した津波によって形成されたものであると考えています。これは、この噴火の際に、カルデラの陥没や火砕流の海への流入によって巨大津波が発生した可能性が指摘されていることに基づいています。この1層を除いた4層の津波堆積物に対して放射性年代測定を行ったところ、津波の発生年代は、3270～3450年前、4250～4510年前、4970～5280年前、5750～6750年前で、これらの発生間隔が460～1850年であると推定することができました。

本研究成果は、5月1日付で、ELSEVIERが発行する英文誌 *Quaternary Science Reviews* に掲載されます。本研究は、文部科学省テニユアトラック普及・定着事業および日本学術振興会科研費(14J00107)の助成を受けて実施されました。また、原子力規制庁からの委託業務により実施した成果の一部です。なお、本研究は筆頭著者の山田昌樹助教が、筑波大学大学院生命環境科学研究科に提出した博士学位論文の一部です。

### 【背景】

大分県別府湾の沿岸地域は、海底活断層(図1:北西部の正断層および南東部の右横ずれ断層)で発生した1596年慶長豊後地震によって津波の浸水被害を受けたことが歴史記録から分かっています。また、海域で行われた海底音波探査と掘削調査によって、1596年以前にも繰り返し断層運動が発生していた可能性が示されています。しかしながら、それらの詳細な発生年代や津波を伴ったかどうかなど、未解明のことが多く残されています。本研究では、別府湾の海底活断層において過去数千年間に発生した地震・津波履歴を解明することを目的として、別府湾の南岸に位置する大圓寺湿地において津波堆積物を調べるためのボーリング掘削調査を実施しました(図1)。

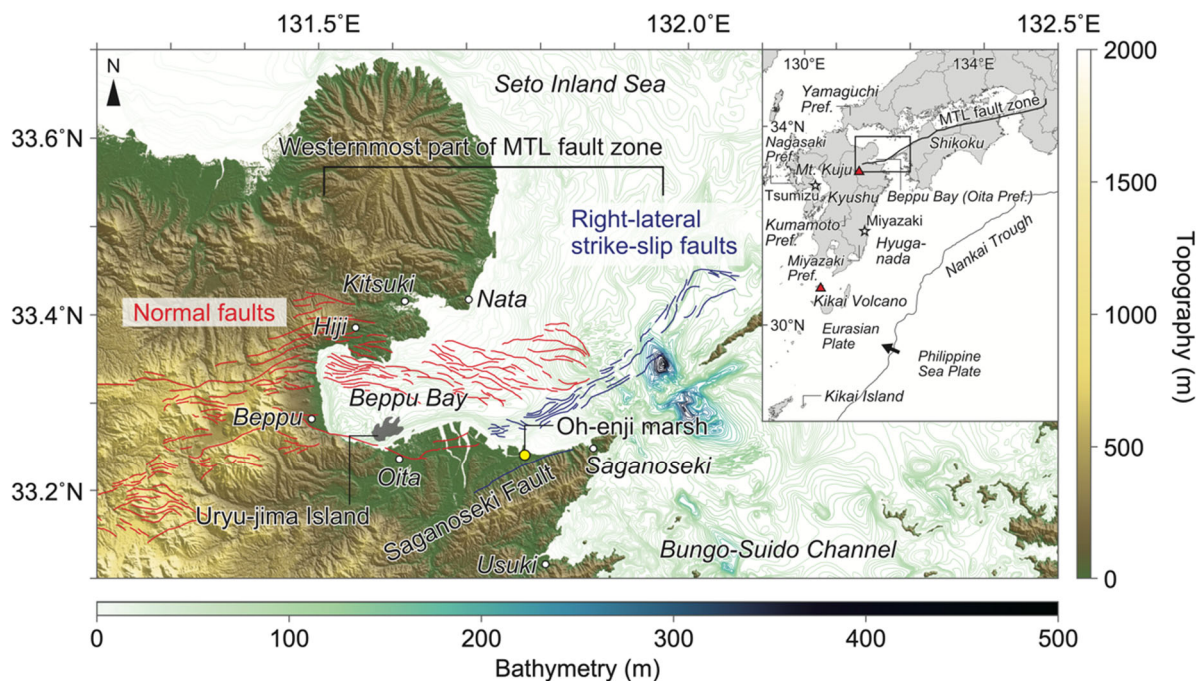
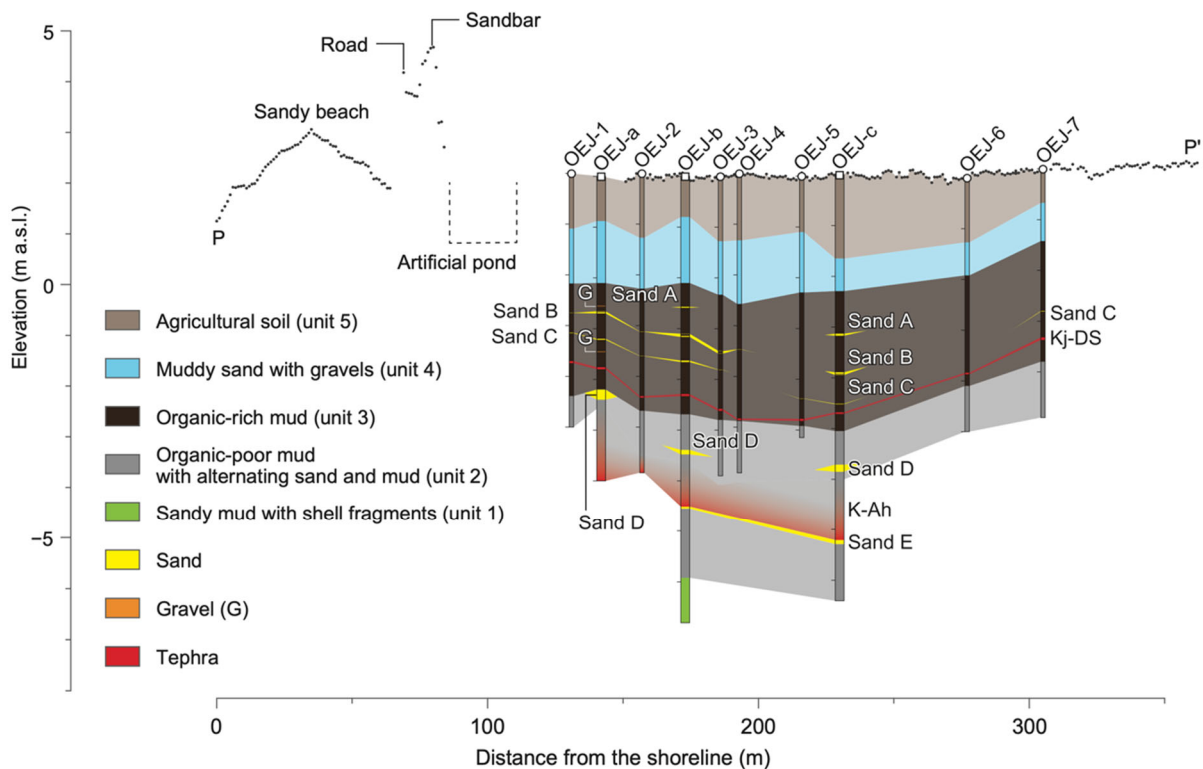


図1. 別府湾に分布する海底活断層と本研究の調査地域である大圓寺湿地の位置。

## 【研究手法・成果】

### 1. 大圓寺湿地の堆積物

本研究では、海岸に面する標高約 2 m の大圓寺湿地において、機械式ボーリングと手掘式ハンドコアラーを使用して、合計 10 地点において掘削調査を実施し、堆積物コア試料を取得しました。湿地の堆積物は、下位から海成の泥層（灰色）、非海成の泥層（濃褐色）、海成の泥質砂層（青色）、耕作土層（薄褐色）で構成されています（**図 2**）。泥層中に、2 枚の火山灰層（赤色）が認められ、火山灰分析の結果、下位は約 7300 年前に堆積した鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah）、上位は約 5700 年前の大分県九重山の噴火による段原スコリア（Kj-DS）であることが明らかになりました。また、平面的に連続する厚さ 1~20 cm の砂層（黄色）が 5 層（Sand A~E）認められています。



**図 2.** 大圓寺湿地の地形断面と堆積物コアの掘削地点，地質断面図．津波堆積物（黄色）が 5 層と火山灰層（赤色）が 2 層見られる．

### 2. 津波堆積物の識別

湿地に見られる砂層が、津波で形成されたものかどうかを調べるため、堆積相観察に加えて、地球化学分析と珪藻分析を実施しました。砂層は、上下の泥層と明瞭な境界を持つことが多いことに加えて、泥層と異なる化学特性を持つことと特徴的に汽水生～海生種の珪藻を含むことから（**図 3**）、過去の海水流入によって形成された可能性が高いことが明らかになりました。別府湾沿岸地域は、歴史記録で分かる範囲では、南海トラフで過去に発生した巨大地震や台風時の嵐によって大規模な浸水被害を受けていないことから、本研究で認められた砂層は、別府湾の海底活断層で発生した地震による津波堆積物であると結論づけました。ただし、Sand D は、海成の泥層中に認められたイベント砂層なので、津波堆積物である証拠は、Sand A~E と比較して強いものではありません。なぜならば、周囲の泥層にも海生種の珪藻が含まれているため、イベント砂層中

に汽水生～海生種の珪藻が見られることが海水流入の証拠として使用できないからです（図 3）。また、Sand E については、約 7300 年前の鬼界アカホヤ火山灰に覆われており、別府湾の海底活断層地震によるものではなく、噴火と同時に発生した津波によって形成されたものであると考えています。これは、津波堆積物（Sand E）と火山灰層が接していることから時間間隔を開けずに堆積した可能性が高いことと、この噴火の際にカルデラの陥没や火砕流の海への流入によって巨大津波が発生した可能性が指摘されていることに基づいています。

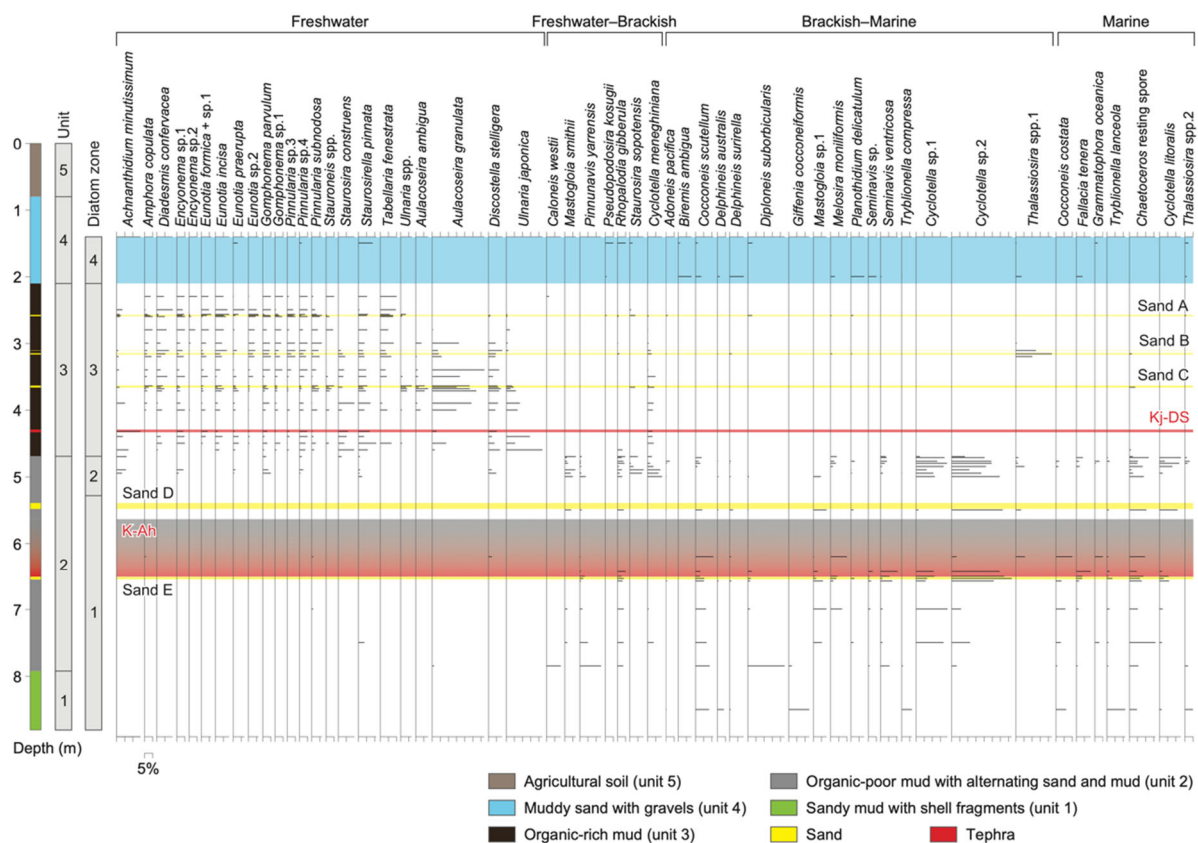


図 3. コア OEJ-b の珪藻群集変化. 深度 470 cm（海成の泥層（Unit 2）と非海成の泥層（Unit 3）の境界）で珪藻の群集が、汽水生～海生種から淡水生種へと変化している。Unit 3 の泥層には淡水生種しか含まれていないのに対して、Sand A～C では、汽水生～海水生種の珪藻が認められている。

### 3. 津波発生年代の特定と活断層研究との比較

堆積物コアから識別された 4 層の津波堆積物層（Sand E は除く）の上下の泥層から採取した有機物（植物の葉や種子など）の放射性炭素年代値を決定し、それらの値を使用して、既存のモデルを用いて津波堆積物の形成年代を推定しました（図 4）。その結果、津波の発生年代は、約 3270～3450 年前（Sand A）、4250～4510 年前（Sand B）、4970～5280 年前（Sand C）、5750～6750 年前（Sand D）で、これらの発生間隔が 460～1850 年であると推定することができました。本研究では、別府湾の沿岸地域において初めて津波堆積物を報告し、発生間隔に差はあるものの別府湾では 1596 年慶長豊後地震以前にも津波を伴う地震（断層運動）が繰り返し発生していたことを明らかにしました。

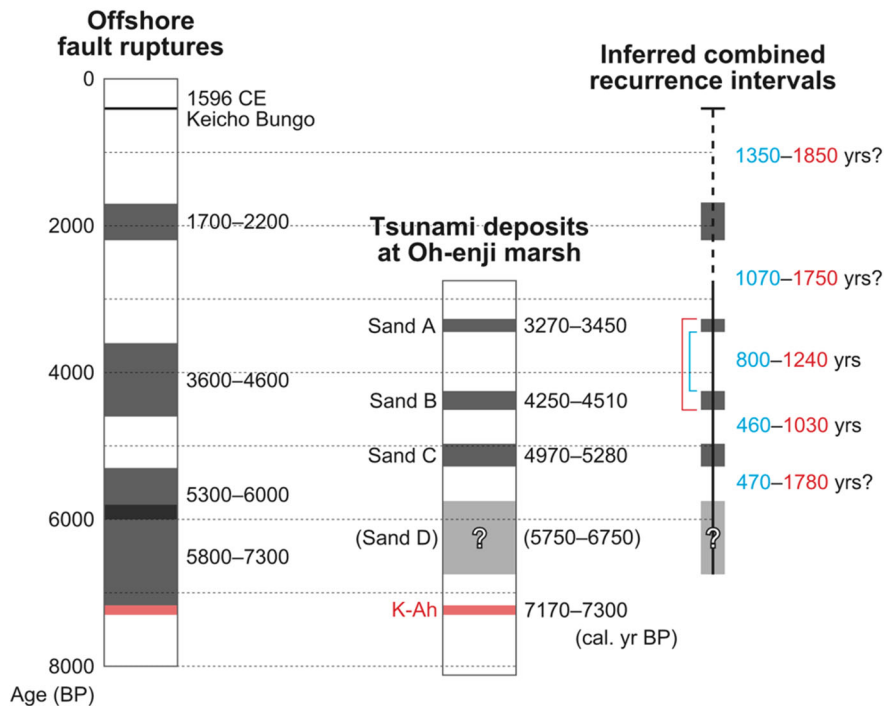


図 4. 左：先行研究から得られている別府湾海底活断層の推定活動年代，中央：大圓寺湿地の津波堆積物（Sand A～D）の推定堆積年代，右：本研究の成果と先行研究のデータを合わせて算出した別府湾海底活断層で発生した津波を伴う地震（断層運動）の発生間隔（青字：最小評価，赤字：最大評価）。

### 【波及効果・今後の予定】

現段階では、1 地域のみでしか津波の浸水履歴が明らかになっていないため、それぞれの津波の規模を推定することは難しい状況です。今後、別府湾沿岸地域の複数地域で同じ年代に形成された津波堆積物が報告できれば、津波数値シミュレーションを行ってその分布と比較することによって、津波を発生させた地震（断層運動）の規模まで明らかになることが期待されます。また、本研究において津波堆積物である証拠が不十分であった Sand D（5750～6750 年前）についても、他地域で同じ年代を示す津波堆積物が見つかることで、この年代に地震と津波が発生していたことをより明確に示すことができると考えられます。

### 【用語解説】

#### \*1 津波堆積物

海浜や海底の砂や泥などが、津波によって別の場所へ運搬されて堆積したもの。

#### \*2 イベント砂層

何らかの突発的な現象（イベント）によって突発的に形成された砂質の堆積物。

#### \*3 堆積相

堆積物（地層）を構成物や色などによってとらえた特徴。当時の堆積環境を推定することができ、堆積物コアの地点間対比にも用いられる。

\*4 珪藻

珪酸質の殻をもつ単細胞藻類であり、種ごとに生育環境が異なるため水環境の指標生物とされる。またその化石が堆積物試料から多産するため、過去の環境復元に用いられる。

\*5 鬼界アカホヤ噴火

約 7300 年前に九州南部の沖合で発生した大規模噴火。噴火の際には海域に大規模なカルデラが形成され、また火砕流も海へと流入したことから、津波が発生したと考えられている。この噴火による火山灰は東北地方まで分布することが確認されている。

【論文タイトルと著者】

タイトル : Recurrence of intraplate earthquakes inferred from tsunami deposits during the past 7300 years in Beppu Bay, southwest Japan

著者 : Masaki Yamada, Shigehiro Fujino, Takashi Chiba, Catherine Chagué, Daisuke Takeda

掲載誌 : Quaternary Science Reviews

URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277379121001086>

【問い合わせ先】

〈研究内容に関する問い合わせ先〉

信州大学学術研究院理学系（理学部理学科地球学コース）

助教 山田昌樹

Tel : 0263-37-3324 E-mail : [yamada@shinshu-u.ac.jp](mailto:yamada@shinshu-u.ac.jp)

〈報道に関する問い合わせ先〉

国立大学法人信州大学 総務部総務課広報室

Tel : 0263-37-3056 Fax : 0263-37-2182 E-mail : [kouhoushitsu@gm.shinshu-u.ac.jp](mailto:kouhoushitsu@gm.shinshu-u.ac.jp)

国立大学法人筑波大学 広報室

Tel : 029-853-2040 Fax : 029-853-2014 E-mail : [kohositu@un.tsukuba.ac.jp](mailto:kohositu@un.tsukuba.ac.jp)

酪農学園大学入試広報センター広報課

Tel : 011-388-4158 Fax : 011-388-4157 E-mail : [koho@rakuno.ac.jp](mailto:koho@rakuno.ac.jp)