

2011年東北沖津波により陸上に堆積した海洋生物起源バイオマーカー Marine biomarkers deposited on land by the 2011 Tohoku-oki tsunami

篠崎 鉄哉^{1*}; 藤野 滋弘²; 池原 実³; 澤井 祐紀⁴; 田村 享⁴; 後藤 和久⁵; 菅原 大助⁵; 阿部 朋弥⁶
SHINOZAKI, Tetsuya^{1*}; FUJINO, Shigehiro²; IKEHARA, Minoru³; SAWAI, Yuki⁴; TAMURA, Toru⁴; GOTO, Kazuhisa⁵
; SUGAWARA, Daisuke⁵; ABE, Tomoya⁶

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 高知大学海洋コア総合研究センター, ⁴ 産業技術総合研究所地質調査総合センター, ⁵ 東北大学災害科学国際研究所, ⁶ 名古屋大学大学院環境学研究科

¹University of Tsukuba, ²University of Tsukuba, ³Kochi University, ⁴GSJ, AIST, ⁵Tohoku University, ⁶Nagoya University

過去に発生した津波の解析には、津波により形成された堆積物（津波堆積物）、主に砂質堆積物が用いられている。地層中から砂質の津波堆積物を識別する際、層厚や粒度の変化、砂層の分布や海棲生物の存在の有無などが根拠となる。しかしながら、こうした特徴が必ずしも地層中に残るわけではなく、津波堆積物かどうかの識別が困難な場合がある。そのような堆積物であっても、海水の痕跡が検出できれば堆積物が海水の流れにより形成されたことを示す証拠となる。本研究では、海水浸入の痕跡を示す指標としてバイオマーカーに着目した。バイオマーカーは生物によってのみ生成される炭素骨格をもつ有機分子であり、陸域の生物と海水中の生物とで生成される炭素骨格が異なる。津波による陸域への浸水があった場合、陸上に通常存在しないはずの海洋生物起源のバイオマーカーが堆積する可能性が考えられる。また、バイオマーカーは長期間安定で地層中に保存されることが確認されており、先史時代のイベントの指標としても期待できる。本研究では、津波による海洋生物起源バイオマーカーの堆積状況に関する検討を、2011年東北沖津波の浸水域で採取した堆積物を用いて行った。試料採取地域は宮城県仙台市若林区荒浜および福島県南相馬市小高区の2地点で、2011年の津波堆積物砂層及びその下位の土壌に対して、炭化水素、アルケノン、ステロール、脂肪酸といったバイオマーカーの分析を行った。

仙台では、2013年3月に海岸線から約1.6kmの地点でハンディジオスライサーにより掘削した試料の表層12cmを用いた。深度0-3cmが津波により堆積した細粒砂層で、下位の耕作土層を覆う。砂層で1点（深度1-3cm）、深度3-9cmの耕作土層で1cmごとに6点の、計7点でバイオマーカーの測定を行った結果、深度5-6cmの耕作土層でのみ海洋生物起源の短鎖n-アルカンが検出された。これは、砂層が透水層であるため海水が土壌中に浸透し、深度5-6cmに海洋生物起源の有機分子が集積した可能性が考えられる。小高では、2013年10月に海岸線から約1.8kmの地点でハンディジオスライサーにより掘削した試料の表層35cmを用いた。深度8-15cmおよび18-20cmが津波による細粒から中粒砂層で、間の深度15-18cmにはおそらく第1波で形成されたマッドドレープが観察された。深度5-23cmの間で計12点のバイオマーカー分析を行ったところ、深度18-20cmの砂層の直下である深度20-21cmの耕作土層でのみ海洋生物起源の短鎖n-アルカン、フィタン、プリスタンが検出された。

仙台、小高の両地点とも、海洋生物起源のバイオマーカー、特に炭化水素が津波堆積物直下の土壌層に集積することがわかった。これらのバイオマーカーが津波により堆積したと仮定すると、地理的に離れた2地点からの検出は、バイオマーカーの堆積が地形や海洋環境などの違いに依存する特異的なものではなく、津波の浸水域に普遍的に起こる現象であることを示している。また、分析に用いた試料は津波発生後2年以上経過してから採取したものであり、海洋生物起源のバイオマーカーが少なくとも2年間は地層中に保存されることが分かる。以上より、バイオマーカーは過去の津波浸水履歴の評価に有効な指標であることが支持される。今後は、さらに他地域にも同様の分析を駆使しケーススタディを増やすとともに、古津波堆積物においても同様の手法が有効であるか検討を行う。

キーワード: バイオマーカー, 炭化水素, 津波堆積物, 2011年東北沖津波

Keywords: biomarker, hydrocarbon, tsunami deposit, 2011 Tohoku-oki tsunami

機械学習を用いた津波堆積物の地球化学的判別 Geochemical identification of the tsunami deposit using machine learning machine learning techniques

桑谷 立^{1*}; 永田 賢二²; 岡田 真人²; 渡邊 隆弘¹; 小川 泰正¹; 駒井 武¹; 土屋 範芳¹

KUWATANI, Tatsu^{1*}; NAGATA, Kenji²; OKADA, Masato²; WATANABE, Takahiro¹; OGAWA, Yasumasa¹; KOMAI, Takeshi¹; TSUCHIYA, Noriyoshi¹

¹ 東北大学大学院環境科学研究科, ² 東京大学大学院新領域創成科学研究科

¹Graduate school of environmental studies, ²Graduate school of frontier science

Tsunami deposit is a direct evidence of inundation area of past tsunamis. A large number of publications have been written about the diagnostic signatures and identification criteria for past tsunamis, including sedimentological, micropalaeontological evidences. However their identification is still difficult because all criteria is neither necessary condition nor sufficient condition due to various origin, mechanism and temporal variation of tsunami deposits. Geochemical discrimination is now recognized as other useful proxy which dose not depend on the researcher's subjectivity, especially in the case that other proxies can not be used. Especially, geochemical indicator is suggested to be useful in identification beyond the limit of recognizable sand deposition. In this study, we established the criteria for geochemical discrimination of 2011 Tohoku-oki tsunami deposits and their background marine sediments using machine learning techniques. For 18 analyzed elements, several tens of elemental combinations show the discrimination rates higher than 99%. By applying the criteria to past tsunami deposits in the Sendai Plain, we discuss the validity and effectiveness of the method.

キーワード: 津波堆積物, 機械学習, 地球化学

Keywords: tsunami deposit, machine learning, Geochemistry

仙台平野における歴史津波堆積物の化学組成と地球化学的判別方法の提案 Chemical composition of historical tsunami deposits in the Sendai plain and proposal of geochemical discrimination

細田 憲弘^{1*}; 渡邊 隆広¹; 土屋 範芳¹; 山崎 慎一¹; 中村 俊夫²; 奈良 郁子¹; 岡本 敦¹; 平野 伸夫¹
HOSODA, Norihiro^{1*}; WATANABE, Takahiro¹; TSUCHIYA, Noriyoshi¹; YAMASAKI, Shin-ichi¹; NAKAMURA, Toshio²
; NARA, Fumiko¹; OKAMOTO, Atsushi¹; HIRANO, Nobuo¹

¹ 東北大学大学院環境科学研究科, ² 名古屋大学年代測定総合研究センター

¹Graduate School of Environmental Science, Tohoku University, ² Center for Chronological Research, Nagoya University

A magnitude 9.0 earthquake and huge tsunami occurred off the Pacific coast of Tohoku area in Northeast Japan. After the 2011 Tohoku earthquake and tsunami, disaster science is much focused to reduce the damage around coastal area, and it plays an important role as making the set of guidelines in an emergency. Because Japanese islands are located on the plate boundaries among the Pacific, Eurasian, Philippine Sea and North American plates, large earthquakes and tsunamis have repeatedly occurred during historic and prehistoric times. A huge tsunami more than 10m-height is often accompanied with submarine earthquakes around the Pacific Rim. The 2011 Tohoku tsunami was the one of the most destructive natural disasters. By the effect of that, study on earthquakes and tsunami become more and more significant, and it a major issue of social concern in Tohoku and other areas. After the 2011 Tohoku tsunami, these invasion areas were covered by a huge amount of tsunami deposits more than 10 million tons. In addition, we are able to obtain past tsunami deposits with the age of ~1000-2000 years before present (BP) in the same area using boring corer. In order to make an expecting tsunami invasion map in other areas as soon as possible, we must provide the information about the distribution of past tsunami deposits. However, it is difficult to discriminate the one of tsunami and other events, such as storm and flood. Additionally, we must establish a new technique to detect invisible muddy and thin tsunami deposits. We need historical archives and geological proxy of past tsunami invasion, but it is rare to have both evidences in many cases. Geochemistry is useful techniques to know the source of terrestrial deposits and these weathering processes. Therefore, we tried to apply geochemical techniques in this study.

キーワード: 貞観津波堆積物, 東北地方太平洋沖地震, 地球化学

Keywords: Jogan tsunami sediments, The 2011 Tohoku tsunami, geochemistry

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 Scour and deposition by the 2011 Tohoku-oki tsunami at Takata-matsubara in Rikuzen-takata City, Japan

清水 康博^{1*}; 澁谷 剛丈²

TAKASHIMIZU, Yasuhiro^{1*}; SHIBUYA, Takahiro²

¹ 新潟大学教育学部, ² 新潟大学大学院教育学研究科

¹ Faculty of Education, Niigata University, ² Graduate school of Education, Niigata University

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による津波は、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（陸側部分）を大規模に侵食し、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射流となり地表面を局所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では、その後、仮防潮堤の設置によりすぐに広田湾からの波浪作用から隔離され津波堆積物および津波後の波浪による堆積物がよく保存されていると考えられる。そこで、本研究では、これらの堆積物の性状を把握するために試料を採取し、詳細な堆積学的解析を行った。すなわち、このような洗掘地形の内部における津波堆積物の特徴を解明することを目的とした。

堆積相解析、粒径垂直変動解析と磁気ファブリック解析を用いて、これらの地層を検討した結果、以下のことがわかった。

1. 津波堆積物から読み取った粒径垂直変動は、複数回の逆級化・級化ユニットを認定することができた。
2. 磁気ファブリックは、津波堆積物が主に戻り流れによる堆積物であることを示した。
3. 岩手県陸前高田市の本調査地域における津波は、防潮堤を乗り越える際に射流となって松原を侵食した。堤防は第 1 波目の津波で崩壊したため、引き続き 10 数回の津波の影響を受け、洗掘された海域にはほとんどが戻り流れによる津波堆積物が形成された。

キーワード: 津波堆積物, 陸前高田市, 射流, 跳水, 高田松原, 防潮堤

Keywords: tsunami deposits, Rikuzentakata City, shooting flow, hydraulic jump, Takata-matsubara, Seawall

岩手県沿岸域における地形・地質から見た東北地方太平洋沖地震の痕跡 Traces of the 2011 Tohoku-oki tsunami as seen from the topography and geology in rias coast, Iwate Pref.

坂本 泉^{1*}; 横山 由香¹; 八木 雅俊¹; 飯島 さつき¹; 井村 理一郎¹; 根元 謙次¹; 鬼頭 毅²; 藤巻 三樹雄³; 藤原 義弘⁴; 笠谷 貴史⁴

SAKAMOTO, Izumi^{1*}; YOKOYAMA, Yuka¹; YAGI, Masatoshi¹; IIJIMA, Satsuki¹; IMURA, Riichiro¹; NEMOTO, Kenji¹; KITO, Takeshi²; FUJIMAKI, Mikio³; FUJIWARA, Yoshihiro⁴; KASAYA, Takafumi⁴

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

¹TOKAI Univ., ²FODECO, ³COR, ⁴JAMSTEC

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震では東北地方太平洋沿岸域に甚大な被害をもたらせた。特にリアス式湾の発達する地域は、津波により壊滅的な被害を受け、湾内においてもその影響が際立っている。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 (TEAMS) の一環として、JAMSTEC とともに湾内底質環境の変化を目的とした現地海洋調査 (地形・地層探査・柱状試料採取等) を実施し、海底において様々な津波の痕跡をとらえることに成功した。

海底地形における痕跡: 2013年度では唐丹湾・越喜来湾において従来のビーム幅よりも狭い幅 (90°) で海底地形調査を実施し、海底の凹凸状況を解析した。その結果凹凸の多くは削剥痕 (Current crescent cast, Flute cast, Groove cast) であり、唐丹湾の場合これらの削剥痕は Groove cast を除き南東方向 (下流) に軸を呈している事が明らかになった。また、唐丹湾と約 20km 離れた越喜来湾でも、水深 15-25m 付近で削剥痕が発達する類似した現象が確認された。これらの削剥痕は、3.11 津波引き波時に陸化した海底面上を沖へ向かって流れる泥流 (密度流) により形成されたものと推定される。

地層探査結果からみた痕跡: 海底面下数十 cm に比較的広域に追うことの出来る反射面 (反射面 I) と海底面との間の層を A 層とした。この A 層の特徴は、水深 20m 付近で最大 50cm (広田湾) から 110cm (唐丹湾) の厚さを有し、さらに沖に向かい減少する傾向が明らかになった。この A 層は、後述する柱状試料のユニット 1 に相当している。また A 層下にも、いくつかの凹凸の激しい反射面を押さえることが出来、これらは過去の津波の痕跡である事が推定される。

柱状地質試料からみた痕跡: 広田湾・越喜来湾・唐丹湾で行われた柱状試料の結果、高分解能地層探査による A 層に対応する層としてユニット 1 (U-1) 層が記述された。これは、上方細粒化や平行葉理を示し、下位層の U-2 (泥層) を削り込むように堆積している。最上位にシルト層がみられ、その下位に細粒砂層、ラミナの発達した中粒砂層、一様な中粒砂層が続き、最下位に礫層が発達する層であり、3.11 津波起源堆積物と推定した。下位に存在する U-2 層は、生物擾乱の発達する泥質層であり、いずれの湾でも 50-100cm の厚さである。これら U-2 層より下位には砂層または礫層が存在し、過去の津波を示すものと推定される。

この他、人工物や樹木からなる瓦礫の存在なども海底における津波の痕跡と考えられる。しかしこれら海底の痕跡は、湾に流入する河川からの堆積物、季節的な波浪運動、海底の定常流、人間活動により、少しずつ形を変え、消滅または埋積していくと考えられ、今後継続的な調査を行う事によりその推移を検討する必要があると考えられる。

キーワード: 津波堆積物, 三陸沿岸

Keywords: Tsunami deposit, Sanriku coast

仙台湾海底コアから推定される2011年東北地震津波の浅海域堆積過程 Shallow-marine sedimentary processes of the 2011 Tohoku earthquake tsunami, inferred from sediment c

田村 亨^{1*}; 澤井 祐紀¹; 澤井 祐紀¹; 中島 礼¹; 原 淳子¹
TAMURA, Toru^{1*}; SAWAI, Yuki¹; SAWAI, Yuki¹; NAKASHIMA, Rei¹; HARA, Junko¹

¹ 産業技術総合研究所地質調査総合センター
¹ Geological Survey of Japan, AIST

近年、陸上への遡上津波の堆積物についての研究が盛んになされる一方、浅海域における津波の堆積物についての理解はほとんど進んでいない。2011年東北地震津波による浅海域の津波堆積物とその多様性の特徴を探るため、我々は2012年8-9月に仙台湾の44箇所においてパイプロコアリングを行った。津波堆積物の識別は、放射性核種濃度と生物擾乱の程度に基づき行った。識別可能な場所では、津波堆積物の層厚は10-50 cm程度である。仙台湾の底質は、下部外浜で中細砂、内側陸棚で極細砂-粘土、沖合では淘汰が悪く礫-泥と変化に富んでいる。津波堆積物の粒度は各掘削点の元の粒度と似ており、各領域間で堆積物が大きく移動したわけではないことが示唆される。下部外浜のコアには、塊状の黄色い粗粒砂層が見られるものがあり、これは津波の引き波で運搬された海浜砂から成ると考えられる。内側陸棚の津波堆積物は、陸上の津波堆積物でも一般に知られる多重級化層を示す傾向がある。これらの特徴は、浅海域において津波堆積物を識別するために重要であるが、より包括的な尺度を確立するには、様々な地域における同様の調査が必要であろう。

2011年東北地方太平洋沖地震津波による仙台湾南部浅海域での土砂輸送 Sediment transport induced by the 2011 Tohoku-oki tsunami: A shallow seafloor survey at southern part of the Sendai Bay

吉河 秀郎^{1*}; 金松 敏也¹; 坂本 泉²; 藤巻 三樹雄³; 井村 理一郎²; 八木 雅俊²; 根元 謙次²; 後藤 和久⁴; 阪口 秀¹
YOSHIKAWA, Shuro^{1*}; KANAMATSU, Toshiya¹; SAKAMOTO, Izumi²; FUJIMAKI, Mikio³; IMURA, Riichirou²; YAGI,
Masatoshi²; NEMOTO, Kenji²; GOTO, Kazuhisa⁴; SAKAGUCHI, Hide¹

¹ 海洋研究開発機構, ² 東海大学, ³ 沿岸海洋調査(株), ⁴ 東北大学
¹JAMSTEC, ²Tokai University, ³Coastal Ocean Research CO., LTD., ⁴Tohoku University

After the 2011 Tohoku-Oki earthquake (Mw 9.0), to examine the tsunami-generated sediment transport and topographic change, and inundation area, a large number of investigations have been conducted on land, particularly at the coastal area of Sendai plain (e.g., Goto et al., 2012, 2014). Understanding the linkage of the transport between land and seafloor is also important. In the present study, to examine the influence of the tsunami and offshore sediment transport, high-resolution shallow seismic survey, sampling of surface sediments, vibracoring, and seafloor observation by underwater video camera were conducted on the shallow seafloor at the southern part of the Sendai Bay, northeastern Japan. The present study will help to understand not only modern sedimentary process induced by tsunami but also identification of paleo-tsunami records, because our knowledge of shallow marine tsunami deposits is limited in contrast to the subaerial tsunami deposits.

One of the principal results is as follows. One or two sharp and continuous reflectors are recognized on the sub-bottom profiles in water depths approx. 6-15 m, excluding the area of outcrops in the southern part of the survey area. With decreasing water depth, depth of the reflectors from the seafloor generally increases (up to approx. 1.5 m). A comparison between the seismic profiles and vibracores infers that the sharp reflectors are erosional surface formed during the 2011 tsunami.

Keywords: shallow marine tsunami deposit, 2011 Tohoku-oki tsunami

放射性核種を用いた津波堆積物の研究
Paleo tsunami events determination using radiogenic nuclides

横山 祐典^{1*}
YOKOYAMA, Yusuke^{1*}

¹ 東京大学 大気海洋研究所

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

Recent advancement of mass spectrometry enables us to determine timing of past events using trace amounts of geological samples. Accelerator Mass Spectrometry (AMS) and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) are amongst them and long-lived nuclides can be measured precisely. We have been conducted paleo Tsunami studies applying ¹⁴C and U-series dating employing these techniques. Together with geophysical modeling as well as paleo climate proxy data, paleo Tsunami events are clearly reconstructed from these measurements. Also newly developed AMS, single stage AMS, that is dedicated for ¹⁴C measurements can produce large number of data to constrain the timing in different manner. In this presentation, several examples of these studies will be introduced along with perspectives of age determinations of paleo Tsunami events.

キーワード: 放射性炭素, 加速器質量分析, ウラン系列核種, 第四紀, 年代測定

Keywords: Radiocarbon, Accelerator Mass Spectrometry, Uranium series, Quaternary, Dating

東日本太平洋沿岸域における津波堆積物研究に関するテフラについて Marker-tephras for the chronological study of tsunami deposits along the Pacific coast of Eastern Japan

早田 勉^{1*}
SODA, Tsutomu^{1*}

¹ 株式会社火山灰考古学研究所
¹ Institute of Tephrochronology for Nature and History Co., Ltd.

1. はじめに

日本列島における津波堆積物の調査研究は、2011年東北地方太平洋沖地震による東日本大震災を契機に各地で盛んに実施されている。とくに、東北日本には数多くのテフラが分布していることから、火山灰編年学は津波堆積物の年代学的研究に重要な時空軸を与えることができる。ここでは、北海道をのぞく東日本の太平洋沿岸域における津波堆積物の研究に関するテフラの層相、年代、岩石記載学的特徴のほか、同定の際の注意点などを紹介する。

2. 東日本太平洋沿岸域のテフラ

(1) 東北地方北部

日本列島の代表的な広域テフラで、完新世の高海面期に鬼界カルデラから噴出した鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah, 約7,300年前)は、可能性が高いものも含めると南西諸島宮古島から八幡平の間で検出されている(町田・新井, 2003, 和知ほか, 2002, 早田ほか, 2006)。そこで、K-Ahは北海道をのぞく列島のほぼ全域で時空指標として利用できる。

K-Ahより上位のテフラとして、東北地方北部では十和田中楸テフラ(To-Cu, 約6,000年前)がほぼ全域に降灰している。このテフラは層相に特徴のあることが多い。十和田aテフラ(To-a, 915年)は十和田火山周辺から福島盆地にかけて降灰しているにもかかわらず、宮古周辺から牡鹿半島にかけての三陸海岸域ではほとんど認められていない(町田ほか, 2003, 丸山ほか, 2005, 2006)。ほかにも、白頭山苫小牧火山灰(B-Tm, 10世紀, 福澤ほか, 1998など)が年代指標として利用できる。

(2) 東北地方南部

仙台平野から石巻平野周辺にかけても、To-CuやTo-aが分布している。とくに米沢盆地、吾妻火山、飯豊山地でも発見されているTo-Cuは、太平洋沿岸域にも降灰している可能性が高い。また、To-Cuの上位には、沼沢湖テフラ(Nm-N, 約5,000年前*, 只見川第四紀研究グループ, 1966など)も認められる。ほかに、榛名二ツ岳渋川テフラ(Hr-FA, 6世紀初頭), 榛名二ツ岳伊香保テフラ(Hr-FP, 6世紀中葉), 浅間粕川テフラ(As-Kk, 1128年, 早田, 1991など)のような北関東系テフラも検出されている(古環境研究所, 2002など)。

(3) 北関東地方

北関東地方には、浅間火山や榛名火山を給源とするテフラが広く分布している。そのうち、浅間C軽石(As-C, 3世紀後半), Hr-FA, 浅間Bテフラ(As-B, 1108年)は、茨城県筑西市栗島遺跡で認められており(古環境研究所, 2007), 太平洋沿岸域でも検出される可能性が高い。ほかに、浅間A軽石(As-A, 1783年)も各地に降灰の記録が残されている。

(4) 南関東地方

南関東地方には、富士山、天城山、伊豆大島、新島向山、神津島天上山などの火山から噴出したテフラのほか、Hr-FA, As-B, As-Aなど北関東系テフラが降灰している(早田ほか, 1990など)。一般にスコリア質テフラの識別同定は難しいことから、詳細な岩相把握のほかに、珪長質指標テフラ、年代が明らかかな考古学的な遺物や遺構、さらに放射性炭素年代値などとの関係把握により、識別同定精度を向上させる必要がある。

* 放射性炭素年代。

キーワード: 東日本太平洋沿岸, 津波堆積物, テフラ, 十和田a火山灰, 十和田中楸テフラ, 北関東系テフラ
Keywords: tephra, chronology, tsunami deposit, Eastern Japan, Towada-a tephra, Towada-Chuseri tephra

宮城県石巻市鮫浦における2011年東北沖津波および古津波による堆積物とその形成過程

Modern and possible paleotsunami deposits in Samenoura, Sanriku Coast, and their relation to tsunami source mechanisms

菅原 大助^{1*}; 西村 裕一²; 後藤 和久¹; Goff James³; Jaffe Bruce⁵; Richmond Bruce⁵; Chague-Goff Catherine⁴; Szczucinski Witold⁶; 横山 祐典⁷; 宮入 陽介⁷; 沢田 近子⁷

SUGAWARA, Daisuke^{1*}; NISHIMURA, Yuichi²; GOTO, Kazuhisa¹; GOFF, James³; JAFFE, Bruce⁵; RICHMOND, Bruce⁵; CHAGUE-GOFF, Catherine⁴; SZCZUCINSKI, Witold⁶; YOKOYAMA, Yusuke⁷; MIYAIRI, Yosuke⁷; SAWADA, Chikako⁷

¹ 東北大学, ² 北海道大学, ³ University of New South Wales, ⁴ Australian Nuclear Science and Technology Organisation, ⁵ U.S. Geological Survey, Pacific Coastal and Marine Science Center, ⁶ Adam Mickiewicz University in Poznan, ⁷ 東京大学

¹ Tohoku University, ² Hokkaido University, ³ University of New South Wales, ⁴ Australian Nuclear Science and Technology Organisation, ⁵ U.S. Geological Survey, Pacific Coastal and Marine Science Center, ⁶ Adam Mickiewicz University in Poznan, ⁷ Tokyo University

宮城県石巻市鮫浦地区は牡鹿半島の太平洋側、湾口幅1kmほどの入江の奥に位置している。当地区は2011年東北地方太平洋沖地震の震源地に最も近い場所の1つであり、地盤沈下と津波により大きな被害を受けている。鮫浦湾奥での2011年の津波痕跡高は、海岸付近で20m以上に達していたことが合同調査グループにより報告されている。我々は、2013年3月から10月にかけて、当地区において2011年の津波および古津波による堆積物の発掘調査を実施した。2011年の津波による堆積物は粗粒砂～細粒砂からなり、標高10m程度の地点で層厚20cm程度、更に標高の高い山林内でも層厚数cmで分布していることが確認された。また、津波堆積物には海底から搬入されたと考えられる生物殻が構成粒子として多量に含まれていた。鮫浦地区は海岸に砂浜を有さず、リアス式海岸の急勾配地形であることを考慮すると、標高の高い位置まで砂が厚く堆積したことは特異的である。このことが2011年の津波に対して鮫浦湾の地形が鋭敏に応答した結果であるとすれば、鮫浦地区の古津波堆積物は、既往の三陸沖地震津波の発生様式を見極める際の鍵となりうる。

当地区においてハンドオーガーおよびジオスライサーで掘削したところ、少なくとも2層の古津波堆積物と推定される砂層が検出された。また、2つの砂層の間には、西暦915年に降下したと考えられる十和田A火山灰層も確認された。当地域周辺における過去の地震津波の1つとして、869年貞観地震が知られている。これについては、既往研究によりプレート境界型の逆断層モデルが提案されており、2011年東北沖地震との類似性が指摘されている。そこで、本研究では、鮫浦地区に海底土砂が搬入される際の津波の挙動および浸食・堆積プロセスについて、歴史地震の断層モデルを用いた津波土砂移動の数値解析による検討を行った。

本発表では、詳細な年代測定結果に基づき、古津波堆積物と考えられる砂層の堆積年代を議論する。また、プレート境界型逆断層地震とアウターライズ正断層地震に伴う津波と土砂移動の数値シミュレーションに基づいて、鮫浦地区における津波堆積物形成の主要メカニズムを分析し、津波堆積物と波源特性の関係について議論する。

キーワード: 津波堆積物, 東北地方太平洋沖地震津波, 貞観地震

Keywords: tsunami deposit, 2011 Tohoku-oki and 869 Jogan earthquake tsunamis

三陸海岸における古津波堆積物の認定とその年代：岩手県山田町小谷鳥トレンチ調査 Identification and ages of paleotsunami deposits in Sanriku Coast: Trench survey in Koyadori, Iwate Prefecture

石村 大輔^{1*}; 宮内 崇裕¹; 阿部 恒平²; 早瀬 亮介³; 小原 圭一³
ISHIMURA, Daisuke^{1*}; MIYAUCHI, Takahiro¹; ABE, Kohei²; HAYASE, Ryosuke³; OHARA, Keiichi³

¹ 千葉大・理, ² 応用地質株式会社, ³ 株式会社加速器分析研究所
¹Chiba Univ. Sci., ²OYO Co., ³Institute of Accelerator Analysis Ltd.

三陸海岸における歴史津波は、1611年慶長三陸津波、1896年明治三陸津波、1933年昭和三陸津波、1960年チリ地震津波などが広く知られている。しかし、三陸海岸特有の地形・堆積環境と人工改変の影響のため歴史記録にある大津波の痕跡は、津波石などを除き、津波堆積物として記録されていないことが多い。そのため、2011年以前は三陸海岸における古津波堆積物調査は仙台平野や石巻平野ほど進んでおらず、古津波堆積物に基づく三陸海岸の津波リスクの評価は十分ではなかった。2011年東北地方太平洋沖地震後、この地震の1つ前のイベントとして869年貞観津波が注目され、従来調査適地とは判断されていなかった三陸海岸における確度・精度の高い古津波履歴情報と歴史津波の実体解明の必要性が高まった。本発表では、平成24・25年度文部科学省委託研究「東北地方太平洋沖で発生する地震・津波の調査観測」（受託者代表：東京大学地震研究所）によって実施された臨海部のトレンチで見出されたイベント堆積物を津波堆積物と認定し、その年代について発表する。

調査地は、岩手県山田町小谷鳥の完新世低地である。本地点では、1611年慶長三陸津波（今村, 1934）、1896年明治三陸津波（卯花・太田, 1988）、1933年昭和三陸津波（東大地震研究所, 1934）がトレンチ地点まで到達していると考えられる。1960年チリ地震津波の記録は、小谷鳥の西側の船越では記録されている（岩手県, 1969）ものの、小谷鳥に侵入したという記載はなく、現地での聞き取りでも同様の結果であった。2011年の津波の遡上高は約30m（原口・岩松, 2011）である。本研究では、標高約3mの地点で長さ12m、深さ2m、幅3mのトレンチを掘削した。トレンチ壁面では、泥炭層もしくは有機質シルト層中に水平に堆積した細礫・粗粒砂層が11層（2011年津波堆積物含む）と削り込みを伴うチャンネル状の砂礫層が2層認められた。本研究では水平に堆積する細礫・粗粒砂層をイベント堆積物として、上位からE1-E11と名付けた（E1は2011年津波堆積物）。放射性炭素年代測定は、(株)加速器分析研究所、(株)地球科学研究所に委託し、一部は(株)加速器分析研究所との共同研究にて行った。火山灰分析は、粒子組成と火山ガラスの屈折率測定を行い、火山ガラスの主成分分析を(株)古澤地質に委託した。

津波堆積物の認定に関しては、2011年津波堆積物をリファレンスとした。2011年津波堆積物は、小谷鳥海岸の礫浜の堆積物を起源とし、円磨度の高い礫を多く含む。一方で小谷鳥に流れ込む河川の堆積物は、淘汰が悪く角礫主体であるため、山側から供給されたものと海側から供給されたものは識別可能である。また、トレンチサイトは海岸から300mほど離れており、現地での聞き取りでも高潮による海側からの堆積物供給はないという結果（少なくとも最近数十年間）であった。そこで、現成の海浜堆積物、河川堆積物と各イベント堆積物に含まれる礫の円磨度（6段階に区分）を比較した結果、E1-E11のすべてが海浜起源の礫を含むことが推定された。したがって、トレンチ内での観察結果と円磨度の結果から、本研究ではこれら11層のイベント堆積物をすべて津波堆積物と判断した。

放射性炭素年代測定の結果、トレンチ壁面では、約4000年前から現在まで連続的に地層が堆積していることが明らかとなった。得られた年代値からE2, E3, E4は、それぞれ1896年明治三陸津波、1611年慶長三陸津波、869年貞観津波に対比可能な津波堆積物である。また十和田a (To-a) テフラ (AD915: 町田・新井, 2003) が降灰したと予想されるE4前後の火山灰分析を行ったところ、E4後に火山ガラス含有率が増加した。E4前後の火山ガラスの屈折率を測定した結果、E4後の堆積物中にはTo-aと同じ屈折率1.505-1.510の火山ガラスが含まれるのに対して、E4前の堆積物中にはそれ以外の屈折率を示す火山ガラスが多く見られた。E4後の火山ガラスの主成分分析も行った結果、To-aの火山ガラスの値と一致した。したがって、E3/E4間にTo-aが降灰したと考えられ、前述の歴史津波の対比と矛盾せず、三陸海岸の陸上において初めて869年貞観津波に対応する津波堆積物が見出されたことになる。

謝辞：千葉大学の金田平太郎氏、河野太陽氏、東北大学の岡田真介氏、大畑雅彦氏、寺地将史氏には、現地掘削調査を手伝っていただいた。掘削調査地の土地所有者の方には、快く掘削を許可していただいた。平川一臣氏、今泉俊文氏、池田安隆氏、吉田修二氏、越後智雄氏、岡田真介氏には現地で議論していただいた。上記の方々には、この場を借りて御礼申し上げます。

キーワード: 津波堆積物, 三陸海岸, 2011年東北地方太平洋沖地震, 歴史津波, 869年貞観津波

Keywords: tsunami deposits, Sanriku Coast, 2011 Tohoku-oki earthquake, historical tsunami, AD869 Jogan tsunami

岩手県野田村における津波堆積物調査に基づく三陸地方北部の津波履歴の検討 Geological survey of paleotsunamis at Noda Village, Iwate Prefecture, Japan

後藤 和久^{1*}; 飯嶋 耕崇¹; 西村 裕一²; 菅原 大助¹; 横山 祐典³; 宮入 陽介³; 沢田 近子³; 中村 有吾²
GOTO, Kazuhisa^{1*}; IJIMA, Yasutaka¹; NISHIMURA, Yuichi²; SUGAWARA, Daisuke¹; YOKOYAMA, Yusuke³; MIYAIRI,
Yosuke³; SAWADA, Chicako³; NAKAMURA, Yugo²

¹ 東北大学, ² 北海道大学, ³ 東京大学

¹Tohoku University, ²Hokkaido University, ³The University of Tokyo

Along the Sanriku coast, pre-historic tsunami record is still poorly understood in contrast to the well-documented historical tsunamis of past 400 years. AD869 Jogan tsunami is one of these cases. The tsunami affected the Sendai Bay area, as tsunami deposits were reported on Sendai and Ishinomaki Plains, but evidence is unsure if the tsunami was also reached along the Sanriku coast. To explore the paleotsunami histories along the Sanriku coast with emphasis on the possible inundation of AD869 event, we conducted field survey along the coast of Noda Village, Iwate Prefecture. Our survey site is now occupied by paddy and the 2011 Tohoku-oki, 1869 Meiji Sanriku and the 1933 Showa Sanriku tsunamis inundated to this site. We took ~3 m long cores and found several gravel and sand deposits in peat buried by surface paddy soil. Considering the continuous distribution of deposits over 0.7 km from the present shoreline and analytical results of grain size and mineral composition, the deposits are likely formed by the tsunami although further investigation is required. Among these tsunami-like layers, a ~10 cm thick gravel layer is deposited below tephra layers. One of the tephra layers is identified as Baitoushan-Tomakomai tephra (B-Tm) that was deposited in early to middle 10th Century. Volcanic glasses that can be identified as Towada-a tephra (To-a) of AD915 also is observed in patches at the similar horizon as B-Tm tephra. Radiocarbon dating results above the gravel layer is consistent with the tephra chronology. These analytical results as well as tsunami numerical modeling result suggest the inundation of potentially large tsunami before early to middle 10th Century along the northern Sanriku coast.

キーワード: 津波, 津波堆積物, 野田村, 貞観津波

Keywords: tsunami, tsunami deposit, Noda village, Jogan tsunami

岩手県田野畑村羅賀に見られる明治29年の三陸大津波で打ち上げられた津波石の起源
Origin of a tsunami-drifted rock in Raga, Tanohata, Iwate Prefecture, transported by the Meiji Sanriku Tsunami in 1896.

大路 樹生^{1*}; 大石 雅之²
OJI, Tatsuo^{1*}; OISHI, Masayuki²

¹名古屋大学博物館, ²岩手県立博物館
¹Nagoya University Museum, ²Iwate Prefectural Museum

岩手県下閉伊郡田野畑村羅賀の丘陵(標高24 m, 海岸線から約350 m)には二つの巨岩が近接して位置し、明治29年の三陸大津波で運ばれた津波石であると地元では伝承がされている。東側に位置する巨岩はほぼ直方体であり、そのサイズは長さ約2~3 m, 幅約2 m, 高さは少なくとも1.5 mで、重量は約20 tと推定される。この岩はカルカレナイトからなり、その表面に主に下部白亜系から産出する大型底生有孔虫の *Orbitolina* sp. が多数観察される。*Orbitolina* は宮古層群中のオルビトリナ相から産出するが、特に平井層の上部~最上部に *Orbitolina* が密集して産出する層準が含まれる。この層準は羅賀の湾口付近、ヒラナメ海岸に隣接した南西側の海岸に露出する。従ってこの巨岩は本来羅賀の湾口付近にあったと推定され、現在地まで、直線距離で約500 mを津波で運ばれたと考えられる。この距離を明治の三陸大津波の際の1回の津波で運ばれたのか、もしくは過去の複数の津波によって段階的に運ばれたのかは不明である。他方、今回の津波石の西側にある別の巨岩は、珪質頁岩やチャートの円礫、亜円礫を多量に含み、田野畑層下部の礫岩由来と考えられる。この巨岩は、隣接する南東側斜面に分布する同層から由来したと推測され、津波石ではない可能性が高い。田野畑村羅賀より南方約1.2 kmに位置するハイベ湾では、今回新たに多くの津波石が海岸に打ち上げられている。これらは主に湾の北西側に位置しており、今回の津波が宮城沖の震源(田野畑から見て南東方向)から由来したと調和的である。一方羅賀の津波石は羅賀湾から西南西に位置し、明治三陸地震の震源が釜石沖であったことも合わせて考慮すると、津波が東方から由来したことを示唆している。

キーワード: 宮古層群, オルビトリナ, 津波石
Keywords: Miyako Group, Orbitolina, tsunami-drifted rock

日本海溝沿いで発生した津波地震の規模推定 —1677年延宝房総沖地震津波の再評価—

Estimation of the magnitude of tsunami earthquakes along Japan Trench -Re-evaluation of the 1677 Enpo Boso-oki tsunami-

柳澤 英明^{1*}; 後藤 和久²; 鈴木 慶太¹; 金丸 絹代³; 菅原 大助²; 柳澤 緋奈子²; 橋本 康平²; 岩本 直哉⁴; 高森 良文⁵
YANAGISAWA, Hideaki^{1*}; GOTO, Kazuhisa²; SUZUKI, Keita¹; KANEMARU, Kinuyo³; SUGAWARA, Daisuke²; YANAGISAWA, Hinako²; HASHIMOTO, Kohei²; IWAMOTO, Naoya⁴; TAKAMORI, Yoshibumi⁵

¹ 東北学院大学, ² 東北大学, ³ 関西大学, ⁴ 銚子ジオパーク, ⁵ 銚子市教育委員会

¹Tohoku Gakuin University, ²Tohoku University, ³Kansai University, ⁴Choshi Geopark, ⁵Choshi City Board Education

日本海溝沿いの巨大地震発生領域では、顕著な地震の揺れを伴わないものの、巨大な津波を発生させる“津波地震”の存在が知られている。1677年（延宝）に千葉県房総沖で発生した地震は、地震の揺れ自体は大きいものではなかったが、巨大な津波を発生させ、500名以上もの人命を奪った。この津波は、“津波地震”によって発生したものと推定され、古文書調査に基づく古津波規模の推定が進められてきた。しかしながら、古文書の記述には不正確な情報も多く、古文書調査のみからでは十分な精度で津波規模を推定することは難しい。そこで本研究では、古文書の整理に加え、津波堆積物調査、数値シミュレーションを合わせ、総合的に解析を進めることで、古津波規模の推定を実施した。

古文書に津波の到達が記載されている千葉県銚子市小畑池において津波堆積物調査を実施した結果、津波で堆積したと思われる砂層を湖底より発見した。C14年代測定および火山灰分析より、この砂層は西暦1100年～1700年頃に形成したものと推定され、1677年延宝房総沖地震津波によって堆積した可能性が高いと考えられる。本研究ではさらに、津波堆積物に基づいて数値シミュレーションを実施した結果、1677年延宝房総沖地震津波を再現するには、M8.34以上の地震が発生する必要があることがわかった。この規模は、1896年明治三陸地震津波の規模とほぼ一致する。明治時代以降に日本海溝沿いで発生した“津波地震”は、1896年明治三陸地震津波のみであり、1677年延宝房総沖地震津波の評価は、日本海溝沿いで発生する“津波地震”の規模を推定する上で有効な情報となる。

The assemblages of foraminifera in paleo-tsunami sediments on Ishigaki island The assemblages of foraminifera in paleo-tsunami sediments on Ishigaki island

Tu Yoko^{1*}; 安藤 雅孝²; Chien Chih-Wei⁴; 北村 晃寿⁵; 宍倉 正展⁶; 中村 衛⁷; 新城 安尚⁷
TU, Yoko^{1*}; ANDO, Masataka²; CHIEN, Chih-wei⁴; KITAMURA, Akihisa⁵; SHISHIKURA, Masanobu⁶; NAKAMURA, Mamoru⁷; ARASHIRO, Yasuhisa⁷

¹Department of Natural History Sciences, Hokkaido University, Japan., ²Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards, Shizuoka University, Japan, ³Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taiwan., ⁴Department of Earth Sciences, National Chen Kung University, Taiwan, ⁵Department of Geosciences, Shizuoka University, Japan, ⁶Activity Fault and Earthquake Research Center, The National Institute of Advanced Industrial Science, ⁷Department of Physics and Earth Sciences, Ryukyu University, Japan

¹Department of Natural History Sciences, Hokkaido University, Japan., ²Center for Integrated Research and Education of Natural Hazards, Shizuoka University, Japan, ³Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, Taiwan., ⁴Department of Earth Sciences, National Chen Kung University, Taiwan, ⁵Department of Geosciences, Shizuoka University, Japan, ⁶Activity Fault and Earthquake Research Center, The National Institute of Advanced Industrial Science, ⁷Department of Physics and Earth Sciences, Ryukyu University, Japan

The Ryukyu subduction zone is generally believed to be aseismic because no large thrust earthquake ($M > 8$) has recently occurred; GPS velocity vectors on the islands are parallel but opposite to the relative motion of the oceanic plate. These observations support the idea that the Ryukyu trench is aseismic or unlocked. However, in 1771 a tsunami struck Ishigaki and Miyako islands with the maximum run-up height of 30 m and caused destructive disaster, which implies that a significant earthquake occurred along the Ryukyu subduction zone. According to Nakamura (2009), the source of this event is a tsunami (slow) earthquake near the Ryukyu trench. Moreover, slow-slip events at depths of 30km (Heki and Kataoka, 2009) and very-low frequency earthquakes at shallow depths near the trench axis (Ando et al., 2012) have been identified in the western Ryukyu trench. These findings suggest that the western Ryukyu subduction zone has a potential to generate large thrust earthquakes.

To estimate recurrence intervals and sizes of paleo-tsunamis near the Ryukyu trench, we excavated Holocene deposits at 5 sites on Ishigaki Island during the years of 2011 to 2013. We analyzed the assemblages of foraminifera in the sediments that were transported by tsunamis from the deep seafloor. Most of foraminifera detected from the deposits are benthonic and planktonic foraminifera are rare in all samples at the excavation sites. Species of benthonic foraminifer such as *Calcarina defranciai* (living at 15 to 50 m depths) are dominant in the tsunami deposits compared to the current beach sand. In addition, some mesopelagic species that commonly live at continental shelf depths are also identified from the tsunami sediments. We found that the percentage of mid epipelagic and mesopelagic species in the deposits can provide a significant key to identify paleo-tsunamis. On the western Ishigaki Island, if the population density of these species in a deposit exceeds 10 %, it can be concluded as a tsunami origin, while on the eastern coast if the population density exceeds 20 %, it can be a tsunami deposit because of the bathymetric reasons.

Together with the results of stratigraphic facies and C14 dating data of the above tsunami sediments, we identified three large tsunamis (similar to the 1771 tsunami) in the past 2000-3000 years: in 1771, between 10-11th C and between 2000 and 2900 cal. B.P. The average recurrence interval of large earthquake was found to be very long, 500 to 1000-2000 years along the western Ryukyu trench.

キーワード: tsunami sediments, foraminifera, Ryukyu subduction zone, paleo-tsunami, 1771 tsunami
Keywords: tsunami sediments, foraminifera, Ryukyu subduction zone, paleo-tsunami, 1771 tsunami

沖縄本島における津波堆積物調査 Tsunami sediment in the Okinawa Island

志賀 翔太^{1*}; 中村 衛¹; 藤田 和彦¹; 新城 安尚¹; 山城 咲貴¹; 砂川 尚也¹; 佐名 智子¹; 玉城 尚幸¹
SHIGA, Shota^{1*}; NAKAMURA, Mamoru¹; FUJITA, Kazuhiko¹; ARASHIRO, Yasuhisa¹; YAMASHIRO, Sakaki¹; SUNA-
GAWA, Naoya¹; SANA, Tomoko¹; TAMAKI, Naoyuki¹

¹ 琉球大学 理学部

¹ Faculty of Science, University of Ryukyus

南部琉球弧では、津波石が打ち上げられた年代から、約200~500年に一度の頻度で巨大津波が襲来してきたことが明らかにされている(河名・中田, 1994, Araoka et al., 2013)。最近の巨大津波である1771年八重山大津波(明和の大津波)については津波の数値計算から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)。しかし、中部琉球弧では津波石が確認されておらず、さらに古文書にも巨大津波の記録が残されていないため、この地域を過去に襲った大津波の履歴がほとんど判明していない。そこで中部琉球海溝での大津波履歴を解明するため、沖縄本島にて津波堆積物調査を実施した。沖縄県土木建築部海岸防災課と共同で沖縄本島内にて2013年3月4日~15日にボーリング調査を実施した。調査地点は喜如嘉(大宜味村)、汀間(名護市)、屋嘉(金武町)、屋宜(中城村)、大山(宜野湾市)である。ボーリングコアの目視観察から、汀間と屋宜のコアには津波堆積物の可能性がある砂層が含まれていた。そこで、これらの地点でのボーリングコアについて、津波堆積物の可能性がある砂層部分および比較対象としてその上下層を分析した。汀間-1(標高4.5m、海岸から0.4km)は大浦湾の湾奥の後背湿地に位置する。汀間-1では地表からの深さ1.25mから1.85mの間で5サンプルを採取し分析した。屋宜1~3(標高2.8~3.1m、海岸から0.1~0.2km)は中城湾沿いの海岸低地に位置する。サンプルは、屋宜-1では深さ0.80~4.15mまで7サンプル、屋宜-2では深さ1.35~2.05mまで4サンプル、屋宜-3では深さ1.95mで1サンプルを採取しそれぞれ分析した。さらにそれぞれの調査地点付近の海岸で、現世サンプルを採取した。サンプルの処理方法は、採取試料を約60℃で完全乾燥後、過酸化水素水を10倍希釈して投入した。さらに試料を63μmの篩にかけ、流水の力のみで洗浄した。その後、再び約60℃で完全乾燥させ、篩を用いて>2.00mm、2.00~1.00mm、1.00~0.5mm、0.5~0.25mm、0.25mm~0.125mm、0.125~63μmの粒度に分けた。有孔虫分析方法は、採取サンプルから1.00mm~0.5mmの粒度を抽出し、有孔虫を150個体以上になるように拾い出した。その後、有孔虫を優占種とその他の種に分類した。さらに、現世サンプルの有孔虫組成と比較し、堆積物の起源を推定した。

分析の結果、まず、汀間の深度1.55m,1.65mで*Anomalina*がそれぞれ3個体、深度1.65mで*Calcarina Mayori*が2個体検出された。これらの種はreefの外側に生息することから、汀間の深度1.55m,1.65mの堆積物はreefよりも外側から運搬されたと考えた。屋宜-1の深度3.75m,3.85mで*Anomalina*がそれぞれ2個体検出された。屋宜-1の深度3.85mで*Dendritina*が4個体、*Operculina*が3個体検出された。これらの種はreefの外側に生息する。つまり屋宜1の深度3.75m,3.85mの堆積物はreefよりも外側から運搬されたと考えた。屋宜2の深度1.85mにおいて*Dendritina*が4個体*Operculina*が4個体検出された。また、屋宜2の深度2.05mにおいて*Dendritina*が2個体検出された。これらの種はreefの外側に生息する。つまり屋宜2の深度1.85m,2.05mの堆積物はreefよりも外側から運搬されたと考えられる。このように、汀間・屋宜のボーリングコアからはreef外に起源をもつ種が含まれていることが判明した。ボーリングサイトまで堆積物が運搬される原因として波浪・高潮・津波が考えられる。しかしreef外の種が波浪や高潮でreefを經由して採取地点に到達することは考えにくいから、これらの種は津波でボーリングサイトまで運ばれた可能性が高いと考えられる。

津波堆積物であると推定した層に含まれるサンゴ片のC14年代は、汀間-1の深さ1.65mで1180±110年、屋宜-1の深さ3.95mでBC3370±60年、屋宜-2の深さ1.35mでBC3090±180年であった。これらの結果は、イベント発生時期が汀間では約800年前以降、屋宜では約5000年前以降であることを示している。汀間のイベントが約800年前以降という結果は、汀間の反対側である沖縄本島北西側で行われた調査結果、つまり津波に起因するとみられる堆積層が約600~800年間隔で含まれ、さらに最近の時期が約700年前であったこと(原口・他、2012)、と調和的である。

キーワード: 津波, 津波堆積物, 有孔虫

Keywords: tsunami, tsunami sediment, foraminifera

静岡県静岡平野における砂粒子形態の定量解析に基づくウォッシュオーバー堆積物の認定
Recognition of washover deposits in the Shizuoka Plain, based on analysis of shape of sand grains

北村 晃寿^{1*}; 小倉 一輝¹; 生形 貴男¹
KITAMURA, Akihisa^{1*}; OGURA, Kazuki¹; UBUKATA, Takao¹

¹ 静岡大学
¹Shizuoka Univ

東北地方太平洋沖地震を契機に、南海トラフ沿岸各地の低地で、津波堆積物の調査が活発化している。静岡平野南東部の大谷低地でも、Kitamura et al. (2013) が、鬼界アカホヤ火山灰層より上位の後背湿地の粘土層から、3層の推定津波堆積物(砂層)を認定している。Kitamura et al. (2013) は、認定の根拠の一つに、推定津波堆積物の主体をなす「泥岩片の砂粒子」と海浜砂(海浜では、粒子は波浪に曝されるので、「泥岩片の砂粒子」の円磨度は高くなる)の形態の類似性を挙げている。しかし、Kitamura et al. (2013) の形態解析は、粒子の任意断面の輪郭を円磨度印象図で評価するという半定量的なものだった。そこで、本研究では、堆積物粒子の非破壊3次元定量的形態解析の手法を開発・実装した。堆積物表面の形状を共焦点レーザー顕微鏡で測定し、スキャンした表面形状のサーフェスモデルから粒子のソリッドモデルを構築し、そのモデルを構成する各点の座標の主成分分析によって、粒子の長軸、中軸、短軸の方向とそれらの軸比を求めた。各ソリッドモデルの重心の位置と長軸の方向と堆積が全ての粒子で同じになるように座標データを基準化し、z座標をx, y座標の関数として、これを2次元フーリエ変換によって周波数領域に分解した。周波数毎にフーリエ係数の振幅を求め、1次以降のフーリエ振幅の総和を0次の係数の値で割ったものを粒子の角張度として求めた。その結果、海浜砂と推定洪水堆積物の間で、粒子の短軸/長軸比に明瞭な違いが見られた。ほとんどの推定洪水堆積物は、ほとんどの海浜砂よりも細長い形状をしていた。また、推定洪水堆積物は、様々な値の角張度の粒子を含んでいたのに対して、海浜砂は総じて角張度の値が小さかった。推定津波堆積物には、海浜砂の特徴を持つ丸い粒子と推定洪水堆積物と同様の細長く角張った粒子の両方が含まれていた。

キーワード: ウォッシュオーバー堆積物, 堆積物粒子, 形態解析
Keywords: washover deposits, sedimentary grains, analysis of shape

北海道釧路湿原における2層の古津波堆積物とその広域対比 Two paleotsunami layers in Kushiro Wetlands and their wide correlation in eastern Hokkaido

中村 有吾^{1*}; 西村 裕一¹
NAKAMURA, Yugo^{1*}; NISHIMURA, Yuichi¹

¹ 北海道大学大学院理学研究院地震火山研究観測センター
¹Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University

北海道太平洋沿岸、釧路市鶴野の湿地で2層の津波堆積物(Ks-TS1およびKs-TS2)を記載した。Ks-TS1は、駒ヶ岳c2火山灰(Ko-c2, 西暦1694年)および樽前b火山灰(Ta-b, 西暦1667年)の下位数cmに、Ks-TS2は白頭山苦小牧火山灰(B-Tm, 約1000年前)の上位数cm~10cmにある。この2層はいずれも層厚1~3mmの薄層である。1/16φスケールでの高精度粒度分析(Morphologi G3による)を行ったところ、Ks-TS1は2φ前後、Ks-TS2は4φ前後の砂層からなり、地点ごとの対比が可能である。Ks-TS1は、現在の海岸線から2120mの地点まで到達しており、その標高は5.9mである。Ks-TS2は、海岸から1810m、標高5.7mの地点まで到達している。なお、ここに示した到達距離・標高はあくまで津波堆積物の到達範囲であり、実際の津波浸水範囲はこれを超えたと考えべきである。

次に、釧路で記載したKs-TS1およびKs-TS2が、浦幌、キナシベツ、音別、厚岸、根室で既に記載されている津波堆積物に対比される可能性を検討する。現時点では、離れた地域の津波砂層を対比する手法は確立されていない。しかし、示標テフラとの層位関係、津波砂層の層厚・分布規模の違いから、広域対比の推定は可能である。上記6地域に共通して、Ko-c2/Ta-bとB-Tmの間には2層の津波堆積物がある。それぞれの砂層はテフラとの層位および泥炭の層厚から対比される可能性が高い。すなわち、釧路湿原における砂層の層位は、Ta-bとB-Tm間の泥炭の層厚に対して、Ks-TS1はTa-bから16%の位置、Ks-TS2は81%の位置にある。泥炭の形成速度は時期や地域によって異なるので、砂層の位置も測線によって10~20%の差があるが、おおむね他の測線でも同様の層位に出現する。これまでの調査において、十勝~根室地域では約3000年間に最大8層の津波堆積物が見つかった。釧路湿原で記載した2回のイベントは、この中でも最大規模の津波だったと考えられる。

キーワード: 古津波堆積物, 対比, 高精度粒度組成, モフォロギ G3, 北海道
Keywords: Paleotsunami deposit, correlation, Precise grain size analysis, Morphologi G3, Hokkaido

ロシア沿海州の津波堆積物調査にもとづく日本海の津波発生履歴の解明 Insight of large tsunami recurrence around the Sea of Japan revealed by surveys of historical and pre-historical tsunami

西村 裕一^{1*}; ラジガエバ ナディア²; ガンゼイ ラリーサ²; グレベニコワ タティアナ²; カイストレンコ ビクター²; ゴルブノフ アレクセイ²; 中村 有吾¹
NISHIMURA, Yuichi^{1*}; RAZJIGAEVA, Nadya²; GANZEY, Larisa²; GREBENNIKVA, Tatiana²; KAISTRENKO, Viktor²; GORBUNOV, Alexsey²; NAKAMURA, Yugo¹

¹ 北海道大学, ² ロシア科学アカデミー極東支部, ロシア

¹ Hokkaido University, ² Far East Branch of Russian Academy of Sciences, Russia

1940年積丹沖地震, 1983年日本海中部地震, 1993年北海道南西沖地震等, 日本海東縁部では近年, 津波被害を伴う地震が発生している。一方, 北海道や東北地方北部では日本海の地震や津波を記した古文書は少なく, 津波や地震の発生履歴はよくわかっていない。このような状況下, 日本海沿岸には原子力施設があり, 津波リスクを科学的根拠に基づいて評価する必要性が指摘されている。

そこで重要なのは津波堆積物である。しかし, 北海道日本海側では上記の歴史地震に伴う津波の痕跡がほとんど残されていないことからわかるように, 古津波の痕跡調査には適さない場所が多い。そこで我々は, 日本海を挟んで対岸にあるロシア沿海州で, 2010年から2013年, 北海道大学とロシア科学アカデミー極東支部との共同研究として津波堆積物調査を実施した。調査範囲は, 北はPlastun Bay(北緯44度50分:北海道遠別町とほぼ同緯度)から南はKit Bay(北緯43度02分:北海道泊村とほぼ同緯度)である。ここでは調査結果の一部を紹介する。

ロシア沿海州は日本海東縁で発生する津波の痕跡調査に適している。沿岸には湿地が多く存在し, しかも人工改変はほとんど受けていない。大きな高潮の発生頻度は低く, 津波を引き起こす周辺海域の地震活動はない。よって, 内陸数100mまでシート状に分布し構成物に海水生の珪藻が含まれている砂層は, 基本的に日本海東縁部で起きた地震による津波の堆積物候補と考えるのが妥当である。

実際, 沿海州では, 1900年代の津波で繰り返し被害を受けており, 検潮記録や波高の調査報告も残されている。1900年代の津波は, 沿海州の広い範囲で3mから5mの高さであった(例えば, 羽鳥, 1991; Poliakova, 1988; Soloviev and Go, 1974)。これらの近年の津波の痕跡は, Valentin BayやKit Bay, Langou I Bayにある泥炭中に, 地表から10cmほどの深さにシート状に分布する砂層として残されていた。

より古い津波の痕跡と考えられる砂層も複数地点で確認できた。砂層を挟む泥炭の炭素同位体年代に基づけば, 350年ほど前の砂層がKitovoe Rebro Bayで, 600年ほど前の砂層がLangou I BayとDukhovskie Lake周辺で, 800年ほど前と2000年ほど前の砂層がKit BayとLangou I Bayで, それぞれ確認できた。Kit Bayの露頭やピットでは, 800年ほど前の砂層の下, 数cmの土壌を挟んでB-Tm火山灰(10世紀)が堆積している。この火山灰がB-Tmであることは火山ガラスの化学組成から確認した。

今回の一連の調査で発見された砂層の多くが津波堆積物であれば, 元となる津波は日本海東縁部の海域を震源とする大地震で起きたものである可能性が高い。分布限界まで追跡されている砂層はまだ少ないが, いずれの砂層も標高3-4m以上で浸水距離が数100m以上であることから, 日本海沿岸では1900年代に大きな被害をもたらした津波を超える規模のイベントが繰り返し起きていたと考えても不自然ではない。今後はさらに調査を進め, こうした津波堆積物候補の分布や年代をより正確に決定し, 日本海北部の津波発生履歴を明らかにしていきたい。

キーワード: 津波堆積物, 沿海州, 日本海, 古津波, 歴史津波

Keywords: tsunami deposit, Primorye, Sea of Japan, paleo-tsunami, historical tsunami

若狭湾沿い海岸低地における津波堆積物調査 (予報) Preliminary study for evidence of tsunami deposits from Holocene sediments along the coastal area of the Wakasa Bay.

山本 博文^{1*}; 卜部 厚志²; 佐々木 直広¹; 高清水 康博³; 片岡 香子²

YAMAMOTO, Hirofumi^{1*}; URABE, Atsushi²; SASAKI, Naohiro¹; TAKASHIMIZU, Yasuhiro³; KATAOKA, Kyoko S.²

¹ 福井大学, ² 新潟大学災害・復興科学研究所, ³ 新潟大学

¹Fukui University, ²NHDR, Niigata University, ³Niigata University

2013年度から始まった文科省委託研究「日本海地震・津波調査プロジェクト」の一環として、福井県の高浜町から美浜町にかけての若狭湾沿岸地域において、津波堆積物調査を行った。

若狭湾周辺地域では、ルイス・フロイスの書簡、兼見卿記など史料により、1586年の天正地震時に津波が襲来した可能性が示されている。一方、関西電力等は三方五湖や久々子湖東方陸域、また敦賀半島先端の猪ヶ池等において津波堆積物調査を実施し、古文書に記載されているような大規模な津波を示唆する津波堆積物は天正地震頃の堆積層中には見いだされなかったこと、また猪ヶ池ではBC5300~5600頃の津波の可能性のある砂質なイベント堆積層が認められたものの、三方五湖周辺および久々子湖東方陸域ではこの時期の津波を示唆する痕跡は認められず、大規模な津波ではなかったと報告している(関西電力, 2012など)。

そこで今回、福井県高浜町から美浜町にかけての若狭湾岸の海岸低地において、津波堆積物調査を行った。高浜町園部付近では海岸沿いに浜堤が形成されており、その背後は水田となっているが、かつては湿地帯で鴨場として利用されていたという。この地区における予察的な調査では、下位の細かな貝殻片を含む分級の良い粗粒砂からなる海浜堆積物から、内湾的な環境で堆積したと推定される泥層となり、約3000年前以降は泥層や泥炭層が堆積する湖沼の環境へと移り変わっていることが明らかとなっている。また美浜町坂尻は潟湖を埋め立てた地点である。これらの若狭湾岸沿いの海岸低地において、長さ5mのジオスライサー等を用いて柱状試料を採取し、イベント堆積物の抽出を行った。

キーワード: 若狭湾, 海岸平野, 津波堆積物, 完新統

Keywords: Wakasa Bay area, coastal plain, tsunami deposits, Holocene

東北地方太平洋沖地震津波堆積物の露光状態：OSL 年代測定法による正確な津波堆積物の堆積年代推定を目指して
Bleaching of K-feldspar grains contained in the tsunami deposits of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Tsunami

林崎 涼^{1*}; 白井 正明¹
HAYASHIZAKI, Ryo^{1*}; SHIRAI, Masaaki¹

¹ 首都大学東京

¹Tokyo Metropolitan University

光ルミネッセンス (OSL) 年代測定法は、津波堆積物自体から堆積年代を得ることができる測定法であり、津波堆積物にも有用と期待される。しかし、OSL 年代測定において、鉱物粒子が堆積するまでにどの程度露光しているのかが重要であるが、津波による運搬・堆積過程における露光状態は明らかでない。実際に OSL 年代測定法を津波堆積物に適用するには、まず運搬・堆積過程における露光状態を明らかにする必要がある。本研究では、2011 年の東北地方太平洋沖地震津波の津波堆積物中に含まれるカリ長石粒子を対象として、津波による運搬・堆積時における露光状態を明らかにし、その結果を踏まえて、単粒子年代測定による有効性と、試料採取地点や層相により得られる堆積年代について検討する。

まず、post-IR IRSL (pIRIR) 年代測定法 (Reimann and Tsukamoto 2012) を適用することにより、太陽光への露光時間に対する発光強度の減衰率が異なる IRSL と pIRIR それぞれの等価線量を比較した結果、津波堆積物に含まれる砂質の鉱物粒子は津波による運搬・堆積過程でほとんど露光していないことが明らかになった。このような露光状態は OSL 年代測定に不適であるが、単粒子年代測定ではごく最近露光した鉱物粒子を確認することができた。これは津波前の堆積環境でよく露光していた鉱物粒子を測定したものと考えられる。つまり、このような粒子について単粒子年代測定をすることにより、正確な堆積年代を得ることができると考えられる。また、津波堆積物の試料採取地点により、正確な堆積年代を示す鉱物粒子が増減するという変化傾向は認められなかった。一方、津波堆積物の層相や層位では、1 つの押し波堆積物のユニットの上位ほど正確な堆積年代を示す鉱物粒子が多くなるという傾向が見出された。

従って、現時点では押し波堆積物のユニットの上位のサンプルを用いて、単粒子で OSL 年代測定をすることで、より正確な堆積年代を得ることができると考えられる。

キーワード: 津波堆積物, OSL 年代測定, pIRIR 年代測定, カリ長石, 堆積構造, 福島

Keywords: tsunami deposits, Optically Stimulated Luminescence, post-IR IRSL, K-feldspar, sedimentary structure, Fukushima

東北地方太平洋沖地震津波により形成された津波堆積物の堆積学的特徴 Sedimentological features of tsunami deposit caused by the 2011 Tohoku-oki earthquake tsunami

吉井 匠^{1*}; 濱田 崇臣¹; 佐々木 俊法¹; 松山 昌史¹; 田中 姿郎¹; 伊藤 由紀¹; 渡辺 雅一²; 奥澤 康一³
YOSHII, Takumi^{1*}; HAMADA, Takaomi¹; SASAKI, Toshinori¹; MATSUYAMA, Masafumi¹; TANAKA, Shiro¹; ITO, Yuki¹; WATANABE, Masakazu²; OKUZAWA, Koichi³

¹ (一財) 電力中央研究所, ² (株) セレス, ³ (株) 大林組

¹Central Research Institute of Electric Power Industry, ²Ceres, Inc., ³Obayashi Corporation

東北地方太平洋沖地震において、一部の地域では来襲した津波の浸水範囲が古津波堆積物から推測される浸水範囲と対応していた。この事実により、津波堆積物研究はその重要性を社会的に認知させることとなったが、一方で、古津波堆積物を利用した（特に未知の）巨大津波の評価という性急な社会的要求を受けることとなった。

古津波堆積物を評価する際、津波堆積物の堆積学的特徴と、堆積される過程を理解しておくことは必要不可欠である。これらの理解のために現代の津波堆積物を調査する意義は以下の2点に集約される。第一に、観察物が津波堆積物であるという信頼度が極めて高いという点であり、第二に、堆積物形成に重要な影響を与える周辺環境や津波に関する情報が得られる点である。

本研究では、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までの、東北地方太平洋沖地震による津波規模および地形特徴の異なる19地点の海岸から津波堆積物試料（コア）を取得し、肉眼観察およびX線CT画像による観察を実施し、堆積学的特徴について整理した。発表では、これらを基に津波堆積物の堆積構造を支配する外的要因について議論を行う。さらに、試料の分析（粒度組成分析、化学分析、珪藻分析）についても紹介する予定である。

キーワード: 津波堆積物, 東北地方太平洋沖地震, 津波

Keywords: Tsunami deposit, The 2011 Tohoku-oki earthquake, Tsunami

岩手県唐丹湾奥部に発達する津波堆積物の特徴 Characteristic of tsunami deposit left by 2011 Tohoku earthquake, case study of Toni bay

飯島 さつき^{1*}; 坂本 泉¹; 横山 由香¹; 八木 雅俊¹; 井村 理一郎¹; 根元 謙次¹; 藤巻 三樹雄²; 藤原 義弘³; 笠谷 貴史³
IJIMA, Satsuki^{1*}; SAKAMOTO, Izumi¹; YOKOYAMA, Yuka¹; YAGI, Masatoshi¹; IMURA, Riichiro¹; NEMOTO, Kenji¹
; FUJIMAKI, Mikio²; FUJIWARA, Yoshihiro³; KASAYA, Takafumi³

¹ 東海大学海洋学部, ² 沿岸海洋調査(株), ³ 海洋研究開発機構

¹Tokai University, ²COR, ³JAMSTEC

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、牡鹿半島の沖合を震源とする東北地方太平洋沖地震が発生し、同時に発生した巨大津波により東北地方太平洋沿岸地域は壊滅的な被害を受けた。東北地方太平洋沿岸地域は、過去に幾度もの津波被害を経験している。

堆積物中に含まれる古津波の記録（津波堆積物）を把握し、過去の災害規模を推定することで、今後の防災に役立てる研究が行われている。しかしながら、海域部での津波堆積物に関する研究はほとんど行われておらず、その分布や特徴は明らかにされていない。本調査では唐丹湾内における高分解能地層探査、採泥等の調査結果から、海域とくに沿岸域における津波起源堆積物の特徴を明らかにする事を目的とした。

地形的な特徴として NW-SE 方向に谷軸を有する唐丹湾奥部は、谷軸方向への縦断面において、以下の 4 つに区分できる。(1) 0-22 m 付近：凹凸の少ないスムーズな海底面を呈する緩斜面、(2) 22-25 m 付近：凹凸の激しい海底面を呈する平坦面、(3) 25-43 m 付近：急斜面で特徴づけられ、斜面上部では長周期の凹凸が連なり、斜面下部では長周期の凹凸地形を呈している、(4) 43-46 m 付近：表面に小周期の凹凸地形が発達する平坦面。

地質構造として、高分解能地層探査記録で見られた反射面のうち、海底面付近で広域に追跡できたものを反射面 A とし、反射面 A と海底面との間を第一層とした。この第一層は地形区分 (1) において 25-110cm の厚さを持ち、谷軸で最も厚く側方に行くに連れて薄く分布、(2) において 40-75 cm の厚さを持ち、表層は瓦礫と思われる反射面が認められ、(3) においては斜面上部では 50-60 cm の一定の厚さを持ち、斜面下部では内部反射により第一層が断続的で不明瞭であり、(4) においては、第一層が不明瞭であるが 50-110 cm の厚さを有している。

柱状堆積物試料について、水深 14 m の 13T-V.2 では U1 (0-32 : 砂層)、U2 (32-111 : 泥層)、U3 (111-114 : 砂礫層) に区分された。とくに U1 ではさらに 0-19cm 砂礫層、19-24cm 砂泥層、24-32cm 上方細粒化が見られる砂層が推察され、生物擾乱の発達する下位の泥層 (U2) とは明らかに異なった堆積過程を示し、3.11 津波堆積物であると推定した。U1 を高分解能地層探査記録と比較した所、第一層と相関が認められ、唐丹湾の 0-40m 付近に広く分布している事が明らかになった。

キーワード: 津波堆積物, 三陸沿岸

Keywords: Tsunami deposit, Sanriku Coast

広田湾に分布する津波堆積物の特徴 Characteristic of tsunami deposit left by 2011 Tohoku earthquake, case study of Hirota bay

横山 由香^{1*}; 坂本 泉¹; 八木 雅俊¹; 井村 理一郎¹; 飯島 さつき¹; 金井 辰樹¹; 根元 謙次¹; 鬼頭 毅²; 藤巻 三樹雄³; 藤原 義弘⁴; 笠谷 貴史⁴
YOKOYAMA, Yuka^{1*}; SAKAMOTO, Izumi¹; YAGI, Masatoshi¹; IMURA, Riichiro¹; IJIMA, Satsuki¹; KANEI, Tatsuki¹; NEMOTO, Kenji¹; KITO, Takeshi²; FUJIMAKI, Mikio³; FUJIWARA, Yoshihiro⁴; KASAYA, Takafumi⁴

¹ 東海大学海洋学部, ² 芙蓉海洋開発(株), ³ 沿岸海洋調査(株), ⁴ 海洋研究開発機構
¹Tokai University, ²FODECO, ³COR, ⁴JAMSTEC

2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震は、過去に類をみない巨大津波を発生させ、東北地方太平洋沿岸域に甚大なる被害をもたらした。震災直後、陸域を中心に多くの被害状況調査が行われ、津波による遡上堆積物(津波堆積物)分布調査もその一つとして行われた。津波堆積物に関する研究は、陸域を中心に行われ、遡上した堆積物の特定や影響、津波再来周期や浸水域の推定など多くの研究が行われている(Minoura and Nakayama, 1991 ほか)。しかし、海域で津波堆積物に関する研究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、湾内での津波起源堆積物の特徴および鉛直・水平方向への変化を捉えることを目的とし、広田湾で柱状堆積物試料の採取(パイプレーションコアラー)および高分解能地層探査(Innomar社製 SES2000 Compact)を行った。

柱状堆積物試料は、湾奥部の水深8m~25mで、2012年に5観測点・2013年に12観測点で採取した。柱状試料は、岩相の特徴から砂質堆積物で構成されるユニット1(以下、U-1)と泥質堆積物で構成されるユニット2(以下、U-2)に区分した。

U-1は、上方細粒化や平行葉理を示し、下位層のU-2を削り込むように堆積している。これらの特徴は、平(1985)によって定義される水中重力流が発生した際に形成される堆積物の特徴と類似することから、U-1は2011年の津波堆積物と推定される。また、U-1では粒度分析および軟X線観察から、現在のところ複数の小ユニット(U-1a~1e)への区分が考えられる。調査範囲中央部で採取した13HV8(水深12m)では最上位にシルト層(U-1a)がみられ、その下位に細粒砂層(U-1b)、ラミナの発達した中粒砂層(U-1c)、一様な中粒砂層(U-1d)が続き、最下位に礫層(U-1e)が見られる。これらの特徴は、さらに沖合の13HV10(水深17.5m)でも確認される。しかし、この2本のコアを境に沖合側および沿岸側では、上記の小ユニットのうち、数個が確認されるにとどまる。これらの小ユニットは、津波時の水中重力流の流動機構を反映していると推察され、今後詳細に解析を行っていく予定である。

U-1の下位にみられるU-2は、塊状のシルト~極細粒砂で構成され、軟X線観察から生物擾乱構造の発達で特徴付けられ、湾内通常堆積物と推察される。また、数本の試料において、U-2の下位にU-1と同様の特徴をもつU-3が発達していることが確認された。

2011年津波起源堆積物と推定されるU-1について、柱状試料および高分解能地層探査から、その層厚分布を求めた。その結果、本調査範囲では津波起源堆積物は湾全域に20-50cmの厚さでの分布が確認された。水深方向への変化をみると、沿岸側(水深8m、層厚約20cm)から沖合(水深約20m、層厚約50cm)に向けて厚くなり、さらに沖合にかけて薄く(水深約25m、層厚約30cm)分布する様子が確認された。また、層厚分布図から谷軸および河口域で厚く堆積する様子が確認され、それらは北北西-南南東方向および北西-南東方向の2つの軸方向を呈し、沖合で合流することから、水深20m付近がもっとも厚く堆積する要因として、複数の重力流堆積物が重なって堆積しているためと考えられる。

キーワード: 津波堆積物, 三陸沿岸
Keywords: Tsunami deposit, Sanriku coast

津波起源浸食地形の特徴 -唐丹湾および越喜来湾の例- Characteristic of tsunami origin submarine topography -Case study of Toni Bay and Okirai Bay

八木 雅俊^{1*}; 坂本 泉¹; 横山 由香¹; 水野 怜¹; 飯島 さつき¹; 根元 謙次¹; 藤巻 三樹雄²; 藤原 義弘³; 笠谷 貴史³
YAGI, Masatoshi^{1*}; SAKAMOTO, Izumi¹; YOKOYAMA, Yuka¹; MIZUNO, Ren¹; IJIMA, Satsuki¹; NEMOTO, Kenji¹;
FUJIMAKI, Mikio²; FUJIWARA, Yoshihiro³; KASAYA, Takafumi³

¹ 東海大学海洋学部, ² 沿岸海洋調査株式会社, ³ 海洋研究開発機構

¹School of Marine Science and Technology, Tokai University, ²COR, ³JAMSTEC

唐丹湾は釜石市の南端に位置し東側に開けた湾である。唐丹湾は2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震時の津波(以下、3.11津波と記す)により、高さ約12mの防潮堤が転倒し背後の集落が押し流される被害を受けた。また、唐丹湾においては引き波により海底面が露出した映像が記録されている。越喜来湾は大船渡市三陸町に位置し東側に開けた湾である。越喜来湾では最大で15m以上の高さの津波が押し寄せ、周辺地域は甚大な被害を受けた。以上のことから両湾の海底には、津波による痕跡が残されている可能性が考えられ、東海大学では2012年より両湾の海底地形地質調査を開始した。

初年度の調査により、両湾において3.11津波後における湾全体の海底地形図を作成した。その結果、唐丹湾では水深20~25m付近、越喜来湾では水深15~20m付近で起伏に富んだ地形が確認された。この起伏に富んだ地形を横断する高分解能地層探査記録では、最上部層に白く抜ける反射を呈する厚さ数十cmの無層理層が認められ、その基底部は明瞭な反射面として下位層と隔たられる。唐丹湾において、パイプロコアラによる柱状試料採取及び観察により、この最上部層は級化構造が卓越した砂質堆積物で構成され、基底部には下位層を剝した痕跡が確認された。以上のことから、起伏に富んだ地形は3.11津波により形成された津波起源の凹凸地形であると推定される。2013年度の調査では、初年度で確認された上記の地形を中心により細かな調査測線を設け詳細な地形図を作成したため、湾ごとにその特徴をまとめる。

【唐丹湾】

本調査範囲の地形は、①水深15~22mまでの傾斜約0.9°(16/1000)の緩斜面、②水深22~24m付近の平坦面、③水深25m以深の緩斜面の3つに区分される。①~③の海底面上には多数の物体が散在している。物体の周囲には沖側へ伸長し、扇状もしくは三角形を呈する流痕が確認された。これらはいずれも物体の大きさに比例し大きくなり、南東方向へ開口し、とくに②に集中して発達する。①~②では、長さ35~72m、幅1.5~2.4m、深さ5~12cm程度の細長い溝状の地形が確認された。これは物体が水流により運搬される時に形成したグループマークと推定される。

また、唐丹湾では3.11時に引き波により水深20m付近までの海底面が露出し、この水深20m付近で第一波の引き波と第二波の押し波が衝突したことが映像により明らかになっている。そのことから、海底面上に散在する多数の物体は津波により運搬されたガレキだと推定される。

【越喜来湾】

本調査範囲の地形においても、①水深8.5~17.5mまでの傾斜約1°(18/1000)の緩斜面、②水深17.5~19m付近の平坦面、③水深19.5m以深の緩斜面の3つに区分される。

①の海底面には多数の物体が集中して存在している。これら物体の分布は、唐丹湾が平坦面上に多数分布していたのに対し、緩斜面上への分布となっている。①~②にかけて、南東方向へ開口する扇状もしくは三角形の流痕が確認された。これらは、唐丹湾と同様に物体があることによる物痕が一部認められるが、水流自体による浸食で形成された削痕が大半を占めている。

以上、凹凸地形周辺における精査の結果、唐丹湾および越喜来湾の海底面上には、ガレキ及びその周囲に発達し、沖側へ開口する流痕により形成された津波起源凹凸地形が認められた。両湾において凹凸地形の発達する深度及び地形は類似している。しかし、唐丹湾はガレキの形状などにより流痕の幅や深さが異なり、ガレキに形状を規制されたと考えられる。しかし、越喜来湾の場合はガレキに規制されず水流自体により浸食を受けたと推察され、両湾には流痕の形成過程に明らかな違いがあったと示唆される。

キーワード: 津波起源浸食地形, 唐丹湾, 越喜来湾, 流痕

Keywords: Tsunami origin submarine topography, Toni Bay, Okirai Bay, Current mark

仙台湾沿岸における津波の浸水限界と津波砂層の分布限界との関係性の解明 Relationship between the inundation limit and the maximum extent of the sandy tsunami deposit in Sendai Bay coasts

阿部 朋弥^{1*}; 後藤 和久²; 菅原 大助²
ABE, Tomoya^{1*}; GOTO, Kazuhisa²; SUGAWARA, Daisuke²

¹ 名古屋大学 地理学教室, ² 東北大学 災害科学国際研究所
¹ Department of Geography, Nagoya University, ² IRIDeS, Tohoku University

津波の浸水限界と津波砂層の分布限界との関係性を明らかにすることは、古津波の浸水範囲を津波砂層の分布範囲から推定する上で重要である。2011年東北地方太平洋沖地震の発生以前は、津波砂層は浸水限界の90%以上まで分布するため (MacInnes et al., 2009)、津波砂層の分布範囲から古津波の浸水範囲を推定することには、大きな問題は無いとされてきた (Tsunami Pilot Study Working Group, 2006)。しかし、2011年東北地方太平洋沖地震の発生直後に仙台湾沿岸で行われた堆積物調査から、浸水距離が2.5~3 kmを超えると、津波砂層の分布限界は浸水限界より0.6~2.0 km海側となり、津波砂層は浸水距離の57~83%までしか分布しないことが指摘された (Goto et al., 2011; Abe et al., 2012; 宍倉ほか, 2012)。しかし、浸水限界と津波砂層の分布限界との差が生まれる要因について、物理的な説明はほとんど行われていない。よって、本研究では、両者の差が生まれる要因を明らかにすることを目的とする。

仙台湾沿岸において、海岸線から浸水限界まで長さ0.60~5.07 kmの15本の調査測線を設定した。浸水限界は、津波痕跡の現地調査から決定し、津波痕跡が失われていたものは、東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ (TETJSG) (Mori et al., 2012) のデータを用いた。津波砂層の分布限界は、測線上において数10~100 m程度の間隔を置いて計366地点で行った堆積物のピット観察結果から決定した。また、各測線における浸水限界と各掘削地点の標高は、GPS測量機器を用いた地形測量、もしくは、国土院が提供している津波発生直後の航空レーザー測量結果 (5mDEM) の抽出により求めた。各掘削地点の津波砂層の粒度分布を、沈降管法により求めた。TETJSGの浸水高から5mDEMの標高値を引くことで、浸水深を推定し、その分布をNatural neighborによって空間補間することで、浸水深分布図を作成し、各掘削地点の浸水深を抽出した。

浸水限界と津波砂層の分布限界との関係は、次のA~Dの4つの地形のタイプによって異なった特徴が見られた。仙台平野北部~中部のA) 奥行きが広い平野の6測線 (浸水距離: 3.66~5.07 km) では、津波砂層の分布限界の海岸線からの距離と標高は、浸水限界の55~74%と5~36% (1.03~2.30 km, 1.3~2.0 mの差) であった。仙台平野南部のB) 奥行きが狭い平野の3測線 (浸水距離: 0.60~1.96 km) では、津波砂層の分布限界の海岸線からの距離と標高は、浸水限界の97~98%と30~54% (0.01~0.16 kmと, 3.7~4.9 mの差) であった。七ヶ浜半島および仙台平野南部のC) 谷底平野の4測線 (浸水距離: 1.41~2.23 km) では、津波砂層の分布限界の海岸線からの距離と標高は、浸水限界の92~99%と55~89% (0.02~0.18 km, 0.9~3.5 mの差) であった。相馬海岸~常磐海岸のD) ラグーン低地・干拓地の2測線 (浸水距離: 3.85~4.43 km) では、津波砂層の分布限界の海岸線からの距離と標高は、浸水限界の94%と30~45% (0.16~0.22 km, 0.7~1.8 mの差) であった。

ここでは、津波砂層の分布限界 (2.31~2.99 km内陸) と浸水限界 (3.66~5.07 km内陸) との間に1.03~2.30 kmの差が見られた仙台平野北部~中部の奥行きが広い平野の6測線 (Aタイプ) について、考察を行う。まず、津波砂層の分布限界での標高は、0.1~1.1 mであり、一定の標高で砂層が途切れるわけではない。加えて、津波砂層の分布限界での粒度は、細粒砂~中粒砂 (中央粒径値: 1.6~3.1 phi) であり、一定の粒度で砂層が途切れるわけではない。また、津波砂層の分布限界での推定浸水深と計算最大流速は0.5~1.4 mと1.3~2.8 m/s (堀川ほか, 2012) であり、津波砂層の分布限界における津波の流体力は細粒砂~中粒砂をより内陸まで運搬可能であったと推測される。以上のことから、津波砂層の分布限界において、標高や砂の粒度に限界値があるのではないこと、および津波の流体力としてはより内陸まで津波砂を運搬可能であったと考えられる。そのため、浸水限界と津波砂層の分布限界との間に1.03~2.30 kmの差が生まれたのは、仙台平野における2011年東北地方太平洋沖地震による津波砂の主な供給源と考えられている海浜砂~砂丘砂 (Szcucinski et al., 2012) の供給が、海岸線から2.31~2.99 kmを超えると途切れてしまうことが要因であるとと考えられる。各測線の海岸部には、海浜砂~砂丘砂が十分にあり、津波発生直後の現地調査においても、それらの全てが消失していたわけではなかったため、供給源での砂の供給可能性に上限値があったのではないと思われる。そのため、2011年東北地方太平洋沖地震における仙台湾沿岸での津波特性が供給源での海浜砂~砂丘砂の供給プロセスを支配したことによって、内陸での砂の供給が途切れたと考えられる。津波の数値解析、観測データ・ビデオ映像の解析から、この仮説を確かめたいと思っている。

キーワード: 2011年東北地方太平洋沖地震津波, 仙台湾沿岸, 浸水限界, 津波砂層の分布限界

Keywords: 2011 Tohoku-oki tsunami, Sendai Bay coast, Inundation limit, Maximum extent of sandy tsunami deposit

三陸海岸宮古市沼の浜で発見された歴史津波堆積物 Historical tsunami deposits in Numanohama on the Sanriku coast, Japan

五島 朋子^{1*}; 佐竹 健治²; 須貝 俊彦¹; 石辺 岳男²; 原田 智也³; 室谷 智子²
GOTO, Tomoko^{1*}; SATAKE, Kenji²; SUGAI, Toshihiko¹; ISHIBE, Takeo²; HARADA, Tomoya³; MUROTANI, Satoko²

¹ 東大大学院新領域創成科学研究科, ² 東大地震研究所, ³ 東大総合防災情報研究セ / 地震研究所
¹GSFS, the University of Tokyo, ²ERI, the University of Tokyo, ³CIDIR/ERI, the University of Tokyo

岩手県宮古市田老地区沼の浜で、津波履歴解明を目的に津波堆積物調査を行った。本調査地は浜堤を介した低湿地帯で、2011年東北地方太平洋沖地震の津波遡上高は、17~30 mであった(都司ほか, 2011, 地震研彙報)。低地掘削で得られた深度長約3 mのハンディジオスライサー試料を解析した結果、15世紀以降の津波堆積物が6層検出された。²¹⁰Pb及び¹³⁷Csによる堆積年代推定結果から、地表から4層目までのイベント層は、上部より2011年東北地方太平洋沖地震津波、1960年チリ地震津波、1933年昭和三陸地震津波、1896年明治三陸地震津波に相当すると推察される。15世紀以降にこの地域に襲ったこの他の歴史的な近地津波としては、1793年宮城県沖地震、1763年及び1677年青森県沖地震、1677年延宝房総沖地震、1611年慶長三陸地震があり、主な遠地津波は1700年カスケード地震津波がある。

2011年東北地方太平洋沖地震後には、仙台平野を中心に津波堆積物に関する多くの調査が行われている(Goto *et al.*, 2011, *Marine Geology*; 宍倉ほか, 2012, 活断層・古地震研究報告)。しかし、岩手県北部から青森県に至る沿岸部については、過去の津波履歴復元を目的とした津波堆積物調査の報告例が少ない上に、検出された津波痕跡の堆積年代は数千年前と古いものが多い。有史時代の津波痕跡が地質試料に保存されていない原因として考えられるのは、三陸沿岸ではリアス式海岸が発達して沖積層が保存されにくい場所であることや、人工的な影響によって沖積層が削られていることにある。しかしながら、本調査地は標高約4 mの浜堤で海と隔てられており、平常時は泥炭層が堆積する場所である。本研究のように、三陸沿岸において近年の歴史津波が地質学的証拠として時間的連続性をもって検出された例は珍しい。

本研究では、層相記載・粒度分析・微化石分析による津波堆積物の認定を行ない、津波堆積物の堆積年代推定のために、試料中の植物片や種子の¹⁴C年代(AMS)測定を行なった。さらに、表層部の津波堆積物の堆積年代推定のために、土壌試料中の²¹⁰Pbと¹³⁷Csの残存濃度の値を用いた。堆積物中に残存する²¹⁰Pb(半減期22.3年)濃度測定値により、過去100年程度の堆積速度を見積もることができ、また¹³⁷Cs残存濃度により、大気圏核実験の始まった1954年以前とそれ以後に堆積したものを区別することが可能である。

イベント層は、数cmから数十cmの層厚を持つ砂礫層として泥炭層中に挟在し、海浜由来の砂礫や付近の地質岩体由来の岩屑性粒子で構成されている。また、下部泥層との明瞭な侵食面、級化・逆級化構造の繰り返し構造、ラミナ構造、ラミナ層に挟在する偽礫などの津波堆積物に特徴的な構造が認められた。イベント層は、海側から内陸側に向かう調査側線上で追跡でき、調査地内で広がりをもって分布していることもわかった。さらに、イベント層と浮遊性海生ナノプランクトンの高産出層がよい相関を成すことは、イベント層を構成する粒子が海水によって陸側へ運搬されたことを示す。

年代測定の結果、¹⁴C年代測定結果は、試料深度3 m付近が15世紀頃に堆積したことを示し、さらに²¹⁰Pb残存濃度から得られた減衰曲線は、表層から4つ目の砂層までが、ここ約100年間で堆積したことを示した。さらに、表層から2つ目の砂層以浅で¹³⁷Csが検出されたことより、2つ目の砂層は1960年チリ地震津波堆積物の可能性があることが示唆された。

謝辞

調査の実施にあたり、平川一臣氏、Javed N. Malik氏による多大な御助言と、村岸純・鳴橋竜太郎・楠本聡・瀧川朗・山市剛・Ravi K. Prabhat、各氏による御協力を頂きました。記して感謝致します。

キーワード: 津波堆積物, 三陸海岸
Keywords: Tsunami deposit, Sanriku coast

秋田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 Akita Prefecture, the eastern margin of Japan Sea

鎌滝 孝信^{1*}; 細矢 卓志²; 黒澤 英樹³

KAMATAKI, Takanobu^{1*}; HOSOYA, Takashi²; KUROSAWA, Hideki³

¹ 秋田大学地域創生センター, ² 中央開発株式会社技術センター, ³ 応用地質株式会社エネルギー事業部

¹ Akita University, ² Chuo Kaihatsu Corporation, ³ OYO Corporation

国や全国の地方自治体では、2011年東北地方太平洋沖地震の発生を踏まえて地震被害想定の見直しを進めており、秋田県でも平成24年度から「秋田県地震被害想定調査」が実施されている。その中では、日本海東縁部の海域で発生する地震について、複数の震源領域が破壊する「連動地震」の検討がなされた。秋田県沖に関しては、1983年日本海中部地震が発生し、県内だけでも79人が津波で犠牲になった。しかしながらそれ以前の津波に関する情報はあまり知られておらず、また日本海東縁部において過去に連動地震が発生していたという証拠も得られていない。そこで、日本海沿岸の古津波に関する物的証拠を収集し、将来の地震被害予測に資する情報を整備することを目的として、秋田県沿岸部における古地震学的研究を開始した。本講演では、秋田県沿岸部における津波堆積物調査について現時点で得られている知見について議論したい。

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、千島海溝沿岸部、日本海溝沿岸部、相模トラフ沿岸部、駿河～南海トラフ沿岸部などから報告されているが、我が国における研究例のほとんどが太平洋側のもので、日本海側からの報告は箕浦ほか(1987など)や平川ほか(2012)などわずかである。また、秋田県沿岸からの情報は皆無といえる。

調査地域は、秋田県沿岸部を北部(八峰町)、中部(男鹿市および潟上市)および南部(にかほ市)と3地域に分けて選定した。秋田県における人口集中地域である秋田市、能代市および由利本荘市は、大規模な河川による堆積作用の影響および高い砂丘の存在から、今回の調査で津波堆積物を識別できる可能性が低いと判断し、調査地点を設定していない。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程度のハンドコアラーや同じく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。その結果、津波堆積物が保存されている可能性があるとして判断した沖積低地においてボーリング調査を実施した。

北部地域と南部地域で採取されたボーリングコア試料からは、沖積低地に堆積したシルトや泥炭を主体とした細粒堆積物中に、砂を主体とした粗粒堆積物が数枚挟まれていることがわかった。細粒堆積物中に挟まれる粗粒堆積物は、基底面が侵食面を呈すること、内部に斜交層理等の堆積構造が見られることなどから、ある程度強い水流を伴ったイベント堆積物と解釈される。それらイベント堆積物は、調査地点の周辺に大規模な河川が存在しないことから、洪水の可能性は低いと考えられる。また、海岸線からもある程度距離が離れていることから、現時点では津波堆積物の可能性が高いと考える。

今後、イベント堆積物の広範囲への分布を明らかにし、広域での対比を可能にすること、そしてイベント堆積物の由来を明らかにすることを目的に、追加調査や試料の分析等を進め、歴史地震津波との対応や当地域における津波履歴等についての詳細を明らかにしていきたい。

本研究は、秋田県による「秋田県地震被害想定調査」の成果、および秋田県潟上市から秋田大学が受託した「潟上市における地域防災・減災に関する研究」の予算を使用させていただいた。関係各位に対し記して感謝の意を表します。

キーワード: 津波堆積物, 古津波, 日本海東縁, 秋田県

Keywords: tsunami deposit, paleo-tsunami, eastern margin of Japan Sea, Akita Prefecture

珪藻化石群集から推定された徳島県田井ノ浜における過去4000年間の古沿岸環境変化と地殻変動 Paleoenvironmental changes and tectonic movements reconstructed from diatoms in Tokushima, during the last 4000 years

千葉 崇^{1*}; 藤野 滋弘¹; 小堀 詠美²
CHIBA, Takashi^{1*}; FUJINO, Shigehiro¹; KOBORI, Emmy²

¹ 筑波大学生命環境系, ² 筑波大学生命環境学群地球学類

¹Faculty of Life and Environmental Sciences University of Tsukuba, ²College of Geoscience, School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

南海トラフ沿いの地域で発生する南海地震と東海地震については、豊富に残されている歴史記録が調べられ、その再来間隔が求められている(寒川 2008)。また、近年はそれら地震に伴う津波に関する史料記録及び津波堆積物の研究が増加している(例えば藤野ほか 2008)。一方、各地震に伴う地殻変動は地形や隆起生物遺骸群集から推定されているものの、その報告は限られている(前杵 1988, 穴倉ほか 2008)。

徳島県由岐町には、過去の南海トラフ起源の地震による津波の被害について書かれた資料や石碑が残されている。歴史時代に発生した古地震や古津波の履歴及び規模を詳細に明らかにするためには、こうした歴史記録と地質記録を合わせて検討する必要がある。さらに、先史時代の記録は地質記録を検討する以外に情報を得る手段はなく、より長期的な地震履歴を明らかにするためにも地質記録を検討することは重要である。本研究では、由岐町に隣接する美波町田井ノ浜で掘削された深度 700 cm のボーリングコアの特に深度 500 cm までを対象として分析を行い、産出した珪藻化石群集の変化を明らかにすることから古沿岸環境の変遷及び地震性地殻変動を復元することを目的とした。

コア掘削地点は海岸から 200m ほど内陸に位置する。現在は休耕地であるが、かつては海岸側が砂州により閉ざされることで形成された低湿地であったと推定される。掘削されたコアは、表層～深度 50 cm までが耕作土層であるが、それより下位の層準は主に塩性植物の葉や根及び種子などを多く含む泥炭層～有機質泥層から成り、深度 500m までに少なくとも 12 枚の砂層が狭在する。砂層は層厚が 1 cm 未満のものから 70 cm 程度のもので様々である。また、放射性炭素年代測定から、表層～500 cm までの層準は少なくとも過去 4000 年間で堆積したものであると推定された。珪藻分析の結果、泥炭層～有機質泥層では、*Pseudostaurosira brevistriata*, *Pseudostaurosira subsalina*, *Staurosirella pinnata*, *Tabellaria fenestrata* などが優占し、中性～弱酸性環境を好む *Pinnularia* 属や *Eunotia* 属が随伴した。一方、狭在する砂層からは、*Diploneis smithii*, *Mastogloia recta* などのより高塩分環境に生育する珪藻が相対的に多く産出した。

以上のことから過去 4000 年間に於いて、この地域では、泥炭層及び有機質泥層堆積時に波浪の影響が直接及ばない淡水～塩性湿地が形成されていたと推定される。一方、コア掘削地周辺の集水域は小さいことから、狭在する砂層が崖錐由来である可能性は低いと考えられる。また、砂層はそれぞれより高塩分環境の珪藻を含むことから、いずれもコア掘削地点より海側から、津波などの強い流れにより運搬されたと推定される。さらに、泥炭層及び有機質泥層中の珪藻群集変化を見ると、砂層の層準の前後で群集が変化していた。特に砂層の堆積前には淡水生種が徐々に増加し、砂層の堆積後に淡水生種が減少した。この地域は南海トラフ沿いで発生する地震に関連した地殻変動により、地震間に隆起し、地震時に沈降することが潮位記録や歴史記録などからわかっている。本研究において認められた淡水生種の増減は、この地殻変動に伴う沿岸環境の変化を反映したものであると考えられる。

キーワード: 南海トラフ, 津波堆積物, 地殻変動, 古沿岸環境, 珪藻

Keywords: Nankai trough, Tsunami deposit, Tectonic movement, Pleo coastal environment, Diatom

鹿児島県西岸域における津波堆積物調査 Study of tsunami deposits along west coastal area of Kagoshima Prefecture, Japan

大嶋 章浩^{1*}; 原口 強²; 田尻 雄大³
OSHIMA, Akihiro^{1*}; HARAGUCHI, Tsuyoshi²; TAJIRI, Yuuta³

¹ 西日本技術開発株式会社, ² 大阪市立大学, ³ 九州電力株式会社

¹West Japan Engineering Consultants, Inc., ²Osaka City University, ³Kyushu Electric Power Co., Inc.

九州西岸域においては、前面にプレート境界が無く、被害を及ぼした地震・津波の記録が少ないことから、太平洋に面した東岸域と比較して、津波堆積物に関する調査・研究の実績が少ない。しかしながら、東北地方太平洋沖地震の発生を機に、沿岸地域における防災計画の見直しが進められており、過去の津波履歴等に関するデータの拡充が必要とされている。

筆者らは、九州西岸域における歴史津波やその他災害の記録に関する文献調査及びボーリング調査による堆積物コアの採取と観察、各種分析を実施している。本講演では、特に鹿児島県西岸域における津波堆積物調査について、現時点で得られている知見について報告する。

調査地点の選定にあたっては、まず、空中写真・地形図の判読を行い、浜堤、砂丘、後背湿地等の地形分類図を作成した。次に、この地形分類図に基づいて、地形や人工改変の状況等について現地確認を行い、ボーリング調査地点を選定した。ボーリング調査は、鹿児島県阿久根市～南さつま市の沿岸域、及び薩摩川内市の西方沖約 30km に位置する甕島の東岸域の計 10 地点で実施した。また、各地点においては、堆積物の側方への連続性を把握するため、海側から陸側にかけて数本のコアを採取した。掘削深度は沖積層の基底を目途とし、既存資料等を参考に堆積速度を勘案して、現在とほぼ同程度の海水準であったと考えられる約 7000 年前～約 6000 年前までの深度の堆積物を採取することとした。

ボーリング調査により採取したコアの内部構造について、非破壊かつ 3 次元的に観察を行うため、コアパックに入った状態で X 線 CT 撮影を行った。X 線 CT 撮影後、コアは縦に半割し、その半割面を観察・記載した。採取したコアの年代については放射性炭素年代測定・火山灰分析を実施中である。

現時点までに、鹿児島県薩摩川内市久見崎町地点、甕島中山地点、いちき串木野市羽島地点から採取したコアにおいて、イベント堆積物を確認した。イベント堆積物の年代は、久見崎地点では約 7000 年前と約 9500 年前、中山地点では約 2500 年前～約 3500 年前を示す。羽島地点については、現在年代測定中である。

上述のイベント堆積物は、現状では他地点の同時期の堆積物に認められないことから、これらを形成したイベントは局所的なものであった可能性が高い。発表時には、コア観察と微化石分析等の結果を踏まえて成因についてより詳細に考察する。

久見崎地点から採取したコアに、鬼界アカホヤテフラ由来の火山ガラスを含む層準が認められた。この層準は、鬼界アカホヤ噴火に伴うイベントにより、当該地点に供給された可能性がある。この堆積環境の変化については、微化石分析やコアの詳細観察を行い検討する予定である。

キーワード: 津波堆積物, イベント堆積物, 鹿児島県

Keywords: tsunami deposits, event deposits, Kagoshima Prefecture

石垣島東海岸に見られる津波堆積物 Tsunami deposits in eastern coast area of Ishigaki Island, Japan.

北村 晃寿^{1*}; 安藤 雅孝¹; Tu Yoko⁴; 大橋 陽子¹; 中村 衛²; 宮入 陽介³; 横山 祐典³; 志賀 翔太²; 生田 領野¹
KITAMURA, Akihisa^{1*}; ANDO, Masataka¹; TU, Yoko⁴; OHASHI, Yoko¹; NAKAMURA, Mamoru²; MIYAIRI, Yosuke³;
YOKOYAMA, Yusuke³; SHIGA, Shota²; IKUTA, Ryoya¹

¹ 静岡大学, ² 琉球大学, ³ 東京大学, ⁴ 中央研究院地球科学研究所

¹Shizuoka University, ²Ryukyu University, ³The University of Tokyo, ⁴Institute of Earth Sciences, Academia Sinica

We found two tsunami deposits in eastern coast area of Ishigaki Island, Japan. The tsunami deposits contain many pebble-sized bioclasts such as coral fragments and mollusks, and clay rip-up clasts comprising material from the underlying soil. These deposits have erosive basement and fine upward. These layers thin abruptly at the landward margins, and fine inland. The altitude of the landward end of the lower and upper tsunami deposits attain up to 6 and 8 m, respectively. We referred to as deposits T-II and T-I in order of ascending stratigraphic position. Radiocarbon ages of excellent preserved and articulated marine bivalves mean that T-I and T-II were caused by the AD 1771 Meiwa tsunami and by tsunami at 740-500 cal. yrs BP (AD 1210-1450), respectively. It is noteworthy that abundant fragments of coral and molluscs remains are found from the debris flow deposit below T-II. Radiocarbon ages suggest these fragments were transported up to 8 m elevation by tsunami between 2490-2240 and 930-620 cal. yrs BP.

キーワード: 津波堆積物, 石垣島

Keywords: tsunami deposits, Ishigaki Island

The use of benthic foraminifera within tsunami sediments The use of benthic foraminifera within tsunami sediments

MAMO, Briony^{1*}; TOYOFUKU, Takashi¹
MAMO, Briony^{1*}; TOYOFUKU, Takashi¹

¹Japan Agency for Marine and Earth Science and Technology

¹Japan Agency for Marine and Earth Science and Technology

Tsunami hazard assessment begins with a compilation of past events that have affected a specific location. Given the inherent limitations of historical archives, the geological record has the potential to provide an independent dataset useful for establishing a richer, chronologically deeper time series of past events. Recent geological studies of tsunami are helping to improve our understanding of the nature and character of tsunami sediments. Wherever possible, researchers should be increasingly working to improve the research 'tool kit' available to identify past and analyse modern tsunami events. Marine, benthic foraminifera (single celled heterotrophic protists) have often been reported as present within tsunami-deposited sediments but in reality, little information about environmental conditions, and by analogy, the tsunami that deposited them, has been reported even though foraminifera have an enormous capacity to provide meaningful palaeo-environmental data. In light of more recent tsunami events, the use of foraminifera has increased yet their full potential in this capacity is still often not frequently utilised. We discuss the potential use of foraminifera within tsunami research using results from specific case studies from Japan, south Asia, North America, Europe, the UK and New Zealand. We present an updated review in the gaps in our understanding on this topic area and reassert models for 'better' practice where possible, to assist researchers who examine foraminiferal assemblages within tsunami geology.

キーワード: Tsunami, Foraminifera, Benthic, Tsunami deposit
Keywords: Tsunami, Foraminifera, Benthic, Tsunami deposit