

The foraminifera assemblages in tsunami sediments on Ishigaki Island, southwestern Japan

The foraminifera assemblages in tsunami sediments on Ishigaki Island, southwestern Japan

Tu Yoko^{1*}; Chien Chih-wei²; 安藤 雅孝³; 北村 晃寿⁴; 宍倉 正展⁵; 中村 衛⁶
TU, Yoko^{1*}; CHIEN, Chih-wei²; ANDO, Masataka³; KITAMURA, Akihisa⁴; SHISHIKURA, Masanobu⁵; NAKAMURA, Mamoru⁶

¹ 北海道大学理学院自然科学史専攻, ² 台湾国立中央大学理学院, ³ 静岡大学防災総合センター, ⁴ 静岡大学理学部地球科学教室, ⁵ 産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門, ⁶ 琉球大学理学部

¹Department of Natural History Sciences, Hokkaido University, Japan, ²Department of Earth Sciences, National Central University, Taiwan, ³Center of Integrated Research and Education of Natural Hazards, Shizuoka University, ⁴Institute of Geosciences, Faculty of Science, Shizuoka University, ⁵Institute of Earthquake and Volcano Geology, National Institute of Advanced Industrial Science and T, ⁶Faculty of Science, University of the Ryukyus

Foraminifera, single celled protists, are widely applied to paleoenvironmental, paleoceanic, stratigraphic and sedimentological investigations due to their abundant populations. Moreover, they are sensitive to living environment and have high preservation potential within the sediments (Mamo et. al, 2009). Although foraminifera assemblage analysis is remarkable tools for geoscience researchers to understand the variation of paleoenvironment, however, the use of foraminifera assemblage has not been developed well in palotsunami research. Up to the present, not only investigation methods but also analytic procedures have not been established.

In 1771, a destructive tsunami struck Ishigaki Island, southwestern Japan, with the maximum run-up height of 30 meters to cause about 9000 fatalities (half populations of Ishigaki Island), and the mortality rates of 25 villages on the eastern and southern coasts reached 10- 90%. For the mechanism of this tsunami, Nakamura (2009) proposed the source should be a large subduction thrust earthquake that occurred near Ryukyu trench axis, while Goto et al. (2010) suggested a model of extensive submarine landslides triggered by an intra-plate earthquake. Furthermore, Ando et al. (2015) identified four tsunami evens from tsunami sediments for the last 2000-2500 years.

In this study, we tried to identify tsunami events based on foraminifera assemblage in soil deposits. In order to approach this aim, we analyzed forty-seven soil samples obtained from five excavation sites on both eastern and western coasts in this island. A total of 117 foraminifera species from 36 genus were recognized through our analysis. Subsequently, we classified all foraminifera tests into three clusters based on the result of Hatta and Ujiie (1992): shallow-water foraminifera (<15m), inter-mediate depth foraminifera (15m to 50m) and deep-water foraminifera (>50m). After this procedure, we took the ratio of individual numbers in deep-water + inter mediate-depth to total amount for each soil sample. This analysis yields that samples with high ratios (>0.2) were identified as tsunami deposits, conversely those with low ratios (<0.15) as beach sand or terrigenous sediments. This suggests that foraminifera assemblage analysis can provide significant tool to identify paleotsunami deposits from other sedimentary processes. Our analysis of foraminifera assemblages provides at least three tsunami events in 1771, AD 1000 to 1300, and BC 300 to 600 that struck Ishigaki Island.

キーワード: foraminifera assemblages, tsunami sediments, Ishigaki Island, 1771 tsunami, Ryukyu subduction zone
Keywords: foraminifera assemblages, tsunami sediments, Ishigaki Island, 1771 tsunami, Ryukyu subduction zone

貝類群集解析に基づく石垣島を襲った後期完新世の大津波の規模の評価 Evaluating the magnitude of late Holocene mega-tsunamis on Ishigaki Island based on an analysis of molluscan assemblages

北村 晃寿^{1*}; 伊藤 真実²; 安藤 雅孝³; 生田 領野¹; 池田 昌之¹; 今井 啓文²
KITAMURA, Akihisa^{1*}; ITO, Mami²; ANDO, Masataka³; IKUTA, Ryoya¹; IKEDA, Masayuki¹;
IMAI, Takafumi²

¹ 静岡大学理学研究科, ² 静岡大学理学部, ³ 静岡大学防災総合センター

¹Faculty of Science, Shizuoka University, ²Graduate School of Science, Shizuoka University, ³Center for Integrated Research and Education of Natural hazards, Shizuoka University

西暦 1771 年 4 月 24 日午前 8:00 頃 (発生時の潮位は平均海面), 石垣島に明和大津波が襲来した。その遡上高は約 30 m に達し, 大量の津波石を運搬した。石垣島には, この津波以前の大津波による津波石が分布し, それらの 14C 年代から, 約 2000 年前に大津波が発生したと推定されている。最近, Ando et al. (submitted) は, 石垣島北部の太平洋岸の丘陵斜面から 3 層の砂質津波堆積物を発見し, 14C 年代から最上位の津波堆積物は明和大津波に, 中位と最下位の津波堆積物をそれぞれ約 500 年前の津波 (以下では 500 年前津波), 先島津波によると推定した。これらの堆積物の末端高度は, 下位から順に 8, 6, 9 m である。丘陵斜面の砂質津波堆積物の分布域は, 浸水域の 90% に達するので, その末端高度から津波の規模を推定できる。しかし, 珊瑚礁や浜堤は津波に対する減衰効果を持つので, 500 年前津波と先島津波の規模の評価には, 当時の沿岸・海岸地形の推定が必要である。そこで, 本研究では, これらの津波堆積物中の貝化石と現在の海岸に打ち上がった貝類遺骸群を比較し, 津波発生時の沿岸・海岸地形を検討した。その結果, 500 年前津波の規模は明和大津波よりも小さく, 先島津波の規模は 500 年前津波よりも大きく, 明和大津波に匹敵するか若干小さかったものと推定される。

キーワード: 大津波, 石垣島, 後期完新世, 貝類群集解析

Keywords: large tsunami, Ishigaki Island, late Holocene, analysis of molluscan assemblages

和歌山県すさみ町における完新世の古環境変遷と古津波堆積物 Paleo environment changes and tsunami deposits in Susami city, Wakayama prefecture during the Holocene

千葉 崇^{1*}; 後藤 和久²; 藤野 滋弘¹; 横山 祐典³; 宮入 陽介⁴; 沢田 近子⁴; 石澤 亮史⁵; 西村 裕一⁶; 菅原 大助²; Goff James⁷
CHIBA, Takashi^{1*}; GOTO, Kazuhisa²; FUJINO, Shigehiro¹; YOKOYAMA, Yusuke³; MIYAIRI, Yosuke⁴; SAWADA, Chikako⁴; ISHIZAWA, Takashi⁵; NISHIMURA, Yuichi⁶; SUGAWARA, Daisuke²; GOFF, James⁷

¹ 筑波大学生命環境系, 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高解像度環境解析研究センター, ⁴ 東京大学大気海洋研究所, ⁵ 東北大学大学院理学研究科地学専攻, ⁶ 北海道大学大学院理学研究院, ⁷ School of Biological, Earth and Environmental Sciences, Univ. of New South Wales

¹ Faculty of Life and Environmental Sciences, Univ. of Tsukuba, ² IRIDeS Tohoku Univ., ³ ACES Univ. of Tokyo, ⁴ AORI, Univ. of Tokyo, ⁵ Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku Univ., ⁶ Graduate School of Science, Hokkaido Univ., ⁷ School of Biological, Earth and Environmental Sciences, Univ. of New South Wales

紀伊半島の沿岸域には南海トラフ起源の地震に伴う津波が来襲したことが歴史記録と地質記録から明らかにされている。特に、紀伊半島の東岸では志摩半島など複数の地点で津波堆積物が発見され(藤野ほか 2008), 過去の南海地震との関係が検討されてきた。しかしながら、紀伊半島の西岸においては地質記録が限られており(小松原ほか, 2007), 津波の波源に関する情報が不足している。一方、南海トラフ起源の地震には紀伊半島南部に通常よりも大きな隆起をもたらすものの存在が示唆されており(宍倉ほか, 2008), 地震のタイプを推定するためにも過去に起こった地殻変動の復元が急務となっているが、そのための試料が得られる地域は限られている。こうした背景を基に、我々は和歌山県西牟婁郡すさみ町の低湿地においてボーリングコア掘削を行った。本発表では、掘削された長さおよそ 800cm のコア試料の分析結果について速報する。

コア掘削地点は、海岸から 300m ほど内陸に位置する休耕田である。掘削されたコアは、表層から深度 150cm までが耕作土層であるが、150cm~300cm までの層準は泥炭層~有機質泥層から成り、少なくとも 7 枚の砂層もしくは砂礫層が狭在する。それより下位は主に泥層からなり、深度 680cm から礫層に変化し、深度 760cm で基盤に達する。また、深度 560~630cm には喜界アカホヤ火山灰が認められた。一方、放射性炭素年代測定の結果、本コア試料はおよそ 2000BC~6000BC に堆積したものであることが分かった。

珪藻分析の結果、珪藻群集は岩層の変化に対応して変化していた。下位の泥層からは *Planothidium delicatulum* や *Cocconeis scutellu* などの海生種が多産するが、上位へ向けて徐々に *Pseudostaurosira* 属といった汽水生珪藻や *Pinnularia* 属といった淡水生珪藻が増加した。特に深度 300cm 以浅では、*Eunotia* 属や *Pinnularia* 属などの淡水生珪藻が優占した。以上のことから、3500BC~6000BC においてこの地域には干潟が形成されていたと考えられる。さらにその後、塩性湿地が形成され、徐々に淡水化していった。これらは完新世のいわゆる縄文海進・海退を主に反映していると考えられる。一方で、深度 180cm~300cm の有機質泥層からは海生珪藻化石を含む砂層が少なくとも 4 枚認められた。このことは 2000BC~3500BC の期間に少なくとも 4 回の津波が来襲した可能性を示唆する。

キーワード: 南海トラフ, 紀伊半島, 津波堆積物, 珪藻化石群集, 完新世

Keywords: Nankain trough, Kii peninsula, Tsunami deposit, Fossil diatom assemblage, Holocene

若狭湾沿い、高浜町の海岸低地におけるトレンチおよびハンドオーガーによる津波堆積物調査
Trench and coring survey of the tsunami deposits in the coastal area along the Wakasa Bay, Takahama, Fukui Prefecture.

山本 博文^{1*}; 卜部 厚志²; 佐々木 直広¹; 高清水 康博²; 片岡 香子²
YAMAMOTO, Hirofumi^{1*}; URABE, Atsushi²; SASAKI, Naohiro¹; TAKASHIMIZU, Yasuhiro²;
KATAOKA, Kyoko S.²

¹ 福井大学, ² 新潟大学

¹University of Fukui, ²Niigata 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、若狭湾湾奥に位置する福井県高浜町において、津波堆積物調査を行ってきた。

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年の天正地震頃に津波が襲来した可能性が示されている。そこで今回、福井県高浜町園部周辺の海岸低地において津波堆積物調査を行った。園部付近では海岸沿いに浜堤が形成されており、その背後は標高2m前後の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。

園部地区では、これまで、ボーリング調査およびACEライナーを用いた地層抜き取り調査により、泥層、泥炭層中の複数の層準から分級の良い砂からなるイベント層を見出してきた。このイベント層の内、1m以浅のイベント層に着目し、さらにハンドオーガを用いたコアリング、トレンチ調査、および道路工事に伴う掘削壁面の観察を行ってきた。

イベント層は厚さ数~10数cmの分級の良い中粒砂を主体としており、場所によっては最大3層、見出された。砂粒子としては、特徴的によく円磨された超塩基性岩の岩片を含んでおり、石英粒子は10数%以下と少ない。また所によっては、貝殻片、有孔虫やウニのトゲなどの生物遺骸を含んでいた。この砂を山側から流れ込む河床の砂および海岸の砂と比較したところ、円磨された超塩基性岩の岩片や有孔虫などの生物遺骸を含む等の点で、海岸の砂と類似しており、海側から供給されたと考えられる。また砂層の基底部には削り込みが認められ、砂層中にはリップアップクラストが含まれていること、また砂の分布は、海岸から500m以上内陸まで認められること等からすると、津波によってもたらされた可能性がある。

またこの砂層の堆積年代としては、泥炭層、泥炭質泥層の炭素同位体年代測定結果からすると、14~16世紀頃と推定される。

キーワード: 津波堆積物, 若狭湾, 高浜, 海岸平野

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

新潟県荒川河口の低地のイベント堆積物 Event deposits discovered on the mouth area of Arakawa River, Niigata, Japan

高清水 康博^{1*}; 小野 勝則¹; 卜部 厚志¹; 鶴巻 駿介¹
TAKASHIMIZU, Yasuhiro^{1*}; ONO, Katsunori¹; URABE, Atsushi¹; TSURUMAKI, Shunsuke¹

¹ 新潟大学

¹Niigata University

日本海東縁変動帯の周辺地域では巨大津波を伴う M7 クラスの地震が起こることが知られている。しかし、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による津波堆積物に関する研究や歴史時代の津波堆積物に関する理解が進む太平洋側に比べ、日本海側では津波堆積物を扱った報告は少なく、未解明な部分が多いのが現状である。

そこで、荒川河口地域(新潟県胎内市)において調査を行った。板状試料やコア試料を採取し柱状図を作成した。また、砂層について堆積物の記載と粒度分析を行った。その結果イベント砂層を認めた。このイベント層は少なくとも河口から1 km 以上離れた地点にまで分布し、河口から離れるほど薄層化および細粒化していた。これは既知の津波堆積物の特徴と一致する。また内陸方へで淘汰が悪くなる傾向は津波が内陸の土壌を侵食し取り込んだと考えられる。さらに、イベント堆積物である砂層は下位層を侵食し、偽礫を取り込んで保存していた。これらのことから、このイベント層は地表を侵食できる程度の強い営力を持つ流れにより形成されたものであり、分布の特徴も併せて考えるとこのイベント砂層は、津波によるものかもしれない。

キーワード: 津波堆積物

Keywords: Tsunami deposits

Geologic evidence of tsunamis in Kujukuri Geologic evidence of tsunamis in Kujukuri

Pilarczyk Jessica^{1*}; 澤井 祐紀²; Horton Benjamin¹; 行谷 佑一²; 篠崎 鉄哉²; 谷川 晃一郎²;
藤原 治²; 宍倉 正展²; 松本 弾²; Dura Tina¹
PILARCZYK, Jessica^{1*}; SAWAI, Yuki²; HORTON, Benjamin¹; NAMEGAYA, Yuichi²; SHINOZAKI, Tetsuya²;
TANIGAWA, Koichiro²; FUJIWARA, Osamu²; SHISHIKURA, Masanobu²; MATSUMOTO, Dan²; DURA, Tina¹

¹Rutgers University, ²産業技術総合研究所

¹Rutgers University, ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Along the northern part of the Japan Trench, the subduction of the Pacific plate under the North American plate has frequently generated tsunamigenic-earthquakes up to \sim M 8.0. In contrast, the middle and southern parts of the Japan Trench were considered relatively inactive until the 2011 Tohoku-oki (M 9.0) event generated one of the largest tsunamis in recorded history. Geologic evidence from the Sendai plain revealed an event in A.D. 869 that could have forecast the severity of the Tohoku-oki tsunami in 2011. Seismic models indicate that the Tohoku-oki earthquake may have transferred stress southwards down the fault to the potentially locked southern segment of the Japan Trench (Simons et al., 2011 Nature). This scenario could produce an earthquake in the near future that would be comparable in magnitude to the Tohoku-oki event. Reconstructing the history of individual great earthquakes and accompanying tsunamis from the coastal zone adjacent to the southern trench provides an assessment of the seismic hazard for several metropolitan areas.

We have found two anomalous marine sand layers preserved in low-energy freshwater environments where they would not normally occur (i.e., present day rice paddies). The medium to coarse sand layers range in thickness from 3-10 cm, are intercalated with muddy peat, and the two upper layers can be traced 3.8 km inland and \sim 5 km along the present Kujukuri coastline near Sanmu City. The sand layers have features consistent with tsunami deposits found elsewhere, such as a distinct erosional base, marine geochemical signature, offshore foraminifera, rip-up clasts, normal grading, and a mud drape. Preliminary radiocarbon dating of seeds, charcoal and insect cuticles constrain the age of the upper sand to A.D. 1613 ? 1651. Possible candidates for the upper sand are the Genroku tsunami of A.D. 1703 and the Empo tsunami of A.D. 1677. The age of the bottom sand is A.D. 971 ? 1047, an age that coincides with an 11th century gap in the historical record.

キーワード: Japan Trench, Tsunami deposit, Kujukuri

Keywords: Japan Trench, Tsunami deposit, Kujukuri

2011年東北地方太平洋沖地震は1000年に1回のイベントだったのか？ Was the 2011 Tohoku tsunami once-a-millennium disaster in the Sendai Plain?

澤井 祐紀^{1*}; 行谷 佑一¹; 田村 亨¹; 中島 礼¹; 谷川 晃一郎¹
SAWAI, Yuki^{1*}; NAMEGAYA, Yuichi¹; TAMURA, Toru¹; NAKASHIMA, Rei¹; TANIGAWA, Koichiro¹

¹ 産業技術総合研究所

¹National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

2011年東北地方太平洋沖地震が発生した際、「1000年に1回の大災害」という報道が見られた。これは、2011年の地震が869年貞観地震の再来であるという推定が根拠となっている。しかし、演者らの研究により、1454年享徳地震は日本海溝中部を波源の一部としたことが明らかになり、「貞観地震に似た地震」は必ずしも1000年に1回ではなかったことがわかった。

山梨市の普賢寺で書き綴られた(磯貝・服部 1976 影印甲斐戦国史料叢書) 王代記によれば、1454年に奥州で大きな地震と津波が発生している。一方、宮城・茨城県沿岸の津波堆積物研究をまとめた Sawai et al. (2012 GRL) は、室町時代くらの時期に津波堆積物(砂層 K)を報告し、これを1454年享徳地震による痕跡と推定した。最近こうした報告が見直され、行谷・矢田(2014 地震)は王代記の信頼性などから1454年に東北地方太平洋沿岸に大きな津波が襲来したことはほぼ間違いないと述べている。

以上のような背景の中、演者らは仙台平野の北部において大型ジオスライサーによる掘削調査を行った。掘削の結果、915年十和田 a 火山灰の上位に泥炭層が確認され、この泥炭層中には薄い砂層(砂層 A)が認められた。砂層 A の上位と下位の地層から植物化石(種など具体的に)を拾い出し放射性炭素年代測定を行ったところ、砂層 A の堆積年代は1429?1526年(1 sigma range) (1406?1615年; 2 sigma range) という値を示した。砂層 A 中の珪藻化石を観察した結果、その群集は砂層 A が海からの遡上流により堆積したことを示していた。また、海岸線の前進を考慮しても、砂層 A は当時の海岸線から1 km 程度まで分布していると推定された。以上の根拠から、本研究での砂層 A を津波堆積物と推定し、その起源を享徳地震とした。

本研究と先行研究によって示された津波堆積物の分布を、数値シミュレーションによって再現しようとした。ここでは、Sawai et al. (2012 GRL) を参考にして、5つのケースを想定した。その結果、日本海溝中部(仙台湾沖)において、長さ200 km、幅100 kmの断層(Mw8.4)をすべらせた場合に、津波の浸水範囲と砂質堆積物の分布がおおむね一致することが明らかになった。この断層は、Sawai et al. (2012 GRL) による貞観津波の推定破壊領域と同じものである。すなわち、享徳地震の破壊領域と貞観地震のその一部は重複している可能性が高い。従って、日本海溝中部における巨大地震は1000年に1回ではなく、より短い再来間隔で発生してきたと考えられる。

2011年の津波で見られたように、砂質の津波堆積物は必ずしも浸水範囲と一致せず、砂質堆積物の分布限界から1 km 以上内陸まで海水が浸水することがある(Goto et al., 2011 Mar Geol)。また、今後、日本海溝北部および南部の沿岸において享徳地震に相当する地質学的な証拠が見つかった場合、その破壊領域は現在の推定より大きくなる可能性がある。これらの点から、本研究で示した享徳地震の規模は、あくまで津波堆積物の分布を説明するために必要な最小値に過ぎないことを強調したい。

キーワード: 日本海溝, 津波堆積物, 再来間隔

Keywords: Japan Trench, Tsunami deposit, Recurrence interval

貞観津波の堆積物の石英光ルミネッセンス年代測定 Quartz optically-stimulated luminescence dating of AD 869 Jogan tsunami deposit

田村 亨^{1*}; 澤井 祐紀¹; 伊藤 一充¹
TAMURA, Toru^{1*}; SAWAI, Yuki¹; ITO, Kazumi¹

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

光ルミネッセンス (OSL) 年代測定は、堆積物粒子に直接適用できることから津波堆積物の編年に有効な方法となる可能性がある。西暦 869 年貞観津波の堆積物に OSL 年代測定を適用することにより、そうした古い津波堆積物への有効性を検証した。仙台平野において得られたジオスライサーにおいて、OSL 年代を貞観津波の年代と比較した。ジオスライサーでは、下位より海浜-砂丘堆積物、泥炭層、貞観津波の堆積物、泥炭層、土壌、2011 年津波の堆積物が観察された。海浜-砂丘堆積物の 2 試料、貞観津波の堆積物の 4 試料から粒径 180-250 μm の石英粒子を抽出し、標準的な SAR 法により等価線量 ($D_{e,bulk}$) を求めた。観察された OSL 信号には通常年代測定に用いる減衰の速い成分 (ファストコンポーネント) よりも減衰速度が中程度の成分 (ミディアムコンポーネント) が卓越している。そのため貞観堆積物の 4 試料のうち 2 試料については 3 成分の指数関数的減衰を仮定して OSL 信号を分離し、ファストコンポーネントにもとづいた等価線量 ($D_{e,fast}$) を求めた。繰り返し測定による $D_{e,bulk}$ の分布はどの試料でもばらつきが小さく、この地点での貞観津波堆積物の砂は津波による堆積前に露光していたことが示唆される。しかし $D_{e,bulk}$ にもとづく堆積年代は、貞観津波の年代に比べて 30-40 % 程度の過小評価となり、下位の海浜-砂丘堆積物の年代も貞観津波より若くなる結果が得られた。一方、 $D_{e,fast}$ では若干の過小評価が残るもののほぼ適当な結果が得られた。アニーリングテストの結果、バルクの信号で卓越するミディアムコンポーネントが熱的に不安定であり、過小評価の原因となっていることが明らかとなった。このようなミディアムコンポーネントの卓越は活動縁辺でよく報告されることから、津波堆積物の OSL 年代測定においては適切に扱う必要がある。

キーワード: 津波, ルミネッセンス年代, 貞観地震, 津波堆積物, 仙台平野, 年代測定

Keywords: tsunami, luminescence dating, Jogan earthquake, tsunami deposit, Sendai Plain, chronology

津波堆積物の高精度放射性炭素年代測定 Highly precise radiocarbon dating of tsunami deposits

宮入 陽介^{1*}; 横山 祐典¹; 沢田 近子¹; 石澤 堯史²; 西村 裕一³; 菅原 大助⁴; 川又 隆央⁵;
後藤 和久⁴

MIYAIRI, Yosuke^{1*}; YOKOYAMA, Yusuke¹; SAWADA, Chikako¹; ISHIZAWA, Takashi²; NISHIMURA, Yuichi³;
SUGAWARA, Daisuke⁴; KAWAMATA, Takahisa⁵; GOTO, Kazuhisa⁴

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 東北大学大学院理学研究科地学専攻, ³ 北海道大学大学院理学研究院, ⁴ 東北大学災害科学国際研究所, ⁵ 岩沼市教育委員会

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ² Department of EARTH SCIENCE, Graduate School of Science, Tohoku University, ³ Graduate School of Science, Hokkaido University, ⁴ International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, ⁵ Board of Education, Iwanuma City

津波堆積物の高精度年代測定は、古津波の発生頻度の解明のみならず、古文書記録等の歴史記録の少ない地域での巨大地震の発生間隔の解明等に非常に有用なツールとなる。しかしながら、本邦における津波の再来頻度は非常に高いため、津波の再来間隔が非常に短い場合も存在し、比較的年代決定精度の高い放射性炭素年代測定を用いた場合であっても、年代情報のみでは、歴史記録との対比に困難が生じる場合がある。

そこで本研究では、東京大学大気海洋研究所に新たに導入されたシングルステージ型加速器質量分析計 (SS-AMS) を用いた高精度放射性炭素年代測定と、津波調査トレンチでの高密度放射性炭素分析試料サンプリングを組み合わせることにより、津波堆積物の形成年代をより高精度に推定することを試みた。

従来より津波堆積物の年代決定をするための手法として放射性炭素年代測定法は、一般的に用いられてきた手法である。しかし、津波堆積物の年代値は、通常は津波堆積物を挟んで数試料程度実施されるのみであり、歴史記録との対比が困難な場合が多々存在した。その理由としては、津波の到達時に生じると考えられる地表面の削剥などの年代測定試料自体に起因する問題点、古木効果など年代測定試料選択による問題点、暦年較曲線が対象とする年代域でフラットであった場合 (たとえば江戸時代等) など暦年較正の機序による問題点等が考えられる。

本研究では、津波直下の泥炭層に着目をした。泥炭を年代測定試料に用いる利点としては、津波到達時の削剥がなければ泥炭層は津波の到達直前の有機物で構成されていることが明らかであること。泥炭の堆積は連続的であり、深度方向への連続サンプリングによって暦年較曲線とのウイグルマッチングが行える可能性があることがその理由である。

今回、多点測定による津波堆積物の放射性炭素年代値の高精度化について宮城県岩沼市の高大瀬遺跡のトレンチ調査地を例に検討した。海岸線に直行する約 15m の調査用トレンチにおいて、津波堆積物直下を水平方向に 1m 間隔のサンプリング、また、垂直方向には、津波堆積物直下の 1m の連続サンプリングを行い、それを 5mm ないし 20mm の非常に高密度な間隔でスライスし、高解像度 ¹⁴C 分析を行った。水平方向および垂直方向それぞれの高分解能放射性炭素年代測定から、津波堆積物の高精度年代決定を試みた。その結果について報告する。

キーワード: 放射性炭素年代測定, 津波堆積物, 泥炭, ウイグルマッチング, 加速器質量分析

Keywords: radiocarbon dating, tsunami deposit, peat, wiggle matching, ¹⁴C, AMS

広田湾における音響反射面および柱状試料から見た湾内堆積物の空間変化 Spatial variation of sediment observed by reflecting surface and columnar core at Hirota bay

横山 由香^{1*}; 坂本 泉¹; 八木 雅俊¹; 井上 智仁¹; 飯島 さつき¹; 根元 謙次¹; 藤巻 三樹雄²
YOKOYAMA, Yuka^{1*}; SAKAMOTO, Izumi¹; YAGI, Masatoshi¹; INOUE, Tomohito¹; IJIMA, Satsuki¹;
NEMOTO, Kenji¹; FUJIMAKI, Mikio²

¹ 東海大学海洋学部, ² 沿岸海洋調査(株)

¹School of marine science and technology, Tokai University, ²COR

津波時には、その発生に伴いイベント堆積物が津波発生域から浅海域、陸上の遡上域にかけて堆積することが知られている。陸域では、過去の津波による遡上堆積物(津波堆積物)を特定し、その規模や発生周期を推定する試みが様々な地域で行われている(Minoura and Nakaya, 1991 ほか)。

海域は陸域と異なり、堆積の場であることが知られており、過去から現在に至るまでのその湾および地域の環境やイベントを陸上よりも記録している可能性が考えられるが、海域(特に沿岸域)では津波によるイベント堆積物の研究はほとんど行われておらず、その実態はあまり把握されていない。本発表では、岩手県陸前高田市広田湾で採取した柱状堆積物試料と地層探査記録より、岩相および分布に関する特徴について報告する。

柱状堆積物試料は、2012年から2014年にかけて、湾内の水深約8~30m(26地点)で採取した。試料は岩相により、上位から砂質堆積物で構成され上方細粒化で特徴付けられる2011年津波堆積物のユニット1(以下、U1)および下位の泥質堆積物(以下、U2)で構成される。U2を岩相記載から区分し、①U2-I:貝殻片を含む砂混じり泥層、②U2-II:生物擾乱が発達する泥層、③U2-III:木片が多い砂混じり泥層、④U2-IV:下部に砂層を有する砂混じり泥層、⑤U2-V:基底部に礫や粗粒砂を含む泥混じり砂層、⑥U2-VI:泥層と区分した。また、U2-Iは嵯峨山ほか(2014)によって通常時とは異なる珪藻群集が確認されており、過去のイベントを示すユニットと推察される。

地層探査記録より、特徴的な反射面を(イ)R1:最上位にみられ、最も広域に分布する凹凸に富んだ反射面、(ロ)R2:湾奥部に分布し、沿岸域ではR1によって削剥される反射面、(ハ)R3:広域に分布される反射面、(ニ)R4:R5の上位に分布、(ホ)R5:下位に無層理な層を有し、広域に分布する反射面、(ヘ)R6:下位に無層理な層を持ちR1と同様に広範囲に分布する強反射面、(ト)R7:R6下位に水深約16m付近から分布する強反射面に区分し、その分布を求めた。R1およびR6は広域に分布するが、R2-R7は沖合に向かって薄層化し殲滅する傾向が確認される。

地層探査記録と岩相記載を対比し、湾内での各ユニットの分布を求めるとU1は湾内全域に分布するが、U2は沿岸域では複数のユニットの組み合わせが見られるが、沖合に向かって分布するユニットが減少し、水深約28mではU1のすぐ下位にU6が分布するにとどまる。

これらのユニット区分および分布は、湾内における堆積物ロープの流動メカニズムの解明や湾内環境の経年変化を捉える上で、重要であると思われる。

キーワード: 津波堆積物, 三陸沿岸

Keywords: Tsunami deposit, Sanriku coast

津波堆積物に関する水理実験および数値計算の現状と課題 -津波波源推定に向けて-
Hydraulic experiment and numerical modeling on tsunami deposit aiming tsunami source estimation

高橋 智幸^{1*}
TAKAHASHI, Tomoyuki^{1*}

¹ 関西大学社会安全学部
¹ Faculty of Safety Science, Kansai University

津波が浅海域に到達すると大きな掃流力や乱れにより大量の掃流砂と浮遊砂が発生する。これらの砂移動は海岸構造物の倒壊、航路の埋没、発電所の取水口閉塞などの被害の原因となるため、事前に評価することが防災上重要であり、このような現象を再現できる数値モデルが求められている。そこで、水理実験や現地調査が多数行われ、これらのデータを基にして、津波による砂移動を再現できる数値モデルが構築されている。ただし、これらの被害は海水中で発生するため、従来の砂移動に関する研究は常時浸水している状態を想定して行われてきた。すなわち、浅海域での津波による砂移動とそれに伴う地形変化の再現に重きが置かれてきた。一方、津波により運搬された砂は陸上や湖沼で津波堆積物を形成し、これらの津波堆積物を解析することにより、歴史津波に関する貴重な資料が得られている。そこで、最近では陸域での砂移動に関する水理実験が行われるようになっており、数値モデルも陸域に拡張する試みが行われている。

現在の数値モデルは、津波波源から、外洋伝播、海域での砂移動までをカバーしている。よって、断層モデルが与えられれば、津波による海底地形の変化を評価することが可能である。例えば、防波堤などの複雑な海岸構造物を有する小規模漁港などの計算では数値不安定を生じやすいが、2m格子を用いた詳細な砂移動の計算が実務レベルでも安定して実施されている。よって、津波遡上に伴う陸域への砂の運搬と津波堆積物の形成までを数値モデルが再現できるようになれば、津波堆積物の分布から津波波源を解析することも可能になると期待される。

このような背景を踏まえて、まず浸水状態で実施されてきた津波による砂移動に関する水理実験とそれを基に構築された数値モデルを説明する。また、数値モデルの津波遡上域への拡張を目指して実施されている陸上での水理実験を紹介する。次に、実海域への適用例を紹介しながら、数値モデルの現状と課題を整理する。最後に、津波堆積物分布から津波波源を推定する技術に関して考察する。

キーワード: 津波遡上, 砂移動, 掃流砂, 浮遊砂, 地形変化, 逆解析

Keywords: tsunami run-up, sediment transport, bed load, suspended load, topography change, inverse analysis