

空間分析を用いた津波の挙動復元：福島県南相馬市小高区の平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震に伴う津波堆積物の特徴

Tsunami behavior using spatial analysis of onshore tsunami deposits from the 2011 Tohoku-oki Earthquake, Fukushima prefecture, Japan

*高清水 康博¹、茂野 玲¹、卜部 厚志¹、羽鳥 祐香²

*Yasuhiro Takashimizu¹, Rei Shigeno¹, Atsushi Urabe¹, Yuka Hatori²

1. 新潟大学、2. 前橋市立第六中学校

1. Niigata University, 2. Maebashi City Dairoku Junior High School

福島県南相馬市小高区の沿岸低地において、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による津波堆積物の調査を行った。定方位不攪乱試料の採取および層相記載とユニット区分、粒度分析、および帯磁率異方性測定を行った後、層厚、粒度特性値、帯磁率、磁気ファブリック、および地形のデータをもとにArcGISを用いた津波堆積物の空間分析を行った。その結果、以下のことが分かった。

1. 福島県南相馬市小高地区では北東方向と東方向から強い営力を持った津波が押し寄せ、県道260号線や河川堤防に衝突し、西部で合流した。また遡上する中で比較的粗粒な堆積物を形成しながら、基底面の水田土壌を侵食し、マッドクラストや泥質砂を含む泥分含有量が高い流体となった。

2. 西部の高まりで合流した二つの遡上流は、流れの方向を変化させ戻り流れとなって、河口に向かって流れた。戻り流れは河川堤防沿いで泥成分を落としきって、東部に向かって泥分含有量の低い流体となった。

3. 北部の堆積物は本研究地域よりさらに北東部の人工物などが遡上流によって破壊されたものによる、粗粒な堆積物である。

キーワード：津波堆積物、磁気ファブリック、粒度特性値、空間分析、マッドクラスト

Keywords: tsunami deposits, magnetic fabric, grain size characteristics, spatial analysis, mud clast

津波堆積物の高精度かつ効率的な放射性炭素年代推定法の提案

Efficient radiocarbon dating method for precise age estimation of tsunami deposit

*石澤 堯史¹、後藤 和久²、横山 祐典³、宮入 陽介³、沢田 近子³

*Takashi Ishizawa¹, Kazuhisa Goto², Yusuke Yokoyama³, Yosuke Miyairi³, Chikako Sawada³

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. 東京大学大気海洋研究所

1. Department of earth Science, Tohoku University, 2. International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 3. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo

津波堆積物の堆積年代を推定することで、古津波の発生間隔を推定することができる。また、広域に分布する津波堆積物の年代対比結果は古津波の規模を推定する際の根拠となる。このように津波堆積物の堆積年代から、古津波の規模やその発生間隔など津波ハザード評価に関わる多くの情報を推定することができる。津波堆積物の堆積年代は主に放射性炭素 (^{14}C) 年代測定から推定されている。この手法は汎用性の高さが利点であるが、年代測定結果から推定される暦年代が較正曲線の形状に強く影響されるという問題点もある。そのため較正曲線が揺らいでいる時代においては、 ^{14}C 年代に対応する暦年代が複数存在し、暦年代を精度良く推定できない。

このように ^{14}C 年代測定の精度が悪い時代においても高精度で暦年代の推定を行うため、連続的に測定した年代測定結果を較正曲線と対応させるウィグルマッチング法や、暦年較正の際に層序関係などの情報も取り入れて暦年代をベイズ推定する手法が活用されている。しかし、これらの手法では ^{14}C 年代を連続的に多点測定する必要があり、測定コストが増加する。津波堆積物研究においては、古津波の規模やその発生間隔推定のため、津波堆積物の分布を広域で調査し、それぞれの地点において津波堆積物の年代を高精度で推定する必要がある。そのため精度は確保したうえで1地点あたりの年代測定個数を必要最低数とすることで費用対効果を最大限にすることが重要である。

そこで本研究では ^{14}C 年代測定を用いて効率的かつ高精度で津波堆積物の堆積年代を推定する手法について検討する。具体的には、較正曲線の形状を考慮することで、高精度で年代推定を行うために試料を採取すべき層準や必要な測定個数、分析の優先順位の設定法について議論する。この手法を用いることで最小限の測定個数で高精度での年代推定を行うことが可能であり、津波ハザード評価への貢献が期待できる。

キーワード：津波堆積物、放射性炭素年代測定

Keywords: tsunami deposit, radiocarbon dating

Depositional evidence for the 14th November, 2016, Kaikoura Tsunami at Little Pigeon Bay, New Zealand

*Shaun P Williams¹, Emily M Lane¹, Catherine Chagué-Goff², James Williams³, James Goff²

1. National Institute of Water and Atmospheric Research, 10 Kyle Street, Christchurch 8011, New Zealand, 2. PANGEA Research Centre, School of Biological, Earth and Environmental Sciences, UNSW Australia, Sydney 2052 NSW, Australia, 3. Department of Geological Sciences, University of Canterbury, PB 4800, Christchurch 8140, New Zealand

The recent Mw7.8 Kaikoura earthquake cluster which occurred at 12:02 am on 14th November, 2016 local time, was one of the largest and most complex in New Zealand's history. The first earthquake epicentre was located inland in the Marlborough fault system at coordinates 173.02°E, 42.69°S, with the rupture then spreading across 13 northeast propagating faults. At least three major faults ruptured offshore and caused complex seafloor displacement that resulted in a tsunami. The only known damaging inundation was recorded at Little Pigeon Bay in Banks Peninsula ~160 km south of the tsunami source area. The first wave arrived at ~1 am local time, with the largest wave arriving close to high tide approximately ~4 hours after the initial rupture. The bay has a distinctly north-facing, funnel-shaped geomorphology which focussed the tsunami and resulted in severe damage to a 100 year old timber-framed cottage located ~10 m from the shore at the site. Fortunately there were no casualties. We report on post-tsunami survey observations made at Little Pigeon Bay during four successive field campaigns on the 16th, 19th and 30th November 2016, and on 15th January 2017. This includes preliminary results and interpretations of electrical conductivity (EC) analysis data obtained from tsunami-related sediment sampled during the campaigns. Two distinct tsunami debris-inundation lines were observed. The upper debris-inundation line was ~140 m inland and ~4.0 m above mean sea level - about 2.9 m above the tide level at the time of the inferred maximum tsunami arrival. Depositional evidence included: 1) fine greyish sand and organic marine and terrestrial debris deposited in the cottage and up to the inferred inland extent of inundation; 2) flood marks on the cottage walls indicating the tsunami depth above land level at the cottage location; 3) upstream imbrication of gravels/cobbles in the dry creek bed; 4) salt crusts at sheltered locations initially observed only on the third field campaign with much reduced levels observed on the fourth campaign. Salinity data, obtained from EC measurements of surface sediment samples collected up to about 230 m inland, corroborate the extent of inundation inferred through the observed debris-inundation lines. Pending ITRAX elemental profiles and sedimentary (grain size) analyses will provide a better understanding of the characteristics of the sediments left by the tsunami. We discuss the implications of using depositional tsunami evidence at this site to identify and potentially hindcast older events associated with a similar source. Further, we highlight the role that localised geomorphology plays in influencing the nature and extent of inundation and damage associated with locally-sourced tsunami events.

Keywords: Tsunami, Deposits, Kaikoura earthquake, Little Pigeon Bay, New Zealand

台風来襲時の高波と高潮の相互作用によって沿岸低地に生じた小規模な砂質イベント堆積物の堆積過程

Sedimentary process of a small sandy event deposit due to the storm surge and storm wave of a typhoon.

*重野 聖之¹、七山 太²

*Kiyoyuki Shigeno¹, Futoshi Nanayama²

1. 明治コンサルタント株式会社、2. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

1. Meiji consultant co.,Ltd., 2. Geological Survey of Japan, AIST.

北海道南西部渡島半島西岸、せたな町平浜弓山川河口の沿岸低地において、1959年宮古島台風の高潮・高波時にもたらされた砂質イベント堆積物の特徴や堆積過程について検討を行った。その結果、下位からUnit T、Unit SおよびUnit Fに区分され、これらの堆積構造から、遡上方向への一方向流によって生じた低領域～高領域のベッドフォームが確認された。粒度分析の計算の結果、Unit TのDmax (ϕ)は上方に向かって粗くなるのに対し、Unit Sのそれは全体として細粒化する傾向が示された。ゆえに、Unit Tは9月18日午前9時以降の台風接近時に伴う高潮・高波浪営力の増幅過程を、Unit Sは13～14時以降の台風の移動に伴う高潮と高波浪営力の減衰過程を記録していると結論づけられる。9月19日0～1時以降、台風の波浪の影響が無くなった滞水時に、Unit Fの浮遊物がUnit Sを覆ったのであろう。

キーワード：ウォッシュオーバー堆積物、1959年宮古島台風、堆積構造、堆積過程、粒度分析

Keywords: washover sediments, 1959 Miyakojima typhoon, sedimentary structure, sedimentary process, grain-size analysis

Features of erosion and sedimentation due to the September 2015 flooding of the Kinu River, central Japan

*松本 弾¹、澤井 祐紀¹、行谷 佑一¹、谷川 晃一朗¹、中村 淳路¹、山田 昌樹²、篠崎 鉄哉²、竹田 大輔²、藤野 滋弘²、Pilarczyk Jessica³

*DAN MATSUMOTO¹, Yuki Sawai¹, Yuichi Namegaya¹, Koichiro Tanigawa¹, Atsunori Nakamura¹, Masaki Yamada², Tetsuya Shinozaki², Daisuke Takeda², Shigehiro Fujino², Jessica Pilarczyk³

1. 国立研究開発法人産業技術総合研究所、2. 筑波大学、3. The University of Southern Mississippi

1. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2. University of Tsukuba, 3. The University of Southern Mississippi

Fluvial flooding is among the most destructive natural disasters comparable to tsunamis. An accurate identification between flood and tsunami deposits still remains controversial, which complicates appropriate future risk assessments for these disasters. Enhancing descriptive data on modern flood and tsunami deposits is one of the basic approach to the problem. In this study, we describe the patterns of erosional scour and sedimentary deposition generated by the September 2015 flooding of the Kinu River in Joso City, Ibaraki Prefecture, central Japan. During the flooding event, water levels in the Kinu River rose rapidly due to heavy rain that ultimately overtopped, and subsequently breached a levee, causing destructive flooding on the surrounding floodplain. Distinctive erosional features are found near the breached levee, with sandy crevasse-spray deposit distributed adjacent to them. Based on the observation in conjunction with grain-size and diatom analyses, the deposit can be divided into three sedimentary units. The vertical and lateral changes of these sedimentary features might be the result of temporal and spatial changes associated with flow during the single flooding event. These observations and quantitative data provide information that can be used to reveal the palaeohydrology of flood deposits in the stratigraphic records, leading to improved mitigation of future flooding disasters.

キーワード：洪水堆積物、浸食、堆積、珪藻分析、2015年9月関東・東北豪雨、鬼怒川

Keywords: Flood deposit, Erosion, Sedimentation, diatom analysis, September 2015 flooding, Kinu River

粒径が津波堆積物の分布に及ぼす影響：水路実験による検討

Effect of grain size on distribution of tsunami deposits in flume experiments

*篠崎 鉄哉¹、関口 智寛¹、山口 直文²

*Tetsuya Shinozaki¹, Tomohiro Sekiguchi¹, Naofumi Yamaguchi²

1. 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター、2. 茨城大学広域水圏環境科学教育研究センター

1. Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics (CRiED), University of Tsukuba, 2. Center for Water Environment Studies, Ibaraki University

We conducted flume experiments to examine the effects of grain size on tsunami deposit distribution. In the present experiments, tsunami-like bore of three different magnitudes passed through a fixed slope of 1/20 and 4-m-long flat terrestrial area, and transported sand from the upper part of the slope onto the terrestrial area. As the sediment source, we prepared well-sorted quartz sands in different grain sizes (median diameter: 0.20 mm, 0.15 mm, 0.10 mm, and 0.06 mm).

The results suggested that distribution pattern of tsunami deposits depends on sediment grain size. In the cases of coarser sands (0.20 mm and 0.15 mm), tsunami deposits tended to decrease landward across the whole terrestrial area as previous laboratory studies have reported. The amount of the deposit at a given site also decreased with the weakening of tsunami magnitude. By contrast, in the cases of finer sands (0.10 mm and 0.06 mm), tsunami deposits tended to be approximately constant or gradually increase to landward on the terrestrial area. The amount of the deposit at a given site did not always depend on tsunami magnitude on the terrestrial area.

Distribution patterns of tsunami deposits were completely different in each grain size although these experiment were conducted with same hydraulic condition of the tsunami flow. It suggests that grain size is a crucial factor to determine the distribution of tsunami deposit, and effect of grain size should be considered when we estimate tsunami magnitude from distribution of paleotsunami deposits.

キーワード：津波堆積物、水路実験、粒径

Keywords: tsunami deposit, flume experiment, grain size

Basic hydraulic experiment on tsunami sand deposits related with sand grain size and bore wave

*山本 阿子¹、高橋 智幸¹、原田 賢治²、櫻庭 雅明³、野島 和也³

*Ako Yamamoto¹, Tomoyuki Takahashi¹, Kenji Harada², Masaaki Sakuraba³, Kazuya Nojima³

1. 関西大学、2. 静岡大学、3. 日本工営株式会社

1. Kansai Univ., 2. Shizuoka Univ., 3. NIPPON KOEI CO.,LTD.

A massive tsunami occurred with the earthquake in Tohoku district on March 11th, 2011. This tsunami attacked coastal areas and caused serious damage. Tsunami measures must be reconsidered to prepare for the Nankai Trough tsunami. Many of the tsunami measures are based on historical records of earthquake and tsunami. Amount of the records are limited, because these disasters are low frequency. Tsunami sand deposits are left many of tsunami records and are expected to analyze paleotsunamis. However, tsunami sand deposits are only used to show the fact of tsunamis and to determine the relative magnitudes. The thickness of sand layer and grain size are considered to relate with tsunami force. These relations could clarify the tsunami source. This study focused on the relationship between the grain size and tsunami force. The objective of this study is investigation on the formation mechanism of tsunami sand deposit by hydraulic experiment.

A two dimensional water channel consisted of a wave maker, a flat section and a slope section. A movable bed section with various grain sizes of sand was set at the end of flat section. The condition of sand used three uniforms and three mixed grain sizes in this experiment. Bore waves of several heights transported the sand to the slope section by run-up. Sand deposit distribution were measured when run-up reached at the highest or after the return flow. The former condition assumed that water permeated in the ground. Water surface elevation and velocity were also measured at several points.

The grain size of sand deposits and the magnitude of incident waves were related distance of run-up. The distances from the shoreline of run-up (DW) and sand deposits (DS) were different. In the case of the smaller grain size, DS/DW became higher and the amount of sand deposits increased. Further, in the case of the plural incident waves inputted, DS/DW became higher in all cases. The sand deposit increased clearly on the halfway of slope area. The distance from shoreline of this position became longer, when the magnitude of incident waves was large. However, the position did not move by the difference of grain size. In the case of mixed sand with three grain sizes, the mixed ratio in sand bed section corresponded with the composition ratio of the sand deposit near the shoreline. However, they were different near the front of run-up. By the condition of the any mixed sand, the total amount of sand deposits was similar. The relation with the number and magnitude of incident waves showed two patterns. In the case of same magnitude waves inputted, the sand deposit increased by each wave near the front of run-up. On the other hand, the sand deposit did not increase by each wave near the shoreline. In the case of decreasing magnitude waves inputted, the sand deposits increased clearly by the lower incident wave near the front of run-up. As in the case of same magnitude waves inputted, the sand deposit did not increase by each wave near the shoreline. The amount of sand deposit related with or without return flow. The type of flow without return preserved the much of sand deposit. On the other hand, return flow took away the most of sand deposits on the slope area. However, when the wall was installed to reflect the wave in the slope section, the sand deposits remained there. Because the wall increased water depth and reduced velocity rapidly, tractive force near the wall became small. The distribution of sand deposits repeatedly increased and decreased on the slope because of limited return flow. On the other hand, when the wall was installed near the front of run-up, the most of sand deposits took away on the slope area by the large return flow.

キーワード：混合砂、遡上波、掃流力

Keywords: mixed sand, run-up, tractive force

Using experimental tsunamis to evaluate sediment deposit characteristics and inverse model predictions

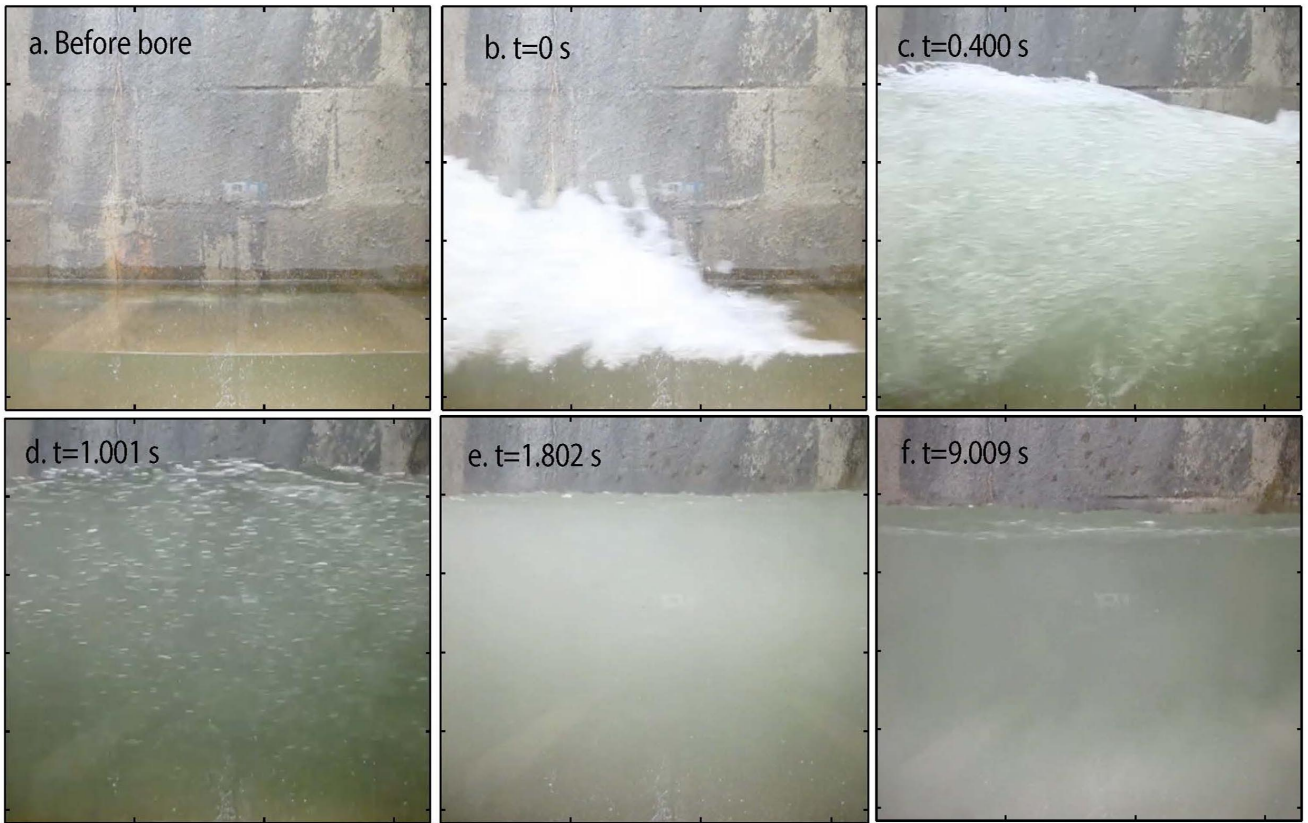
*Joel P Johnson¹, Katie Delbecq², Wonsuck Kim¹, David Mohrig¹

1. University of Texas at Austin, USA, 2. Texas Commission on Environmental Quality

Tsunami deposits can imperfectly record the hydraulic conditions of devastating extreme events. Quantitative models relating sediment characteristics to flow hydraulics hold the potential to improve coastal hazard assessments. However, data from recent natural tsunamis have rarely been accurate enough, over a range of parameter space, to quantitatively test proposed inverse models for predicting flow characteristics. To better understand how to “read” flow depth and velocity from deposits, we conducted controlled and repeatable laboratory flume experiments in which different grain size distributions (GSDs) of sand were entrained, transported and deposited by hydraulic bores. The bores were created by impounding and instantaneously releasing $\sim 6 \text{ m}^3$ of water with a computer-controlled lift gate. The experiments represent 1/10 to 1/100 scale physical models of large events. Both flow characteristics (including Froude numbers) and suspended sediment transport characteristics (including Rouse numbers and grain size trends) scale consistently with documented natural tsunamis.

We use the experimental data to interpret how entrainment, transport and mixing influence deposit GSDs along the flume, and to evaluate an advection-settling model for predicting flow depth and velocity. Suspension-dominated deposits get finer and thinner in the direction of transport. The data show that two key controls on GSDs along the flume are (a) the size distribution of the sediment source, and (b) turbulent dispersion of grains. First, we find that the influence of source GSDs on deposit GSDs is strongest near the sediment source. Size-dependent suspension and settling become increasingly important farther down the flume. Transport distances of 1-2 advection length scales are required for deposit GSDs to be sensitive to flow hydraulics. Second, by looking at the spatial distribution of grains of a given size class along the flume, we show that turbulent dispersion strongly influences local deposit GSDs. By comparing different grain size classes, we interpret that dispersion is more important than resuspension for transporting some grains farther distances than expected based on mean advection and settling rates. Importantly, intermediate deposit grain size percentiles (e.g. D50) are less sensitive to dispersive transport than either the fine or coarse tails of local deposit GSDs. Using deposit GSDs along the flume, an advection-settling model best predicts flow depths and velocities when calculated for intermediate percentiles (e.g. D50), rather than for coarse size fractions (e.g. D95) as has been assumed in previous works. Overall, well-controlled experimental data should be used to improve inverse models for predicting tsunami characteristics from deposits, and to rigorously evaluate the accuracy and uncertainty of model-based hazard assessments.

Keywords: tsunami deposit, inverse model, flume experiment



Magnetic fabric evidence for rapid, characteristic changes in the dynamics of the 2011 Tohoku-oki tsunami

*Balazs Bradak^{1,2}, Koichiro Tanigawa³, Masayuki Hyodo^{2,4}, Yusuke Seto⁴

1. Research fellow of Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), 2. Research Center for Inland Seas, Kobe University, Nada, Kobe, 657-8501, Japan, 3. Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Site C7 1-1-1 Higashi, Tsukuba 305-8567, Japan, 4. Department of Planetology, Kobe University, Nada, Kobe, 657-8501, Japan

Magnetic fabric (MF) and rock magnetic measurements were applied to sediments deposited by the 2011 Tohoku-oki tsunami to reveal the dynamics of the tsunami run-up and the character of the sedimentation along the Misawa coast, Aomori Prefecture, northern Japan. Two main types of sedimentary environment are described: a higher energy, tangential stress-dominated environment with imbrication and traction/rolling transportation and a calmer, post-peak wave environment ruled by gravitational stress. Rapid characteristic changes in the tsunami dynamics are also described. The tsunami began with erosion of the pre-tsunami surface caused by rapidly increasing energy. Bedload features such as ripple stratification were developed by the repeated accelerations and decelerations of the tsunami wave during run-up. The arrival of the peak wave was indicated by high-density flow, “slurry-like” sediments. Following the peak wave, the decreasing energy was marked by a change in MF.

Keywords: magnetic fabric , tsunami dynamics, 2011 Tohoku-oki tsunami

ロシア沿海州における1993年北海道南西沖地震による津波堆積物の面的分布

Spatial distribution of tsunami deposits of the 1993 Hokkaido Nansei-oki Earthquake at a lowland along the Valentine Bay, Primorye coast, Russia

*西村 裕一¹、Nadezhda Razjigaeva²、Larisa Ganzey²、菅原 大助³、清水 康博⁴、Ilya Lebedev^{2,5}、Ruslan Borisov^{2,5}

*Yuichi Nishimura¹、Nadezhda G Razjigaeva²、Larisa A Ganzey²、Daisuke Sugawara³、Yasuhiro Takashimizu⁴、Ilya Lebedev^{2,5}、Ruslan Borisov^{2,5}

1. 北海道大学大学院理学研究院、2. Pacific Institute of Geography, FEB, Russian Academy of Sciences、3. ふじのくに地球環境史ミュージアム、4. 新潟大学教育学部、5. Far East Federal University

1. Graduate School of Science, Hokkaido University, 2. Pacific Institute of Geography, FEB, Russian Academy of Sciences, 3. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 4. Faculty of Education, Niigata University, 5. Far East Federal University

日本海を隔てたロシア沿海州は、1900年代に日本海東縁を震源とする地震に伴って発生した津波で人的被害や構造物被害を受けてきた。最近、これらの津波による堆積物が残されていることも報告されている (Ganzey et al., 2015)。我々は、2016年7月に沿海州の Valentine 湾周辺を訪れ、1993年北海道南西沖地震と1983年日本海中部地震に伴う津波堆積物と考えられる砂層の面的分布を調査した。なお、Valentine 湾はウラジオストックの東約200km、北海道奥尻島の西北西約440kmに位置し、緯度は札幌とほぼ同じである。1993年津波の高さは約4mで、漁船や港の施設に被害があった。一方1983年津波はやや小さく、被害を及ぼすほどではなかった。今回調査したのはおよそ500m四方の低地で、低い砂丘列を開拓して牧草地として使われていた時期があった。空中写真からは、砂丘の一部を切って日本海につながる河川の跡も識別できた。調査はハンディジオスライサーもしくはスコップによる掘削で行った。調査地点は35点、うち27点で試料を採取した。1993年の津波堆積物はここで、内陸約300m、標高約4m以下の範囲で、平均3-5cmの土壌に覆われてシート状に分布している。層厚の最大は10.5cm、砂の平均粒径は1.4-2.8φで淘汰は良い。層厚、平均粒径はともに内陸にいくほど薄層化、細粒化する傾向にあるが、特に旧河川がある低くなった場所で厚く、粗い。分布限界近くでは、砂層はパッチ状になり、分布は小規模な地形に支配されていた。また、海側の砂丘上にあつて津波で被災した工場の背後には、砂層に石炭片が混在しており、津波が砂丘を越えて砂とともに人工物も運んだ様子もうかがえた。今日、近年の津波堆積物を海岸近くから遡上限界まで追跡できる場所は極めて少ない。日本海東縁を発生源とする津波の履歴を解明するだけでなく、津波堆積物の形成から風化・続成を受けて保存されるまでのプロセスを微地形や環境とともに検討する場としても、この地は貴重である。

Ganzey, L. A., Razjigaeva, N. G., Nishimura, Y., Grebennikova, T. A., Kaistrenko, V. M., Gorbunov, A. O., Arslanov, K. A., Chernov, S. B. and Naumov, Y. A., 2015, Deposits of Historical and Paleotsunamis on the Coast of Eastern Primorye. *Russian Journal of Pacific Geology*, 9, 64-79.

キーワード：津波堆積物、北海道南西沖地震、ロシア沿海州、面的分布、保存

Keywords: tsunami deposit, Hokkaido Nansei-oki earthquake, Primorye coast, spatial distribution, preservation

ロシア沿海州における津波の挙動と堆積物形成の数値解析

Tsunami characteristics and sediment deposition in the Primorye coast, Russia, due to the Japan Sea earthquakes: a numerical study

*菅原 大助¹、西村 裕一²、高清水 康博³、Razjigaeva Nadezhda⁴、Ganzev Larisa⁴、Lebedev Ilya^{5,4}、Borisov Ruslan^{5,4}

*Daisuke Sugawara¹, Yuichi Nishimura², Yasuhiro Takashimizu³, Nadezhda G. Razjigaeva⁴, Larisa A. Ganzev⁴, Ilya Lebedev^{5,4}, Ruslan Borisov^{5,4}

1. ふじのくに地球環境史ミュージアム、2. 北海道大学大学院理学研究院、3. 新潟大学教育学部、4. ロシア科学アカデミー、5. ロシア極東大学

1. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 2. Graduate School of Science, Hokkaido University, 3. Faculty of Education, Niigata University, 4. Pacific Institute of Geography, FEB, Russian Academy of Sciences, 5. Far Eastern Federal University

本発表では、日本海東縁の地震によるロシア沿海州での津波の特性と既知のイベント堆積物との関係を、数値解析に基づき予察的に検討する。

1993年北海道南西沖地震をはじめとする日本海東縁の地震による津波は、北海道から東北の各地に被害をもたらしてきた。古文書や津波堆積物調査に基づく地震・津波のリスク評価が必要となっている。津波堆積物については、海岸平野の分布に限られること、大規模砂丘の発達や近世以降の地形改変により、調査の適地は太平洋側よりも少ない。現状では、地震・津波の頻度や規模に関する地質学的データは十分に集まっていない。

日本海東縁で発生した津波は対岸のロシア沿海州に達する。例えば、ウラジオストク周辺では、1993年北海道南西沖地震に際して津波高5 mが記録されている。沿海州では日露共同で地質学的調査が行われ、いくつかの地点で津波起源と考えられるイベント堆積物が検出されている (Ganzev et al., 2015)。

これまでに発見された沿海州の津波堆積物と津波波源との対応関係は分かっていない。本研究では、日本海東縁の津波波源と沿海州での波高・周期など津波特性との関係について数値解析を行う。現地測量による海岸地形を考慮した土砂移動解析を行い、津波堆積物形成の可能性を検討する。

文献

Ganzev, L. A., Razjigaeva, N. G., Nishimura, Y., Grebennikova, T. A., Kaistrenko, V. M., Gorbunov, A. O., Arslanov, K. A., Chernov, S. B. and Naumov, Y. A., 2015, Deposits of Historical and Paleotsunamis on the Coast of Eastern Primorye. *Russian Journal of Pacific Geology*, 9, 64-79.

キーワード：津波、沿海州、日本海、堆積物、数値解析

Keywords: Tsunami, Primorye, Japan Sea, Deposits, Numerical modeling

珪藻化石群集より推定される北海道大樹町当縁川下流域における過去1000年間の地殻変動

Crustal movements inferred from fossil diatom assemblages during the last 1000 years, in the lower reaches of Toberi river area, Taiki, Hokkaido, Japan

*千葉 崇¹、西村 裕一¹、佐藤 晃²

*Takashi Chiba¹, Yuichi Nishimura¹, Akira Sato²

1. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター、2. 東北大学大学院理学研究科地学専攻

1. Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, 2. Department of Earth Science, Tohoku University

津波堆積物や地殻変動の復元といった地質学的研究により、千島海溝では超巨大地震（M9クラス）が約400～500年間隔で発生していたことが示唆されている（Nanayama et al. 2003, Sawai et al. 2004）。この超巨大地震が最後に起きたのは17世紀の前半である。北海道東南部、大樹町の当縁川下流域に広がる湿原には、17世紀の火山噴火による噴出物（古川・七山2006）及び津波堆積物が泥炭層に狭在する形で良く保存されている（七山ほか2003）。本研究では、17世紀の巨大地震に伴う地殻変動を抽出することを目的として、この当縁川下流域を調査し、泥炭に含まれる珪藻化石の分析を基に地殻変動のパターンを検出した。

調査地域の標高は約1.3 m～7.5 mである。17世紀の津波堆積物とみなされる砂層は河口から1.4 km内陸まで追跡することができ、内陸薄層化と内陸細粒化の傾向が認められた。海岸から1.2 km内陸の地点で得た長さ83 cm柱状試料について珪藻分析を行った結果、泥炭層中には淡水生種及び淡水-汽水生種が卓越していたこと、砂層には汽水-海水生種と海生種が含まれることがわかった。また砂層の堆積前に淡水生種が減少し淡水-汽水生種が増加する傾向が認められ、砂層の堆積後には淡水生種が増加する傾向が認められた。これらの傾向は、砂層の堆積前にこの地域が徐々に沈降して相対的に塩分が上昇したこと及び、砂層の堆積後には逆に隆起して塩分が低下したことを反映していると推測される。この地域で検出された地殻変動パターンは、さらに東の厚岸から根室において明らかにされた17世紀超巨大地震に伴う変動（Sawai et al. 2004）と類似している。17世紀の超巨大地震に関連した地殻変動を広い範囲で把握することは、この地震の断層モデルを検討する上でも重要である。

キーワード：当縁川、津波堆積物、珪藻化石群集

Keywords: Toberi river, Tsunami deposit, Fossil diatom assemblage

北潟湖の湖沼堆積物を用いた津波災害調査

Investigation of tsunami disasters using lake kitagata sediments

*衣川 公太郎¹、長谷部 徳子¹、北川 淳子³、香月 興太²、福士 圭介¹

*kotaro kinugawa¹, Noriko Hasebe¹, Junko Kitagawa³, Kota Katsuki², Keisuke Fukushi¹

1. 金沢大学、2. 島根大学、3. ふくい里山里海湖研究所

1. Kanazawa University, 2. Shimane University, 3. Fukui Prefectural Satoyama-Satoumi Research Institute

2011年に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う津波災害を機に、日本各地で津波に対する警戒意識が高まった。日本における大規模津波災害の多くは、海溝を起源とする太平洋側に集中しているが、過去の歴史文献記録や既存の地質調査記録によると、日本海側でも比較的大規模な津波が発生していることが分かっている。そこで本研究では日本海側沿岸地域、その中でも特に北陸地域における津波災害に焦点をあて、過去の津波記録を復元することとした。一般的な津波堆積物には、葉理や級化構造、偽礫(rip up clast)といった堆積構造を持つことが知られている(澤井2012)。しかし、日本海側における津波は太平洋側と比べその威力は小さく、さらに浜提が発達していることから、このような堆積構造が顕著に見られる場所は限定的である。そこで本研究では浜提が発達していない、海との接続域が存在する湖の堆積物を用いた。さらに分析方法として堆積構造の解釈だけでなく、物理量分析や微量元素分析、珪藻観察など用い、津波堆積物の復元を行った。

試料には、福井県あわら市にある北潟湖の湖沼堆積物を用いた。北潟湖は、日本海との接続域を持ち、海水準との違いがほとんどないため、日本海からの影響を受けやすい湖であると言える。また、湖沼堆積物を用いるメリットとして、その年代分解能の高さが挙げられる。

各分析の結果、津波イベントと考えられる2つの層(170-203cm, 344-352cm)に加え、1659年に噴火した白山を起源とするテフラ層(79-85cm)と、湖環境が一変したと考えられる境界層(244cm)を確認した。

2つの堆積層では鉱物粒子径の粗粒化や含水率の減少、炭酸カルシウム量の増加が見られた。また珪藻観察では、前後層と比べ、珪藻の全体量が少なく、170-203cm層では海水種の*Nitzschia lanceola*、344-352cm層では*Actinocyclus gallicus*の割合が、淡水・汽水種より多い事が確認された。

以上の結果と年代測定結果、および歴史文献記録からイベント評価を行った結果、深さ170-203cmの層は天正津波より若いため、1450年頃に堆積した歴史記録に存在しない新たなイベントであると考察した。深さ344-352cmの層は700年頃に堆積したと考えられ、701年に日本海で発生した大宝津波の痕跡である可能性が高い。

キーワード：湖沼堆積物、津波、珪藻

Keywords: lake sediment, tsunami, diatom

福島県南相馬市井田川低地における津波堆積物から推測される巨大地震の再来間隔

Recurrence intervals of large earthquake inferred from tsunami deposit at Idagawa lowland, Minami-Soma city in Fukushima Prefecture.

*楠本 聡¹、五島 朋子¹、須貝 俊彦²、佐竹 健治¹

*Satoshi Kusumoto¹, Tomoko GOTO¹, Toshihiko Sugai², Kenji Satake¹

1. 東京大学地震研究所、2. 東京大学新領域創成科学研究科

1. Earthquake Research Institute, the Univ. of Tokyo, 2. Graduate School of Frontier Sciences, the Univ. of Tokyo

Large interplate earthquakes and tsunamis repeatedly occur along the Japan Trench as inferred from historical documents and geological surveys (e.g. Usami, 1996; Utsu, 1999; Tsuji, 2000; Watanabe, 2000). The central Fukushima Prefecture is the southern limit of the distributions of tsunami deposits of the AD 869 Jogan earthquake. Previous studies in Idagawa lowland, Minami-Soma city reported that there were at least three tsunami deposits with normal grading structures and erosional contacts during the recent 2,800 years (Goto and Aoyama, 2005, JpGU; Oikawa et al., 2011, JpGU; Oota and Hoyanagi, 2014, GSJ). Our study site is a polder located about 12 km north of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station.

In this study, we estimate the depositional ages and average recurrence intervals of tsunamis using radiocarbon dating and Bayesian analysis. We analyzed two cores (IDG-02 and IDG-06) of the 13 core samples obtained using the 3 m handy geo-slicer. We found seven tsunami deposits (EV1-EV7) with multiple normal and reverse grading structures, laminas and rip-up clasts (Kusumoto et al., 2016, JpGU; Kusumoto et al., 2016, AGU). The top sand unit (EV1) is distributed on the ground surface and is considered as the 2011 Tohoku tsunami deposit. For the second sand unit (EV2), we distinguished EV2n in IDG-02 core sampled on the north side of Miyata River and EV2s in IDG-06 core sampled on the south side. For AMS ¹⁴C dating, we selected terrestrial plant fragments, seeds, woods and charcoals from ordinary deposit and measured 11 samples for IDG-02 core and 14 samples for IDG-06 core. The measured ¹⁴C age were calibrated to calendar year using terrestrial calibrated curves IntCal13 of the OxCal version 4.2 program (Bronk Ramsey, 2009; Reimer et al., 2013). The age-depth model was constructed using individual radiocarbon dates, the Poisson-process deposition model and Event Free Depth scale (Fig. 1; Bronk Ramsey, 2008; Ramsey et al., 2012).

For IDG-06 core, the depositional age of EV2s is constrained as 790-1120 calAD based on the 2011 Tohoku tsunami deposit (EV1) and a total of 4 samples between EV2s-EV3. For IDG-02 core, the age of EV2n also ranges from 1100 calAD to 1665 calAD based on the age of EV1 and a plant fragment between EV2n-EV3. The time interval between EV1-EV2s is about 820-1220 years while the interval between EV1-EV2n is about 350-910 years.

The depositional ages of EV3 and EV4 are constrained as 380-530 calAD and 320-470 calAD based on a total of 6 samples between EV2-EV3, a charcoal between EV3-EV4 and 5 samples between EV4-EV5. The time interval between EV2-EV3 is about 350-760 years.

The depositional ages of EV5 and EV6 are constrained as 400-240 calBC and 560-370 calBC based on 2 samples between EV4-EV5, 3 samples between EV5-EV6, respectively. The age of EV7 is estimated as 1210-820 calBC from a total of 5 samples above and below EV7. The time interval between EV5-EV6 is about 330-810 years.

The above results show that the time intervals of tsunami deposits are variable. Time intervals for EV3-EV4 and EV5-EV6 are relatively short, suggesting frequent occurrence, while the intervals for EV1-EV2, EV2-EV3, EV4-EV5 and EV6-EV7 are about 350-820 years, suggesting infrequent occurrence of large earthquakes. The deposit EV2s may correspond to the 869 Jogan earthquake. If that is the case, the time intervals between EV1 and EV2s (1142 years) is much longer than the other intervals.

キーワード：津波堆積物、869年貞観津波、放射性炭素年代測定、平均再来間隔

Keywords: tsunami deposit, AD 869 Jogan tsunami, radiocarbon dating, average recurrence intervals

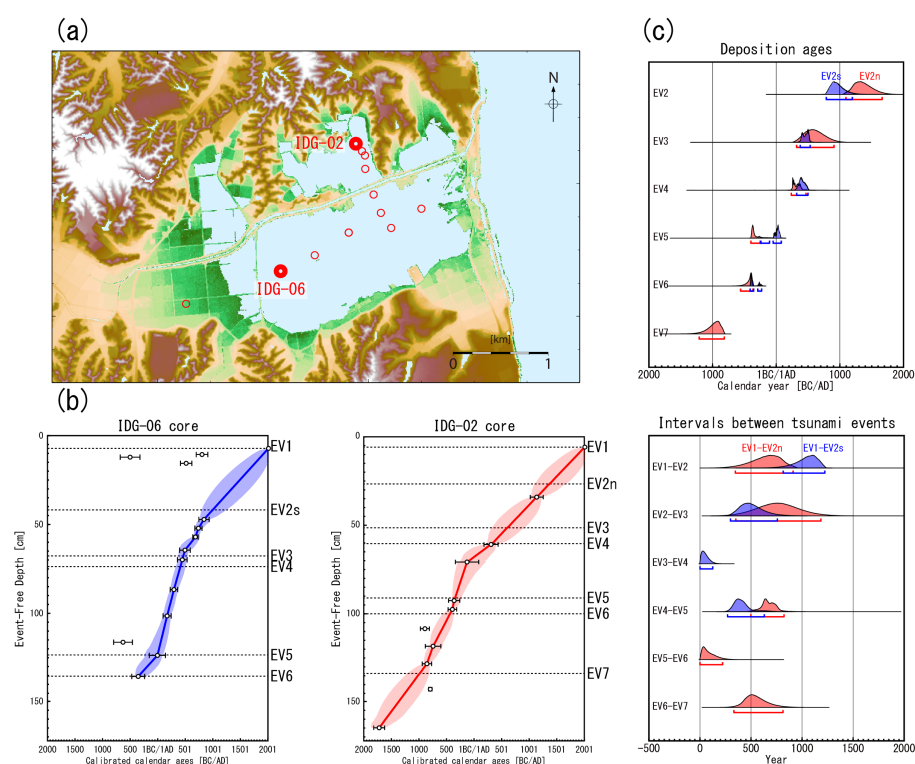


Figure 1. Age-depth relationships for IDG-06 and IDG-02 cores. (a) Topography and sampling sites. (b) The age-depth models for IDG-06 and IDG-02 cores. The circles and bars show the mean values and 2 sigma ranges, respectively. (c) The depositional ages of tsunami deposits and recurrence intervals between tsunami events. Blue color and red color show the results for IDG-06 and for IDG-02 cores, respectively.

多様な歴史資料に基づく学際的な歴史津波研究の可能性—1611年慶長奥州地震津波を事例に一

Possibility of the interdisciplinary historical tsunami research based on various historical records - Example of 1611 Keicho Oshu Earthquake and Tsunami -

*蝦名 裕一¹

*ebina yuichi¹

1. 東北大学災害科学国際研究所

1. International Research Institute of Disaster Science

日本には、1,000年以上前から作成された様々な古文書が存在している。特に17世紀以降は、江戸時代には民衆の識字率の向上により、多種多様かつ膨大な歴史資料が存在している。本研究では、これらの多様な日本の歴史資料に基づいて、学際的な歴史津波研究の手法を考えていく。そのために1611年に現在の日本の東北地方太平洋沿岸で発生した地震津波（本研究では慶長奥州地震津波と呼ぶ）を事例として考えていく。

近年、東北地方太平洋沿岸では、15世紀以降に発生した津波によるものとみられる堆積層が多数の地点から発見されている。この堆積物をもたらしたイベントとしては、1454年説と1611年説と評価が分かれている。これを根拠とする歴史資料の性格から分析する。1454年の津波イベント説の根拠となる資料としては、同時期に成立した『王代記』が挙げられる。しかし、津波の被災地（奥州＝現在の東北地方）から遠い場所で成立した史料であるとともに、伝聞を書き留めた史料である。また、当時の単位をふまえて文章を分析すると、その被災範囲は約60Kmまたは400Kmとも解釈することが可能であり、その実態がわかりにくい。一方、1611年説の根拠となる歴史資料は、発生年代に近い時代に作成された史料や後年に複製された史料などが多数存在している。その記述内容を分析すると、①岩手県宮古市の小本家の記録に基づく史料、②岩手県山田町の『武藤六右衛門所蔵文書』から派生した史料、③大槌町の大槌代官所に由来する史料、④宮城県仙台藩に伝来した史料、⑤福島県相馬市の相馬中村藩に伝来した史料、に分類することができる。こうした複数の情報源の存在から、15世紀付近に岩手県から福島県にかけて広範囲に被害をもたらした津波は1611年の津波と考えるのが妥当である。

また、歴史資料から昔の地形を復元することで、歴史災害の様相をより詳細に解明することが可能になる。岩手県宮古市には、1611年の慶長奥州地震津波における被害の記録や伝承がいくつか残されている。『古実伝書記』という史料には、慶長奥州地震津波の際、閉伊川を河川遡上した津波が小山田に到達し、津波によって船が漂着したことが伝わる。さらに、宮古市田の神には1989年に設置された「一本柳の跡」という碑があり、江戸時代に発生した津波によりかつてこの場所に存在した一本柳に舟を繋ぎ止めたという伝承が記されている。これらの津波痕跡地点は、2011年の津波による浸水範囲よりさらに内陸に位置している。ここから考えると1611年の津波は2011年の津波よりも規模が大きかったことになる。しかし、歴史的な地形を復元して考えると、この説は成立しない。陸軍陸地測量部が作成した「5万分1地形図」をもとに約100年前の地形を復元すると、宮古市の中央を流れている閉伊川は小山田の山肌近くを流れている。また、宮古市街地中央を山口川が流れていたことが確認できる。すなわち、慶長奥州地震津波の津波痕跡地点は旧河川の流路上に存在しており、記録・伝承の内容を津波の河川遡上で説明することが可能となる。

このように、歴史資料の災害に関する記述のみではなく、史料の成立背景や、直接災害に関係しない史料も踏まえて分析をすることで、歴史災害を詳細に解明することが可能となる。

キーワード：1611年慶長奥州地震津波、歴史資料、学際的歴史津波研究、歴史的な地形の可視化

Keywords: 1611 Keicho Oshu Earthquake and Tsunami, historical records, interdisciplinary historical tsunami research, Visualization of historical geographical feature

数値計算による海域での津波土砂移動過程の予察的検討

Preliminary numerical study of offshore sediment transport by the tsunami

*佐藤 晃¹、菅原 大助²、久松 明史³、後藤 和久⁴

*Akira Sato¹, Daisuke Sugawara², Akifumi Hisamatsu³, Kazuhisa Goto⁴

1. 東北大学大学院理学研究科地学専攻、2. ふじのくに地球環境史ミュージアム、3. 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻、4. 東北大学災害科学国際研究所

1. Department of Earth Science, Tohoku University, 2. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 3. Department of Civil and Environmental Engineering, Tohoku University, 4. International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku University

日本の太平洋沿岸地域の平野部、湖沼においては津波堆積物調査が数多く行われ、過去数千年の古津波履歴の復元が行われている（例えば、Sawai et al., 2008 ; Sawai et al., 2009）。これらは陸上堆積物が主たる対象であるが、一方で地質時代の津波堆積物は海域の報告例が多い（Fujino et al., 2006）。しかし、海域における津波堆積物の研究は少なく、津波堆積物の特徴や識別基準、堆積過程の理解が乏しい。そのため、現世における海域の津波堆積物の研究を重ね、形成・保存過程に関する知見を増やすことが重要である。

2011年東北地方太平洋沖地震津波に関して、仙台湾内ではTamura et al. (2015)やYoshikawa et al. (2015)が、水深30 m以浅の浅海底に堆積した津波堆積物を報告している。それらによると、浅海域の津波堆積物は海浜を主な供給源として引き波で堆積し、その層厚は沖合へ向かい薄層化する。一方、仙台湾の水深100 m以深においては、津波および地震に伴い混濁流が発生したことが報告されている（Arai et al., 2013, Ikehara et al., 2014, Usami et al., 2016）。このように、2011年の津波に伴い日本海溝沿いの浅海から深海までの幅広い海域で、津波による侵食・堆積現象が報告されている。しかし、土砂移動過程を定量的に評価した研究は浅海域にとどまっておらず（Yamashita et al., 2016）、浅海域から深海域までの広域における土砂移動過程を定量的に評価した研究はない。

本発表では、仙台湾全域を対象として土砂移動計算を行い、広域の堆積・侵食現象を検討することを主目的とする。計算は非線形長波理論の有限差分法による数値モデルに漂砂モデルを連成したTUNAMI-STM（Yamashita et al., 2016）に基づく。今回は、仙台湾底質および津波堆積物の粒径を考慮し、4段階の粒径（極細粒砂、細粒砂、中粒砂、粗粒砂）の挙動を解析した。

極細粒砂の場合、第一波により海底の広範囲で巻き上げが起こる。しかし、浮遊した砂は後続波と引き波両方の作用により岸沖方向の移動を繰り返し、結果的には侵食された域から大きく移動せず再堆積する。細粒砂および中粒砂では、引き波によって沿岸域から浅海底への移動が起こる。特に、細粒砂は、引き波により水深約30 mの海域まで移動しうると推定された。一方、粗粒砂条件では、仙台湾の粗粒砂が分布する水深において津波による堆積物の移動は発生しなかった。

キーワード：津波堆積物、東北地方太平洋沖地震津波、数値計算、土砂移動

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

宮城～岩手県三陸沿岸域に分布する3.11津波堆積物の粒子特性 Grain size feature of 3.11 Tsunami origin sediment in Sanriku coast around Miyagi to Iwate pref.

*横山 由香¹、坂本 泉¹、高橋 大二郎¹、今井 将翔¹、高谷 泰紀¹、堤 康祐¹、八木 雅俊¹、藤巻 三樹雄¹、根元 謙次¹、笠谷 貴史²、藤原 義弘²

*Yuka Yokoyama¹, Izumi Sakamoto¹, Daijiro Takahashi¹, Shouka Imai¹, Yasunori Takatani¹, Tsutsumi Kosuke¹, Masatoshi Yagi¹, mikio fujimaki¹, Kenji Nemoto¹, Takafumi Kasaya², Yoshihiro Fujiwara²

1. 東海大学海洋学部、2. 海洋研究開発機構

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

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、東北地方は大きな被害を受けた。特に太平洋沿岸地域では、地震に伴い発生した津波により壊滅的な状況となり、湾内海底では堆積物の浸食・攪乱・再堆積などが発生し、それに伴い海底地形や堆積物など海底環境が大きな変化を受けた。津波時には、その発生に伴いイベント堆積物が広範囲にわたって堆積することが知られている。三陸地方の多くの湾では、津波により①粗粒な(砂質～砂礫質)堆積物が湾全域に広範囲に分布したことが報告されている(大槌湾・唐丹湾・越喜来湾・広田湾など; 横山ほか,2014・八木ほか,2015など)が、一部の湾では②細粒な(泥～砂泥質)堆積物が新規に堆積したと報告されている(女川湾など; 坂本ほか,2016など)。本研究では、津波堆積物として粗粒な堆積物および細粒な堆積物が堆積した湾において、それぞれの湾における粒子特性を明らかにすることを目的とする。

試料は①粗粒な津波堆積物が堆積した湾として大槌湾および広田湾、②細粒な津波堆積物が堆積した湾として女川湾で採取した柱状試料を用いた。試料はバイブレーションコアラーで採取後、岩相記載・軟X線観察およびレーザー回折散乱法による粒度分析(Malvern社製 Mastersizer3000)を行った。

【柱状堆積物試料による岩相記載】

①粗粒な津波堆積物の岩相特徴は、大槌湾および広田湾ともに上位から砂質堆積物で構成されるユニット1(以下、U1)および泥質～砂泥質堆積物で構成されるユニット2(以下、U2)に区分される。横山ほか(2014)による広田湾内堆積物の区分から、両湾におけるU1は2011年津波堆積物、U2は湾内通常時堆積物と推定される。また、広田湾においてはU2の下位に砂質堆積物で構成されるU3が分布することが認められ、その特徴からイベント堆積物の可能性が考えられる。両湾におけるU1の層厚は、約7～100 cmと非常に厚く堆積する傾向が認められる。

②細粒な津波堆積物の岩相特徴では、上位からシルト～中粒砂で構成され、基底部分が比較的粗粒な堆積物で構成されるユニット1(以下、U1)、生物擾乱の発達するシルト層であるユニット2(以下、U2)に区分される。また、U2には火山灰層を含むコアも認められた。それぞれの特徴から、U1は2011年津波堆積物、U2は湾内通常時堆積物と推定される。

【粒度組成】

粒度分析結果から中央粒径値と淘汰度の相関を求め、湾内堆積物特徴の推定に用いた。

①粗粒な津波堆積物では、相関図からどの試料においてもU1とU2の分布範囲が大きく異なる特徴が見られた。特に広田湾では周辺海岸に分布する砂の値を用い、それらとの関係も推定したところ、U1は海岸砂およびU2の間に分布し、両者に起源を持つことが考えられる。また、U3が認められた複数の試料においては、U3がU1と同様の範囲に分布することが確認され、U3はU1と同じようなイベントにより形成された可能性が考えられる。

②細粒な津波堆積物では、比較のため周辺海岸に分布する砂の値も用いた。相関図から、U1基底部分は明瞭に区分され、U2および海岸砂の間に分布するが、U1層上部については、U2層とは分布範囲はやや異なるものの、粗粒な津波堆積物ほど明瞭には区分されない。細粒な津波堆積物の湾では、U1の分布は2つの範囲に分かれる傾向が認められた。これらは、津波堆積物の供給過程による特徴を反映したものと考えられる。

したがって、①粗粒な津波堆積物が形成された湾では、湾内のイベント堆積物および通常時堆積物の区分に中央粒径値と淘汰度の関係を用いることは有用と考えられる。しかし、②細粒な津波堆積物が形成された湾では、イベント堆積物と湾内堆積物との区分が粗粒な津波堆積物が形成された湾ほど明瞭には認められない。細粒な津波堆積物が堆積した湾における区分方法については今後更に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、三陸海岸

Keywords: Tsunami deposit, Sanriku coast

岩手県広田湾における珪藻化石群集と表層堆積物の季節変化 Seasonal change of diatom assemblages and surface sediments in Hirota bay, Iwate, Japan.

*堤 康祐¹、坂本 泉¹、横山 由香¹、八木 雅俊¹、飯島 さつき¹、井上 智仁¹

*Tsutsumi Kosuke¹, Izumi Sakamoto¹, Yuka Yokoyama¹, Masatoshi Yagi¹, Satsuki Iijima¹,
TOMOHIITO INOUE¹

1. 東海大学

1. Tokai University

2011年3月11日に発生した東日本太平洋沖地震では東北地方を中心に広い範囲で津波被害が発生した。岩手県広田湾周辺でも津波による多くの被害が発生し、広範囲にわたり津波起源堆積物が分布した。本研究では広田湾で2015年7月と2015年10月に採取された表層堆積物試料を用い、広田湾沿岸域における津波後の堆積環境の変化を粒度組成及び珪藻遺骸群集の特徴から明らかにしていくことを目的とした。本研究の観察対象地点は、岩手県広田湾奥部を東西方向に引いた測線L8(水深7.5~9.9m)と、測線L9(水深11.1~13.4m)、南北方向に引いた測線L3(水深6.6~49m)の3測線上である。粒度分析の結果、2015年6月では湾中央部から湾口にかけて含砂率が低く、泥質が優勢であることがわかった。気仙川河口付近及び湾奥部で含礫率が高くなることが観察された。2015年10月では6月に比べ全体的に泥と砂が拡散していることが観察された。珪藻分析の結果、2015年6月では測線L8において、淡水生種が優位であるが、局所的に海水生種が優位であった。これは気仙川と沿岸流による影響を受けていることが考えられる。測線L9では、全体的に淡水生種が優位だが、海水生種と淡水生種の比は3:7であり、沿岸流などの複雑な影響がないと考えられる。測線L3では、沖合に行くにつれて淡水生種が減り、海水生種が増えていく傾向が見られることから、沖に向かうにつれて気仙川などの影響が薄くなっていくことが推定できる。しかし2015年10月の測線L8では、6月に海水生種の多かった地点の海水生種が減少し、淡水生種が増加していた。以上粒度分析と珪藻分析の結果から、広田湾における表層堆積物の特徴が明らかになった。粒度分析からは、秋季における湾奥堆積物が春季に比べ砂質物質が増加し、珪藻種群は淡水生種優勢の傾向が確認され、河川からの影響が推定される。

津波堆積物中の生物攪拌構造

Bioturbation structures in tsunami deposits

*清家 弘治¹、白井 厚太郎¹、窪田 薫²、小林 元樹¹、伊藤 萌¹

*Koji Seike¹, Shirai Kotaro¹, Kaoru Kubota², Genki Kobayashi¹, Hajime Itoh¹

1. 東京大学大気海洋研究所、2. 名古屋大学宇宙地球環境研究所

1. Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Tsunami deposits provide important information on the magnitudes and recurrence intervals of the causative tsunami events. However, such deposits might be modified or obliterated by subsequent physical disturbances and/or biomixing of the sediment (bioturbation). For a clear understanding of the post-depositional alteration of tsunami deposits, it is necessary to monitor changes in sedimentary structures of the deposits several years after a tsunami event. Thus, we conducted field survey in the 2011-tsunami affected sea bottoms in 2016, to investigate preservation potential of the event layer. We obtained sediment core samples from ria coasts, northeastern Japan: i.e., from Onagawa Bay (Miyagi Prefecture, Seike et al., 2016, 2017), Samenoura Bay (Miyagi Prefecture), Kamaishi Bay (Iwate Prefecture), Otsuchi Bay (Iwate Prefecture), and Funakoshi Bay (Iwate Prefecture). From the all-sampling sites, tsunami deposits (sandy layer with parallel laminations) were recognized. In contrast, upper part of the layers was heavily bioturbated and lacks any physical sedimentary structures; the original sedimentary structures (parallel laminations) produced by the 2011-tsunami were obliterated by bioturbation. On the other hand, tsunamigenic coarse-grained deposit can be distinguished from ordinary background deposits (mud) based mainly on textural differences among the sediments in the semi-enclosed bays. Thus, recognition of the effects of post-depositional alteration of ancient tsunami deposits is important for the identification of paleotsunami events in the geological record.

References

Seike, K., Kitahashi, T. and Noguchi T., 2016, Sedimentary features of Onagawa Bay, northeastern Japan after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake: sediment mixing by recolonized benthic animals decreases the preservation potential of tsunami deposits. *Journal of Oceanography*, **72**, 141–149.

Seike, K., Kobayashi, G. and Kogure, K., 2017, Post-depositional alteration of shallow-marine tsunami-induced sand layers: A comparison of recent and ancient tsunami deposits, Onagawa Bay, northeastern Japan. *Island Arc*, doi:10.1111/iar.12174

キーワード：生物攪拌、巣穴、生痕学

Keywords: Bioturbation, Burrow, Ichnology

女川湾における震災後の底質経年変化について

On the secular change of the bottom sediment after the 2011

Tohoku-oki tsunami in Onagawa Bay

*藤巻 三樹雄¹、高橋 大二郎¹、坂本 葉月¹、横山 由香¹、八木 雅俊¹、坂本 泉¹、笠谷 貴史²、藤原 義弘²、金子 健司³、片山 亜優³、木島 明博³

*mikio fujimaki¹, Daijiro Takahashi¹, Hazuki Sakamoto¹, Yuka Yokoyama¹, Masatoshi Yagi¹, Izumi Sakamoto¹, Takafumi Kasaya², Yoshihiro Fujiwara², Kenji Kaneko³, Ayu Katayama³, Akihiro Kijima³

1. 東海大学、2. 海洋研究開発機構、3. 東北大学

1. Tokai University, 2. JAMSTEC, 3. Tohoku University

2011年3月11日、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の東北地方太平洋沖地震や地震により発生した津波により、東北地方に大きな被害を及ぼした。東北地方太平洋沖地震から5年以上が経過し、東北地方太平洋沿岸では復旧・復興に向けて様々な公共事業が行われ、宮城県牡鹿郡女川町では駅前を中心に公共施設や商業が集まり、コンパクトな市街地形成を目指している。

女川湾は東北地方にある宮城県の牡鹿半島の付け根にあり、三陸リアス式海岸の南部に位置する。湾中央部の南側には支湾の五部浦湾があり、湾口が東に開口した湾である。海底は湾中央から湾口にかけて約35m~40mの平坦面が広がっている。女川湾への流入河川は2級河川の女川のみであり、河川からの堆積物の供給は少ないと考えられる。

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の一環で、2012年よりリアス式海岸の発達する岩手県沿岸域を中心に様々な調査（MNB、SSS、SBP、ROV、柱状・表層採泥）を実施し、津波堆積物の分布や特徴等を明らかにしてきた。これまでの調査は三陸リアス式海岸北部が中心であったが、2014年より三陸リアス式海岸南部の女川湾に着目し、津波堆積物の分布や特徴等を明らかにするため調査（MNB、SSS、SBP、柱状・表層採泥）を実施している。

これまでの柱状・表層採泥による表層堆積物採取の結果より女川湾は①中央粒径による底質図から湾口、湾中央、湾奥の順に細粒化する傾向となった。②含泥率による底質図から湾口で10%~20%程度と低く、湾奥に向かうほど（湾中央：50%~60%程度、湾奥：80~90%程度）含泥率が高い結果となった。これまでの調査により岩手県の多くのリアス式海岸では震災後の底質は砂質堆積物が卓越している報告があるが（横山他,2014）、女川湾の底質は三陸リアス式海岸北部と異なった特徴を持つことが分かった。

震災以前の底質図（佐々木他,1995）と比較では、湾中央付近が砂質堆積が分布していた海底が震災後に湾内堆積物が泥質化していた。震災後の湾内の底質の経年変化を明らかにするため東北大学から提供して頂いた表層堆積物採取の結果を基に含泥率による底質図を作成した。含泥率による底質図の結果から泥質堆積物が優勢だった底質が含泥率が低下している傾向が認められた。このことから女川湾における震災後の底質変化は、時間経過とともに含泥率が低下し、砂質化していると考えられる。砂質堆積物の供給については沖側から供給されると考えられるが、詳細については今後検討が必要である。

キーワード：津波堆積物、女川湾

Keywords: Tsunami deposit, Onagawa Bay

青森県三沢市に形成された2011年津波堆積物の保存と消失

Preservation and disappearance of the 2011 Tohoku-oki tsunami deposit along the Misawa coast, Aomori Prefecture, northern Japan

*西村 裕一¹

*Yuichi Nishimura¹

1. 北海道大学大学院理学研究院

1. Graduate School of Science, Hokkaido University

青森県三沢海岸で、2011年東北地方太平洋沖地震津波による津波堆積物の保存と消失の状況を調べた。2011年4月に津波痕跡を調査した全137地点（Nakamura et al., 2012）を2016年9月に再調査した結果、このうち65地点（47%）で砂からなる津波堆積物が残されていることを確認した。保存されていたのはほとんどが防砂林の中で、砂層の上位には数cmの新しい土壌が形成されていた。一方、津波により大きな被害を受けた防砂林の海よりの区画は、新しく防潮堤が構築されたり倒木が撤去されて新たに植林地が整備されたりして、津波堆積物を見ることができなくなっていた。2011年のオリジナルの層厚が1cm以下のものについては、住宅地の敷地内だけでなく、防砂林内でも識別できなくなっていたものが多かった。

Nakamura et al.(2012)による13測線のうち、5年以上経過したのちも遡上限界まで堆積物が残っていたのは2測線のみであった。今後も土壌中で風化が進めば、層厚がより薄いところから識別が不可能となっていくことが予想される。津波堆積物の分布限界と津波の遡上限界の関係を理解する上でも、こうしたデータの蓄積は重要である。三沢市の海岸は、土壌中に保存された2011年の津波堆積物を広い範囲で、かつ自然環境の中における風化過程も含めて継続的に観察できる貴重な場所である。残された津波堆積物は震災アーカイブの一つであると考えていだろう。今後は、この地を研究、防災、教育の分野で有効に、そして持続的に利活用するための方策を探る必要がある。

Nakamura, Y., Nishimura, Y., Putra, P.S., 2012, Local variation of inundation, sedimentary characteristics, and mineral assemblages of the 2011 Tohoku-oki tsunami on the Misawa coast, Aomori, Japan. *Sedimentary Geology*, 282, 216-227.

キーワード：津波堆積物、2011年東北津波、三沢海岸、保存、震災アーカイブ

Keywords: tsunami deposit, the 2011 Tohoku tsunami, Misawa coast, preservation, disaster archives

Thickness, gravel content, and gravel size distribution of historical and paleo-tsunami deposits in Koyadori on the Sanriku Coast, northeast Japan

*石村 大輔¹、山田 圭太郎²

*Daisuke Ishimura¹, Keitaro Yamada²

1. 首都大学東京大学院都市環境科学研究科地理学教室、2. 京都大学大学院理学研究科

1. Department of Geography, Tokyo Metropolitan University, 2. Graduate School of Science, Kyoto University

Characteristics of tsunami deposits (e.g., particle size, grain composition, thickness, and sedimentary structure) are the most fundamental information to describe tsunami deposits and reflecting conditions of tsunamis (tsunami height and flow velocity) and site settings (beach sediments and tsunami flow process). The information might allow us to reconstruct the paleo-tsunami's flow speed, inundation height, and wavelength. In this study, we extracted some parameter of tsunami deposits and estimated relative magnitudes of paleo-tsunamis based on comparison of historical tsunami deposits.

We used historical and paleo-tsunami deposits in Koyadori on the Sanriku Coast, northeast Japan, where Ishimura and Miyauchi (2015) identified eleven historical and paleo-tsunami deposits, including the 2011 tsunami deposits. They named them E1 - E11 deposits in descending order and correlated E1 to E3 deposits with the 2011 Tohoku-oki tsunami, 1896 Meiji Sanriku tsunami, and 1611 Keicho Sanriku tsunami, respectively. Additionally, these tsunami deposits are composed of granule to pebble beach gravels (rounded gravels).

We used three parameters of tsunami deposits: thickness, gravel content, and gravel size distribution. Thickness of each tsunami deposits is measured using the trench-wall sketches and core photographs. We also calculated average thicknesses of them. Gravel content was measured by sieving method, using the E1 - E11 tsunami deposits obtained from the trench and cores. Furthermore, we applied image analysis to measure long/short axis lengths, perimeters, areas, aspect ratio, and circularity, using sieved gravels of the E1 - E11 tsunami deposits.

As a result, there was no significant difference in each gravel size distribution. However, average of thickness and gravel content are different from each tsunami deposits, especially those of the E1 to E3 deposits are consistent with the magnitudes of historical tsunamis. These facts potentially mean that the differences of average thicknesses and gravel contents are indicators of the transport process from the beach to the study site.

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津波、礫径分布

Keywords: tsunami deposits, Sanriku Coast, 2011 Tohoku-oki tsunami, gravel size distribution

青森県八戸市における古津波履歴

Paleotsunami history in Hachinohe, Aomori

*篠原 敬博¹、後藤 和久²、菅原 大助³

*Takahiro Shinohara¹, Kazuhisa Goto², Daisuke Sugawara³

1. 東北大学理学研究科地学専攻、2. 東北大学災害科学国際研究所、3. ふじのくに地球環境史ミュージアム

1. Graduate School of Earth Science, Tohoku University, 2. International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku University, 3. Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka

2011年東北地方太平洋沖地震津波以降、東北地方を対象にした古津波研究が数多くなされてきた（例えば、Ishimura and Miyauchi, 2015）。しかしながら、青森県八戸市周辺では、古津波の調査がなされていない。また、青森県は日本海溝沿いおよび千島海溝沿いにおいて発生する津波の両方の影響を受ける可能性がある（Nakamura et al., 2012 ; Minoura et al., 2013）。従って、この地域で古津波の履歴を詳細に明らかにすることは、日本海溝と千島海溝の両方における古津波履歴を復元するうえで重要である。さらに、両海溝の屈曲部にあたり、歴史津波の波源が知られていないこのエリアでの波源検討にも有効である。そこで本研究では、青森県八戸市を対象として、地質調査および各種分析により古津波履歴を解明することを主目的とした。

調査の結果、同調査地域で最大11層の砂質堆積物を確認し、イベント堆積物と認定した。続いて、各イベント層について岩相に基づき対比を行った。その結果、11層のうちの4層のイベント層を広域かつ連続的に追跡できた。粒度分析の結果、いずれのイベント層も上方細粒化傾向が認められることから、これらは浮遊砂からの沈降により堆積したといえる。また、内陸薄層化・細粒化傾向が確認されることから、海側からの物質供給が推定される。

次に、本イベント堆積物が津波堆積物である可能性を検討するために、台風の高波・高潮により本イベント堆積物が形成された可能性について先行研究（Watanabe et al., 2016）に基づき検討した。その結果、最大規模の高波であっても本調査地に土砂を供給することは困難であると考えられることから、4つのイベント層を津波堆積物と認定した。確認された津波堆積物は、岩手県北部や下北半島などの周辺地域において確認されている津波堆積物と年代対比ができる可能性があり、波源については更なる検討が必要である。また、その他の7層のイベント堆積物の起源についても検討したうえで、津波再来間隔を評価する必要がある。

キーワード：古津波堆積物

Keywords: Paleotsunami Deposits

三陸沿岸部における2011年東北地方太平洋沖地震津波で移動した巨礫の地質学的・水理学的検討

Geological and hydrological investigations of boulders deposited by the 2011 Tohoku-oki tsunami along the Sanriku coast, Japan

*岩井 翔平¹、後藤 和久²

*Shohei Iwai¹, Kazuhisa Goto²

1. 東北大学大学院理学研究科、2. 東北大学災害科学国際研究所

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

世界中の沿岸部には、供給源や移動過程が明らかになっていない巨礫が多く点在する。沿岸巨礫は陸からの転石以外に津波や高波で打ち上げられることが知られているが、実際に津波で移動したことが自明な巨礫を対象にした研究例が少なく、それらの識別方法は確立されていない。そこで本研究では、2011年東北太平洋沖地震津波が襲った三陸沿岸部に点在する巨礫を広域に調査し、巨礫の識別・認定を行った。さらに、既往研究の方法を用いて巨礫の情報から水理量の推定を試みた。

調査に際しては、衛星画像や空中写真を用いて調査地点を選定し、巨礫の大きさと密度、堆積学的特徴を記載した。津波起源であることを明確に認定することができた巨礫は、1) 津波前後の高解像度な衛星画像または空中写真があること、2) 対象の巨礫に海生生物遺骸が付着している場合、3) 巨礫が円磨されているなど海にあったことを示す証拠があるもの、に限られていた。一方、2011年の津波で動かなかったと推定される巨礫の大多数は、巨礫下面が砂等に埋没していて固定されている、または巨礫の内陸側の側面が崖に面していて移動できない状態になっているなど、局所的な堆積条件が原因であった。既往研究 (Nott, 2003) の水理学的方法で算出される、ある大きさの巨礫を動かすのに必要な最低津波浸水深は、本研究の調査結果の傾向と調和的であった。

津波堆積物中の有機元素分析および安定同位体比分析とその評価 Organic elemental analysis and stable isotope analysis of tsunami deposit

*伊藤 由紀¹、吉井 匠¹、田中 姿郎¹、濱田 崇臣¹、松山 昌史¹

*Yuki Ito¹, Takumi Yoshii¹, Shiro Tanaka¹, Takaomi Hamada¹, Masafumi Matsuyama¹

1. 電力中央研究所

1. Central Research Institute of Electric Power Industry

津波堆積物を用いた津波の検討における課題の一つに、地層中の津波堆積物を識別する手段の確立がある。従来、堆積物の堆積構造、粒度分布、珪藻等のデータから総合的に評価されてきたが、未だ識別方法は確立していない。近年では地化学分析データも識別指標の一つとして提案されてきており、識別指標が増えることで精度のよい識別方法が構築されつつある。本研究では、新たな識別指標の一つとして有機炭素安定同位体比と有機炭素-窒素比 (C/N) を分析し評価した。東北～関東地方の太平洋岸のうち人工改変があまり行われていない場所 (17か所) にて、海起源の端成分と思われる海水中的の浮遊性有機物 (POM) と砂浜の表層砂、および津波堆積物を採取し、それぞれ酸処理を含む前処理を行った後、有機炭素・窒素分析および炭素安定同位体比分析を行った。その結果、海水POMと砂浜の表層砂のデータについては、ほぼ海起源の範囲に分布しており、また同地域の文献値と比較してもおおむね同様の領域にあったため、これらは海起源の端成分として評価できた。一方で、津波堆積物については海起源～植物起源の範囲ではらついた。

キーワード：津波堆積物、東北地方太平洋沖地震、有機物

Keywords: tsunami deposit, Tohoku-oki tsunami, organic matter

Evidence on the Koseda coast of Yakushima Island of a tsunami associated with the 7.3 ka Kikai caldera eruption

*七山 太¹、前野 深²、中川 正二郎³、成尾 英仁⁴

*Futoshi Nanayama¹, Fukashi Maeno², Shojiro Nakagawa³, Hideto Naruo⁴

1. 産業技術総合研究所 地質調査総合センター、2. 東京大学地震研究所、3. 屋久島地学同好会、4. 鹿児島県立甲南高校
1. Geological Survey of Japan, AIST, 2. ERI, University of Tokyo, 3. Yakushima Earth Science Club, 4. Konan High School, Kagoshima Prefecture

Many researchers have noted that Yakushima Island, southwestern Japan, may have been struck by a huge tsunami before the arrival of the Koya pyroclastic flow (K-Ky) during the 7.3 ka Kikai caldera eruption, but there is currently no clear evidence of this. We undertook sedimentological analyses and radiocarbon dating of gravel and tephra deposits along a shore-normal profile across the Koseda coast of northeastern Yakushima Island, and compiled a local Holocene sea-level curve, seeking firm evidence of a tsunami deposit there. Of three gravel units we identified, one (Unit TG) was a poorly sorted, 30-cm-thick gravel bed deposited on a wave-cut bench and overlain by the K-Ky tephra. We dated wood fragments in Unit TG at 7416–7167 cal yr BP. Unit TG is of similar composition to the modern beach and river gravels on the Koseda coast, but contains fibrous pumice derived after the initial plinian eruption at Kikai caldera and before the deposition of the Koya pyroclastic flow, and unlike the beach and river gravels appears to have been transported under a lamina flow regime from the NNW. On the basis of our analyses, we infer that Unit TG was deposited at 7.3 ka when a tsunami associated with the Kikai caldera eruption moved beach and river gravel inland in a stony debris flow, just before the arrival of the Koya pyroclastic flow at the Koseda coast.

キーワード : Tsunami evidence、7.3 ka Kikai caldera eruption、Koya pyroclastic flow、Koseda coast、Yakushima Island

Keywords: Tsunami evidence, 7.3 ka Kikai caldera eruption, Koya pyroclastic flow, Koseda coast, Yakushima Island

地中レーダを用いた台湾東部における津波堆積物層の検出

Detection of tsunami deposits in the east of Taiwan using Ground Penetrating Radar

*祖慶 真也¹、中村 衛²、陳 浩維³

*Masaya Sokei¹, Mamoru Nakamura², How-Wei Chen³

1. 琉球大学大学院理工学研究科、2. 琉球大学理学部、3. 台湾國立中央大學

1. University of the Ryukyus Graduate school of Engineering and Science, 2. University of the Ryukyus Faculty of Science, 3. Institute of Geophysics National Central Univ., Taiwan

古記録に残されていない時代の津波を探る上で津波堆積物は非常に有力な情報源である。近年、台湾東部地域では津波堆積物が発見されており (Ota, 2013; Lallemand et al., 2015)、津波の襲来に関する古文書記録が少ない台湾において、津波堆積物の分布を調査することにより過去の津波の襲来時期や遡上高および浸水域を知ることができる。本研究では、地中レーダ (Ground Penetrating Radar : GPR) を用いて地層中の電磁波散乱体の分布を探索し、津波堆積物を効率的に明らかにすることが可能か試みた。

調査は台湾國立中央大學調査チームと共に、台湾南東部の成功鎮で2016年8月18日～21日にかけて実施した。

成功鎮郊外の三仙里の段丘 (標高約15～20m) の2箇所 (海側、陸側) で調査をおこなった。海側は南北に伸びた長方形の測線 (測線長71m×35m) で調査を実施した。山側は十字状の測線で実施した。各測線で周波数500MHzと250MHzでGPR測定をおこない、さらにリファレンス点として測線上でハンドオーガーによる簡易掘削を実施した。得られた柱状断面図とGPRの反射プロファイルと比較し、地下構造を推定した。解析の結果、周波数250MHzでのGPRプロファイルでは深さ約1mにある堆積層と基盤層との境界の分布を検知できた。また、東西走向の2測線のプロファイルと比較すると、海側よりも陸側の測線で比較的多くの散乱体が分布していた。これらの測線では周波数500MHzのときよりも250MHzのときのほうが散乱体をより多く検知できた。簡易掘削の結果では、この散乱体に相当する位置で直径約10～40cmの巨大なサンゴ礫、および直径数cmのサンゴ片や二枚貝が密集しているのを確認できた。一方、周波数500MHzでのGPRプロファイルでは散乱体が多く検出された。500MHzで見られた散乱体のある場所からは数cmサイズのサンゴ片や二枚貝が見つかった。南北に延びる2測線でもGPR探索により海側よりも陸側の方で散乱体が多く発見された。

電磁波の波長と分解能から考えると、高周波帯で検知した散乱体は局所的に集中する数cmサイズの礫の密集場所、または約10cmサイズの礫の分布を示していると考えられる。低周波帯で検出している散乱体は約10cmサイズの礫を検出していると考えた。これらのことから、複数の周波数帯で堆積層を調べることで、地下にある堆積物層内の礫のサイズ推定ができることがわかった。

キーワード：津波堆積物、台湾、地中レーダ

Keywords: Tsunami Deposits, Taiwan, Ground Penetrating Radar

陸上地形が津波堆積物の形成過程と分布に与える影響：水路実験による 2つのケース

Effects of terrestrial topography on sedimentary processes and distribution of tsunami deposits: two cases of flume experiments

*山口 直文¹、関口 智寛²

*Naofumi Yamaguchi¹, Tomohiro Sekiguchi²

1. 茨城大学 広域水圏環境科学教育研究センター、2. 筑波大学 アイソトープ環境動態研究センター

1. Center for Water Environment Studies, Ibaraki University, 2. Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

Recent detailed surveys of onshore tsunami deposits including the 2004 Indian Ocean tsunami and the 2011 Tohoku-oki tsunami have revealed that terrestrial topography causes a variety of their features and distributions. Therefore, to identify and interpret tsunami deposits correctly, a better understanding of the effects of not only tsunami magnitude but also topographic setting is required. In this presentation, we report two cases of flume experiments that were designed to simulate a water body (e.g. coastal lake) on a coastal lowland and a cliff. In both cases, the results suggested relationship between the distribution of tsunami deposits and the hydraulic condition of the tsunami flow associated with the terrestrial topography. In the experimental series with a water body, the run-up tsunami flow transformed from supercritical flow to subcritical flow with a hydraulic jump, which caused characteristic distribution of deposits. Similar flow transformation was also observed in the experimental series with a cliff: it blocked and pooled the run-up tsunami flow, and induced the flow transformation. The flow transformation forced the suspended sediment in the subsequent flow to stall and deposit, and as a consequence, caused a local maximum of deposits near the cliff. These two cases of the experimental series imply significant effects of terrestrial topography on the spatial distribution of tsunami deposits and their features.

キーワード：津波堆積物、水路実験

Keywords: Tsunami deposit, Flume experiment

北海道大樹町ホロカヤントウの砂州上に形成された高潮堆積物の特徴 Characteristic of storm surge deposits deposited on the sandbar in Horokayanto, Taiki, Hokkaido, Japan

*千葉 崇¹、西村 裕一¹

*Takashi Chiba¹, Yuichi Nishimura¹

1. 北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

1. Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University

北海道東部太平洋沿岸には、海域側が砂州により閉じられることで形成した汽水湖が複数ある。ホロカヤントウはこれら汽水湖の一つである。ホロカヤントウと海を隔てる砂州は標高5.7 mほどあり、陸域側（湖側）の表層には土壌が形成され、塩性植物群落が被覆している。2016年6月の調査において、この土壌由来と思われる塊状の堆積物及び、土壌と枯死しかかった植生を覆い、複雑な舌状の分布を示す砂質堆積物が砂州のリッジに沿って観察された。この砂質堆積物は海浜砂と似た構成物からなり、海域側から陸域側に向かって薄層化及び細粒化した。また、この砂質堆積物中の珪藻群集は *Thalassiosira cf. nanolineata* や *Thalassionema sp.* などの海生種に加えて、土壌由来と考えられる *Pinnularia borealis* などの淡水生種も含まれており、珪藻殻数は内陸へ向かって増加した。これらの傾向は、高潮堆積物が海浜と土壌を侵食して内陸へ粗粒物を運搬したこと及び珪藻を含む細粒物が流れの減速により内陸側で多く堆積したことを示唆している。全国港湾海洋波浪情報網（ナウファス）の十勝港における波浪データを参照した結果、この砂質堆積物が2016年1月17日から19日にかけて太平洋で発達した巨大低気圧に伴う高潮により形成された可能性が高いことがわかった。

キーワード：ホロカヤントウ、高潮堆積物、珪藻群集

Keywords: Horokayanto, Storm surge deposit, Diatom assemblage