

広田湾における表層堆積物の分布と特徴

Characteristic of surface sediment left by 2011 Tohoku earthquake, case study of Hirota bay

横山 由香^{1*}, 坂本泉¹, 滝野義幸¹, 高清水康博², 八木雅俊¹, 鈴木彩加¹, 遠藤綾¹, 井村理一郎¹, 根元謙次¹, 鬼頭毅³, 松井康雄³, 吉河秀郎⁴, 笠谷貴史⁴, 藤原義弘⁴

Yuka Yokoyama^{1*}, Izumi Sakamoto¹, Yoshiyuki Takino¹, Yasuhiro Takashimizu², Masatoshi Yagi¹, Ayaka Suzuki¹, Aya Endo¹, Riichi Imura¹, Kenji Nemoto¹, Takeshi Kito³, Yasuo Matsui³, Shuro Yoshikawa⁴, Takafumi Kasaya⁴, Yoshihiro Fujiwara⁴

¹ 東海大学海洋学部, ² 新潟大学教育学部, ³ 芙蓉海洋開発株式会社, ⁴ 海洋研究開発機構

¹Tokai University, ²Niigata University, ³FODECO, ⁴JAMSTEC

2011年3月11日に発生した東北沿岸域では、過去に類を見ない大津波の発生に伴い壊滅的な状況となった。陸域における津波堆積物の研究は、遡上した堆積物の特定やその影響について、多くの研究が行われている (Takashimizu et al., 2000; Sawai, 2012)。しかし、海域では津波堆積物についての調査はほとんど行われておらず、その実態はあまり解明されていない。

本研究では、海底に残る津波の痕跡と津波起源堆積物の分布や特徴を明らかにすることを目的とし、岩手と宮城の県境にある広田湾で調査を行った。調査項目は、1) マルチビーム音響測深器 (MNB) による海底微地形探査、2) サイドスキャンソナー (SSS) によるイメージ、3) 高分解能地層探査装置 (SBP) による表層堆積物の分布調査、4) ROV/潜水による目視海底観察、5) 表層堆積物採取および 6) パイプルコアラーによる柱状堆積物の採取を行った。

海底微地形探査の結果から、湾奥部では潜堤の間から谷中央へ向かう澇筋状の地形が数か所で確認された。湾中央部へ流れ込む澇筋では、他の澇筋より深く削剥されている様子が見られた。SSS によるイメージでは、反射の違いから底質を判別し、湾西側の気仙川河口部では強い反射で特徴付けられた。この反射は河口前面から沖合に向けて分布し、その末端部は樹枝状に分岐し、水深約 17m まで確認できる。表層堆積物の粒度分析から、湾全体では砂質堆積物が多く、河口部の一部で局地的に礫質の堆積物が分布している。堆積物の一部には、木片や貝殻片を含むものも確認された。また、河口部の粗粒な砂質堆積物の分布は、SSS イメージでは河口部から南東連続する強い反射として、泥質堆積物は弱い反射として表現された。

SBP では、湾中央に内部反射の卓越した表層堆積物が確認でき、下位の反射面と明瞭な境界が認められる。この柱状試料では、0-40 cm で細砂-中粒砂の級化構造を示す層がみられ、40-70 cm では極細粒シルトの様な層が見られた。また、2層の間には明瞭な境界が確認でき、削剥された痕跡と考えられる。この痕跡を地震による堆積物とそれ以前の堆積物との境界と考え、上位層を津波起源堆積物と仮定した。この境界は、SBP では、顕著な反射面の連続として表現され、その分布を広域に確認し、その厚さの平面的な分布を求めた。津波起源堆積物の厚さは、20-50 cm 程度で分布し、最も厚い堆積層は、湾中央に流れ込む澇筋の延長上で見られた。

したがって、広田湾では、津波による影響を受けた堆積物が澇筋を中心に湾内に流れ込み、拡散したものと考えられる。

キーワード: 津波起源堆積物, 三陸沿岸

Keywords: Tsunami origin sediment, Sanriku coast

越喜来湾・唐丹湾内における海底地形と表層堆積物の特徴

Characteristic of submarine topography and sediment left by 2011 Tohoku earthquake, case study of Okirai and Toni bay

横山 由香^{1*}, 坂本泉¹, 滝野義幸¹, 高清水康博², 八木雅俊¹, 金井大輔¹, 井村理一郎¹, 根元謙次¹, 鬼頭毅³, 松井康雄³, 吉河秀郎⁴, 笠谷貴史⁴, 藤原義弘⁴

Yuka Yokoyama^{1*}, Izumi Sakamoto¹, Yoshiyuki Takino¹, Yasuhiro Takashimizu², Masatoshi Yagi¹, Daisuke Kanai¹, Riichiro Imura¹, Kenji Nemoto¹, Takeshi Kito³, Yasuo Matsui³, Shuro Yoshikawa⁴, Takafumi Kasaya⁴, Yoshihiro Fujiwara⁴

¹ 東海大学海洋学部, ² 新潟大学教育学部, ³ 芙蓉海洋開発株式会社, ⁴ 海洋研究開発機構

¹Tokai University, ²Niigata University, ³FODECO, ⁴JAMSTEC

2011年3月11日に発生した東北沿岸域では、過去に類を見ない大津波の発生に伴い壊滅的な状況となった。陸域における津波堆積物の研究は、遡上した堆積物の特定やその影響について、多くの研究が行われている (Takashimizu et al., 2000; Sawai, 2012)。しかし、海域では津波堆積物についての調査はほとんど行われておらず、その実態はあまり解明されていない。

本研究では、海底に残る津波の痕跡と津波起源堆積物の分布や特徴を明らかにすることを目的とし、岩手県越喜来湾と唐丹湾で調査を行った。調査項目は、1) マルチビーム音響測深器 (MNB) による海底微地形探査、2) サイドスキャンソナー (SSS) によるイメージ、3) 高分解能地層探査装置 (SBP) による表層堆積物の分布調査、4) ROV/潜水による目視海底観察、5) 表層堆積物採取および 6) バイブルコアラーによる柱状堆積物の採取を行った。

海底微地形調査により越喜来湾では水深 2-105 m まで、唐丹湾では 2-112 m までの海底地形データを取得した。越喜来湾では 75 m 付近から 90 m 付近にかけて、唐丹湾では水深 70 m 付近から 90 m かけて、谷軸に平行な狭い谷 (谷中谷) 地形が確認された。また、凹凸状の起伏にとんだ地形が散在し、この分布は越喜来湾では水深 15-20 m 付近、唐丹湾では水深 17-25 m 付近であった。両湾の凹凸地形の比高は、越喜来湾で 20-100 cm 程度であった。この地形は SBP では、海底に露出した無層理な反射として表現される。また、SSS によるイメージから、人工物は先に示した水深付近、またはそれに浅に多く分布している。

表層堆積物 (0-10 cm) では、両湾とも全体として砂質堆積物が卓越し、下位から上位層にかけて粗粒から細粒への級化が見られた。また、越喜来湾では凹凸地形上 (水深 17-20 m) で採泥を行い、その観測点では礫質な堆積物が分布していることが確認された。

唐丹湾で採取した柱状堆積物では、0-16 cm までの堆積物には木片混じりの葉理が確認され、16-65 cm では細粒から粗粒 (貝殻混じり) への級化構造の卓越した砂質堆積物が見られた。これら砂質堆積物の下位 (65-85 cm) には赤褐色シルト層が存在し、境界には削剥された痕跡が見られたことから、乱泥流状の堆積過程が推察される。この痕跡を地震による堆積物とそれ以前の堆積物との境界と考え、上位層を津波起源堆積物と仮定した。この境界は、SBP では、顕著な反射面の連続として表現され、その分布を広域に確認し、その厚さの平面的な分布を求めた。唐丹湾では、その反射面の分布は水深約 40 m まで見られ、厚さは、約 20-100 cm で分布していた。

キーワード: 津波起源堆積物, 三陸沿岸

Keywords: Tsunami origin sediment, Sanriku coast

岩手県広田湾・唐丹湾で得られた柱状試料から見た津波起源堆積物の特徴 Characteristics of tsunami origin sediments sampled from Hirota and Toni bay around the Sanriku coast, Japan.

坂本 泉^{1*}, 横山由香¹, 滝野義幸¹, 八木雅俊¹, 井村理一郎¹, 飯島さつき¹, 根元謙次¹, 松井康雄², 鬼頭毅², 清水康宏³, 吉河秀郎⁴, 藤原義弘⁴, 笠谷貴史⁴

Izumi Sakamoto^{1*}, Yuka Yokoyama¹, Yoshiyuki Takino¹, Yagi Masatoshi¹, Riichiro Imura¹, Satsuki Iijima¹, Kenji Nemoto¹, Yasuo Matsui², Takeshi Kito², Yasuhiro Takashimizu³, Syuro Yoshikawa⁴, Yoshihiro Fujiwara⁴, Takashi Kasaya⁴

¹ 東海大学海洋学部, ² 芙蓉海洋開発(株), ³ 新潟大学, ⁴ 海洋研究開発機構

¹Tokai University, ²FODECO, ³Niigata Univ., ⁴JAMSTEC

2011年3月11日の東日本大震災では東北地方太平洋沿岸域に甚大な被害をもたらせた。東海大学では「東北マリンサイエンス拠点形成事業プロジェクト」の一環でJAMSTECとともに瓦礫マッピングを目的とした現地海洋調査を実施した。この調査において底質環境を明らかにするために柱状採泥を行い、結果湾内における津波起源と思われる堆積物に関連する情報が得られたので報告する。

広田湾は北西-南東方向に直線的な軸を持ち、湾口6kmで湾奥部は3kmと徐々に狭まって発達する典型的なリアス式の湾である。唐丹湾は全体的には東西方向6km、湾口で4km程度の比較的小さな湾であるが、湾口-湾中央部までは東西性の軸を有し、湾中央-湾奥は北西-南東方向の軸に転向する湾である。

広田-唐丹湾の湾で行った高分解能地層探査の結果、表層数10cm-数mまで側方変化の激しい層が観察された。この層を対象に行った採泥では、いずれの湾も水深40m付近まで表層0-10cmに級化構造の明瞭な砂質堆積物及び表層10cm直下に木片を挟む薄層が数枚発達していた。そのため重力式柱状試料を採取するのが困難であり、パイプコアリングを実施した。広田湾では合計6地点最大約2m、唐丹湾で6地点最大約1mの柱状試料を採取することに成功した。

広田湾では、表層下10cmまで貝破片や木片を含む細粒砂から中粒砂堆積物が級化構造を呈して存在し、表層下10から50cmの試料中には貝破片や木片を含む粗粒堆積物が下位層を削り込みながら堆積しているのが確認され、津波起源の堆積物であると推定された。最大2mの試料においては、表層下0から20cmに貝破片や木片を含む粗粒から礫質堆積物が下位層を削り込みながら堆積しているのが確認され乱泥流堆積物の特徴が観察される。50から130cm付近まで塊状の細粒砂からシルト質の堆積物が続くが、130cmから再度中粒から粗粒砂質の堆積物が出現してくる事から、下位の砂質堆積物は過去の津波起源堆積物の可能性がある。

唐丹湾では、高分解能地層探査により明瞭な津波起源堆積物と思われる層が谷軸部に最大1-2m観察されている。これに対応して採取したコアでは、表層下10cm直下に木片を挟む層が分布し、それ以下は50cm付近まで中粒から粗粒砂が存在し、50から60cmは貝殻片-木片や礫の混じった粗粒堆積物が下位の赤色シルト層と削り込み構造を呈しつつ接しているのが確認され、乱泥流堆積過程を呈していると推定される。

両湾とも下位に貝殻片や礫を含んだ粗粒堆積層が下位の塊状シルト層を削り込みながら堆積する乱泥流堆積過程が確認される事から、これらの砂から礫質堆積物は津波起源の堆積物であると推定される。

キーワード: 三陸沿岸, 津波起源堆積物

Keywords: Sanriku Coast, tsunami origin sediment

津波水理量と堆積物分布の関係性の数値的検討 Numerical investigation of the relationship between tsunami hydrodynamic features and the distribution of the deposits

橋本 康平^{1*}, 後藤 和久², 菅原 大助², 今村 文彦²
Kohei Hashimoto^{1*}, GOTO, Kazuhisa², SUGAWARA, Daisuke², IMAMURA, Fumihiko²

¹ 東北大学 工学研究科, ² 東北大学 災害科学国際研究所

¹Tohoku University School of Engineering, ²Tohoku University International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS)

過去の津波の波源, 浸水域, 被害などを推定することは, 将来起こりうる大規模な地震や津波のリスクを評価するために極めて重要であるといえる(今村・後藤, 2007)。津波堆積物(津波により陸上にもたらされ堆積した土砂)は, 津波の最低浸水範囲を示す物的証拠として古津波の波源モデルの推定に用いられてきた(例えば, 菅原ら 2011, 佐竹ら 2008)。しかし, 2011年東北地方太平洋沖地震津波の波源モデルはすべり量が50 m以上を示す(国土地理院, 2011)など, 西暦869年貞観津波を対象とした波源モデルと比較して特異な値を示した。これは津波堆積物を評価基準として断層モデルを推定する従来の手法では, 実際の断層パラメータより過小評価になる可能性があることを示している(橋本ら, 2013)。過去の津波像を復元し将来を予測する取り組みが重要視されている現在, 津波堆積物を用いた過去の津波の波源モデルや津波水理量の推定精度を再検討することは急務であるといえる。

Takashimizu et al. (2012) は津波堆積物と浸水深の関係を検討することは, 過去の津波発生時の浸水深を推定するために重要な課題であるとしており, 東北地方太平洋沖地震津波の現地調査で得られた仙台平野沿岸部の津波堆積物層厚と浸水深の関係について検討している。また, 橋本ら(2013)は仙台平野沿岸部の堆積物層厚分布と, 津波数値計算による最大浸水深と最大流速を比較検討して関係性を検討している。これらの研究は, 2011年東北地方太平洋沖地震津波の水理量と津波堆積物の関係性を明らかにしようとする試みであるが, 津波の流れの中で時間をかけて形成される津波堆積物の堆積プロセスを浸水深や流速だけで再現できるとは考えにくい。

そこで本研究では, 仙台平野の沿岸部の現地調査で得られた2011年の津波堆積物分布に着目して, 津波数値計算から得られる各種の水理量(流量, 流速積分値, フールド数など)と津波堆積物分布の関係性を検討した。

キーワード: 東北地方太平洋沖地震津波, 津波堆積物, 仙台平野, 数値計算

Keywords: Tohoku-oki tsunami, Tsunami deposit, Sendai Plain, Numerical simulation

東北沖地震の津波による堆積物形成の数値シミュレーション Numerical simulation of tsunami deposition by the 2011 Tohoku-oki earthquake in Sendai Plain

菅原 大助^{1*}, 高橋 智幸², 今村 文彦¹

Daisuke Sugawara^{1*}, Tomoyuki Takahashi², IMAMURA, Fumihiko¹

¹ 東北大学, ² 関西大学

¹Tohoku University, ²Kansai University

低頻度巨大地震・津波のリスクについて信頼性のある評価を行うためには、津波堆積物による履歴解明に加えて、津波および土砂移動の数値解析手法を導入して、浸水域や水理量、波源を定量的に推定する必要がある。これまでも2004年インド洋大津波などを事例に、陸上における砂質の津波堆積物形成の数値シミュレーションが行われ、土砂移動モデルの再現性について検討が重ねられてきた。平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による津波(東北沖津波)においては、堆積物現地データはもとより、高密度の津波痕跡高測定結果など数値解析の基盤となるデータ群を背景に、津波堆積物形成の数値解析手法を更に高度化できると期待される。

既に、仙台湾沿岸各所で東北沖津波による堆積物の調査が行われ、多数のデータが報告されている(例えば[1])。確認された津波堆積物の厚さは最大30cm程度で、内陸ほど薄くなりながら数kmに渡って分布していたが、砂質堆積物の到達距離は浸水距離の60-70%程度であり、層厚は局所的に大きく変化することが判明している[1][2]。また、仙台平野に打ち上がった津波堆積物には海底起源の物質が少なかったことが報告されており[3][4]、堆積物の大部分は極浅海域から陸上にかけて起源を持つと考えられている。流れの状況と砂移動はかなりの程度、局所的な自然および人工地形、例えば海岸施設や道路の影響を受けていたと考えられる。近現代の津波による土砂移動の数値解析においては、これらの要素を考慮する必要がある。

本研究では、仙台平野における東北沖津波による堆積物形成の数値解析を行った。津波の波源には、仙台平野における地殻変動量分布と沖合の津波観測波形を良好に再現できる断層モデル[5]を使用した。津波伝播と氾濫解析には直交格子で差分された非線形長波方程式[6]を、津波による土砂移動には高橋ら[7]のモデルを使用した。詳細な地表被覆状況と地形起伏を考慮した計算を行うため、国土地理院による解像度5mの地形データと土地利用データを使用している。

予察的な計算結果は、仙台平野の津波堆積物が主に砂浜と構造物周辺で生じた浸食によりもたらされた可能性を示している。また、現地調査で明らかにされた堆積物の分布傾向や局所的な堆積量の変動も堆積物現地データと整合的である。しかし、個別の調査地点ごとの一致を議論するためには、数値解析および現地調査それぞれに課題がある。本発表では、現状の津波堆積物形成シミュレーションの適用性について検討するとともに、水理量や浸水域の推定にあたって、現地調査でどのようなデータを得るべきか、数値解析の面から議論したい。

参考文献

- [1] Abe et al., 2012, *Sedimentary Geology* 282,
- [2] Richmond et al., 2012, *Sedimentary Geology* 282,
- [3] Szczuciński et al., 2012, *Sedimentary Geology* 282,
- [4] Chague-Goff et al., 2012, *Sedimentary Geology* 282,
- [5] 杉野ほか, 印刷中, 日本地震工学会論文集
- [6] Goto et al., 1997, *IOC Manuals and Guides* 35, UNESCO, Paris, 130 p.
- [7] 高橋ほか, 1999, *海岸工学論文集* 46, 606-610.

キーワード: 津波堆積物, 数値シミュレーション, 土砂移動, 東北地方太平洋沖地震, 東日本大震災

Keywords: tsunami deposit, numerical simulation, sediment transport, The 2011 Tohoku-oki earthquake tsunami

仙台湾沿岸における 2011 年東北沖津波による堆積物の層厚・粒度 Thickness and grain size fluctuation of the 2011 Tohoku-oki tsunami deposit in Sendai and Joban coasts, Japan

阿部 朋弥^{1*}, 後藤 和久², 菅原 大助²
Tomoya Abe^{1*}, Kazuhisa Goto², Daisuke Sugawara²

¹ 名古屋大学大学院地理学教室, ² 東北大学災害国際研究所

¹Department of Geography, Nagoya University, ²International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

津波堆積物の層厚や粒度は、大局的には内陸方向に向かって薄層化・細粒化する。その一方で、局所的には微地形や供給源の影響により大きく変化することが知られている。2011年東北地方太平洋沖地震津波後の現地調査結果においても、地形的低まり(Nakamura et al. 2012)、噴砂の二次堆積(Goto et al. 2012)、人工構造物背後の洗掘(Takashimizu et al. 2012)などの影響による層厚や粒度の局所変化が指摘されている。形成直後の津波堆積物の層厚や粒度の局所変化とそれらの要因を明らかにすることは、津波堆積物形成プロセスを理解するための基礎情報として重要である。しかし、古津波堆積物研究では津波発生当時の古地形や土地条件の空間的な復元は容易ではないため、層厚や粒度の局所変化の要因を特定することは難しい。そのため、津波堆積物の大局的な分布状況から、古津波の規模および挙動の復元を試みざるを得ない。

このような問題を念頭に置いた上で、我々は、2011年4月から2012年11月まで、宮城県・福島県沿岸部において、海岸線から遡上限界まで長さ0.6~4.1kmの計12本の測線を設定して津波堆積物の調査を行なった。各地点では、層厚・粒度・堆積構造の記載およびサンプルの採取を行ない、さらに沈降法による粒度分析を行なった。その結果、津波堆積物の層厚・粒度の内陸方向への変動に関して、下記のような傾向が明らかになった。

津波堆積物の全層厚(砂層+泥層)、および砂層の層厚は、大局的には内陸方向に向かって薄くなる。全層厚は、海岸線から1.5~2kmで10~15cm以下に、2~2.5kmを超えると5cm以下になる。砂層の層厚は、海岸線から1.5~2kmで10~15cm以下に、2~3kmで5cm以下になり、2.5~3kmを超えると0.5cm未満の砂粒子がパッチ状に分布するようになる。泥層の層厚は、内陸方向に向かって大きな変化をせず、ほとんどが5cm以下である。また、砂層の粒度は、海岸線から2kmまでは平均粒径値1.5~2の幅で変動しながら緩やかに細粒化する。一方で、海岸線から2kmから2.8kmまでは平均粒径値3程度へと急激に細粒化する。

全層厚および砂層厚は、海岸線付近から海岸線から1.0~1.5kmまでの範囲では変動幅が大きい。粒度分析結果からは、粒径が比較的大きい砂粒子の掃流形式による運搬が卓越していたと推測できるため、微地形の凹凸の影響を受けやすかったことが要因として考えられる。また、遡上距離が約2km以内の測線では、海岸線付近の層厚と遡上限界付近の層厚との間には大きな差はない。遡上限界付近で再び層厚が増大する測線もある。遡上距離が約2kmに達するまで、津波は一定以上の土砂運搬能力を維持していたと考えられる。また、海岸線から2~3kmの範囲で砂層は形成されなくなり、急激に細粒化する。この現象の要因として、以下の2つの仮説が考えられる。(1)主たる砂の供給源(海岸線から0.5~1km以内に分布している砂丘; Szczucinski et al. 2012)からの供給量に制約があった。(2)海岸から2~3kmの区間で、津波の陸上氾濫流速や浸水深と関係する津波の土砂運搬能力が急激に低下した。今後、現地調査結果や堆積物分析結果にもとづき、これらの仮説の定量的な解明を行なう予定である。

<参考文献>

- Goto et al., 2012, *Geology*, 40, 887-890.
Nakamura et al., 2012, *Sedimentary Geology*, 282, 216-227.
Szczucinski et al., 2012, *Sedimentary Geology*, 282, 40-56.
Takashimizu et al., 2012, *Sedimentary Geology*, 282, 124-141.

キーワード: 2011年東北地方太平洋沖地震津波, 津波堆積物, 層厚, 粒度
Keywords: 2011 Tohoku-oki tsunami, tsunami deposit, thickness, grain size

地形のおよび水理学的特徴が津波堆積物の分布範囲に及ぼす影響 — 津波堆積物の工学的利用を目指して —

Effect of topographical and hydraulic features on distribution range of the 2011 Tohoku-oki earthquake tsunami deposit

吉井 匠^{1*}, 濱田 崇臣¹, 佐々木 俊法¹, 松山 昌史¹, 奥澤 康一², 渡辺 雅一²

Takumi Yoshii^{1*}, Takaomi Hamada¹, Toshinori Sasaki¹, Masafumi Matsuyama¹, Koichi Okuzawa², Masakazu Watanabe²

¹ 一般財団法人 電力中央研究所, ² (株) セレス

¹Central Research Institute of Electric Power Industry, ²Civil Engineering Research and Environmental Studies

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う巨大津波(以下, 3.11津波)は, 津波の脅威を改めて知らせることになった。一方, 石巻から仙台平野南部における貞観地震津波と3.11津波の対比から, 史実以前の古津波調査方法として津波堆積物が社会的注目を集めることになった(例えば, 中央防災会議, 2011)。すでに, 一部の地方自治体では, 津波堆積物を工学的な津波評価に用いる試みがなされている(たとえば, 神奈川県, 2012; 北海道, 2012)。

津波堆積物を工学的に用いるためにはいくつかの大きな課題が残されている。一つは堆積物の認定方法であり, 津波堆積物調査結果の解釈が調査者によって異なる事のないよう, 一定の認定方法, 解釈方法の指針が必要である。もう一つは調査地点の選定方法である。津波堆積物研究では津波堆積物が残りやすいとされる沿岸域の湖沼や, 平野などが中心に調査されているが, 特定の地点を対象とした津波評価の場合, このような理想的な地理条件を満たす地点が周辺に存在しない事もある。調査場所の選定方法は古津波調査結果自体に影響するため, 津波堆積物を工学的利用する際の最重要課題であるといえる。適切な調査場所を選定するためには, 地形学的特徴および水理学的特徴により津波堆積物の堆積状況や分布範囲がどのように変化するのかを検討する必要がある。

本研究では, 地形学的特徴および水理学的特徴が異なる地点の津波堆積物を調査するために, 2012年の8月~11月にかけて青森県三沢市から千葉県山武市に至るまでの海岸を踏査し, 人工的改変が顕著に見られない19地点において陸上の試料を取得した。対象とした海岸は主に細砂~粗砂で構成されており, 一部に混合砂礫海岸を含む。遡上範囲における陸上の地形勾配は0.0003~0.08, 沖合の海底勾配は0.0018~0.0312の範囲にあり, 一方, 津波の遡上高は3.1m~26m, 最大遡上距離は125m~4000mの範囲である。分布範囲を調べるために, 津波遡上域を9のエリアに分割し(沿岸方向3分割×岸沖方向3分割)し, それぞれのエリアにおいて, 局所的な地形の影響が小さく, 周辺の堆積状況を反映していると考えられる地点で表層の試料を採取した。

調査の結果, 陸上の地形勾配が0.08である海岸以外の18地点において津波堆積物が陸上に分布していることを確認した。遡上限界付近のエリアまで津波堆積物が存在していた地点は15地点であり, 3地点は遡上域の中央付近までの分布を確認した。従来の知見では津波堆積物は比較的平坦な海岸に残されやすいと考えられていたが, 本研究の調査結果では比較的勾配が大きい海岸(~0.06)においても津波堆積物が残留することが分かった。また, 遡上高が10m以下と比較的小さい海岸においても津波堆積物が最奥部まで残されていた。ただし, これらの結果は詳細な分析を踏まえた精査が必要である。現在, 取得した試料の分析(粒度組成分析, 化学分析, 珪藻分析)に加え, 数値解析を用いた各調査地点での水理的挙動の再現を行っており, これらは当日, 大会会場にて公表する予定である。

キーワード: 津波堆積物, 東日本太平洋沖地震, 現地調査, 数値解析

Keywords: tsunami deposit, the 2011 Tohoku-oki earthquake, field investigation, numerical simulation

津波堆積物の化石化過程初期ステージにおける層相・層厚変化

Taphonomical process of sandy tsunami deposit based on field observations at 1 year after the 2011 Tohoku-oki tsunami

中村 有吾^{1*}, 西村 裕一¹

Yugo Nakamura^{1*}, Yuichi Nishimura¹

¹ 北海道大学地震火山研究観測センター

¹ ISV, Hokkaido University

津波堆積物は形成直後から物理的・化学的風化作用や生物擾乱を受け、最終的に「化石」津波堆積物へと変化する。本研究では、津波堆積物の変質、保存過程(すなわち「タフォノミー」)を明らかにするため、青森県三沢海岸に分布する2011年東北地方太平洋沖地震津波堆積物について、津波発生後1年の時点での層相、層厚、堆積物分布、被覆層の有無について調べた。三沢海岸では2011年津波によって最大層厚56cmの砂質津波堆積物が形成され、層厚を減じながらも遡上限界付近まで分布する。しかし、津波発生から1年が経過した2012年5月の時点で、遡上限界付近の薄い砂層は、すでに流出したか、土壌に取り込まれて砂層として認められない。いっぽう、海岸砂丘背後に分布する層厚2cmを超える堆積物については層厚・層相ともに顕著な変化は見られなかった。また、海岸から100~500mにある防風林内では、津波堆積物の上位に厚さ数cmの植物遺体層・腐植層が堆積しており、津波堆積物を侵食・風化から保護している。津波発生から1年たった現在、津波堆積物の分布域は、実際の堆積域・津波浸水域より狭い。よって、「古津波堆積物」の分布域を津波の浸水域と考えると、津波の規模を過小評価する可能性がある。津波タフォノミーを知ることは、堆積学的知見を得るだけでなく、今後の古津波研究の防災上の適用限界を知る上で大きく寄与するだろう。

キーワード: 津波堆積物, 化石化過程, 風化, 2011年東北沖地震津波

Keywords: Tsunami deposit, Taphonomical process, Weathering, 2011 Tohoku-oki tsunami

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 Distribution and origin of the 17th century tsunami deposit in the Iburi coast, Shiraoi district, central Hokkaido

中西 諒^{1*}, 岡村 聡¹, 高清水 康博², 嵯峨山 積³, 仁科 健二³

Ryo Nakanishi^{1*}, Okamura Satoshi¹, Takashimizu Yasuhiro², Sagayama Tsumoru³, Nishina Kenji³

¹ 北海道教育大学, ² 新潟大学, ³ 北海道立総合研究機構地質研究所

¹Hokkaido University of Education, ²Niigata University, ³Geological Survey of Hokkaido

北海道太平洋沿岸は千島海溝の沈み込みによる地震の多発地帯であり、頻繁に巨大津波が襲来する地域である。胆振海岸東部(苫小牧市勇払-むかわ町)では、17世紀に発生した巨大津波による堆積物が報告されている。ただし、その波源についてはよくわかっていないとされ、北海道の古津波研究における重要な課題の一つである。候補として考えられる波源は、噴火湾周辺で対比される1640年の駒ヶ岳噴火に伴う山体崩壊起源の火山性津波や、道東において300~500年周期で確認されているプレート境界型地震(いわゆる“500年間隔地震”による津波)、および1611年慶長地震津波がある。本発表では、これまでに調査の空白域となっていた胆振海岸白老地域に焦点を当て、津波堆積物の分布と起源について検討する。

本調査地は白老を4つの地域に分けそれぞれ海岸線に直交する測線を設けた。地形の特徴は、一列の砂丘列の陸側に後背湿地が広がっており、平坦もしくは非常に緩やかな傾斜になっている。海岸から1~2km内陸では約4万年前の支笏火砕流堆積物が厚く堆積している。地質層序は表土が十数cmあり、その下位に厚さ約1mの1663年有珠bテフラが分布する。その下位には厚さ数mmの泥炭層を挟んで、厚さ数cmから十数cmの砂層が存在する。この砂層の下位には、再び泥炭層が続くため、この砂層は湿原環境に突発的に堆積したイベント堆積物と考えられる。またこのイベント砂層から約20cm下位には10世紀に降灰したと考えられる白頭山 苫小牧テフラが認められた。

このイベント砂層の分布を調べるため、海岸線に沿って14kmの範囲の沿岸低地にて、約80か所のボーリング調査を行い、イベント砂層の3次元の広がりを確認した。その結果、砂層の層厚は分布する内陸距離の半分くらいで急激に減少し、その後シート状に広がっており、800m前後でせん滅することが分った。また、各地点のイベント堆積物の粒度分析から、内陸へ細粒化し、軽石などの比重の小さなものの割合が増加する傾向が認められた。このことは、内陸へ営力が減少したことを示唆する。また、珪藻化石群集の解析からは、このイベント砂層中に18%の海生種が含まれることが明らかになった。さらに粒度組成や構成鉱物比が海浜砂と類似性を持っていることも併せて考えると、このイベント砂層の主な供給源は海浜砂や砂丘砂と考えられるため、この泥炭に挟まれたイベント砂層は胆振海岸を襲った17世紀の津波堆積物であると考えられる。

この堆積物の粒度組成の垂直変動を調べたところ、逆級化(または級化の無い)を示す最下部、二度の正級化を示す中部と上部の3ユニットに区分できた。これは津波の流れ様式の変化を反映したものであると考えられる。津波堆積物の内陸方向への層厚変化は、海岸で最も厚く、その後内陸へ急激に薄層化していた。このような粒度組成の垂直変動と内陸方向への層厚変化は、沿岸低地を遡上した津波の流れが、海側から陸側へかけて減衰したことを示している。ユニット区分から少なくとも2回の津波の流れの増大を読み取ることができた。

津波の古流向と流れ様式の変化を把握するために、3か所で採取した定方位不攪乱試料についてユニット毎に粒子配列の測定を行った。その結果、インプリケーションは海側に傾斜しており、これらの堆積物が遡上流のみからなる可能性を示した。オリエンテーションは海側の2地点において海岸線と直交した向きで、内陸の1地点では海岸線と平行な配列を示した。また、上部ユニットの粒子配列は不明瞭であった。

浮遊や粒子分散圧が働いた粒子の配列は流向と平行になることが知られており、河川のような転動で定着した場合は、粒子の長軸が流れと直交することが知られている(八木下, 2001)。海側の2地点と陸側の1地点におけるオリエンテーションの相違は、海側では津波の営力が強く、粗粒な粒子が互いにぶつかり合う掃流によって良く運搬され、逆級化を残すような堆積が卓越していた。一方、陸側においては流れの営力減衰に伴い、河川的な転動からの堆積に変化した可能性が考えられる。

粒子配列から読み取ることのできた古流向は、南南東から北北西への流れであった。これは千島海溝のプレート境界型地震による津波であるとすれば説明がつく。また、津波堆積物の遡上距離と遡上高から推定した津波の規模は本調査地と鶴川で有意に差があり、鶴川で遡上距離・遡上高とも大きい。一方、勇払 苫小牧、白老(本地域)、登別(富岸)では有意な差が認められない。波源からの距離が鶴川で近く、勇払から白老までが一定であったと考えると、古流向から推定される津波起源と整合的である。

キーワード: 津波堆積物, 北海道, 17世紀, 粒度分析, 粒子配列

Keywords: Tsunami deposit, Hokkaido, 17th century, Grain size analysis, Grain-fabric

北海道日本海沿岸における津波履歴調査

Tsunami deposits survey around Japan Sea coastal area, Hokkaido

廣瀬 亘^{1*}, 川上 源太郎¹, 田近 淳¹, 石丸 聡¹, 深見 浩司¹, 渡邊 達也¹, 高橋 良¹, 仁科 健二¹, 嵯峨山 積¹, 奥水 健一¹

Wataru Hirose^{1*}, Gentaro Kawakami¹, Jun Tajika¹, Satoshi Ishimaru¹, Hiroshi Fukami¹, Tatsuya Watanabe¹, Ryo Takahashi¹, Kenji Nishina¹, Tsumoru Sagayama¹, Kenichi Koshimizu¹

¹ 道総研 地質研究所

¹ Geological Survey of Hokkaido

日本海東縁では、1993年北海道南西沖地震、1983年の日本海中部地震、1940年神威岬沖地震など、津波を伴う大きな地震が頻発し、北海道の日本海沿岸は大きな被害を受けてきた(渡辺, 1998など)。日本海東縁における地震活動が決して低調ではないこと、奥尻海盆や後志トラフなどで「地震性タービダイト」から過去7000年間に7回のイベントが想定されていること(下川・池原, 2002)などから、こうした津波は過去にも繰り返し発生していたと推測される。しかし、北海道では17世紀以前の文献資料が極めて乏しく、17~19世紀についても量・質ともに限られたものしかないので、津波履歴調査では津波堆積物の有無の確認およびその検証が重要となる。

我々は、北海道の日本海側における過去数千年間の津波履歴調査に着手している。本講演では、これまでの調査の概要について報告する。

津波履歴の把握は、津波リスクを有する自治体にとって緊急性が極めて高いことから、本調査は北海道立総合研究機構(道総研)地質研究所と北海道庁の緊密な連携のもと実施している。2011年から稚内~松前に至る北海道の日本海側全域にわたる総合的な津波履歴調査に着手し、これまで217地点で調査を実施している。調査で得られた情報は、途中段階であっても北海道庁および北海道防災会議地震専門委員会に随時報告し、学識委員等による議論を経て防災事業に速やかに反映されるよう配慮している。また、日本海側で他の研究グループが実施している津波痕跡調査についても随時情報交換している。

津波堆積物の探索は、津波痕跡が残りにやすい沖積低地に加え、標高30m程度までの海岸段丘、さらに通常は調査対象となることが少ない海岸部の急傾斜地・地すべり地形等も調査対象とした。これは、段丘面に到達するような大規模津波を考慮したこと、斜面堆積物・崖錐中にイベント堆積物が挟在する可能性を考慮したためである。沖積低地では、露頭調査にくわえ、沖積低地地下を対象にジオスライサー、ボーリング調査も合わせて実施している。堆積物が認められた場合は、その層序や地質学的堆積学的特徴に加え、珪藻等の海棲生物痕跡の有無、EC・pH等の地球化学的検討、側方連続性や広域的な対比についても検討した。

2011年の概略調査では、北海道北部(遠別~小平, 焼尻島)と渡島半島の7地点で、津波イベントの疑いがある堆積物を見いだした。これをうけて2012年度は、まず日本海側南部(積丹半島~松前半島)と奥尻島を主要なターゲットとした。人工改変により完新世相当の堆積物が擾乱されたり失われている地点が少ないため調査条件は必ずしも良くないが、寿都~上ノ国・奥尻島の127地点中26地点で、津波イベントの可能性のある砂層・礫層を認識した。積丹半島~蘭越では、共和町の沖積低地で深さ3~5mを対象としたジオスライサー調査を6地点・掘削深度15m程度のボーリング調査を1地点、積丹半島(沼前の地すべり地)では掘削深度3~8m程度のボーリング調査を4地点実施し、より深い層準に津波イベント堆積物がないか確認することとした。これまでのところ、海域起源の砂層など津波イベントを示す可能性が高い堆積物は見いだしていないが、微化石・地球化学的データもあわせ引き続き精査を行っている。

奥尻島では、露頭調査および簡易ジオスライサー調査により、青苗西方の完新世段丘(段丘面の標高8.2m)および初松前地区の沖積低地(標高6m)など複数の地点で、津波イベントを示す可能性の高い堆積物を見いだした。これらの地点では、過去数千年間程度に堆積したシルト~粘土、黒ボク土中に、広域テフラであるKo-d(1640年)、B-Tm(10世紀)とともにイベント砂層が観察される(川上ほか, 2012; 仁科ほか, 2013)。砂層の年代は11-13世紀, 6-7世紀, 約2300年前, 約2600~2700年前, 約3100~3300年前である。

今後は、調査密度の低い北海道北部での地形地質調査を行うとともに、奥尻島で見いだされたイベント堆積物の広域対比や各地のイベント堆積物の検証を行っていく予定である。

引用文献

川上源太郎・平川一臣・田近 淳・廣瀬 亘・深見浩司・高橋 良, 2012, 北海道奥尻島の完新世段丘に認められた津波堆積物. 日本地質学会第119年学術大会講演要旨.

仁科健二・川上源太郎・嵯峨山積・高橋良・渡邊達也・奥水健一・平川一臣, 2013, 日本海東縁, 北海道南西沖, 奥尻島の沖積低地で認められた複数の津波堆積物. 日本地球惑星科学連合2013年大会.

下川浩一・池原 研, 2002, 大竹正和ほか編「日本海東縁の活断層と地震テクトニクス」第6章, 東京大学出版会.

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



MIS25-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月24日 16:15-17:30

渡辺偉夫, 1998 「日本被害津波総覧 (第2版)」, 東京大学出版会.

キーワード: 北海道, 津波, 地震, 山体崩壊, ハザード

Keywords: Hokkaido, Tsunami, Earthquake, Debris avalanche, Geological Hazard

三浦半島の南端，毘沙門湾の津波堆積物調査 - 掃流性イベントの認定 - Tsunami Deposits Survey in the Bishamon Bay at the Southern Tip of the Miura Peninsula, Central Japan

金 幸隆^{1*}, 萬年一剛¹, 捧 一夫²

Haeng Yoong Kim^{1*}, MANNEN, Kazutaka¹, SASAGE, Kazuo²

¹ 神奈川県温泉地学研究所, ² 株式会社パスコ

¹ Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, ² PASCO Co.

三浦半島は、1923年大正関東地震および1703年元禄関東地震の震源域に位置する。目撃証言から、大正地震の際に約3mの高さの津波が襲来した。また元禄地震の際には、約11mの高さの津波が、海岸に打ち寄せたとされる伝承がある。三浦半島の南部には、更新世後期の海成段丘（最大標高85m）が形成され、海成段丘を刻む谷底平野が発達している。海岸線は谷によって入り組み、溺れ谷性の内湾が分布している。三浦半島の南端に分布する毘沙門湾は、こうした内湾の一つであり、太平洋に面している。

毘沙門湾の湾奥に発達する谷底平野（幅最大約100m、全長1200m、最大標高30m）の下流域で、5か所の群列ボーリングを実施した。掘削地点は陸側から海側の順にBSH1（標高4.17m）、BSH2、BSH3、BSH4、BSH5(2.1m)であり、陸側の掘削地点の地表高が高い。掘削深度は5mであるが、BSH1では6mまでボーリングを行った。

採取された堆積物は、上位から下位の順に、盛土（ユニット1）、貝殻片を含む砂礫層（ユニット2）および砂質泥層（ユニット3）の三つの層に区分された。ユニット1の厚さは厚く、BSH1～BSH5の順に、2.1、1.9、1.8、1.5および1.1mである。ユニット2の上面の標高は、BSH1:2.1m、BSH2:2.0m、BSH3:1.7m、BSH4:1.3mおよびBSH5:1.0mであり、盛土の行われる前の地盤高を示すと推察される。同層の層厚はBSH1:1.05m、BSH2:0.8m、BSH3:0.6～0.8m、BSH4:0.7m、BSH5:0.7mであり、上流側のBSH1とBSH2で層厚が厚い。また同層は、貝殻片を多量に含む砂礫からなり、泥や粗粒砂からなる泥質砂層の中に中礫サイズの泥岩亜角礫が混じる。淘汰が悪く、全て掘削地点のユニット2の下部では、泥質砂と小礫混じり泥質砂が、インターフィンガーするように混じりあっている部分が厚さ約0.3~0.6m認められる。また上流側のBSH1と2では、貝殻片を伴わない部分も認められ、BSH2の標高1.8~1.9mでは泥炭質微細砂が薄く分布する。以上のことからユニット2は、川と潮汐の影響のある干潟堆積物であると推定される。ユニット3は、細粒の貝殻片や細粒砂を含む砂質泥層であり、泥の量が多い。一部で薄い平衡葉理や貝殻片の農集する部分も認められる。潮下帯の内湾泥底で、比較的穏やかに堆積した可能性がある。

BSH2のコアの最下部に近い深さ4.6~4.9mの標高-0.7~1.0mでは、上述した細粒物質からなるユニット3の中に厚さ約0.3mの砂礫層が認められた。砂礫層には、砂、貝殻片、木片が多量に巻き込まれ、泥や砂の量も多く、淘汰が悪い。砂礫層の基底の砂質泥層は侵食されており、砂礫層の堆積時に強い掃流が生じていたことが推察された。内湾泥底に生じていることから、この掃流イベントは津波であると推察され、また木片を多量に含むことから、この砂礫層は引き波の際に堆積した可能性がある。しかしながら、津波以外の要因も考えられ、洪水時に内湾底に砂礫層が流れ込んだ可能性も残る。

キーワード: 津波堆積物, 関東地震, 三浦半島, 毘沙門湾

Keywords: Tsunami Deposits, Kanto Earthquake, Miura Peninsula, Bishamon Bay

富山県射水市放生津潟における底生有孔虫を用いた津波堆積物の検出 Detection of tsunami deposits: utilizing benthic foraminifera of the former Hojozu Lagoon, Imizu City, Toyama Prefecture

矢野 さおり^{1*}, 竹内 章¹
Saori Yano^{1*}, Akira Takeuchi¹

¹ 富山大学理学部
¹ Toyama Univ.

富山県射水市の沿岸域は、寄り回り波によって度重なる被害を受けており、江戸時代以降には津波の襲来を受けている。本研究は、放生津潟の沖積層を対象とし、底生有孔虫を用いて津波堆積物やストーム堆積物などの海成イベント堆積物を発見することを目的とした。本研究では、黒部川河口周辺海域から採取された海底堆積物を検鏡して、富山湾における底生有孔虫の分布状況を把握し、既往研究で報告されている底生有孔虫の深度分布や対応水塊との対比を試みた。一方、放生津潟のコアサンプルの検鏡から底生有孔虫を抽出し、有孔虫の深度分布・対応水塊との比較から、海成イベント堆積物の当否を判断した。

その結果、深海性の *Ammonia ketienziensis* をはじめとする富山湾の底生有孔虫は、津波堆積物を認定する上での判断材料として有効であることが明らかになった。

放生津潟のコアサンプルから、縄文中期（約 5,000 年前）以降弥生後期（約 1,900 年前）以前に形成されたと考えられる、津波・ストーム両方の形成過程が示唆される海成イベント堆積物、ならびに津波堆積物である可能性の高い堆積物を発見した。底生有孔虫をのぞく包有物からみた海成イベント堆積物の特徴は粗粒砂を含むことであり、津波堆積物の特徴は、多量の貝殻片や中粒砂～粗粒砂を含むことである。それらの堆積物粒子の円磨度や淘汰度はともに低い。また、堆積物の供給源は、前者が内部浅海帯以浅の堆積物、後者は外部浅海帯以浅の堆積物であることが推定される。

このような海成イベント堆積物を検出し記載したことは、津波堆積物とストーム堆積物を識別する研究の糸口となると期待される。

キーワード: 津波堆積物, ストーム堆積物, 放生津潟, 完新統
Keywords: tsunami deposits, storm deposits, hojozu lagoon, holocene

九州地方東部沿岸低地におけるハンドコアラを用いた古津波堆積物調査報告 Preliminary results of a paleotsunami study by hand coring in coastal lowlands, eastern Kyushu

山田 昌樹^{1*}, 藤野 滋弘², 千葉 崇², 後藤 和久³, James Goff⁴

Masaki Yamada^{1*}, Shigehiro Fujino², Takashi Chiba², Kazuhisa Goto³, James Goff⁴

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科, ² 筑波大学生命環境系, ³ 東北大学災害科学国際研究所災害リスク研究部門, ⁴ Tsunami and Natural Hazards Research Group, University of New South Wales

¹ Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, ² Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, ³ International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, ⁴ Tsunami and Natural Hazards Research Group, University of New South Wales

九州東部沿岸地域では、寛文日向灘地震津波(1662年)、宝永地震津波(1707年)、明和日向灘地震津波(1769年)、安政南海地震津波(1854年)などの南海トラフや日向灘で発生した津波によって浸水した記録が残っている(羽鳥, 1985)。羽鳥(1985)は史料をもとに現地調査を行った結果、1662年の寛文日向灘地震津波は宮崎平野に広く浸水し、波高は4-5mであったと推定している。また、1707年宝永地震では波源域が足摺岬の南西部まで伸びており(Furumura et al., 2011)、九州北東部では津波の高さは3-4.5mに達しているが、九州南東部では津波は比較的小規模であったと考えられている(羽鳥, 1985)。しかしながら、南海トラフで発生する地震の震源域が1707年宝永地震のときよりも南西側の日向灘まで及んだ場合、九州地方東部沿岸の広い範囲を津波が襲う可能性がある。

歴史記録が残されていない、または記録がごく限られている過去の津波の発生時期や浸水範囲などは地層中に残された津波堆積物を用いて推定することができる。しかしながら、現時点で古津波堆積物調査が実施された地域は日本の太平洋沿岸全てを網羅しているわけではない。九州地方東部沿岸地域に限って見ても、これまでに大分県の龍神池において津波起源と推定される砂質堆積物の報告があるのみであり(例えば, Matsuoka and Okamura, 2009)、宮崎県以南の地域では津波堆積物の報告はない。本研究の目的は、九州東部沿岸低地において津波堆積物を記載し、過去数千年間の津波履歴を解明することである。

2012年の3月から鹿児島県、宮崎県、大分県の沿岸低地におけるハンドコアラを用いた津波堆積物の予察調査を開始した。本発表では宮崎県串間市の低地におけるデータを中心に提示する。調査地である志布志湾に面した溺れ谷低地は、標高10-30mの丘陵地に囲まれており、最大幅は約550mである。本研究では海岸から内陸方向に向かって長さが約300mと約450mの2本の測線を設定し、合計19地点で掘削、記載、サンプリングを行った。両測線とも地表から最大で深度1m程度までは耕作土であり、深度4-6m程度で細礫や極粗粒砂が点在する濃灰色の細粒砂-中粒砂層に到達した。耕作土と濃灰色の細粒砂-中粒砂層の間は、下位から、緑褐色の有機質シルト層、黒褐色の有機質シルト層、青灰色の粘土層で構成される。多くの地点の有機質シルト層、粘土層から複数枚の砂層が確認された。特に深度320-360cm付近の緑褐色の有機質シルト層の上位に認められる層厚1cm程度の砂層からは汽水-海水性珪藻の遺骸が発見された。このことは、砂が海域から内陸まで運搬された可能性を示唆している。今後は、放射性炭素年代測定による年代値を増やし、砂層の平面的な対比を行うとともに、珪藻群集による古環境の復元を行うことで、海水の浸入や砂層の堆積と前後した環境変化の有無を検証する。

キーワード: 津波堆積物, 九州地方, 宮崎県, 南海トラフ, 南海地震, 日向灘地震

Keywords: tsunami deposit, Kyushu, Miyazaki Prefecture, Nankai Trough, Nankai earthquake, Hyuga-nada earthquake

宮崎県沿岸部における古津波痕跡調査

A Study of Paleo-Tsunami along the Coastal Area of Miyazaki Prefecture, south-western Japan

鎌滝 孝信^{1*}, 丹羽 正和², 高取 亮一², 生田 正文², 黒澤 英樹³

Takanobu Kamataki^{1*}, Masakazu Niwa², TAKATORI, Ryoichi², Masafumi Ikuta², Hideki Kurosawa³

¹ 秋田大学地域創生センター, ² 日本原子力研究開発機構地層処分研究開発部門, ³ 応用地質株式会社エネルギー事業部

¹Akita University, ²Japan Atomic Energy Agency, ³OYO Corporation

我々は平野部における完新世の隆起・沈降プロセスとその周辺海域で発生する海溝型地震との関連を明らかにするために、平成24年度から宮崎平野を対象とした調査・研究を実施している(丹羽ほか, 本大会)。本講演では、宮崎県沿岸部における古津波痕跡に関する研究について、現時点で得られている知見を速報的に紹介する。

古津波の痕跡、すなわち津波堆積物を使って海溝型巨大地震の再来間隔を推定し、その発生時期や影響範囲および被害に関する将来予測を試みる研究は国内外で数多くなされている。国内において津波堆積物は、千島海溝沿岸域、日本海溝沿岸域、相模トラフ沿岸域、駿河～南海トラフ沿岸域などから報告されているが、我が国における研究例の大部分は東北日本太平洋側のもので、他地域、特に九州東部の日向灘周辺からの報告はほとんどない。一方、日向灘周辺は古くから津波の被害を受けてきたことが知られていることから(例えば、羽鳥, 1987)、本研究では宮崎県沿岸域に着目し、古津波痕跡調査を実施している。

調査地点の選定にあたっては以下の1~4の項目を基準とし、空中写真、地形図等で調査地点を抽出した後、現地確認を行い、各調査地点で最も条件が良いと判断された場所で掘削調査を実施した。1) 文献調査で過去の津波による浸水が推定される場所およびその周辺、2) 陸成層(泥炭や古土壌)が堆積し保存されている可能性の高い場所(閉塞された低平地)、3) 河川等の水流による定常的な堆積作用の影響を取り除ける場所、4) 人工改変の影響が少ない場所である。前述の視点から選定された調査地点において、コア採取部の径が3cm程度のガウジコアラーや同じく5cm程度の打ち込み式のサンプラー等を使用し、地表から2~3mの土壌試料を採取した。採取した堆積物を観察し、津波堆積物の可能性がある砂層等を識別した。

津波堆積物と認定するためには、その砂層等の地層が確実に海から陸上に運ばれてきて堆積したことを確認しなければならない。そこで、津波堆積物と推定される地層に関しては、1) 堆積構造や含有物等の肉眼およびX線CTを使用した詳細な観察、2) 珪藻化石や有孔虫化石等についての微化石分析、3) 放射性炭素年代の測定等をおこなっている。本講演ではこれらの結果について報告、議論したい。

キーワード: 宮崎県, 津波堆積物

Keywords: Miyazaki prefecture, tsunami deposit

沖縄本島南部(那覇市)における津波堆積物調査

Subaqueous Tsunami Deposits from southern part of Okinawa Island of Naha city

具志川 千秋^{1*}, 原口 強², 中村 衛¹, 新城 安尚³, 志賀 翔太¹

Chiaki Gushikawa^{1*}, Tsuyoshi Haraguchi², Mamoru Nakamura¹, Yasuhisa Arashiro³, Shota Shiga¹

¹ 琉球大学理学部, ² 大阪市立大学大学院理学研究科, ³ 琉球大学大学院理工学研究科

¹ Faculty of Science, University of the Ryukyus, ² Department of Geosciences, Graduate School of Science, Osaka City University,

³ Graduate School of Science and Technology, University of the Ryukyus

中部琉球海溝では海溝型巨大地震が発生しておらず、大津波は沖縄本島沿岸には襲来していないと考えられてきた。しかし、近年行われた調査から津波堆積物と見られる層が沖縄本島北西沿岸の羽地内海と塩屋湾で発見された。内湾には生息しないサンゴや貝が湾奥で検出されたことから、津波によって運搬されたと考えられた。津波の波源域を特定するには、津波堆積物の分布を明らかにする必要がある。しかし津波堆積物とみられる堆積物の分布域は不明である。そこで、本研究では沖縄本島南部に焦点を当てて津波堆積物調査を実施し、沖縄本島南部にも津波堆積物が分布するかどうか調べた。調査は那覇市の漫湖でロシア式ピートサンプラを用いたコアリングを2地点実施した。サンプリング地点は、とよみ大橋(西)真下、および、とよみ大橋(西)から10m南下した地点である。サンプルはそれぞれ深さ310cmおよび深さ260cmまで採取した。

採取したサンプルを5cm間隔に分け、ピーカーに入れた状態で計量した後、63の乾燥機で完全乾燥し、再計量した。その後、10倍に希釈したH₂O₂を投入し、反応終了後に63μmの篩にかけ、洗浄した後、再び61の乾燥機で完全乾燥させた。乾燥したサンプルを計量し、篩にかける前のサンプルの質量と比較することで、含泥率を算出した。サンプルの含有物を比較する際には、深さが異なる17個のサンプルをそれぞれ5種類の篩(メッシュ:2mm、1mm、0.5mm、0.25mm、0.125mm)にかけ、粒度分析を行った。

得られたコアは2本とも全体的に50%以上シルト質の泥であった。今回、含泥率の結果からサンプルを0~100cm、100~170cm、170~310cm3層に区分した。泥以外の特徴的な含有物は、深さ0~100cmにおいて、深度によって粒度組成に大きなばらつきが見られた。0~25cmで灰白色の粗粒砂、60~100cmでは特に多くの木片を含んでいた。しかし、深さ100~170cm、170~310cmにおいて、深さ変化における粒度組成に大きな変化は見られなかった。また、鉛同位体より推定された平均堆積速度1.4cm/年を用いて、深さを年代に変換した。その結果、深さ0~25cmの粗粒な砂層は1970年代に堆積したと推定されることから、この砂層は最近の人為的な環境変動、特にマングローブ植林)等、によるものと解釈した。60~100cmに多く含まれている木片は1940年代から1960年代の周辺の環境変動(沖縄戦や戦後の人口増加、土地改良)によって上流や周囲から流入し堆積した可能性が高い。また、深さ100cmより深いところは約70年前(1940年)以前に相当する。ここでは顕著な砂層は見られない。このことから、これらの砂層は漫湖周辺と上流での環境変動の影響を強く受けた堆積物であり、津波堆積物である可能性は低いと判断した。そのため、漫湖周辺においては約300年前~現在までの間で、大津波の痕跡は残されていないのではないかと推定した。

キーワード: 漫湖, 津波堆積物, 沖縄, 南部, 那覇市

Keywords: Manko, Tsunami Deposits, Okinawa, southern, Naha City

宮古島諸島における津波堆積物調査 A survey of tsunami sediments in Miyako Islands

志賀 翔太^{1*}, 中村 衛², 藤田 和彦², 新城 安尚¹, 具志川 千秋¹, 安藤 雅孝³, 穴倉 正展⁴

Shota Shiga^{1*}, Mamoru Nakamura², Kazuhiko Fujita², Yasuhisa Arashiro¹, Chiaki Gushikawa¹, Masataka Ando³, Youko Tu³, Masanobu Shishikura⁴

¹ 琉球大学大学院理工学研究科, ² 琉球大学理学部, ³ 中央研究院地球科学研究所, ⁴ 産総研 活断層・地震研究センター

¹ Faculty of Science University of the Ryukyus, ² Facul. Science, Univ. Ryukyus, ³ Institute of Earth Sciences, Academia Si,

⁴ Active fault Earthq. Res. Ctr., AIST/GSJ

1771年八重山大津波(明和の大津波)は琉球海溝で発生したM8クラスの海溝型巨大地震であった可能性が指摘されている(Nakamura, 2009)。このような巨大津波が琉球海溝南部へ度々襲来したことが津波石の打ち上げ年代から指摘されている(河名・中田, 1994)。宮古・八重山諸島の海岸付近にある遺跡では地層中に時折砂層が薄く入っており、過去の津波による津波堆積物の可能性が示唆されてきた。しかしこれらの砂層が津波に起因するか否か証拠に乏しく不明な点が多かった。そこで宮古諸島にて砂層に含まれる有孔虫を分析して砂の起源を推定し、これらの層が津波に起因するかどうかを調査した。

調査は宮古島(友利)、池間島(池間)、伊良部島(伊良部、佐和田)の4地点で2012年6月18~21日に実施した。各地点で深さ約1m~3mのトレンチを掘り、観察をおこなった。友利では深さ30cm~50cmに砂混じり層が分布する。この層を含む深さ15cmから深さ110cmの間で8サンプル採取した。池間島では表層から約160cmまで泥質であり砂層は見られなかった。ここでは深さ45cmから155cmの間でサンプルを採取した。伊良部では深さ80cmから120cmに中粒砂層、120cmから200cmに砂混じりシルト質層が分布する。深さ80cmから160cmの間で6サンプルを採取した。佐和田では深さ170cmから290cmまで中粒~粗粒砂が堆積している。深さ170cmから290cmでは中粒砂から粗粒砂の級化構造が確認できた。深さ0cmから290cmの間で9サンプルを採取した。そして、採取したサンプルを泥の状態にした。ここで、サンプルを2mm、1mm、0.5mm、0.25mm、0.125mm、63μmでふるい分けを行い、顕微鏡を用いて0.5mm~1mmのサンプルから150個体以上の有孔虫を拾い出す。量が多いものは簡易分割機により分割を行った。拾い出す有孔虫においては、優先種(Calcarina, Hispida, Baculogypsina, Elphidium)とその他に分類した。さらにその他に分類した中でも、底質な砂に生息する種について注目した。

含泥率の結果から、表層から115cm~150cmにかけて砂の割合が多い。また、分析の結果、深さ150cmにおいてEponides sp. やPseudorotalia sp. やLenticulina sp. やAmmonia sp. やA. bicirculataが検出された。これら5種はreefやlagoonの砂に生息する(内田2007; 柴2012)。また、Lenticulina sp. Ammonia sp. A. bicirculataの3種は渡口の浜のサンプルには検出されなかった。つまり、伊良部の深さ150cmの砂はreefやlagoonの砂と浜辺の砂が起源であると考えられる。reefやlagoonの砂は波浪では調査地点まで到達しにくいと考えられる為、またreefやlagoonの砂や浜辺の砂が混合している為、津波によると推測できる。

また佐和田で見られた級化層理(深さ170cmから290cm)の下、さらに含泥率の結果から、表層から170cm~250cmにかけて砂の割合が多い。つまり、外部から何らかの影響があったと推測できる。さらに、佐和田のトレンチ調査において、津波の痕跡と思われる級化構造がみられた。津波が陸上に侵入する際には大量の土砂を浮遊させて運搬するが、減速するにしたがって支持力を失い、土砂を地表に落とす。したがって、堆積ユニットに級化構造が存在することは、流れが減速・停滞する中で粗粒粒子から順に堆積した環境であることを物語っている(後藤、藤野, 2008)。また、級化構造が見られた佐和田の深さ250cmではAmmonia sp. やCibicidoides sp. やAnomalina sp. やEponides sp. やPseudorotalia sp. Ammonia sp. が検出された。これら5種もreefやlagoonの砂に生息する(内田2007; 柴2012)。また、Cibicidoides sp. やAnomalina sp. やEponides sp. の3種は佐和田の浜のサンプルには検出されなかった。さらに、この深さでは内部浅海帯に生息するElphidiumの個体数が多い結果となった。つまり、波浪では到達しにくい場所の砂が陸域まで運ばれているため、またreefやlagoonの砂や浜辺の砂が混合している為、津波に起因する堆積物だと推測できる。表層から290cmにおいて内部浅海帯に生息するElphidiumの個体数が多い結果となった。さらに、Ammonia sp. や浮遊性有孔虫も見られた。この砂も同様の根拠により津波に起因すると考えられる。

今後の課題として、Elphidiumの宮古諸島における生息域を明らかにするため海岸から離れた水深の深い場所でサンプルの解析を進める必要がある。また、有孔虫分析の際に、拾い出した個体数に差があるため、拾い出しが均等に行われない恐れがある。これをなくすために拾い出し数に関する基準を設ける必要がある。

キーワード: 津波堆積物, 有孔虫分析

Keywords: tsunami sediments, foraminiferal analysis

台湾蘭嶼島における津波・波浪による巨石移動の調査

Movement of boulders by tsunamis or typhoon waves in the Lanyu Island, Taiwan.

中村 衛^{1*}, 新城 安尚¹

Mamoru Nakamura^{1*}, Yasuhisa Arashiro¹

¹ 琉球大学理学部

¹ Faculty of Science, University of the Ryukyus

台湾東部はフィリピン海プレートとユーラシアプレートが衝突する収束境界である。活海底に活断層が多く発達していることが近年の構造調査から次第に判明しており、M7.5クラスの地震の発生可能性が推定されている。また琉球海溝西端でもプレート間カップリングの存在が示唆されている。固着域の分布から推定されるプレート間地震のマグニチュードは最大8.5である。これらの領域で発生した地震による大津波で台湾東部地域は被害を被ってきた可能性がある。しかし台湾東部や蘭嶼島には大津波の伝承が残されているものの、古文書に残された津波記録は乏しく過去の大津波については不明な点が多い。一方、台湾の南東沖に位置する蘭嶼島には海岸に多数の巨礫が点在する。これらの多くはサンゴ石灰岩の礫であり、海岸付近に発達する更新世石灰岩段丘の一部が台風等の高波または津波によって打ち上げられ移動したと考えられる。これらの巨礫がどのような外力（津波か、それとも高波か）によって打ち上げられたのかを解明するため、現地調査を行った。

蘭嶼島での現地調査は2012年8月31日から9月4日に実施した。この調査期間の直前に天秤台風（台風14号）が蘭嶼島を襲い、蘭嶼島の西側海岸一帯に高波が押し寄せた。高波の遡上高は最大11mにおよび、空港の滑走路が波に洗われて石砂が散在し、滑走路が一時使用不能になった。また港付近でも高波被害によりガソリンスタンドなどの施設に大きな被害が生じた。海岸付近に分布する礫の高波による移動状況を調べた結果、長径1.5~2.0m以下の礫は高波により移動し、それ以上の長径の礫は移動しなかったことが明らかになった。このことから、最大遡上高約11mの高波では長径2.0m以下の岩は移動するがそれ以上の岩はそれ以上の外力（高波または津波）でなければ移動しないことが明らかになった。

さらに、蘭嶼島の北海岸および東海岸には大波によって打ち上げられたとみられる巨礫が各地に分布する。最大の岩塊は長径6.4m、短径6.1m、高さ2.9mである。津波・波浪による岩塊の移動条件に関する計算式（Kennedy et al., 2007）を用いて、岩塊を移動・転倒させるのに必要な浸水深の計算を行った結果、岩塊を動かすのに必要な大波は、津波の場合に浸水深3.4m以上、高波による場合には12.9m以上の浸水深を必要とすることが明らかになった。一方、この海岸はサンゴ礁があまり発達しておらず、またほぼ全ての巨礫の分布は海岸から約100m以内の標高10m以下に限定される。波浪の影響の強い範囲に分布が限られることから、蘭嶼島の巨礫の多くは津波による移動の影響よりは台風等の高波による移動の影響が強いと考えられる。

キーワード: 台湾, 津波石, 台風, 蘭嶼島

Keywords: Taiwan, tsunami boulder, typhoon, Lanyu Island