

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