

岩手県山田町小谷鳥における津波堆積物の高精度年代推定

High-precision age estimation of tsunami deposits in Koyadori, Yamada Town, northeast Japan

*石村 大輔¹

*Daisuke Ishimura¹

1. 東北大学災害科学国際研究所災害理学研究部門

1. Disaster Science Division, International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

一般的に完新世の津波堆積物の年代推定は放射性炭素年代に基づいて行われる。それらに加えて、堆積物や地域によってはテフラ、過剰Pb-210法、Cs-137法、光ミネセンス法などが実施されている(澤井, 2012)。また堆積物の年代値から津波堆積物の年代を統計処理によって求めることが可能となっている(Ramsey, 2008, 2009)。一方で、測定物質の堆積過程や二次的な攪乱の影響を考慮し、測定値と真の堆積年代の関係を把握することで、適した年代値の選定や年代の評価を実施することが可能となり、自然状態の堆積物を対象とする限りそのような解釈を行う必要があると考えられる。そこで、三陸海岸の中部に位置する岩手県山田町小谷鳥の試料を対象に複数種の試料を対象に放射性炭素年代測定を実施し、真の堆積年代を示す試料を検討し、それを踏まえて津波堆積物の年代測定を実施した。また、極新期の堆積物に関しては、放射性炭素年代測定では年代制約が困難であるため、過剰210Pbと137Csの測定を実施した。本発表の放射性炭素年代測定結果に関する部分は、石村ほか(印刷中)で報告されている。

複数種の放射性炭素年代測定の結果、年代既知のテフラや堆積年代を示すと考えられる種子の年代と比較したところ、バルク試料の年代が真の年代と同様の年代を示し、植物片の年代は全て若い年代を示した(石村ほか, 印刷中)。そこで、Ishimura and Miyauchi (2015)で認められた津波堆積物の上下でバルク試料の年代を追加測定し、既報の年代よりも年代精度を高めた。また、これらに加え、極浅部の津波堆積物について過剰210Pbと137Cs測定を実施し、Ishimura and Miyauchi (2015)で明治三陸津波に対比されていた津波堆積物の層位と矛盾ない結果が得られた。本発表では、山田町小谷鳥においてIshimura and Miyauchi (2015)や石村ほか(2015)で指摘されている歴史津波の年代に関してまとめ、本地域における津波の頻度及び発生間隔について報告する。

キーワード：津波堆積物、放射性炭素年代測定、210Pb、137Cs、三陸海岸

Keywords: tsunami deposits, radiocarbon dating, 210Pb, 137Cs, Sanriku Coast

津波堆積物調査にもとづき推定された岩手県沿岸における過去4,000年間の津波イベント年代
 Historical and paleo-tsunami events based on tsunami deposits during the last 4000 years
 along the Pacific Coast of Iwate Prefecture

*高田 圭太¹、柴田 秀則²、小田島 淳²、今井 健太郎³、蝦名 裕一⁴、後藤 和久⁴、越谷 信⁵、山本 英和⁵、宍倉 正展⁶、五十嵐 厚夫¹、市原 季彦¹、木下 博久¹、池田 哲哉¹

*Keita Takada¹, Hidenori Shibata², Atsushi Odashima², Kentaro Imai³, Yuichi Ebina⁴, Kazuhisa Goto⁴, Shin Koshiya⁵, Hidekazu Yamamoto⁵, Masanobu Shishikura⁶, Atsuo Igarashi¹, Toshihiko Ichihara¹, Hirohisa Kinoshita¹, Tetsuya Ikeda¹

1.復建調査設計株式会社、2.岩手県県土整備部河川課、3.海洋研究開発機構、4.東北大学災害科学国際研究所、5.岩手大学工学部、6.産業技術総合研究所

1.Fukken Co.,Ltd., 2.River Division,Department of prefectural Land Development,Iwate Pref Govt, 3.JAMSTEC, 4.IRIDEs Tohoku University, 5.Faculty of Engineering, Iwate University, 6.Institute of Earthquake and Volcano Geology, AIIST

はじめに

岩手県では、津波新法に基づく今後の津波浸水想定にむけて、過去に岩手県沿岸を襲った津波の履歴や来襲状況を把握するための津波痕跡調査を平成25年～平成27年にかけて実施した。この中で行った津波堆積物調査および既往調査の14C年代データにもとづき、岩手県沿岸における過去4,000年間の津波イベント年代を整理した。本稿では、整理した津波イベント年代をもとに、岩手県沿岸における歴史津波や過去の巨大津波の発生時期および頻度とその広がりについて考察した。なお、本検討にあたっては、平川(2012, 2013)の調査オリジナルデータを使用させていただいた。

岩手県沿岸の歴史津波に関する考察

1611年慶長奥州(三陸)津波(以下、1611年慶長津波)に相当するイベントは、岩手県沿岸の北部(洋野・野田)、中部(田老海岸・船越湾)で認められ、対比は不明確であるが南部(広田半島)にもこれに相当する年代を示すイベントが存在する。このイベントの14C年代は、中世～近世にまたがる幅を持つため、東北地方太平洋岸に津波をもたらした可能性があると考えられる1454年享徳地震に対比される可能性もある。しかし、多くの場所で、①この期間には1つのイベントしか認められないこと、②1611年慶長津波は古文書等に記録されており大津波が岩手県沿岸を襲ったことは明確であることから、1611年慶長津波に対比される可能性が高いと推定した。

869年貞観津波に相当するイベントは、岩手県沿岸の北部(洋野・野田)、中部(田老海岸・船越湾・越喜来)、南部(広田半島)で認められ、岩手県沿岸全域に対比される。このうち、野田低地および広田半島では、イベント層の直上に十和田a火山灰(To-a: AD915年)や白頭山苦小牧火山灰(B-Tm: 10世紀)が分布しており、仙台平野などにおける貞観津波の堆積物と共通する層位にあることが確認された。

岩手県沿岸で広く対比されるイベントに関する考察

北部～中部では、AD1611年、AD869年、2～3世紀頃、2.3ka、2.8ka、3.3ka、3.8kaのイベントが広く対比される。一方で、中部～南部で広く対比されるのは、AD1611年、AD869年、(2～3世紀頃)、2.5ka、3.0ka、3.5kaのイベントである。これらのイベント年代の間隔はいずれも500～750年程度であるが、北部～中部と中部～南部とでは、2,000年前～4,000年前のイベント年代にずれがみられる。船越湾付近では、南北双方のイベントが重複しており、イベントの広がり境界部となっている可能性がある。

このように広く同時性が見られるイベントのほかに、対比される範囲が限定的あるいは周辺地域とは対比されないイベントが存在する。これらが、津波による浸水が局所的であったことを意味するならば、ひとまわり規模が小さい津波や岩手県の沖合以外に波源がある津波(例えば三陸沖北部や千島海溝沖)、または地震以外のローカルな要因(海底地すべりなど)によるものであることを示す可能性がある。

なお、4,000年前より以前のイベントは、年代値のばらつきが大きく、個々のイベントの対比は不明である。

隣県で報告されているイベントとの関係

歴史津波との対応をみると、9～10世紀頃のイベントは、北海道～福島県北部沿岸のすべての地域で認められ

る。これは、東北地方沿岸では869年貞観津波と考えられているものである。また、中世～近世（17世紀頃）のイベントも北海道～宮城県沿岸にかけて広く認められる。これは、北海道沿岸では17世紀の津波とされているものであり、岩手県沿岸や宮城県（仙台平野）では、1611年慶長津波に対応するものと考えられる。

青森県沿岸のデータが限られているため、北海道沿岸と東北太平洋岸（岩手県沿岸）のイベントを直接対応付けることはできないが、過去4,000年間には500～700年程度の間隔でほぼ同年代に対比されるイベントが存在する。

本検討で示したイベント年代の対比にはまだまだ議論の余地がある。千島海溝～日本海溝沿いで発生する巨大地震の解明には、各機関が行っている調査・観測を踏まえた広域的な検討が必要である。

キーワード：津波堆積物、イベント年代対比、歴史津波、貞観津波、慶長奥州（三陸）津波、岩手県

Keywords: tsunami deposit, geochronology, historical tsunami, Jogan tsunami, Keicho Oushu (Sanriku) tsunami, Iwate Prefecture

広田湾に分布する津波堆積物の粒子特性

Grain characteristic of Tsunami deposit in Hirota bay

*横山 由香¹、坂本 泉¹、金子 剛史¹、八木 雅俊¹、井上 智仁¹、根元 謙次¹、藤巻 三樹雄²、笠谷 貴史³、藤原 義弘³

*Yuka Yokoyama¹, Izumi Sakamoto¹, Masafumi Kaneko¹, Masatoshi Yagi¹, TOMOHITO INOUE¹, Kenji Nemoto¹, Mikio Fujimaki², Takafumi Kasaya³, Yoshihiro Fujiwara³

1.東海大学海洋学部、2.沿岸海洋調査(株)、3.海洋研究開発機構

1.Tokai University, 2.COR, 3.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、それに伴い発生した津波により、壊滅的な状況となった。

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。陸域では、過去の津波によるイベント堆積物(津波堆積物)を特定し、その規模や発生間隔を特定する研究が進んでいる。しかし、海域では津波起源堆積物を含むイベント堆積物に関する調査は少なく、沿岸域では特に限られている。そのため、海域におけるイベント起源堆積物の特徴などは明らかになっていない。本発表では、陸前高田市広田湾で採取した柱状試料(バイブレーションコアラー)の岩相記載・粒度分析および高分解能音波探査記録から、湾内における津波起源堆積物の岩相および粒子特徴・分布を明らかにすることを目的とした。

柱状試料は2012年から2015年にかけて水深約8~30 mで採取した。試料は岩相記載・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。湾内堆積物は横山ほか(2014)により、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)に大きく区分され、U1が2011年津波起源堆積物およびU2が湾内通常時堆積物と推定されている。

U1は柱状試料および地層探査記録から水深約40 mまで認められ、約7~80 cmの厚さで分布している。水深(南北)方向への変化を湾西部・東部と比較すると、両者とも沿岸域から水深約16-25 mに向かって厚くなり、その後沖合に向かって薄層化する傾向が見られた。湾東部では、湾西部と比較して沖合へ向かって急激に薄層化する傾向が確認される。

粒度分析および岩相特徴からU1は複数回の級化構造を基にしたサブユニットへの区分が考えられ、湾西部では下位から砂質堆積物のU1a・1bおよび泥質堆積物の1cの3つのサブユニットに区分される。湾東部では、級化構造は認められるが、湾西部と比較し不明瞭であり、逆級化部および細かな粒度変化を伴う傾向が見られる。これらの特徴は、湾東部でも小友浦前面域にのみ認められ、湾奥部高田松原前面域と小友浦からの堆積物フローの会合による影響の可能性が推察される。

粒度分析結果から、中央粒径値と淘汰度の相関を求めた。また、比較のため周辺海岸に分布する砂の値も用い、それらとの関係も検討した。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。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推定される。また、沿岸域の試料(13HV3, 11 m)ではU1基底部は高田松原海岸の砂と一致することが特定された。湾西部13HV8(水深約13 m)から、U1aおよびU1bは、淘汰度は同範囲に分布するが、粒度が順に細粒になる傾向が見られた。またU1cはU2領域内に分布し、その起源がU2にあることが推察される。湾東部15HV5(水深約24 m)では岩相からU2下位に砂層の狭在が認められ、これらは相関図においてU1の領域に分布し、明らかにU2と異なることから過去のイベント堆積物の可能性が考えられる。岩相・粒度分析および相関組み合わせ(中央粒径値vs淘汰度)により、湾内の津波堆積物の供給源・起源およびその流動をより詳細に推定することができると考えられる。

キーワード：津波堆積物、三陸海岸

Keywords: Tsunami deposit, Sanriku coast

磁気ファブリックから復元した3・11津波の挙動

Behavior of the 2011 Tohoku-oki tsunami using magnetic fabric

*高清水 康博¹、羽鳥 祐香¹、卜部 厚志¹、加瀬 善洋²、林 圭一²*Yasuhiro Takashimizu¹, Yuka Hatori¹, Atsushi Urabe¹, Yoshihiro Kase², Keiichi Hayashi²

1.新潟大学、2.北海道立総合研究機構地質研究所

1.Niigata University, 2.Geological Survey of Hokkaido, Hokkaido Research Organization

磁気ファブリックの特徴から3・11津波の挙動を推定した。最初に、磁気ファブリックの有効性を検証するために、水路実験で現地（後述の小高地区）において採取した3・11津波堆積物を用いて平滑床を作成し、水路の流向と磁気ファブリックが一致することを確認した。その上で、南相馬市小高地区において野外調査を行い、3・11津波堆積物の層相記載および磁気ファブリック解析用のキューブ試料を採取した。層相の特徴と磁気ファブリック解析の結果、3つのユニットに区分することができた。すなわち、ユニット1は遡上流から堆積したマッドクラストをよく含む中粒砂層、ユニット2は戻り流れからの堆積した平行葉理の発達した中粒砂層、そしてユニット3は津波終息時または津波後に滞水域で沈積した有機質シルト層であった。

キーワード：磁気ファブリック、津波堆積物、帯磁率異方性、3・11津波

Keywords: magnetic fabric, tsunami deposits, anisotropy of magnetic susceptibility, the 2011 Tohoku-oki tsunami

静岡県志太平野の津波堆積物

Tsunami deposits in Holocene sediments on Shita Plain, Shizuoka, central Japan

*北村 晃寿¹*Akihisa Kitamura¹

1. 静岡大学理学部地球科学教室

1. Institute of Geosciences, Faculty of Science, Shizuoka University

中央防災会議は、2012年に南海トラフで起こる最大クラスの巨大な地震・津波(レベル2の地震・津波)の予測を公表した。その結果、従来に比べて、想定される被害規模が大きくなった沿岸市町では、住民に不安を与えている。こうした状況を踏まえて、北村ほか(2015)は、志太平野の9箇所ボーリング掘削し、津波堆積物の調査を行ったが検出されず、レベル2の津波の痕跡は見つからなかったが、資料の一部は、大井川の洪水の影響を受けている可能性があり、津波堆積物の検出には適切ではないことが判明した。そこで、今回、瀬戸川の自然堤防で、大井川の影響を受けていない志太平野北部の平地(標高2~3.5 m)の4地点でボーリング掘削を行い、津波堆積物の調査を実施した。

その結果、以下の知見を得た。

1. 津波堆積物と推定されるイベント層が少なくとも二層発見された。
2. 上位のイベント層は、西暦1025年以降なので、西暦1498年の明応津波の津波堆積物の可能性がある。
3. 下位のイベント層は、西暦780年から西暦1025年の間に堆積したことから、西暦887年に南海トラフで発生した仁和地震の津波堆積物である可能性が高い。この地震の発生時に志太平野北部では海岸の急速な後退が起きたと推定され、その原因は海底地滑りによる海岸地形の変化の可能性もある。

キーワード：志太平野、完新世、津波堆積物

Keywords: Shita plain, Holocene, tsunami deposits

富山・石川地域の海岸平野に記録されたイベント堆積物

Event deposits recorded in the coastal plain in Toyama and Ishikawa area

*ト部 厚志¹、清水 康博²、片岡 香子¹、仁科 健二³、川上 源太郎³、平川 一臣、酒井 英男⁴*Atsushi Urabe¹, Yasuhiro Takashimizu², Kyoko Kataoka¹, Kenji Nishina³, Gentaro Kawakami³, Kazuomi Hirakawa, Hideo Sakai⁴

1.新潟大学災害・復興科学研究所、2.新潟大学人文社会・教育科学系、3.北海道立総合研究機構地質研究所、4.富山大学理学部地球科学科

1.Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, 2.Mathematical and Natural Sciences, Institute of Humanities, Social Sciences and Education, Niigata University, 3.Geological Survey of Hokkaido, 4.Department of Earth Sciences, Faculty of Science, University of Toyama

日本海における震源断層や津波波源モデルの構築や防災の基礎資料を得ることを目的とした「日本海地震・津波調査プロジェクト」では、2014年度は能登半島北部から富山湾沿岸地域において津波堆積物調査を目的として、海岸付近の低位段丘の堆積物調査や海岸低地・旧潟湖での沖積層のオールコアボーリング調査を実施した。ここでは、これらの試料から、複数層準において津波起源である可能性の高いイベント堆積物が認定できた。

(1) 海岸付近の堆積物調査

輪島市舳倉島や能登半島北部から東部において、海岸付近の標高6m以下の低位段丘状の地形を構成する堆積物の調査を行った。舳倉島北岸、珠洲市鰐崎と能登町赤崎では、海岸付近の段丘状の地形を構成する砂質シルト堆積物から、複数層準の海浜起源の円礫を多く含む粗粒砂層が認められた。これら堆積物の年代は、1800年ごろ、9~11世紀と1800~2000年前を示す。

(2) ボーリング調査

ボーリング調査は、簡易ボーリング(SCSC)やロータリーボーリング機器を用いてオールコアで行い、珠洲、氷見・十二町潟、射水・旧放生津潟、射水・足洗潟、魚津・釈迦堂、黒部・生地で行った。各地点のコア試料は、全体の層相の記載を行い堆積環境の推定、年代分析を行った。また、層相(粒度、淘汰、浸食関係の有無等)の特徴からイベント堆積物を認定し、イベント年代の推定を行った。富山湾沿岸の各地点の堆積環境は、全体として、約12,000年前には泥質な浅い内湾(含む塩水湿地)であり、約9,000年前に砂質な内湾となり、約8,000年前に初期のバリアーの形成、約7,000年前以降バリアーの前進により現位置での潟湖が形成されている。

イベント堆積物は、潟湖の堆積環境を中心に複数層準を認定することができた。珠洲地域を含めて富山湾沿岸の各地点に共通するイベント堆積物は、①約7,900-7,800年前、②約5,000-4,800年前、③約2,500-2,000年前、④約800-700年前の4層準である。浜堤の標高や海岸からの距離の検討から、これらのイベント堆積物は津波による可能性が高い。

キーワード：富山・石川地域、津波堆積物

Keywords: toyama and ishikawa area, Tsunami sediment

陸上堆積物コアを用いた別府湾海底活断層型地震発生年代の高精度復元

Using onshore sediment cores to reconstruct the ages of oceanic intraplate earthquakes in Beppu Bay

*山田 昌樹¹、藤野 滋弘²、千葉 崇²、Chagué-Goff Catherine^{3,4}*Masaki Yamada¹, Shigehiro Fujino², Takashi Chiba², Catherine Chagué-Goff^{3,4}

1.筑波大学大学院生命環境科学研究科、2.筑波大学生命環境系、3.School of Biological, Earth and Environmental Sciences, UNSW Australia、4.Australian Nuclear Science and Technology Organisation
1.Graduate School of Life and Environmental Science, University of Tsukuba, 2.Faculty of Life and Environmental Science, University of Tsukuba, 3.School of Biological, Earth and Environmental Sciences, UNSW Australia, 4.Australian Nuclear Science and Technology Organisation

別府湾海底活断層の最新活動である1596年の慶長豊後地震では、別府湾沿岸地域に5-8 m程度の津波があったことが歴史記録から知られている(羽鳥, 1985)。また、別府湾海域で行われた音波探査とピストンコアリング調査では、断層を挟んだ両側の堆積物層厚の違いから、鬼界アカホヤ火山灰層の堆積以降に5回の断層運動が存在した可能性が示されている(例えば、島崎ほか, 2000; 大分県, 2002; 地震調査研究推進本部, 2005)。しかしながら、過去に発生した断層運動の詳細な発生年代やそれらが津波を伴ったか否かは明らかにされていない。本研究では、先史時代に別府湾で発生したプレート内地震と津波の発生年代をより高精度に復元することを目的として、別府湾南岸に面する沿岸湿地において古津波堆積物調査を行った。得られた堆積物コアに対しては、堆積相の観察に加えて、粒度分析や珪藻分析、ITRAXコアスキャナーを用いた化学分析から古津波堆積物層を認定し、その上位、下位の層準に含まれる種子や葉片の放射性炭素年代測定を行った。

海岸線から約170 mの地点で採取された堆積物コアの深度2.0-7.8 mは、主に有機質泥層で構成されており、その上部(深度215-217 cm)では、2760-2860 cal. yr BP、下部(深度779-780 cm)では、7670-7790 cal. yr BPという放射性炭素年代値が得られた。約5000年間に形成された有機質泥層中の深度430-433 cmと530-650 cmに認められた火山灰層は、含有する火山ガラスの屈折率から、それぞれ九重山を起源とする段原スコリア(DS)と鬼界カルデラの噴火に伴う鬼界アカホヤ火山灰(K-Ah)と同定された。約5700前に降下したと考えられる段原スコリア層の上位には、層厚1 cm程度の砂層が2枚(深度257.8-258.6 cm, 315.0-316.0 cm)確認され、砂層直下の泥層から得られた年代値はそれぞれ3330-3450 cal. yr BPと4400-4530 cal. yr BPであった。また、段原スコリア層と鬼界アカホヤ火山灰の間に約6500年前の砂層(深度502.5-503.0 cm)、鬼界アカホヤ火山灰層直下には層厚4 cm程度の粗粒砂層が認められた。これらの砂層は、上下の有機質泥層と明瞭な地層境界で区切られており、突発的に堆積したイベント堆積物である可能性が高い。また、上下の有機質泥層と比べて帯磁率やチタン、鉄の値が高く、ケイ素、カリウム、カルシウム、バナジウム、クロム、ストロンチウム、バリウムなどの元素が多く検出された。さらに、海生底生種である*Rhaphoneis* sp.などの珪藻が砂層中においてのみ出現した。これらのことは、砂層を構成する粒子が異なる堆積環境から運搬されたもので、かつそれが海浜や海底である可能性を示唆している。

本研究で採取した堆積物コア試料には、鬼界アカホヤ火山灰層の上位に少なくとも約3300-3450年前、約4400-4530年前、約6500年前に形成された古津波堆積物の可能性が高い砂層が保存されていた。別府湾沖で掘削されたコア試料から推定された海底活断層の過去の活動時期は、1596年慶長豊後地震に加えて、1700-2200年前、3600-4600年前、5300-6000年前、5800-7300年前である(地震調査研究推進本部, 2005)。本研究の堆積物コアにおける有機質泥層が約2800年前までしか保存されていないことを考慮すると、古津波堆積物層の枚数は、地震調査研究推進本部(2005)で示されている断層運動の回数と矛盾していない。しかしながら、活断層の推定活動時期と古津波堆積物の年代は必ずしも一致しておらず、今後慎重に検討する必要がある。

キーワード：津波堆積物、海底活断層、別府湾、放射性炭素年代測定、珪藻、地球化学

Keywords: Tsunami deposit, Submarine active fault, Beppu Bay, Radiocarbon dating, Diatom, Geochemistry

九州薩摩半島南西岸域のイベント堆積物調査

Exploring Coastal Wetlands of the southern Kyushu (Japan) with Consideration of their Preservation Potential for Tsunami Deposits

*原口 強¹、吉永 佑一²、内村 公大³、福田 穰⁴*Tsuyoshi Haraguchi¹, Yuichi Yoshinaga², Kimihiro UCHIMURA³, Jou Fukuda⁴

1.大阪市立大学大学院理学研究科、2.株式会社防災地質研究所、3.西日本技術開発株式会社、4.九州電力株式会社

1.Department of Geosciences, Graduate School of Science, Osaka City University, 2.Disaster Prevention Geo-Research institute, 3.West Japan Engineering Consultants, Inc., 4.Kyushu Electric Power Co., Inc.

東シナ海に面した南九州・薩摩半島西岸から南岸域において、過去の巨大津波来襲の可能性の解明を目的とした堆積物調査を実施している。

調査地域は約130 kmに及ぶ海岸線を有し、地形的な特徴から5つに区分できる。阿久根から串木野に至る南北約40kmの岩石海岸主体の北部地域、市来から南さつま市に至る南北約30kmの砂浜海岸地域、野間半島を中心とする約20kmの岩石海岸主体の南西部地域、枕崎から指宿に至る東西約40kmの火山山地および台地が広がる南部地域、唯一の島嶼で約25kmに延びる岩石海岸主体の甑島地域である。

機械ボーリングは、合計11地区、14地点、浜堤背後の湿地を中心に選定した。すべての地点で過去6000年間をカバーする地層を確認した。その中で、甑島の中山地点で、泥炭層中に扁平な粘板岩の海浜小礫の薄層を複数枚確認した。中山地点は南東に開いた湾奥の浜堤背後の標高3.3mの湿地で、厚さ約13m弱の堆積層を確認している。湿地を限る浜堤および前面海浜は主に扁平な海浜礫から構成されている。13mの堆積層の下位は海成で、地表から9m以浅からが泥炭となる。泥炭の堆積開始時期が約4000年前で、内湾環境から浜堤が発達したのち湾口が閉じ陸化して湿地環境に変化したと見られる。上述の越波イベントは湿地環境下の2500年～3500年前に集中している。越波イベントの卓越する時期が、湾口の締め切り・陸化する時期と近い。すなわち、浜堤の発達初期で高さが現在よりも低い時期で、越波の影響を受けやすかった可能性がある。一方、東シナ海を隔てた対岸の羽島地点およびほかの9地区でも越波イベントは確認できない。このことは中山地区の越波イベントが局所的な現象である可能性を示している。とはいえ、津波堆積物が保存される条件は現地の地形・地質条件によって異なることが東日本大津波でも確認されている。

以上のことから、当該地域沿岸部に巨大津波が襲来した可能性は低いと考えられるものの、越波イベント堆積物の形成プロセスを慎重に検討していくことが必要である。

謝辞：本研究のX線CT画像撮影は電力中央研究所のご協力により所有機材を使用させていただいた。

キーワード：南九州、津波堆積物

Keywords: southern Kyushu, Tsunami Deposits

Modeling of grain size distribution of tsunami sand deposits in V-shaped valley of Numanohama during the 2011 Tohoku tsunami

*Aditya Gusman¹, Kenji Satake¹, Tomoko GOTO², Tomoyuki Takahashi³

1.Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 2.Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo, 3.Faculty of Safety Science, Kansai University

We propose a numerical method of tsunami sediment transportation that can simulate grain size distribution of deposited sand. In the numerical model, the sediment transportation is computed in the suspended load layer and bed load layer (Takahashi et al., 2000; Gusman et al., 2012, EPS). We introduce two sub layers in the bed load layer, which are the active layer and the parent layer. These sub layers contain grain size distribution information. The coefficients for the suspended transport (α) and bed load transport (β) for grain sizes of 0.166, 0.267, and 0.394 mm are obtained by a hydraulic experiment conducted by Takahashi et al. (2011, Coastal Engineering). In this study, the coefficients for grain sizes outside the above range (0.166 - 0.394 mm) are extrapolated and for those within the range are interpolated. We simulated sediment transportation of multiple grain sizes ranged from 0.063 (4 phi) to 5.657 mm (-2.5 phi) with an interval of 0.5 phi.

We apply the model to simulate the sedimentation process during the 2011 Tohoku earthquake in Numanohama, Iwate prefecture, Japan. Samples of tsunami sediment deposits in Numanohama coast have been collected after the 2011 Tohoku earthquake (Goto et al., 2015, Marine Geology). The grain size distributions at 15 sample points along a 500 m transect from the beach are used to validate the tsunami sediment transport model.

For the tsunami source model, we use the one estimated by Satake et al. (2013, BSSA). This source model can well reproduce the observed tsunami run-ups that are ranged from 16 -34 m along the steep valley in Numanohama. For the sediment source, the parent layer (sediment source) is unlimited anywhere in the modeling domain and the grain size distribution of the parent layer is assumed to be the same as that found at the beach. The 200 m long and 50 m wide beach in Numanohama is dominated by rounded sand particles with d_{50} (the grain size at which the sample are 50% finer than) of 1 mm and located in front of coastal marsh.

The shapes of the simulated grain size distributions at many sample points located within 300 m from the shoreline are similar to the observations with the difference between observation and simulation peak of grain size of less than 1 phi (Goto et al., 2015, Marine Geology). The thicknesses of the observed sand deposits are also compared with the simulated ones. The simulated sand thickness distribution is consistent with the observation. The model is also capable of showing the sediment transport process of how the grain size distribution of the sand deposit changes over time. This kind of simulation result may be compared with the observed vertical change of grain size distribution.

Keywords: Simulation of grain size distribution of tsunami sand deposits, Tsunami sediment transportation process, The 2011 Tohoku tsunami sand deposits, Spatial distribution of deposit thickness, Suspended load and bed load transports, Coastal morphology change

Applications of ITRAX XRF core scanning and PCA in palaeotsunami research

*Catherine Chague-Goff^{1,2,3}, Patricia Gadd², Daisuke Sugawara⁴, James Goff¹, Kazuhisa Goto⁵, Takeshi Komai⁶

1.School of Biological, Earth and Environmental Sciences, UNSW Australia, Sydney, Australia, 2.Australian Nuclear Science and Technology Organisation, Lucas Heights, Australia, 3.JSPS Fellow, Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan, 4.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, Japan, 5.IRiDeS, Tohoku University, Sendai, Japan, 6.Graduate School of Environmental Studies, Tohoku University, Japan

Following the devastating 2011 Tohoku-oki tsunami in Japan, much research has been carried out to identify its precursors and any other events that have impacted the country. While it is important to gain a better understanding of recurrence intervals, identifying the limit of inundation of these events is crucial in order to be able to estimate their magnitude and thereby improve hazard mitigation measures for the future. However, researchers generally rely on the presence of anomalous coarse layers (mostly sand) to identify tsunami deposits. Estimating the limit of inundation beyond the extent of the sand has proven more difficult and can be very time consuming with commonly used methods, such as grain size and microfossil analyses and/or even conventional geochemical techniques.

Here we present the results of a study, where we used an ITRAX XRF core scanner, a rapid and non-destructive technique, which provides continuous high resolution elemental profiles, magnetic susceptibility, as well as an optical and a radiographic image. Sedimentary sequences collected along a shore-perpendicular transect on the Sendai Plain, include the 869 AD Jogan sandy tsunami deposit within paddy field soil, which is overlain by the Towada-a tephra, as well as possible older tsunami and flood deposits in the lower part of the cores. Further inland, the Jogan deposit becomes discontinuous and is replaced by mud, as also reported for the 2011 Tohoku-oki tsunami deposit on the Sendai Plain. The X-radiographic image allows the identification of thin mud units within the paddy field soil, which were not clearly visible to the naked eye. Analysis with the ITRAX core scanner reveals subtle geochemical differences between the mud unit attributed to the Jogan tsunami, the paddy soil and other mud units. ITRAX data were also processed by principal component analysis (PCA), allowing the distinction of various units and their possible origin, despite the semi-quantitative nature of the elemental data. In this study we could distinguish the marine-sourced units from their terrestrial counterparts, based on their geochemical characteristics.

This study shows that high resolution geochemistry using core scanners can provide a means to identify the limit of inundation of palaeotsunamis beyond the extent of the visible sand deposits, even when units are not clearly visible to the naked eye. These data can be used to draw more accurate palaeotsunami inundation maps, thereby improving hazard management measures for the future.

Keywords: tsunami, geochemistry, ITRAX XRF core scanning, PCA, mud, inundation limit

津波によって発生する混濁流と堆積物移動についての水路実験(予報)

A preliminary report on a flume experiment of Tsunami-generated turbidity currents and sediment transport

*横川 美和¹、中島 孝彰¹、坂田 祐樹¹、山本 大貴²、増田 富士雄²、泉 典洋³

*Miwa Yokokawa¹, Takaaki Nakajima¹, Yuki Sakata¹, Taiki Yamamoto², Fujio Masuda², Norihiro Izumi³

1.大阪工業大学情報科学部、2.同志社大学、3.北海道大学

1.Osaka Institute of Technology, 2.Doshisha University, 3.Hokkaido University

2011年東北地方太平洋沖地震で発生した津波によって、海底では混濁流が発生した(Arai et al., 2013)。地震・津波発生後に、海底の圧力計や地震計に「混濁流」が記録されており、また東北地方の沿岸~沖合いの広い範囲にわたって新しい混濁流の堆積物が海底から採取されている。津波の作用により沿岸の土砂が巻き上げられ、混濁流が発生したのである。これらの混濁流は、大量の堆積物を深海へ運び込む。したがって、津波に伴う堆積物輸送や生態系への影響を考える上でこれらの混濁流の働きを評価することが重要である。しかし、これまでこうした津波による混濁流についての実験的研究はあまり行われていない(たとえば、仁井谷ほか, 2013)。ここでは、実験水路で津波によって発生した混濁流とその堆積物輸送に関する実験の予報を報告する。

実験は大阪工業大学に設置の長さ7.2m、深さ1.2m、幅0.3 mの水路を用いて行った。熊野灘(比較的急勾配)と十勝沖(比較的緩勾配)の地形を参考にして作った2つの地形モデルを用いた。縦横比は1:100とした。地形モデルは土台を極粗粒砂-細礫で造り、その上を極細粒砂-細粒砂で約5 cmの厚さで覆った。“津波”は仁井谷ほか(2013)と同様にして沖合いに設置したアクリル板を倒すことにより発生させた。それぞれの地形モデルに対して10回の津波を作用させた。

実験の結果、いずれの地形モデルでも混濁流が発生した。汀線での巻き上げ量は比較的急傾斜の“熊野灘モデル”の方が大きく、結果的に発生した混濁流の速度も大きく、堆積物輸送量も多かった。しかし、10回の実験の後に海底面に残ったベッドフォームは、“熊野灘モデル”の方が波の影響が卓越していた。

引用文献

Arai et al., 2013, Tsunami-generated turbidity current of the 2011 Tohoku-Oki earthquake: *Geology*, G34777.1.

仁井谷覚, 増田富士雄, 成瀬元, 2013, 津波が発生させる重力流. 堆積学研究, Vol.72, No.2, 109-113.

キーワード：津波、混濁流、堆積物輸送、水路実験

Keywords: Tsunami, Turbidity currents, Sediment transport, Flume experiment

津波堆積物の水理実験 -可能性と課題-

The potential and challenge of laboratory experiments on tsunami deposits

*吉井 匠¹、松山 昌史¹、田中 姿郎¹

*Takumi Yoshii¹, Masafumi Matsuyama¹, Shiro Tanaka¹

1. (一財) 電力中央研究所

1. Central Research Institute of Electric Power Industry

これまでの津波堆積物研究の大多数は現地調査によるものである。特に、津波堆積物の発見が主たる目的である研究段階においては、現地調査で明らかにされた古津波堆積物は、過去の巨大津波を示す上で信頼性の高い証拠となる。その点では津波堆積物研究において現地調査は最も基礎的且つ重要な研究手法である。

一方、津波堆積物の解釈が主たる目的である場合、津波諸元、海岸地形、底質材料、および堆積物形成後の再移動など多数の要因が津波堆積物形成に寄与しているため、現地調査で得られた津波堆積物を解釈することは大変困難である。特に、現世の津波を対象とした場合においても、津波堆積物を形成するほどの巨大津波では、沿岸地域の被災により津波諸元を推測する十分な情報が得られないこともある。そのため、津波諸元と津波堆積物の特徴を対比することは容易ではない。

水理実験は水理条件、底質材料を制御できるという点で津波堆積物と水理量の関係を対比させることが容易であり、津波堆積物の堆積学的特徴を解釈する上で重要な手法となる可能性がある。実験結果から現地の津波堆積物を類推するには、実験による津波堆積物（もしくは地形変化）の再現性検証が必要である。

本発表では、電力中央研究所にて行われた津波堆積物の大規模水理実験をとりあげ、水理実験による津波堆積物の生成過程と実現象の再現性について紹介し、津波堆積物研究における水理実験の可能性および課題について整理する。その上で、今後、現地観測、水理実験、数値計算が相乗効果を上げるために、それぞれの研究手法で取り組むべき課題について議論する。

キーワード：津波堆積物、水理実験、sedimentary structure

Keywords: Tsunami deposit, laboratory experiment, sedimentary structure

数値解析を用いた津波堆積物研究の現状と今後

Numerical modeling of tsunami deposits: recent advances and future research

*菅原 大助¹、Jaffe Bruce²、Gelfenbaum Guy²、La Selle SeanPaul²、後藤 和久³*Daisuke Sugawara¹, Bruce Jaffe², Guy Gelfenbaum², SeanPaul La Selle², Kazuhisa Goto³

1.ふじのくに地球環境史ミュージアム、2.米国地質調査所、3.東北大学

1.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 2.US Geological Survey, 3.Tohoku University

本発表では、土砂移動考慮した津波の数値解析について、最近の研究をレビューするとともに、今後の展望について議論する。

災害科学における津波堆積物研究の意義は、古津波の履歴解明・規模情報の推定にある。津波の数値解析は、1990年代より津波堆積物研究を構成する要素の一つとなり、津波イベントの認定、浸水域・波源域の推定など、地質記録の解釈を裏付ける手段として用いられてきた。土砂移動と連成された津波数値解析の手法は、2011年の東北地方太平洋沖地震の津波の前後、更にはリアルタイムに取得された多くのデータが基盤となり、追波湾 [1]、広田湾 [2]、仙台平野 [3]などを事例として改良と検証が進められており、波源モデルや地形データ、堆積物の供給源・粒径などの解析条件が整っている場合、津波による海岸地形の変化パターン、海底での侵食・堆積量、および陸上津波堆積物の層厚の分布傾向を良好に再現できることが示されている。津波土砂移動シミュレーションは、巨大津波に対する事前・事後の対策・対応の計画、津波堆積物を用いた浸水域・波源域の推定手法の改良、古津波堆積物の探索における最適な調査地域の検討などに有用であろう。

津波堆積物データが不足している場合、あるいは古地形などの解析条件に不確実性がある場合、津波土砂移動シミュレーションを用いて浸水域や波源域を絞り込むことは難しくなる。この問題に対するアイデアの一つとして、ハイブリッド・モデリング [4][5]がある。津波の水理量（例えば流速や摩擦速度）を、堆積物データの逆解析によって直接推定し、順解析を用いた浸水域・波源域の推定時の境界条件として与えるのである。順解析は同時に、逆解析モデルの適用条件を評価するためにも用いられる。このアイデアの実現には、取り扱う物理過程やパラメータの共有化など多くの課題があるが、限られた数のデータで津波の規模情報を推定するための有望な方法の一つと思われる。

海岸地形・地層の形成における津波堆積作用の役割や、津波堆積物形成のプロセスも、津波堆積物研究の重要な対象である。津波堆積物中のユニット構造、ラミナ、粒度の水平・鉛直方向の変化を形成するプロセスについて、数値解析を用いた検討例は極めて少なく、実際に観察された堆積構造との対比には至っていない

[6][7]。数値モデルによって津波堆積物の内部構造を解像できるようになれば、侵食・堆積量といった最終的な状態の比較だけでなく、堆積物形成プロセスの再現性まで議論できるようになると思われる。そのような数値モデル（地層シミュレータ）と、津波を含む様々な営力の数値モデルを組み合わせることで、それぞれのイベント堆積作用の理解と地層記録の解釈に更なる進歩がもたらされると考えられる。

[1] 今井ら, 2015, 土木学会論文集B2 71, I_247_I-252.

[2] 山下ら, 2015, 土木学会論文集B2 71, I_499_I-504.

[3] Sugawara et al., 2014a, Marine Geology 358, 18-37.

[4] Jaffe et al., 2012, Sedimentary Geology 282, 90-109.

[5] Sugawara et al., 2014b, Marine Geology 352, 295-320.

[6] Apotsos et al., 2011, Journal of Geophysical Research 116, F01006.

[7] Li et al., 2012, Natural Hazards 64, 1549-1574.

キーワード：津波、土砂移動モデル、シミュレーション、堆積物、海岸地形

Keywords: tsunami, sediment transport model, simulation, deposit, coastal geomorphology

岩手県野田村における津波堆積物調査

Field Survey of tsunami deposits in Noda Village, Iwate prefecture

*井上 大雅¹、後藤 和久²、西村 裕一³、渡部 真史⁶、飯嶋 耕崇⁴、菅原 大助⁵

*Taiga Inoue¹, Kazuhisa Goto², Yuichi Nishimura³, Masashi Watanabe⁶, Yasutaka Iijima⁴, Daisuke Sugawara⁵

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.北海道大学大学院理学研究

室、4.国際石油開発帝石株式会社、5.ふじのくに地球環境史ミュージアム、6.東北大学大学院工学研究科
1.Department of EARTH SCIENCE, Graduate School of Science, Tohoku University, 2.International
Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku University, 3.Graduate School of Science,
Hokkaido University, 4.INPEX CORPORATION, 5.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka,
6.Graduate School of Engineering, Tohoku University

三陸地方は、歴史史料や観測記録により被害を及ぼす規模の津波が多く襲来している (Utsu, 2004)。2011年東北太平洋沖津波もその一つであり、低頻度かつ大規模な津波に備えるために、古津波堆積物の情報は欠かせない。しかしながら、広い沿岸域に対して三陸地方では古津波に関する研究例に乏しい (八木下ほか, 2001)。特に、先史津波を対象にした陸上での研究例はIshimura and Miyauchi (2015)に限られており、古津波の時空間的分布はよくわかっていない。そのため、三陸における歴史津波・先史津波の発生頻度や間隔、さらには規模の推定のためには、より多くのデータを収集する必要がある。

後藤ら (2014) は、三陸北部の岩手県野田村において予察的な調査を行い、津波堆積物の可能性のある砂礫質堆積物が複数層存在することを報告した。これらが津波堆積物であると認定されれば、三陸北部の古津波の記録に直結する貴重なデータになる。また、後藤ら (2014) は西暦915年十和田aテフラ (To-a) および西暦946年白頭山テフラ (B-Tm) (Machida and Arai, 1992) の存在を明らかにし、その直下にも砂礫質堆積物が存在することを報告した。仙台平野や石巻平野 (澤井ほか, 2007, 2008)、大槌湾 (鳥居ほか, 2007)、山田町小谷鳥 (Ishimura and Miyauchi, 2015) では、To-aテフラとの層序関係から貞観津波堆積物が認定されている。野田村は既往研究の調査地点より北部に位置し、本地域で貞観津波堆積物が存在する可能性が高くなれば、これまでの貞観地震の断層モデルを見直すことにもつながる。

後藤ら (2014) の予察的研究では、砂礫質堆積物の対比や津波堆積物の認定に検討の余地がある。そこで、三陸北部岩手県野田村において先行研究 (後藤ら, 2014) により分布が報告された複数層の砂礫層を詳細に対比し、各種分析から津波堆積物の認定を行い、本地域における古津波の履歴の解明を試みた。

本地域においては、後藤ら (2014) の聞き取り調査から1896年明治三陸津波と2011年東北太平洋沖津波の浸水が確認されており、それぞれ内陸約850m標高約12m、内陸約650m標高約14mの地点まで遡上している。本研究では、海岸線から約400~720mの範囲で垂直な調査測線を1本設定し、ハンディジオスライサーとハンドカラーを用いて掘削調査をおこなった。その結果、最大4層の砂礫質堆積物を確認し、主に岩相観察からイベント堆積物として認定を行った。続いて、各イベント層の連続的な分布を確認するために対比を行った。本調査地域は水田として利用されているため階段状の人工地形となっており、標高が異なる面での連続性が見えにくく堆積物の様相も様々である。そのため、岩相に加え放射性炭素年代測定の結果を考慮し詳細に対比を行った。そして、連続的かつ広域に追跡可能なイベント層IIIについて、粒度分析、高潮・高波を再現した数値計算から起源を検討した。高潮・高波計算を実施した理由は、陸上に分布するイベント堆積物に対しその分布範囲から高潮・高波の可能性を排除できる可能性があるためである。イベント層IIIは、粒子形状、内陸細粒化や内陸薄層化、一部の地点で確認された上方細粒化といった堆積学的特徴から、波浪に伴う海側からの運搬が推測される。そして、観測記録を基にした最大規模、あるいはそれを大幅に上回る条件における高潮・高波でイベント堆積物の分布を説明できないことを数値計算により確認し、津波堆積物と認定した。その他のイベント層に関して、同様に高潮・高波で運搬可能な距離を大きく超えた内陸約720mまで分布が確認されることから、津波堆積物であると認定した。今回用いた高潮・高波の再現計算は津波堆積物の起源を検討するうえで有用であり、認定基準の一つになりうると思われる。

本研究で認定した津波堆積物の年代から、約1100~2700年前のおよそ1600年間において4度の津波が同地域に襲

来したことが示唆される。これらの津波イベントは、津波堆積物の分布域から1896年明治三陸津波や2011年東北太平洋沖津波に匹敵する規模だった可能性が考えられる。

岩手県沿岸の津波堆積物調査

Historical and paleo-tsunami deposits on the Pacific Coast of Iwate Prefecture

*高田 圭太¹、柴田 秀則²、小田島 淳²、今井 健太郎³、蝦名 裕一⁴、後藤 和久⁴、越谷 信⁵、山本 英和⁵、宍倉 正展⁶、五十嵐 厚夫¹、市原 季彦¹、木下 博久¹、池田 哲哉¹

*Keita Takada¹, Hidenori Shibata², Atsushi Odashima², Kentaro Imai³, Yuichi Ebina⁴, Kazuhisa Goto⁴, Shin Koshiya⁵, Hidekazu Yamamoto⁵, Masanobu Shishikura⁶, Atsuo Igarashi¹, Toshihiko Ichihara¹, Hirohisa Kinoshita¹, Tetsuya Ikeda¹

1.復建調査設計株式会社、2.岩手県県土整備部河川課、3.海洋研究開発機構、4.東北大学災害科学国際研究所、5.岩手大学工学部、6.産業技術総合研究所

1.Fukken Co.,Ltd., 2.River Division,Department of prefectural Land Development,Iwate Pref Govt, 3.JAMSTEC, 4.IRIDEs Tohoku University, 5.Faculty of Engineering, Iwate University, 6.Institute of Earthquake and Volcano Geology, AIST

はじめに

岩手県では、津波新法に基づく今後の津波浸水想定にむけて、過去に岩手県沿岸を襲った津波の履歴や来襲状況を把握するための津波痕跡調査を平成25年～平成27年にかけて実施した。この中で行った津波堆積物調査の結果、沿岸の13地点で津波堆積物と考えられるイベント層が認められた。

2011年の東北地方太平洋沖地震津波の発生以前は、宮古湾、大槌（吉里吉里）、大船渡（碁石海岸）、陸前高田海岸で津波堆積物調査が行われていたものの、調査箇所は限られており、地層の欠如により約2,000年前以降のデータは不明であった。本調査を含め、震災以降に行われた調査により、岩手県沿岸の津波堆積物分布およびいくつかの歴史津波との関係が明らかになってきた。

以下に主な地点の概要を示す。

沿岸北部

洋野町の原子内地区では、十和田中掘火山灰（To-Cu：約6000年前）の上位に11層（TS1～TS11）、下位に1層（TS12）のイベント層が認められた。イベント層と下位の泥炭層との境界は明瞭で、ラミナや上方細粒化といった特徴を示す。いくつかのイベント層は、泥層を挟んで数枚の砂層からなる。これは、1つの津波で休止期やマッドクラストを挟んで形成された可能性と、ほぼ同時期に異なる津波が複数回来襲した可能性の両方の成因が考えられる。歴史津波との対応でみると、TS1が1611年慶長奥州（三陸）津波（以下、1611年慶長津波）に、TS2が869年貞観津浪に対比される可能性がある。

野田村の宇部川左岸低地では、圃場整備工事に伴い開削された仮設水路の壁面に4層のイベント層（TS1～TS4）が観察された（高田ほか2015）。TS2の直上には十和田a火山灰（To-a：西暦915年）および白頭山苦小牧火山灰（B-Tm：10世紀）が認められ、仙台平野等で報告されている貞観津波の堆積物と共通する層位関係を示す。また、14C年代測定の結果からTS1は1611年慶長津波に対比される可能性がある。

沿岸中部

田老海岸の真崎地区（沼の浜）では、約5,500年前以降に堆積した支谷の崖錐堆積物中に、海浜礫（円礫）を多量に含む11層の明瞭なイベント堆積物（TS-1～TS11）が認められた。歴史津波との対応でみると、TS1が1611年慶長津波に、TS3が869年貞観津波に対比される可能性がある。また、対応する津波は不明であるが、TS2は12～17世紀頃のイベントを示唆する。

宮古湾沿岸の太田浜地区では、約6,500年前以降に堆積した湿地堆積物中に11層のイベント層（TS1～TS11）が認められた。このうち、TS1～TS5は、下位の泥炭層との間に侵食を伴う明瞭な境界面を持ち、ラミナや粒度変化（上方細粒化・粗粒化）、マッドクラストの混入といった特徴を示す。歴史津波との対応でみると、TS1が869年貞観津波に対比される可能性がある。

大槌町の吉里吉里低地では、約5,300年前以降に堆積した湿地堆積物およびこれを覆う土壤に挟在する11層のイベント層が認められた。ただし、浅部のイベント層の地点間対比は必ずしも明確ではなく、欠損も多い。歴史津波との対応でみると、TS1が1611年慶長津波に、TS3が869年貞観津波に対比される可能性がある。TS2は10～13世紀頃のイベント年代を示すが、対応する歴史津波は不明である。

沿岸南部

大船渡市の越喜来地区では、建設中の防潮堤の背後に広がる後背低地で、To-Cuの上位に6層（TS1～TS6）、下位に3層（TS7～TS9）のイベント層が認められた。このうち、TS1～TS6は、下位の泥炭層と明瞭な境界をなし、ラミナや上方細粒化といった特徴を示すものもある。歴史津波との対応で見ると、TS1が869年貞観津波に対比される可能性がある。なお、TS1とTS2の14C年代には1,500～2,000年ほど年代のギャップがあり、この間の地層はイベント層を含め欠如している可能性がある。

広田半島では、大野湾側に位置する田谷地区において、圃場整備工事で掘削された排水ピットの壁面に、泥炭層を削り込んで堆積する明瞭なイベント層が観察された。イベント層は下位から①細礫を含む粗粒砂主体のmassiveな砂からなるユニット、②多量のマッドクラストを含むユニット、③ラミナ（平行ラミナ）を伴う細～中粒砂からなるユニットにより構成される。14C年代測定の結果から、これは869年貞観津波に対比される可能性がある。半島の広田湾側に位置する御城林地区では、To-aとその直下に分布するイベント層が認められ、同じく貞観津波に対比されるものと考えられる。田谷地区では、この下位のTo-Cuまでの間に少なくとも3層のイベント層が認められる。また、869年以降の地層中にもいくつかのイベント層が認められるが、そのイベント年代は特定できていない。

キーワード：津波堆積物、歴史津波、貞観津波、慶長奥州(三陸)津波、岩手県

Keywords: tsunami deposit, historical tsunami, Jogan tsunami, Keicho Oushu (Sanriku) tsunami, Iwate Prefecture

岩手県広田湾における珪藻化石群集の特徴

Characteristic of the diatom assembles in Hirota bay, Iwate, Japan

*井上 智仁¹、堤 康裕¹、坂本 泉¹、横山 由香¹、八木 雅俊¹、松下 小春¹、松澤 啓之¹、嵯峨山 積²

*TOMOHIITO INOUE¹, Tsutsumi Yasuhiro¹, Izumi Sakamoto¹, Yuka Yokoyama¹, Masatoshi Yagi¹, Kaharu Matsushita¹, Matsuzawa Hiroyuki¹, Sagayama Tsumoru²

1.東海大学、2.道総研地質研究所

1.Tokai University, 2.Geol.Survey Hokkaido,HR0

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採取された柱状試料および表層堆積物試料を用い、津波起源堆積物と通常湾内堆積物との違いを岩相記載、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する。

本研究の岩相記載及び粒度分析により、柱状試料は1)砂質堆積物で構成されるUnit1(以下,U-1)と、2)下位に位置する泥質優勢の砂質堆積物で構成されるUnit2(以下,U-2)に区分された。U-1は1)級化構造が発達し、2)下位のU-2を削り込んでいる特徴、そして3)岩手県内に位置する他の湾でも広範囲で分布する事から2011年の津波起源堆積物と推定した。下位のU-2は、泥質優勢の砂質堆積物であり、生物擾乱が発達することから湾内通常堆積物と推定した。

珪藻遺骸群集解では、湾奥の13HV2におけるU-1ではThalassiosira属等の海生種が優占するのに対し、U-2ではCymbella属等の淡水生種が優占する。同じく湾奥の13HV3におけるU-1では淡水生種が優占し、U-2では海水生種が優占する。この結果から、湾奥におけるU-1とU-2は優占する珪藻遺骸群集が逆転する特徴を示し、津波時において複雑な堆積環境であった事が推定される。気仙川前面域の13HV8においては、U-1・U-2共に淡水生種が優占し、通常時・津波時で常に淡水生種が多く堆積する環境であることが明らかになった。また、広田湾中央部付近の14HV4および15HV8においては、U-1・U-2共に海水生種が優占し、U-1とU-2で珪藻遺骸群集の違いは示されない特徴が明らかになった。

以上、岩相記載および粒度分析の結果により広田湾における津波起源堆積物と湾内通常堆積物の特徴が明らかになった。珪藻遺骸群集解析では、沿岸域では津波起源堆積物と湾内通常堆積物で群集の割合が逆転する特徴が示されたが、広田湾中央部付近では沿岸域でみられる特徴は確認されなかった。通常時と津波時の珪藻遺骸群集の変化は沿岸域・川前面域・湾中央部付近で別々の特徴を示す事が明らかとなった。

キーワード：珪藻、津波、堆積物

Keywords: diatom, tsunami, deposit

偽礫を用いた津波堆積物の年代制約

Constraining depositional age of tsunami deposit using rip-up clast

*石澤 亮史¹、後藤 和久²、横山 祐典³、宮入 陽介³、沢田 近子³、高田 圭太⁴

*Takashi Ishizawa¹, Kazuhisa Goto², Yusuke Yokoyama³, Yosuke Miyairi³, Chikako Sawada³, Keita Takada⁴

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、4.復建調査設計株式会社

1.Department of Earth Science, Tohoku University, 2.International Research Institute of Disaster Science (IRIDeS), Tohoku University, 3.Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, 4.Fukken Co.Ltd

津波堆積物の堆積年代を推定することは、海溝型地震の発生間隔の推定や津波堆積物の広域での対比を行う上で極めて重要である。津波堆積物の堆積年代は、主に放射性炭素年代測定法から推定されている。具体的には、津波堆積物の上位と下位から得られた有機物についてそれぞれ放射性炭素年代測定を行い、その間に挟まれる年代を津波堆積物の堆積年代と推定している。しかしこの方法では、津波による底面侵食の影響で、津波堆積物の直下から得られる年代を実際の津波堆積物の堆積年代よりも古く見積もり過ぎる可能性がある。底面侵食により津波前の表層部から剥ぎ取られた土塊等が津波堆積物中に含まれていた場合、その年代を津波堆積物のLimiting maximum ageとすることで、津波堆積物の堆積年代をさらに制約できると期待される。

従来、津波堆積物中の試料で放射性炭素年代測定を行う際には、貝殻や植物片などの試料が用いられてきた（例えば、Bondevik et al., 1997; Clark et al., 2011）。しかし、単一の試料から得られる¹⁴C年代は暦年較正の過程で幅広い誤差を持つ較正年代が算出される可能性がある。そこで本研究では、津波堆積物中に含まれる偽礫について放射性炭素年代測定を試みた。測定対象として偽礫を用いる利点は、十分な大きさがあれば偽礫中の連続的な測定が可能である。

研究地域は岩手県陸前高田市である。本地域では偽礫を豊富に含んだ津波堆積物が確認され、津波により地表面が激しく侵食されていたことが示唆される。本研究では津波堆積物の上下の泥炭層と津波堆積物中の偽礫について放射性炭素年代測定を行った。連続的に測定した放射性炭素年代測定結果は、年代較正解析プログラムOxCal ver.4.2.4 (Bronk Ramsey and Lee, 2013)を用いることで、その層序関係から年代測定値に制約を設けた (Bronk Ramsey, 2008)。その結果、津波堆積物の上下の泥炭層の年代から推定される津波堆積物の堆積年代はAD 681~1184であった。一方、偽礫中の泥炭試料を連続測定して統計的に解析すると、偽礫中で最も若い部分の年代がAD 776~887となった。偽礫から得られた年代を津波堆積物のLimiting maximum ageとすると、津波堆積物の堆積年代はAD 776~1184となり、侵食により失われた約100年分の年代を補うことができた。

以上のように津波堆積物に含まれる偽礫の年代から、津波堆積物の堆積年代を制約することが期待できる。また本研究の結果から、従来の手法では津波堆積物直下の年代を実際よりも100年以上古く見積もってしまう場合があることが示唆された。

キーワード：津波堆積物、偽礫、OxCal

Keywords: tsunami deposits, rip-up clasts, OxCal

リアス海岸における津波堆積物に含まれる給源粒子を用いた津波像の復元

Classification of tsunami flows on Ria coast based on 'source-deposit' contained in tsunami deposit

*五島 朋子¹、佐竹 健治²、須貝 俊彦¹、石辺 岳男²、原田 智也²、Gusman Aditya²

*Tomoko GOTO¹, Kenji Satake², Toshihiko Sugai¹, Takeo Ishibe², Tomoya Harada², Aditya Gusman²

1.東京大学大学院新領域創成科学研究科、2.東京大学地震研究所

1.Graduate School of Frontier Science, University of Tokyo, 2.Earthquake Research Institute, University of Tokyo

津波堆積物中には、海域から運搬された粒子に加えて、陸域で侵食されたのちに再堆積した粒子が含まれる。陸域に存在する粒子（給源粒子と呼ぶ）を把握し、イベント堆積物に含まれる給源粒子の組成を調べることで、浸水時の侵食・堆積作用を明らかにし、当時の浸水状況を復元できる可能性がある。本研究では、岩石海岸特有の津波堆積物の堆積様式を明らかにするために岩手県宮古市田老沼の浜を調査地として選定し、2011年東北地方太平洋沖地震津波によって形成された津波堆積物について地形分類に基づき給源粒子の分布とその特徴を整理した。次に、同調査地で検出された古イベント層準内に含まれる給源粒子の組成を調べることで谷内における津波の挙動復元を試みた。

三陸沿岸では、2011年東北地方太平洋沖地震津波に伴う礫質津波堆積物が報告されており（例えばYamada *et al.*, 2014）、その堆積学的特徴は、宮城県仙台平野で報告されている砂質津波堆積物（例えばFujiwara and Tanigawa, 2015）と大きく異なる。両者の違いは、岩石海岸と海岸平野における地形および周辺に分布する平常時堆積物の相違に起因すると考えられる。そこで本研究ではまず、地形分類に基づき調査地における平常時堆積物（海浜・河床・斜面域）の分布とその構成粒子（給源粒子：径2 mm以上の礫）を把握し、各地点における給源粒子の特徴（岩種・粒径・円磨度・球形度）を調べた。その結果、岩種と円磨度の組み合わせが最も良く各地点の給源粒子の特徴を表した。給源粒子〔海浜〕は岩種に関わらず、円磨度0.8~0.9の粒子が特徴的である。給源粒子〔斜面〕は、岩種に関わらず円磨度0.1~0.2の粒子が特徴的であり、本調査地における谷内の標高約5 m以上の斜面上に多く存在する。給源粒子〔河床〕は、上流域に分布する岩体由来の花崗岩礫で円磨度が0.4~0.5の粒子をその特徴とする。

津波の挙動・津波像を得るために、それらのイベント層をType A（全ての給源粒子を含むもの）、Type B（給源粒子〔海浜〕と給源粒子〔斜面〕を含むもの）、Type C（給源粒子〔河床〕と給源粒子〔斜面〕を含むもの）、及びType D（給源粒子を含まないもの）に分類した。その給源粒子の構成から、Type Aは高い浸水高と共に押し波と引き波の存在が示唆されるイベント、Type Bは高い浸水高と海浜礫を陸域に運搬する海水の流入を示唆するイベント、Type Cは高い浸水高と引き波が特徴的なイベント、Type Dは顕著な浸水高や押し波、引き波のないイベントの指標としてそれぞれ用いた。

我々は、浜堤裏の後背低地において掘削した約5.7 mの柱状試料から12のイベント層（S1-S12）を検出している（Goto *et al.*, 2015, 日本地震学会2015年度秋季大会予稿集）。S1は表層を覆っており2011年東北地方太平洋沖地震津波の痕跡である。その他のイベントの堆積年代（Oxcalプログラムによる推定範囲（2 σ ））は¹⁴C試料により、S2（AD1961~）、S3（AD 1947~1997）、S4（AD 1910~1950）、S5（AD1769~1904）、S6（AD 1713~1889）、S7（AD 1682~1852）、S8（AD 1609~1820）、S9（AD 1476~1728）、S10（AD 1469~1617）、S11（AD 1461~1600）、S12（AD271~1390）とそれぞれ推定されている。

その結果、S1、S4、S5、S7、S8、S12はType Aに、S2とS10はType Bに、S3はType Cに、S6・S9・S11はType Dにそれぞれ分類された。2011年津波堆積物はType Aに分類され、実際に調査地において高い浸水高を記録している（都司・他, 2011; Tsuji *et al.*, 2014）。同様にType Aに分類されたイベントS4、S5、S7、S8、S12を形成した津波は谷内で同様の挙動を示したとみられ、これらのイベントは、その堆積年代と史実との照合から、高い津波高を記録した1933年昭和三陸地震津波、1896年明治三陸地震津波、1763年十勝沖地震津波、1611年奥州の三陸地震津波、869年貞観地震津波に相当する可能性がある。同様に、Type B、Type C、Type Dについても給源粒子を用いることによって当時の浸水状況を復元することができた。したがって、給源粒子の組成は各イベントの浸水像を描く指標として有用である。

キーワード：津波堆積物、リアス海岸、三陸海岸、歴史津波、給源粒子

Keywords: tsunami deposit, Ria coast, Sanriku coast, historical tsunami, source deposit

秋田県中-北部沿岸域にみられるイベント堆積物

Event deposits recorded in coastal lowland on the middle-northern part of Akita Prefecture, the eastern margin of Japan Sea

*鎌滝 孝信¹、高淵 慎也¹、松富 英夫¹、阿部 恒平²、黒澤 英樹²

*Takanobu Kamataki¹, Shinya Takabuchi¹, Hideo Matsutomi¹, Kohei Abe², Hideki Kurosawa²

1.秋田大学、2.応用地質株式会社

1.Akita University, 2.OYO Corporation

秋田県では1983年5月26日に発生した日本海中部地震で、県北部沿岸を中心に79人が犠牲になるなど大きな津波被害を受けた。このような地震の将来予測をおこなう上で、同地域において過去に発生してきた地震・津波の履歴を明らかにすることが重要である。我が国で行われてきた津波堆積物研究の大部分は太平洋側でなされており、日本海側からの報告はごくわずかである。そこで我々は、古地震・古津波に関する証拠を集め、地震・津波被害の将来予測に資する情報を整備することを目的として、秋田県沿岸域において古津波痕跡に関する調査を進めている。本研究では、秋田県八峰町峰浜地区および男鹿市脇本地区の沖積低地で実施したボーリング調査により、過去の津波もしくは洪水によって形成された可能性があるイベント堆積物が見出されたので報告する。

八峰町峰浜地区：採取されたボーリングコア試料は、下位から順に河川および氾濫原、湿地、砂丘で形成された堆積物および耕作土が重なる。その中の氾濫原堆積物と湿地堆積物中に、以下のような特徴を持つ2枚のイベント堆積物（以下、Em1層およびEm2層）が認められた。上位のEm1層は淘汰の良い細粒～中粒砂からなり、下位の有機質シルトとの境界は侵食面である。また、下部には下位の地層を侵食したと考えられる有機質シルトの偽礫を含み、平行層理や低角の斜交層理が発達する。この地層は上方細粒化し、上部には植物の葉などを中心とした植物遺骸が多く見られる。下位のEm2層は材などを中心とした植物遺骸や軽石を多量に含む淘汰の悪い火山灰混じりのシルトからなり、下位の砂混じりシルトとの境界は侵食面である。この地層の下部には砂質シルトの偽礫や材および軽石が多く含まれ、上方粗粒化する。上部では平行層理や低角の斜交層理が発達し、上方細粒化する。これら2枚の地層はその基底部や内部構造の特徴により、ある程度強い水流によって堆積物が再移動し、それが急速に堆積したイベント堆積物と解釈できる。ここでそれらイベント堆積物を形成した営力を考えてみる。Em1層は砂を主体として淘汰が良く、一方Em2層はシルトを主体として淘汰が悪く、材など陸源物質を多量に含むという違いがみられる。また、Em2層の主体となるシルトには火山灰が混ざることや軽石を多量に含むという特徴がある。Em2層の特徴から、それを形成した営力は現時点では洪水の可能性が高いと考えられる。一方、Em1層に関しては、Em2層のような多量の陸源物質がみられないことから、津波堆積物や高潮堆積物の可能性がある。

男鹿市脇本地区：採取されたボーリングコア試料には、湖沼や沖積低地に堆積したシルトを主体とした細粒堆積物中に砂を主体とした粗粒堆積物が1枚挟まれる。その地層はシルトの薄層を挟む細粒砂層で、①基底部が侵食面であること、②堆積物の下部に下位の地層を侵食し取り込んだものと思われる偽礫が含まれること、③内部に平行層理、斜交層理等の堆積構造が見られること、④材や植物片が密集することなどの特徴が見られる。したがってこれらの粗粒堆積物は、シルトを主体とした細粒の堆積物が堆積する湿地環境に、強い水流を伴った突発的なイベントが発生することで形成されたイベント堆積物と解釈できる。このイベント堆積物は調査地点の周辺に大規模な河川が存在しないことから、洪水堆積物の可能性は低い。さらに、海岸と調査地点の間には標高10m程度の比較的高い砂丘が存在することから高潮堆積物の可能性も低いと考えられる。したがって、調査地点で観察されたイベント堆積物は、現時点では津波による可能性が最も高いと考える。

今後、イベント堆積物の形成要因を明らかにし、歴史イベントとの対応をつけるために、イベント堆積物のより広範囲への分布調査および試料の各種分析等を進める予定である。

本研究には、秋田大学が平成23年度～27年度に秋田県から受領した寄附金、文部科学省「地（知）の拠点整備事業」に関わる平成26年度および27年度補助金を使用した。ここに記して関係各位に対し深謝いたします。

キーワード：秋田県、日本海東縁、津波堆積物

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

宮城県南三陸町大沼における津波堆積物とその保存ポテンシャル

Tsunami deposits and preservation potential of them in Onuma, Minami-Sanriku Town, northeast Japan

*石村 大輔¹、宮内 崇裕²

*Daisuke Ishimura¹, Takahiro Miyauchi²

1.東北大学災害科学国際研究所災害理学研究部門、2.千葉大学大学院理学研究科地球生命圏科学専攻地球科学コース

1.Disaster Science Division, International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University, 2.Department of Earth Sciences, Graduate School of Science, Chiba University

津波堆積物の保存ポテンシャル (Szcucinski, 2012; Spiske et al., 2013) は、調査地の選定から津波堆積物の認定・解釈と津波堆積物研究を行う上で考慮すべき重要な事項である。しばしば津波堆積物の保存ポテンシャルは、対象地域の地形や堆積環境から議論される (藤原, 2015)。多くは現在の環境 (地形や想定される津波の流れ) を考慮し、保存ポテンシャルが高い地点を調査する。しかし、現在の環境における保存ポテンシャルが高い場合でも、その環境が過去も同様であったとは限らない。そのためには過去に遡って、保存ポテンシャルを検討する、もしくは現在の環境がいつ頃まで遡ることが可能か検討する必要がある。そこで本研究では、沖積層基底まで達するボーリングコアを使用し、津波堆積物調査地点 (宮城県南三陸町大沼) の堆積環境や地形がどのように変化し、現在に至ったのかを推定した。その上で、津波堆積物の認定および推定される津波の規模に関する考察を行った。

調査地点について、地形判読から近年は閉塞された湿地環境であったことが予想され、さらに前にはラグーンもしくは内湾的な環境であったと推定された。2011年東北地方太平洋沖地震津波では海陸を隔てる浜堤及び砂丘が破壊・侵食され、沿岸部では一部潮汐チャンネルが形成された。また、住民への聞き取りに基づくと、津波の第一波は丘陵を超えて北岸から大沼に浸入したらしい。一方、最近約100年の歴史津波による大沼への浸水については、遡上高から1896年の明治三陸津波の際に浸水したと想定されるが、それ以降に大沼に浸水した津波は記録されていない (東大地震研究所, 1934; 渡辺, 1998)。

本研究では、トレンチ調査、ハンディジオスライサー調査、ボーリング調査を行った。トレンチ調査とハンディジオスライサー調査は海岸から約550 m離れたかつての湿地の最奥で実施し、ボーリング調査はトレンチ地点を含む3地点で実施した。試料の分析には、年代を決定するために放射性炭素年代測定とテフラ分析を、古環境を推定するために珪藻分析と貝分析を実施した。

結果、ボーリングコア中には、下位から基盤岩、河川性堆積物、海成堆積物、湿地性堆積物、人工改変土が認められた。海成堆積物からは8-6 ka、湿地堆積物からは6-1 kaという年代が得られた。最近1000年間の堆積物は人工的な攪乱により失われていた。ただし、6-1 kaの湿地堆積物中には津波堆積物と考えられるイベント堆積物が複数挟在しており、津波堆積物の認定やその保存ポテンシャルを検討する上で当時の地形を推定する必要がある。そこで、ボーリングコア・ハンディジオスライサー試料を用いて、過去の堆積環境を復元した結果、海進による内湾化 (8-7 ka)、礫州および砂州の発達 (7-6 ka)、砂州による大沼の閉塞 (6 ka)、湿地環境の成立および継続 (6-1 ka) となった。特にTo-Cuテフラ (6 ka: 町田・新井, 2003) 直後の湿地環境の成立については、貝殻片を含む青灰色シルトから植物遺体を多く含む有機質シルトへの層相境界が明瞭に認められ、珪藻分析の結果からも海生種から淡水生種への変化が認められた。地形および地下地質情報から、その閉塞の要因は現在沿岸部に認められる砂州の成立に求められる。これらの情報から6 ka以降現在とほぼ同様の位置に砂州が発達し、それによって陸側には安定な湿地環境が維持されてきたと考えられる。また周辺に大きな流入河川もないことから、津波堆積物の保存ポテンシャルは高い地域だと考えられる。

湿地堆積物中に認められるイベント堆積物には、砂層と礫層の2種類が認められた。砂層は貝殻片を含み、大沼を閉塞する砂浜、浜堤、砂丘起源と考えられる。一方、礫層は円磨された粘板岩であり、現在そのような礫が認められるのは大沼の北岸にある礫浜である。いずれも河川性の堆積物ではなく、沿岸部から運搬されたと推定される。また、6 ka以降の地形を考慮すると沿岸部からの距離は遠く、高頻度のイベント (高潮や暴浪) でそのようなイベント堆積物が運搬されるとは考えられず、それらは津波によると考えられる。本発表で

は、それら津波の年代と規模に関する考察も合わせて報告する。

キーワード：津波堆積物、三陸海岸、保存ポテンシャル、古環境復元

Keywords: tsunami deposits, Sanriku Coast, preservation potential, reconstruction of paleo-environment

宮城県女川湾における津波堆積物の特徴

Characteristics of Tsunami origin sediment at Onagawa Bay, Miyagi Pref.

*坂本 泉¹、坂本 葉月¹、横山 由香¹、八木 雅俊¹、井上 智仁¹、五味 泰史³、藤巻 三樹雄²、笠谷 貴史⁴、藤原 義弘⁴

*Izumi Sakamoto¹, Hazuki Sakamoto¹, Yuka Yokoyama¹, Masatoshi Yagi¹, TOMOHITO INOUE¹, Yasushi Gomi³, Mikio Fujimaki², Takafumi Kasaya⁴, Yoshihiro Fujiwara⁴

1.東海大学海洋学部、2.沿岸海洋調査(株)、3.東北大学、4.海洋研究開発機構

1.School of Marine Science and Technology, Tokai University, 2.COR, 3.TOHOKE Univ., 4.JAMSTEC

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、東北から関東域にかけての広い範囲において津波が発生し、東北地方太平洋沿岸域に甚大な被害をもたらせた。東海大学では2012年度より東北マリンサイエンス拠点形成事業プロジェクトの一環で、JAMSTECとともにリアス式海岸の発達する岩手県沿岸域を中心に瓦礫マッピングを目的とした総合海洋調査を実施している。2014年からは、宮城県女川湾において瓦礫マッピング・表層堆積物を含む海底環境の特徴を捉えるための調査を開始した。

女川湾は、南に存在する牡鹿半島と北に位置する出島に囲まれ、東の太平洋に開口した典型的なリアス式湾である。女川湾に注ぎ込む主な河川は、2級河川である女川のみであり、河川からの碎屑性堆積物供給はあまり望めない湾である。周辺の地質は、湾奥部を中-後期三畳紀の海性堆積岩類（黒色シルト岩）、湾中央部から湾口にかけての地域は中-後期ジュラ紀の海性堆積岩類（砂岩～シルト岩）から構成され、沿岸域は五部浦湾の湾奥から東側海岸域を除き砂浜は存在せず岩礁域が発達している。河川及び沿岸周辺からの砂質堆積物の供給が少ない女川湾において、3.11津波が襲う事で湾内表層底質環境はさらに泥質優勢になったことが指摘されている。この変化の特徴は、これまで東海大学が明らかにしてきた三陸海岸域の特徴（多くの湾で砂質堆積物が表層を覆う）とは、全く異なっている。3.11津波が女川湾の海底底質環境変化の実態を明らかにするため、2013年高分解能地層探査（SBP）、2014年サイドスキャンソナー（SSS）による海底イメージマッピングおよびパイプコアリングによる柱状試料採取（VCS）を行った。

SBPでは、1) 湾奥部（防波堤～港内）において、多くの瓦礫反射および海底下50cm・2m付近に明瞭な断続的発達する反射面を捉える事が出来た。2) 湾中央部（水深35-40m）では、平坦な海底に平行な数条の反射面が海底下15m付近まで発達しているのが確認された。3) 湾南に発達する五部浦湾内では、水深10-24m付近まで海底に平行な反射面が数条確認することが出来た。特に海底下20cm・70cm・100cm付近には明瞭な反射面の発達が確認された。4) 瓦礫に関する異常反射は、湾内において水深30m付近で浅く明瞭に分布していることが明らかになった。

底質の変化を捉えるために行ったVCSでは、五部浦湾において水深17m地点（93cmの柱状試料：150NV1）、水深22m（120cmの柱状試料：150NV2-2）、水深24m（47cmの柱状試料：150NV3）の地点において柱状試料を採取する事に成功した。現在各試料の岩相記載、粒度組成分析を行っている。いずれも表層部には層厚10cm程度の細粒砂からなる層（U-1層）が発達し、基底部は比較的粒度が粗くなっている。150NV2-2ではU-1層基底部（10-12cm）には中粒砂～粗粒砂から構成され表層に向かい上方細粒化が見られる。また、U-1層下位（10-120cm）には生物擾乱で特徴づけられるシルト質層（U-2）が発達する。このU-2層中（60-73cm）には白色の火山灰層が確認された。

現在採取コアの記載・分析を継続中であるが、基本的に碎屑性砂質堆積物の少ない湾中での津波活動は、五部浦湾周辺の砂岩起源の海岸砂を取り込み、さらに湾内の表層泥質堆積物を攪拌させる事で、表層に薄いU-1層（津波起源堆積物）を形成させ、泥質優勢な底質を再堆積させたと推定される。

キーワード：津波堆積物、女川湾

Keywords: Tsunami origin sediment, Onagawa Bay

古津波堆積物と古地形の関係 - GPRによる予察的検討 -

Preliminary GPR study on the effects of topography on the preservation of paleotsunami deposits

*武田 開¹、後藤 和久²、松本 秀明³、菅原 大助⁴、Goff James⁵

*Hiraku Takeda¹, Kazuhisa Goto², Hideaki Matsumoto³, Daisuke Sugawara⁴, James Goff⁵

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.東北学院大学、4.ふじのくに地球環境史ミュージアム、5.School of Biological, Earth and Environmental Sciences, University of New South Wales

1.Graduate School of Earth Science, Tohoku University, 2.International Research Institute of Disaster, Tohoku University, 3.Tohoku Gakuin University, 4.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 5.School of Biological, Earth and Environmental Sciences, University of New South Wales

古津波履歴や規模を正確に推定するために、津波堆積物が形成されやすく、かつ保存されやすい場所を調査地として選ぶことが望ましい(澤井, 2012)。しかしながら、そのような調査地を選定しても津波堆積物が検出されない場合もある。例えば澤井ほか(2008)では、仙台平野の堤間湿地において数十m間隔で掘削調査を行っているが、津波堆積物が検出されない場所もあることが報告されている。浜堤列平野は海岸線の前進に伴って形成される地形であるため、堤間湿地堆積物の下部には過去の浜堤堆積物があり、この浜堤堆積物の凹凸により津波堆積物の保存状況や泥炭層の層厚が変わる。2011年東北地方太平洋沖地震津波で形成された津波堆積物でも、大局的には内陸薄層化を示す傾向が確認されたが、局所的な地形の影響を受け層厚が大きくばらつくことも報告されている(Goto et al., 2011; 山田・藤野, 2013)。2011年の津波の場合は道路などの人工的な地形の影響が強いと考えられるが、人工物が存在しない過去においては津波襲来時の微地形が影響し、層厚が変化すると考えられる。

このように、津波堆積物の分布は局所地形に大きな影響を受けることから、古津波研究においては予察的調査の段階で古地形を把握し、好条件な調査地を効率的に選定する手法の開発が必要である。本発表では、津波堆積物の形成や保存と過去の微地形の影響の関係を明らかにするために、石巻平野において地中レーダ(GPR)探査と掘削調査を行い、古津波堆積物と古地形の関係について検討を行った。調査は、50m×30mのグリッドを設定し測線は10m間隔で直交するように設定した。GPRは測線上で測定し、計10プロファイル測定を行った。また、ピートサンプラーで各測線の交点(24地点)で掘削を行い、堆積物の観察を行った。そして、GPR探査で得られたデータから堤間湿地の地下に存在する約3,500~3,000年前の古地形を3次元的に復元し、掘削により明らかとなった津波堆積物、浜堤堆積物、泥炭層等の空間分布と比較した。

その結果、津波堆積物の保存が良い場所は、古地形面が窪んでいる場所に対応していることが明らかとなった。古地形面が窪んだ場所では、泥炭層が比較的厚く堆積しており津波堆積物が明瞭に識別することができた。また、古地形面の凸部は泥炭層が薄く、津波堆積物が存在しないか、または浜堤堆積物の区別が困難であった。このように、地形の窪みなどにより泥炭層の層厚が厚い場所は、津波堆積物調査により適していると考えられ、こうした調査地をGPRを用いて簡易的に選定できる可能性があることがわかった。

キーワード：古津波堆積物、古地形、地中レーダ

Keywords: paleotsunami deposits, paleo-topography, GPR

南相馬市小高区井田川干拓地における津波堆積物の特徴

The characteristics of tsunami deposits at Idagawa polder, Minami-soma City, Fukushima Prefecture.

*楠本 聡¹、五島 朋子²、石辺 岳男¹、須貝 俊彦²、佐竹 健治¹

*Satoshi Kusumoto¹, Tomoko GOTO², Takeo Ishibe¹, 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

日本海溝沿いの東北地方沿岸では、2011年東北地方太平洋沖地震以前から、過去に巨大津波による被害をたびたび受けていたことが報告されている。なかでも869年貞観地震の津波被害は東北地方の広範囲に亘り、その規模は少なくともMw 8.4以上であったと推測されている (Sawai *et al.* 2012)。仙台平野における津波堆積物調査の結果、869年貞観地震津波と2011年東北地方太平洋沖地震津波の間にあるイベント層準は1454年享徳地震あるいは1611年慶長地震に伴う津波によるものと推測されており、これらの平均再来間隔は約500~600年と結論づけられている (Sawai *et al.* 2015)。

1454年享徳地震あるいは1611年慶長地震、869年貞観地震に対応する津波堆積物の検出を目的として、福島県南相馬市小高区井田川干拓地で津波堆積物調査を実施した。本調査地は1921年に干拓事業が開始されるまで汽水~淡水の内湾もしくは潟湖で、さらに周囲に大規模な河川がないことから陸からの堆積物供給は限定的で堆積物の保存状態は良いと推測される。調査地周辺では、過去に後藤・青山 (2005)、及川ほか (2011)、太田・保柳 (2014)によって調査が行われているが、いずれも調査点数や分析数は限定的であった。本研究では、海岸から0.6-2.7 kmの11地点で試料長2.0-2.5 mの計13の柱状試料を採取し、蛍光X線分析による元素分析、粒度分析および放射性炭素年代測定を用いて各イベント層準の特徴とその形成時期について報告する。本調査地の定常的な堆積物は内湾性の泥質シルト (中央粒径15 μm) で、その中に側方連続性の高い5枚のイベント層準 (EV1-EV5) が認められた (五島ほか, 2015, 楠本ほか, 2015)。これらのイベント層準は主に粗~細粒砂から構成され、化学的風化に弱い元素 (Na, K, Ca) や強い元素 (Si, Fe, Al) の酸化物が定常的な堆積物に対して富む傾向が認められた。しかしながら最上位のイベント層準 (EV1) とそれより約10cm下位の定常的な堆積物中には、一般に肥料として用いられる五酸化ニリンの増加および海洋性堆積物中に多く含まれる硫黄の酸化物の減少が認められ、他のイベント層準とは異なる傾向を示した。これは水田として干拓が始まったことや湾の閉鎖を示唆している可能性がある。

次に、各イベント層準毎に堆積学的な特徴を調べたところ、ほぼ全てのイベント層準が下位の地層との層理面で明瞭な浸食面を持ち、マッドクラストや上方細粒化、ラミナを伴う重鉱物の密集層といった津波堆積物に多く認められる堆積構造を示した。さらに粒度分析の結果から、イベント堆積物の中央粒径はいずれも0.28 mmであった。上位から二番目のイベント層準 (EV2) は、他のイベント層準の粒度分布と異なり、中粒砂とシルトにそれぞれピークを持つバイモーダル分布を示した。イベント層準の供給源が同じであることを仮定すると、他のイベント層準より相対的に含砂率の低いEV2は、イベントそのものの規模が小さかった可能性がある。

最後に、放射性炭素年代測定を用いて各イベント層準の堆積年代 (Oxcalプログラムによる推定範囲 (2 σ)) を求めた結果、EV2はAD1520-AD1920、EV3-EV4はAD130-AD1440、EV5は140BC-AD130に形成されたものと推定された。本調査地のイベント層準を仙台平野における津波堆積物調査の結果と比較すると、EV2は1454年享徳地震あるいは1611年慶長地震、EV3-EV4は869年貞観地震、EV5はそれ以前の津波堆積物とそれぞれ対比される可能性がある。

謝辞：本研究を遂行する上で用いた放射性炭素年代測定の原理やその前処理過程について、東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室の米田穰先生、大森研究員、尾寄研究員およびその他研究員の方々に多大なご協力とご支援をいただきました。ここに深く感謝いたします。

キーワード：津波堆積物、869年貞観地震、東北地方の歴史津波

Keywords: Tsunami deposits, The 869 Jogan earthquake, historical tsunamis in the Tohoku region

浜名湖と富士五湖堆積物を用いた津波および古地震研究の展望

Geological evidence for tsunamis and earthquakes from Lake Hamana and Fuji Five Lakes

*中村 淳路¹、Boes Evelien²、Brückner Helmut³、De Batist Marc²、藤原 治¹、Garrett Edmund⁴、Heyvaert Vanessa⁴、Hubert-Ferrari Aurelia⁵、Lamair Laura⁵、宮入 陽介⁶、オブラクタ ステューブン⁷、宍倉 正展¹、山本 真也⁸、横山 祐典⁶、The QuakeRecNankai team

*Atsunori Nakamura¹、Evelien Boes²、Helmut Brückner³、Marc De Batist²、Osamu Fujiwara¹、Edmund Garrett⁴、Vanessa Heyvaert⁴、Aurelia Hubert-Ferrari⁵、Laura Lamair⁵、Yosuke Miyairi⁶、Stephen Obrochta⁷、Masanobu Shishikura¹、Shinya Yamamoto⁸、Yusuke Yokoyama⁶、The QuakeRecNankai team

1.国立研究開発法人産業技術総合研究所、2.Ghent University、3.University of Cologne、4.Royal Belgian Institute of Natural Sciences、5.University of Liège、6.東京大学大気海洋研究所、7.秋田大学、8.山梨県富士山科学研究所

1.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 2.Ghent University, 3.University of Cologne, 4.Royal Belgian Institute of Natural Sciences, 5.University of Liège, 6.Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, 7.Akita University, 8.Mount Fuji Research Institute, Yamanashi Prefectural Government

Great earthquakes have repeatedly occurred along the Nankai Trough, the subduction zone that lies south of Japan's heavily industrialized southern coastline. While historical records and geological evidence have revealed spatial distribution of paleo-earthquakes, the temporal variation of the rupture zone is still under debate, in part due to its segmented behavior. Here we explore the potential of the sediment records from Lake Hamana and Fuji Five Lakes as new coherent time series of great earthquakes within the framework of the *QuakeRecNankai* project.

We obtained pilot gravity cores from Lake Hamana and the Fuji lakes Motosu, Sai, Kawaguchi, and Yamanaka in 2014. In order to image the lateral changes of the event deposits, we also conducted reflection-seismic survey. Based on these results, potential coring sites were determined and then 3-10 m long piston cores were recovered from several sites in each lake in 2015. The cores consist of 2 m long sections with 1 m overlaps between the sections allowing us to reconstruct continuous records of tsunamis and paleo-earthquakes. In this presentation we introduce the progress of *QuakeRecNankai* project and discuss the potential of the lakes as Late Pleistocene and Holocene archives of tsunamis and paleo-earthquakes.

キーワード：津波堆積物、古地震、浜名湖、富士五湖

Keywords: Tsunami deposit, paleo-earthquake, Lake Hamana, Fuji Five Lakes

紀伊半島東岸の湖沼堆積物からみた南海トラフ津波履歴

Tsunami events of Nankai Earthquake recorded in lacustrine sediments along the eastern coast of the Kii Peninsula, southwest Japan.

*松岡 裕美¹、岡村 眞¹、都築 充雄²、虎谷 健司²

*Hiromi Matsuoka¹, Makoto Okamura¹, Mitsuo Tsuzuki², Kenji Toraya²

1.高知大学、2.名古屋大学減災連携研究センター

1.Kochi University, 2.Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

南海トラフ地震の津波履歴を明らかにするために、紀伊半島東岸の三重県大紀町芦浜池、南伊勢町座佐池および薄月池の3つの池において津波堆積物の調査を行った。2013~2015年の3年間で芦浜池から8本、座佐池から13本、薄月池から6本の試料を採取し、計127試料の放射性炭素年代測定を行い、過去数千年間の池の堆積環境の変遷を解明するとともに、津波イベント堆積物を認定した。

芦浜池ではおよそ4500年前から現在までの堆積物が残されており、2500年前以降においてイベントの認定が可能である。このなかで顕著な砂層を持つものとして2000-2300 yBPと約1000 yBPの2回、不明瞭なものとして3回、計5回のイベントを確認した。座佐池ではおよそ7500年前までの堆積物が残されており、これは南海トラフ沿岸の湖沼では最長の記録となるものの、最近約300年間については浜堤の人工改変の影響を被っている。この座佐池では約6500、3500、2000-2300、1300、1000および800 yBP の6回の明瞭な砂層もしくは礫層を持つイベントと、他に数回の不明瞭なイベントを確認した。薄月池では約4500年前までの堆積物を採取し、2000-2300 yBPに少なくとも一回のイベントを認定している。

これらの池は直線距離で4km程度の範囲内に分布しているが、各々の池で堆積速度の違いは見られるものの、過去数千年間を通して池の堆積環境は同じ傾向の変化を示している。また、津波記録計としての感度の違いはあるが、確認できたイベントの時期と相対的な大きさについては、やはり同様の傾向を持つことから、これらの池に残された記録は再現性の高いものである事が示される。

キーワード：南海地震、津波堆積物

Keywords: Nankai Earthquakes, tsunami sediments

高知県東洋町・四万十町・黒潮町の沿岸低地における津波堆積物調査

Preliminary report on paleotsunami study in the coastal lowlands of Toyo, Shimanto and Kuroshio towns, Kochi Prefecture, western Japan

*谷川 晃一郎¹、宍倉 正展¹、藤原 治²、行谷 佑一¹、松本 弾¹

*Koichiro Tanigawa¹, Masanobu Shishikura¹, Osamu Fujiwara², Yuichi Namegaya¹, DAN MATSUMOTO¹

1.産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門、2.産業技術総合研究所 地質調査総合センター

1.Institute of Earthquake and Volcano Geology, Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), 2.Geological Survey of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

高知県沿岸部は南海トラフで発生する津波に繰り返し襲われてきた。南海トラフの海溝型巨大地震の履歴は主に古文書などから明らかにされており、西暦684年の白鳳地震まで遡ることができる。しかし、江戸時代以前の歴史記録には詳細な記述が少なく、それらから地震の規模や破壊領域を推測することは難しい。このような背景から高知県沿岸の低地において津波堆積物調査を行った。

本調査は文科省の南海トラフ広域地震防災研究プロジェクトにおける津波履歴調査の一環として実施した。現地調査は2014年に東洋町、四万十町、黒潮町の海岸低地で実施し、機械ボーリングとジオスライサーを用いた掘削を行った。

東洋町生見地区では標高4~6mの海岸低地において7地点で深さ最大8mまで掘削を行い、シルト~粘土層中から4層のイベント砂層を検出した。四万十町興津地区では標高1~1.5mの海岸低地において3地点で深さ最大20mまで掘削を行い、シルト~粘土層中から5層のイベント砂層を検出した。黒潮町では入野地区と下田の口地区の標高2~4mの海岸低地において8地点で深さ最大4mまで掘削を行い、シルト~粘土層中から3層のイベント砂層を検出した。

これらの年代については現在測定中であり、珪藻化石分析結果なども含めて発表する予定である。

キーワード：津波堆積物、南海トラフ、東洋町、四万十町、黒潮町、高知県

Keywords: tsunami deposit, Nankai Trough, Toyo Town, Shimanto Town, Kuroshio Town, Kochi Prefecture

Sedimentary reconstructions of coastal flooding in the Bungo Channel by the 1707 CE Hiei tsunami

*Jonathan D Woodruff¹, Hannah Baranes¹, Kinuyo Kanamaru¹, Davin Wallace², John Loveless³, Robert Weiss⁴, Wei Chen⁴, Timothy Cook⁵

1.University of Massachusetts Amherst, USA, 2.University of Southern Mississippi, USA, 3.Smith College, USA, 4.Virginia Polytechnic Institute and State University, USA, 5.Worcester State University, USA

A tsunami generated by the C.E. 1707 Hiei earthquake is largely thought to be the flood event of record for southwestern Japan, yet historical documentation of the event is scarce. This is particularly true within the Bungo Channel, where significant inconsistencies exist between historical records and model-derived tsunami heights. To independently assess flooding from the Hiei tsunami in this region we present complementary reconstructions of extreme coastal inundation from three back-barrier lakes in the northern Bungo Channel: Lake Ryuuoo, Lake Amida, and Lake Kamega. At all sites the most prominent marine overwash deposit of the past ~1,000 years, as defined by grain size, density, and geochemical indicators, is consistent with the timing of the 1707 tsunami, providing strong evidence that the event caused the most significant flooding of the last millennium in this region. At Lake Ryuuoo, modern barrier beach elevations and grain sizes in the tsunami's resultant deposit provide ~4 m as the first physically based height constraint for the 1707 tsunami in the northern Bungo Channel. A newly developed rupture and tsunami simulation for the 1707 event produces inundation patterns more consistent with historical and sedimentological observations in the Hyuga-nada area, including flows over the Lake Ryuuoo barrier capable of transporting the maximum grain size observed in the lake's 1707 deposit.

Keywords: Bungo Channel, Nankai Trough, Coastal Flooding, Inverse Modeling

九州北西岸域における津波堆積物調査

Study of tsunami deposits along northwest coastal area of Kyushu, Japan

*内村 公大¹、原口 強²、福田 穰³

*Kimihiro UCHIMURA¹, Tsuyoshi HARAGUCHI², Jou FUKUDA³

1.西日本技術開発株式会社、2.大阪市立大学、3.九州電力株式会社

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

津波堆積物の調査・研究は太平洋側や日本海側の巨大地震に伴う津波に関して数多く行われているものの、東シナ海に面した九州北西岸～西岸域での研究例は少ない。

著者らは九州北西岸～西岸域において津波堆積物調査を実施しており、このうち鹿児島県西岸域における調査結果について概要を報告している（大嶋ほか，2014）。今回は九州北西岸域で実施した津波堆積物調査の概要を報告する。

今回の調査は九州北西岸域の佐賀県東松浦郡玄海町・唐津市，長崎県壱岐市の8地域を対象とし，採取したボーリングコア試料を用い，X線CT画像撮影・解析，コア観察，放射性炭素年代測定，貝類化石・微化石分析などを実施した。これらに基づき，各地域の堆積環境の推定とイベント堆積物の抽出を実施した結果，唐津市湊町・浜玉町において複数のイベント堆積物を確認した。

湊町では，内湾性の潮間帯～潮下帯堆積物中に，イベント堆積物2層を確認した。各イベント堆積物の年代は，約6200年前，約3800年前と推定される。約6200年前のイベント堆積物は貝殻片の集積層からなり，貝殻片はインブリケーションを示す。貝類化石には潮間帯に生息する貝類のほかナガニシなどのやや深い水域に生息する貝類を含む。約3800年前のイベント堆積物は貝殻片の集積層からなり，リップル～デューン構造の一部と推定される堆積構造が認められる。

浜玉町では，内湾性の潮間帯～潮下帯堆積物中に，イベント堆積物3層を確認した。各イベント堆積物の年代は約7100年前，約2200年前，約2200年前以降と推定される。約7100年前のイベント堆積物は貝殻片や炭質物の集積層からなり，淘汰が悪くシルト分に富む。約2200年前のイベント堆積物は貝殻片混じりの粗粒砂層からなり，貝殻片はインブリケーションを示す。また約2200年前以降のイベント堆積物は礫混じり中粒砂層からなり，3回の上方細粒化が認められる。

これらのイベント堆積物は，流れを示唆する堆積構造を有し，海生化石を含むことなどから，海成のイベントによって形成されたと考えられる。

現状では，隣接する地域においてこれらと同時代を示すイベント堆積物は確認されていないことから，各イベントは局所的なものであった可能性が示唆される。現在，堆積間隙や生物擾乱による初生構造破壊の可能性などもふまえ，追加調査・分析を実施中である。

発表では検討中のデータを加え，各イベント堆積物の地域内対比・地域間対比について議論し，さらに九州北西岸域に近い山口県西部の梶栗浜遺跡で報告されている約2500年前のウォッシュオーバー堆積物（市原ほか，2012）などの既往研究との比較を実施する予定である。

謝辞：本研究のX線CT画像撮影は電力中央研究所のご協力により所有機材を使用させていただいた。

キーワード：津波堆積物、イベント堆積物、九州北西岸域

Keywords: Tsunami deposits, Event deposits, Northwest coastal area of Kyushu

南九州宮崎平野北部、石崎川沿いの7.3ka鬼界カルデラ噴火に起因する津波の発生時期
 The generation of tsunami deposit resulting from the 7.3 ka Kikai Caldera eruption along
 the Ishizaki River of northern Miyazaki Plain, southern Kyushu, Japan

松田 清孝²、*七山 太¹、前野 深⁴、杉山 真二³、成尾 英仁⁵、市原 季彦⁶

Kiyotaka Matsuda², *Futoshi Nanayama¹, Fukashi Maeno⁴, Shinji Sugiyama³, Hidetoshi Naruo⁵, Toshihiko Ichihara⁶

1.産業技術総合研究所 地質調査総合センター、2.宮崎県総合博物館、3.(株)古環境研究所、4.東京大学 地震研究所、5.鹿児島県立武岡台高校、6.復建調査設計(株)

1.Geological Survey of Japan, AIST, 2.Miyazaki Prefectural Museum of Nature and History,
 3.Paleoenvironment Research Institute Co. Ltd., 4.ERI, Tokyo Univ., 5.Takeokadai High School,
 6.Fukken Co. Ltd.

Many researchers have noted that the coast of southern Kyushu may have been struck by a huge tsunami before the Koya pyroclastic flow at the time of the Kikai Caldera eruption about 7.3 ka (Maeno et al., 2006), but there is currently no clear evidence of this. In 1996 Dr. Shinji Nagaoka created a large stripped sample during improvement along Ishizaki River, northern Miyazaki Plain, and Miyazaki Prefecture Museum of Nature and History have been kept it. According to Nagaoka et al. (1991), we analyzed Holocene stratigraphy near the Ishizaki River lowland using sedimentological, volcanological and micro-paleontological methods. Also we dated them using radiocarbon and tephrochronological methods. We already got some information about this tsunami event as bellow.
 (1) The 7.3ka tsunami deposit is 28cm in thickness and consists of medium to coarse sand grain. This layer shows the high flow regime bedform like an antidune. Its base has a clear erosional surface, and covers the estuary mud layer. Pumice is at the bottom of the sand layer to be compared to Koya pumice is, on the other hand on the top include wood fossils are numerous. Sand layer is covered in reworked sediment in the water of the K-Ah volcanic ash. Thus the 7.3 ka tsunami struck Miyazaki coast only once between falling stages of Koya pumice and K-Ah volcanic ash. This event can be contrasted to the first of the earthquake events of the Akahoya period (Naruo and Kobayashi, 2002).

(2) K-Ah volcanic ash layer is 44cm in thickness, and convolute lamination is observed over the layer. As the cause of liquefaction, the second earthquake events of the Akahoya period (Naruo and Kobayashi, 2002).

(References)

Nagaoka, S., Maemoku, H. and Matsushima, Y., 1991, Evolution of Holocene coastal landforms in the Miyazaki Plain, Southern Japan. *The Quaternary Research*, 30, 59-78.

Naruo, H. and Kobayashi, T., 2002, Two large-scale earthquakes triggered by a 6.5ka BP Eruption from Kikai Caldera, southern Kyushu, Japan. *The Quaternary Research*, 41, 287-299.

Maeno, F., Imamura, F. and Taniguchi, H., 2006, Numerical simulation of tsunamis generated by caldera collapse during the 7.3 ka Kikai eruption, Kyushu, Japan. *Earth Planets Space*, 58, 1013-1024.

キーワード：7.3 ka 鬼界カルデラ噴火、津波、津波堆積物、幸屋軽石、鬼界アカホヤ降下火山灰、宮崎平野
 Keywords: 7.3 ka Kikai Caldera eruption, tsunami, tsunami deposit, Koya pumice, K-Ah volcanic ash, Miyazaki Plain

台湾南東部における地中レーダを用いた津波堆積物層検出

Detection of tsunami sediment layers in southeast 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.Faculty of Science University of the Ryukyus, 2.Facul. Science, Univ. Ryukyus, 3.Institute of Geophysics National Central University

津波の古文書記録が乏しい台湾において、過去に襲来した津波を探るには津波堆積物の調査が欠かせない。最近、台湾の南東海岸では津波堆積物が発見され始めている (Ota, 2013; Ota et al., 2016; Lallemand et al., 2015)。津波堆積物はその地域でどのように分布しているのかを追跡することは、津波の遡上高を把握するのに必要なだけでなく、当時の堆積状況を推定する上で不可欠である。そのためには大規模な掘削調査または多点での密な調査を各地でおこなう必要があるが、土地交渉の困難さ・掘削費用を考えると困難が伴う。そこで地中レーダ (Ground Penetrating Radar: GPR) 探査による津波堆積物層の検出をおこない、効率的に津波堆積物の分布を明らかにすることが可能かどうか確かめた。

調査は台湾国立中央大学調査チームと共に、台湾南東部の成功鎮と台湾南東沖の蘭嶼島で2015年8月27日~9月2日にかけて実施した。各地でGPR調査を実施し、同時にリファレンス点として測線上の一部でハンドオーガーによる掘削を行い、GPRプロファイルと地下構造の照合をおこなった。GPRは周波数500MHzまたは1GHzで実施した。泥質地盤での最大探査深度は約1-2mであった。

成功鎮では新港國中学校西隣の空き地 (標高約18m) および成功鎮郊外 (三仙里) の丘陵地で調査を行った。この中で成功鎮郊外では、GPR調査によって深さ約50cmに見られた地層境界が局所的に深さ20cm程度窪んでいる様子を捉えることができた。この窪地の部分を掘削したところ、窪地の底部で枝サンゴ片や二枚貝片が密集していることが確認できた。これらの破片はGPRプロファイルでも回折波から検出できた。

蘭嶼島では椰油村北西海岸、紅頭村南東海岸、東清村付近海岸、および朗島村北西海岸の4カ所でGPR測定を行った。椰油村北西海岸では、海岸沿いの緩斜面 (標高約5m) で海岸線と平行に2本の長測線、海岸線に直交方向に4本の短測線を設定し探査をおこなった。長・短測線の交差点で実施した掘削から、第1層 (中粒砂層で中下部に枝サンゴ片を含む)、第2層 (泥質層)、第3層 (泥質礫層) という結果が得られた。第1層下部は波浪によって堆積した堆積物である可能性が指摘されている (境2015BS)。GPRプロファイルから第1層と第2層の境界面を検出して3次元表示したところ、境界面が緩やかに海側に傾斜する形状がイメージできた。紅頭村南東海岸では、サンゴ石灰岩の低位段丘と山麓の間にある砂丘 (標高約15m) で実施した。GPR探査からは表土と砂層の境界および石灰岩基盤、および礫とみられる物体による回折波を検出できた。

以上のことから、津波堆積物層そのものを検出することは堆積物層がかなり厚い場合を除いて困難であるが、泥質ないし砂質の堆積環境下の中で礫サイズの物体 (礫、サンゴ、貝) が堆積物に多く含まれている場合、それらによる回折波を捉えることで検出することができる可能性が高いことが明らかになった。

キーワード：津波堆積物、台湾、地中レーダ

Keywords: tsunami sediments, Taiwan, Ground Penetrating Radar

水理実験で形成された津波堆積物の堆積構造

Sedimentary characteristics of tsunami deposits made in wave flume

*吉井 匠¹、松山 昌史¹、田中 姿郎¹

*Takumi Yoshii¹, Masafumi Matsuyama¹, Shiro Tanaka¹

1. (一財) 電力中央研究所

1. Central Research Institute of Electric Power Industry

電力中央研究所では津波堆積物の堆積構造から津波の水理量を把握することを目的に、大規模水理実験を実施し、実験水槽内での津波堆積物の再現を試みた。当実験は、最大シールズ数が7程度であり、既存の水理実験に比べて実際の津波に近い流れを発生させることに特徴がある。形成された津波堆積物についてはコアを取得するとともに、約16 m区間の剥ぎ取り試料を取得し（現地スケールで数100mに相当）、堆積構造の面的な変化を捉えることに成功している。

本発表では、水槽内で形成された津波堆積物の分析結果を紹介するとともに、剥ぎ取り試料を展示し、局所的に形成される特徴的な堆積構造について議論を行う。

キーワード：津波堆積物、水理実験、堆積構造

Keywords: Tsunami deposit, Laboratory experiment, sedimentary structure

津波堆積物の認定手順と項目の整理

Identification process and criteria of tsunami deposit

*後藤 和久¹、菅原 大助²、西村 裕一³、藤野 滋弘⁴、小松原 純子⁵、澤井 祐紀⁵、高清水 康博⁶

*Kazuhisa Goto¹, Daisuke Sugawara², Yuichi Nishimura³, Shigehiro Fujino⁴, Junko Komatsubara⁵, Yuki Sawai⁵, Yasuhiro Takashimizu⁶

1.東北大学、2.ふじのくに地球環境史ミュージアム、3.北海道大学、4.筑波大学、5.産業技術総合研究所、6.新潟大学

1.Tohoku University, 2.Museum of Natural and Environmental History, Shizuoka, 3.Hokkaido University, 4.Tsukuba University, 5.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 6.Niigata University

Identification of tsunami deposit has frequently been discussed in many papers (e.g., Morton et al., 2007; Goff et al., 2012). This is because sedimentary features of tsunami deposit are usually similar to those of other deposits formed by storm and flood events. In this study, we compiled identification criteria and process of tsunami deposits based on the review of previous publications specifically from Japan. According to the previous papers, at first, the tsunami geologists usually identify an event deposit, which is defined as a deposit that was instantaneously formed during geological event (group X). Then, they further investigate whether any evidence of tsunami origin can be observed in the deposits. Based on the evidence, the deposits can be further classified into 5 groups (groups C, B, A1, A2, and S). Once the event deposit is recognized, presence of characteristic sedimentary features such as basement erosion and upward grading is evaluated (group C). Although these sedimentary features are not necessarily definitive evidence of tsunami deposit, they are typically observed in the recent tsunami deposit. The deposit is further evaluated if there are any materials that are characterized by landward sediment transport from the sea (group B). The deposit may show evidence of distinctive tsunami origin in some cases (group A1). For example, the deposit sometimes contains marine microfossils that were derived from the sea floor below the storm wave base (e.g., Uchida et al., 2010). Numerical modeling would also be strong tool to exclude the possibility that the deposit is formed by storm impact, although such analysis has rarely been conducted. Historical record is another useful tool to correlate depositional age of the deposit and historical tsunami (group A2). Such simultaneity in age are typically used to identify historical tsunami deposits especially in Japan since there are long historical records. Identically, the deposit can be identified as tsunami deposit if both geological and historical evidences are sufficiently collected (group S). Although identification criteria may be expanded in the future due to the progress of the research, the current compilation would be useful to consider the validity of tsunami origin of the deposits.

キーワード：津波堆積物、認定基準

Keywords: tsunami deposit, identification criteria