

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24740341

研究課題名(和文) 砂丘を越えて沿岸低地を遡上する巨大津波からの堆積モデル構築

研究課題名(英文) Tsunami depositinal models in coastal lowland over sand dune

研究代表者

清水 康博 (Takashimizu, Yasuhiro)

新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授

研究者番号：10446370

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円、(間接経費) 750,000円

研究成果の概要(和文)：平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による津波は、沿岸低地を数kmに渡って遡上する巨大なものであった。この研究では、宮城県仙台市、岩手県陸前高田市、および北海道日高町で採取した砂丘を越えて沿岸低地を遡上する津波堆積物の定方位不攪乱試料の層相、粒度分布、磁気ファブリックから津波挙動の復元を試みた。その結果、仙台市と陸前高田市の津波堆積物の解析からは詳細な津波の流れ変化を読み取ることができた。すなわち、津波堆積物の詳細な堆積学的解析から過去の津波挙動の復元が有効であることを示すことができた。

研究成果の概要(英文)：The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake (Mw 9.0) that occurred on 11 March 2011 generated a large tsunami that inundated several kilometers inland. In this study, we attempted to reconstruct the mega-tsunami behavior in coastal lowland with sand dune by sedimentary analyses (visual description, grain-size distribution, and magnetic fabric) in Sendai city of Miyagi Prefecture, Rikuzen-takata city of Iwate Prefecture, and Hidaka town of Hokkaido Prefecture. We could read the detailed flow changes of the tsunami using the sedimentary analysis of the tsunami deposits at Sendai and Rikuzen-takata cities. Therefore, it was revealed that reconstruction of tsunami behavior can be performed using the detailed sedimentary analyses of tsunami deposits.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：津波堆積物 古流向 粒度分析 磁気ファブリック 2011年(平成23年)東北地方太平洋沖地震 粒子配列 陸前高田 名取川

1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日に東日本の太平洋側を広く襲った巨大津波は、15,854人の死者、3,155人の行方不明者(H24.3.11警察庁広報資料)を出した未曾有の災害であった。これまで地層から想像するしかなかった巨大津波が、実際に日本列島を襲ったという事実は大変に重大であり、かつ、古津波科学という学問の重要性が改めて問われた事象であった。

著者は、これまでに地質時代および歴史時代の巨大津波堆積物に関する研究を、堆積地質学の立場から進めていた(高清水ほか, 1996; Takashimizu et al., 1999, 2000a, b; 高清水ほか, 2007; 高清水, 2011a, b)。また、史料収集等による報告も行ってきた(高清水, 2005a, b, 2007)。さらに、3・11震災後には各新聞紙面上でも社会へ向けて警鐘を鳴らし続けている(苫小牧民報, 2011; 北海道新聞, 2011; 毎日新聞, 2011)。

著者がとりわけ危惧しているのは、北海道の太平洋岸を襲うとされている巨大津波(いわゆる“500年間隔津波”)であり、直近の発生は、17世紀前半であるので「今すぐに発生してもおかしくない」とされている(高清水, 2013)。しかしながら、この巨大津波堆積物の報告は、北海道東部太平洋岸からのみであり、その西方域、すなわち、北海道西部太平洋岸まで及ぶものであったか否かということに決着がついていない(図1)。これは、ほぼ同時期に火山性巨大津波(1640年北海道)があったことや、調査の空白地域がまだまだ多くあることがあげられる。



図1 既知の17世紀津波堆積物の分布とアイヌの津波伝説

一方、著者は、この北海道西部太平洋岸において17世紀の巨大津波堆積物の痕跡を発見している(高清水ほか, 2007)。これは、苫小牧市東部～むかわ町にかけての太平洋岸に分布する巨大津波の痕跡であり、最低でも海岸線に沿って約20km、内陸方向へ最大2km弱の範囲が津波によって襲われたことが明らかになっている(図2)。しかしながら、この津波堆積物のトリガーは不明のままであり、今後の北海道の津波防災を考える際の大きな障害の1つとなっている。

著者は3・11巨大津波堆積物の予察的な調査を実施していた。その結果、今回の巨大津波堆積物は、これまでに古津波科学者が地層から見ていたものと同じような堆積地質学

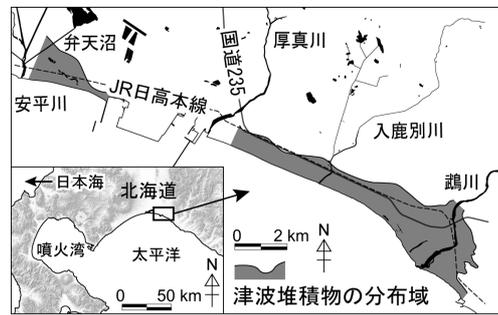


図2 高清水ほか(2007)による17世紀に北海道西部太平洋沿岸を襲った謎の巨大津波のトレース。この津波堆積物の、西方および東方への分布限界は明らかになっていない。

的特徴をもつ一方で、明らかに地層から認識した津波堆積物とは異なる性質もあることが見えてきた。例えば、沿岸低地の津波堆積物に特徴的な、陸側方向への薄層化や細粒化、侵食的基底面形状や同時侵食礫の存在等は、これまでの地層からの報告と良く類似した。その一方で、含有珪藻類割合、堆積物の構成物、陸側方向への粒径淘汰度の変化様式などは、異なる特徴を示した。

このようないくつかの違いが、現世津波堆積物と地層中の津波堆積物から認められたことは、大変に重要である。1つは、これらと比較して考察することにより、沿岸低地における最も本質的な津波からの堆積作用を抽出することができるだろう。また、人為的改変を受けた沿岸低地であることを示す津波堆積物の特徴を把握できる可能性も高いと考えられる。

これ以外にも、両者の比較から重要な知見が得られる可能性がある。例えば、今回の予備調査では、地層中の津波堆積物からは、これまで読み取ることができなかった浸水深度を測定し、等水深深線図を作成できた。このことにより、地層と津波のダイナミクスとの関連がどのようなになっているのかを実測値を使って議論できるようになった。実際、著者の予備的考察では様々な関係性を把握できつつあった(例えば、図3)。

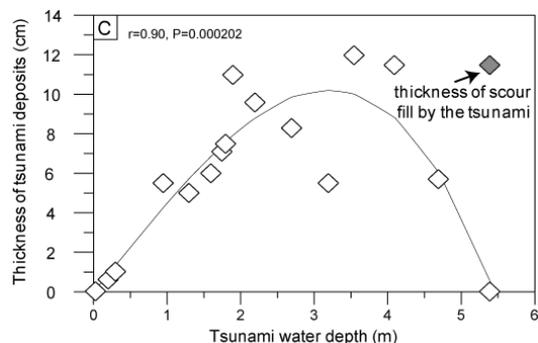


図3 仙台平野の沿岸低地を遡上した3・11巨大津波の浸水深度と津波堆積物の厚さの関係(Takashimizu et al., 2012)。水深の増大と共に堆積物は厚くなるが、水深がおよそ5m以上になると流れが強くなり侵食領域になるため、堆積物の保存ポテンシャルは低くなる。

これらの予察結果は、現世の津波堆積物だからこそ、得られた多くのデータの解析結果を、過去の地層中の津波堆積物に適用することによって、これまでに議論のできなかった地層中の津波堆積物を形成した津波ダイナミクスの復元の議論ができる可能性を示している点で、大変に重要で革新的であるといえる。

## 2. 研究の目的

この研究では、現世と歴史時代に発生した2つの巨大津波堆積物の比較から、砂丘を乗り越えて沿岸低地を遡上する津波からの堆積モデルを提案することを目的とする。研究対象とする堆積物は、以下の2つである。すなわち、2011年（平成23年）東北地方太平洋沖地震による巨大津波の堆積物と北海道西部太平洋岸から確認されたトリガー不明17世紀巨大津波の堆積物の2つである。

## 3. 研究の方法

この研究では、2つの調査地域を設定した。すなわち、東北地方太平洋岸と北海道西部太平洋岸である。この地域は、先の東日本大震災直後に、著者が本研究費補助金のための予備調査を仙台平野中央部で実施済みであり、ある程度の概要把握ができていたため、この地域は、対象地域の一部（苫小牧東部～むかわ町）に分布するトリガー不明17世紀巨大津波堆積物を確認しており（高清水ほか、2007）、この地域の地層を手がかりに調査を展開できるからである。

津波堆積物の特徴を把握するために分布調査、層相記載、粒度分析、および磁気ファブリックの測定を行った。

## 4. 研究成果

### (1) 東北地方太平洋岸地域

本研究は、宮城県仙台市若林区の関上大橋左岸付近で採取した定方位不攪乱試料の層相、粒度分布、磁気ファブリックから津波挙動の復元を試みた。その結果、詳細な津波の流れ変化を読み取ることができた。また、空中写真判読から測定した津波瓦礫のオリエンテーションも磁気ファブリックの結果と調和的であった。津波堆積物の磁気ファブリックによる古流向解析が有効であることを検証できた。今回、地層の解析から復元することのできた津波挙動のモデルを図4に示す。この津波挙動は実際にテレビ中継された実際の津波挙動とほぼ同じであることを把握することができた。このことは、本研究によるような研究手法の有効性を検証できたという点においても大変に有意義な成果であった。

岩手県陸前高田市の高田松原公園の海側に設置されていた防潮堤の背後の砂丘地の部分を乗り越える際に、大規模な侵食を発生させ、津波前に陸だった地域が海域となった。この侵食は、津波が防潮堤を乗り越える際に

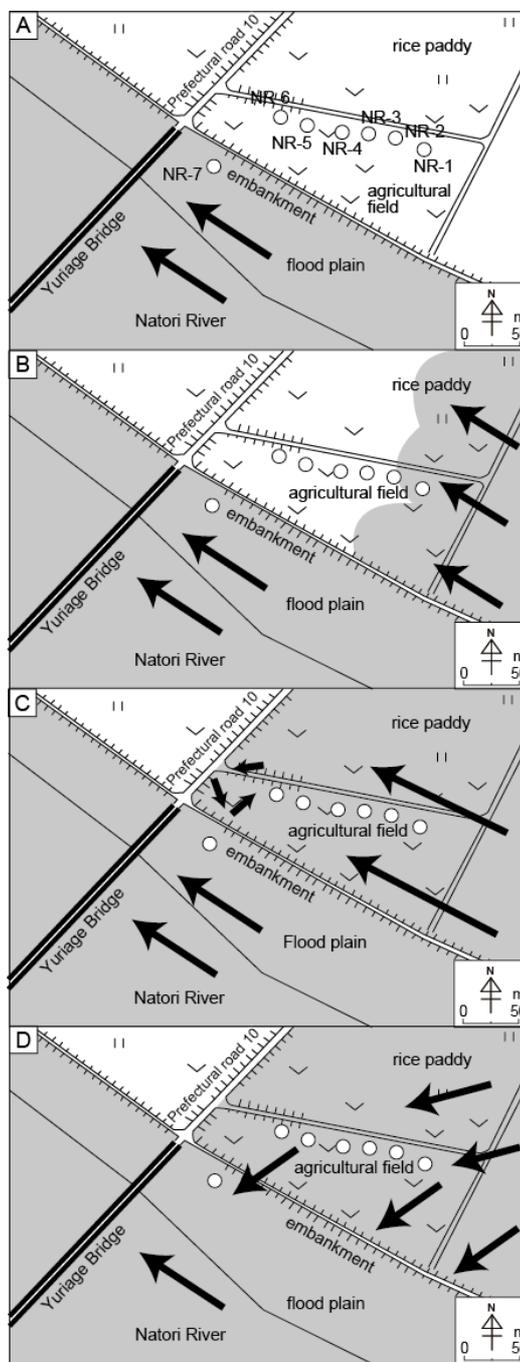


図4 仙台市南端の名取川左岸河口部における津波堆積物の調査結果から推定した津波挙動（高清水・溢谷、投稿中）

射流となり地表面を局部的に洗掘したことによるものである。この洗掘により形成された海域から採取した堆積物の詳細な堆積学的解析を行った。その結果、粒径垂直変動は、複数回の逆級化・級化ユニットを認定することができた。また磁気ファブリックは、津波堆積物が主に戻り流れによるものであることを示しており、ここでは主に戻り流れにより堆積物が形成されていた。これらのことから推定された地層形成モデルを図5に示す。

### (2) 北海道西部太平洋岸地域

北海道西部太平洋岸地域に分布する17世紀

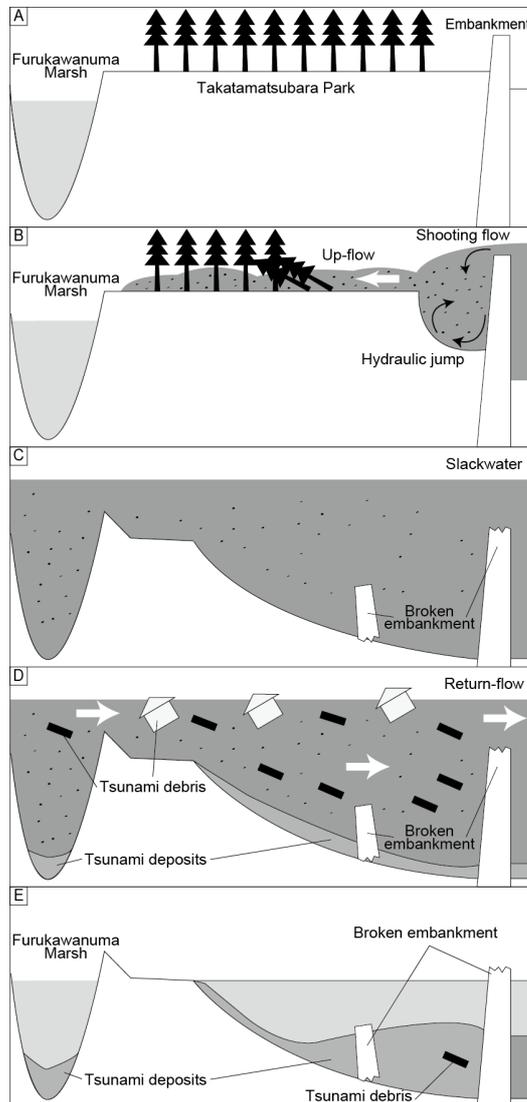


図5 陸前高田市の高田松原公園における津波堆積物の調査結果から推定した津波挙動(高清水・澁谷, 2014; 地球惑星科学連合同大会 2014 にて発表したもの)

津波堆積物の定方位不攪乱試料の記載を行い、帯磁率異方性を測定した。その結果、ばらつきが大きく初生的な粒子配列を示すものが少なかった。そのため、東北地方太平洋沿岸地域の津波堆積物のような詳細な津波挙動の復元には至らなかった。このことは今後の課題として残る。しかしながら、賀張海岸から記載した津波堆積物の年代測定の結果、17世紀の津波イベントであることを確認できた。これはこれまでにこの地域では知られていなかったものであり、北海道の津波防災を考えるうえで重要な知見を得ることができた。本補助金終了後も、この地層について重点的な(とりわけ津波挙動の復元を含めた)堆積学的解析を継続する予定である。

##### 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 4件)

1. 磁気ファブリックと粒度特性を用いた名取川河口左岸域における 2011 年東北地方太平洋沖地震津波の挙動, 澁谷 剛丈・高清水康博・ト部 厚志・鈴木 幸治, 堆積学研究【査読審査中; 2013 年 12 月投稿済み】

2. 北海道の津波堆積物研究の現状と課題: 17 世紀巨大津波による堆積物の研究を中心に, 高清水 康博, 地質学雑誌, Vol.119, No.9, pp.599-612, 2013 年 10 月, 【査読有】

3. 砂丘を越えて沿岸低地を遡上した津波による堆積モデル: 北海道胆振海岸東部に分布する 17 世紀津波堆積物の研究例, 高清水康博, 永井 潤, 岡村 聡, 西村 裕一, 地質学雑誌, Vol.119, No.1, pp.1-16, 2013 年 1 月, 【査読有】

4. Deposition by the 2011 Tohoku-oki tsunami on coastal lowland controlled by beach ridges near Sendai, Japan, Takashimizu Y., Urabe A., Suzuki K., Sato Y., Sedimentary Geology, Vol.282, pp.124-141, 2012 年 12 月, 【査読有】

〔学会発表〕(計 7件)

1. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 高清水康博, 澁谷剛太, 国内会議, 2014 年 4 月, 神奈川県 パシフィコ横浜, 高田松原における 2011 年(平成 23 年)東北地方太平洋沖地震による洗掘と堆積, 口頭

2. 日本堆積学会 2014 年山口大会, 高清水康博・ト部厚志・片岡香子・川上源太郎・仁科健二・平川一臣, 国内会議, 2014 年 3 月, 山口市山口大学, 日本海側の沿岸からの津波イベント認定の試み(予報), ポスター

3. 日本堆積学会 2014 年山口大会, 加瀬善洋・仁科健二・林 圭一・川上源太郎・輿水健一・高清水康博・嵯峨山 積・渡邊達也・高橋 良・廣瀬 亘・大津 直・石丸 聡・深見浩司・田近 淳・ト部厚志, 国内会議, 2014 年 3 月, 山口市山口大学, 北海道南西部奥尻島で認められた津波堆積物の堆積学的特徴, 口頭

4. 第 5 回津波堆積物ワークショップ「震災から 2 年半, 津波堆積物研究と社会」, 高清水康博, 国内会議, 2013 年 9 月, 東北地方北部~北海道の太平洋側に来襲しうる津波, 口頭【招待講演】

5. ミニ講演会「堆積物からわかる日本海側の津波の記録」, 高清水康博, 国内会議, 2013 年 8 月, 新潟市歴史博物館 本館 2 階 セミナー室, 川から遡った津波の記録: 1833 年庄内沖地震, 口頭【招待講演】

6. 日本地球惑星科学連合 2013 年大会, 中西 諒, 岡村 聡, 高清水康博, 嵯峨山 積,

仁科健二,国内会議,2013年5月,千葉県 幕張メッセ国際会議場,胆振海岸白老地域にみられる17世紀津波堆積物の分布と起源の検討,ポスター

7.日本堆積学会2013年千葉大会,澁谷剛丈,高清水康博,国内会議,2013年4月,千葉大学,AMSファブリックを用いた古流向解析による仙台平野を遡上した津波の挙動,口頭

〔図書〕(計 0 件)

なし

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

なし

○取得状況(計 0 件)

なし

〔その他〕

ホームページ等

なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高清水 康博 (YASUHIRO TAKASHIMIZU)  
新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授

研究者番号:10446370

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし