

津波警報装置の試作 (3)

Tsunami alarm equipment (3)

*勝間田 明男¹、林 豊¹、宮岡 一樹¹、対馬 弘晃¹、馬場 俊孝²*Akio Katsumata¹, Yutaka Hayashi¹, Kazuki Miyaoka¹, Hiroaki Tsushima¹, Toshitaka Baba²

1.気象庁気象研究所、2.徳島大学

1.Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2.Tokushima University

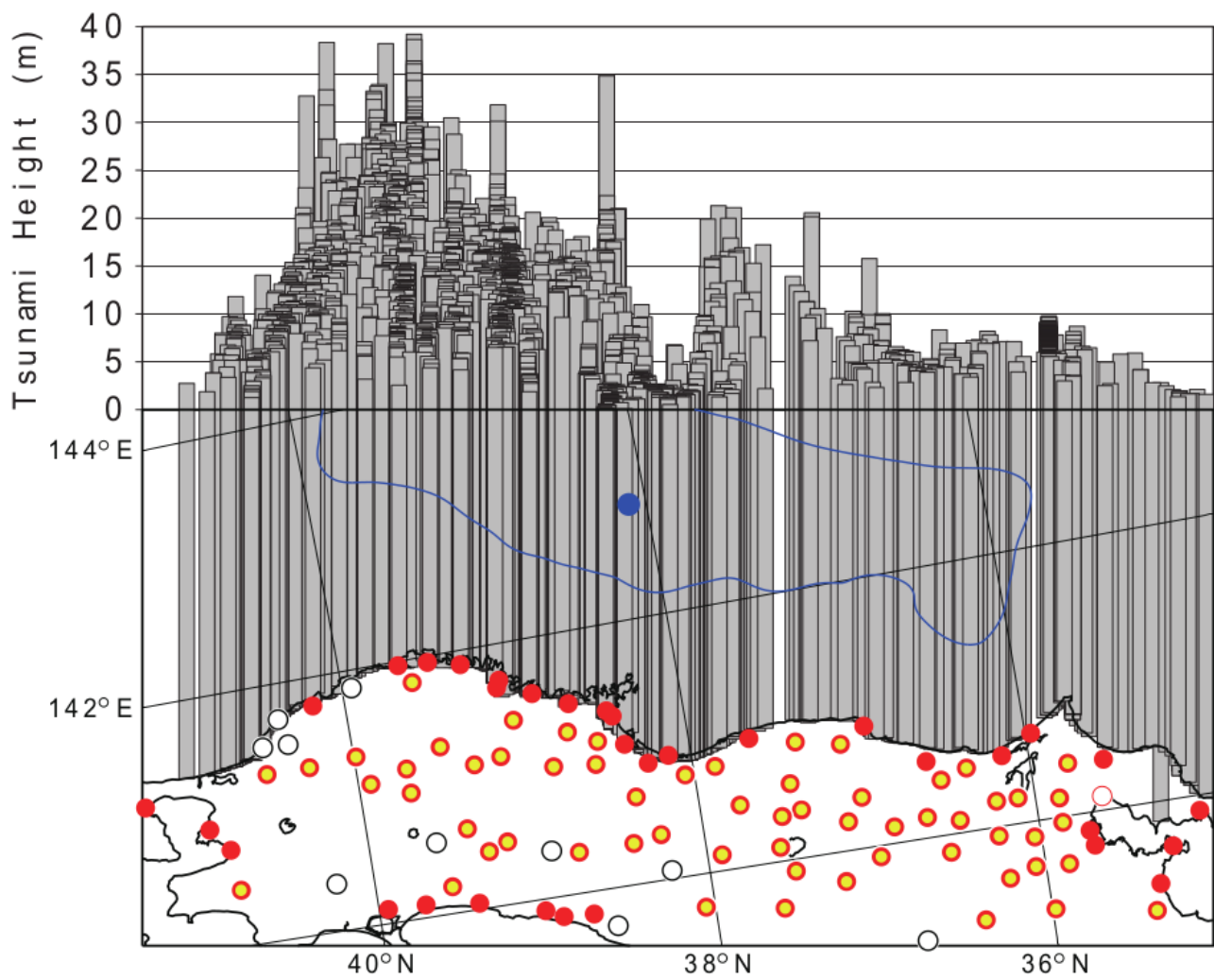
単一観測点の地震動から津波を警告する装置の可能性について検討を行っている。ゆれを感じたらすぐ高所に移動することは、最も早い津波からの避難方法の一つである。もし、地震直後にその地点のゆれから、津波来襲の危険性を判定する装置があると、津波避難の助けになると考えられる。強い地震動があるということは、震源断層が近くまで伸びていることを意味する。

ここでは、震源域からの範囲を限定するために、改訂メルカリ震度相当値を用いている。震度値はPGVから変換して求める。ここでは改訂メルカリ震度として5.5の範囲を対象と考える。これは、Mw8.0の地震にして震央距離140kmほどの範囲に対応している。測定量の候補として、強震動継続時間・PGV・PGD、あるいはそれらの積を想定している。スレツスコアを用いて津波の危険性のある地震であるかどうかを判定するための最適量を求めた。強震動継続時間もしくは、長周期変異が被害津波の可能性を測定するための量として適している結果となった。Mw7.8及び8.5の二つのマグニチュードを識別対象として設定したが、結果として得られる測定量に両者の差が実質的になかった。

この手法を最近の主な地震に適用し、その実効性を確認した。図に2011年東北地方太平洋沖地震への適応例を示す。赤い丸が震度相当値・計測量ともに閾値を越えた海岸沿いの観測点である。赤丸にオレンジの塗りつぶしは、震度相当値・計測量ともに閾値を越えた内陸の観測点である。白抜き赤丸は震度相当値は閾値以上であるが、判定の計測量が閾値以下の観測点である。なお、ここで津波高さは東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループの結果を参照している。2011年東北地方太平洋沖地震の北部のように、震源域が観測点から離れている場合には、必ずしも適正な警報にならない例も認められたが、補助的な警報としてこのような方法が効果があると認められる。

キーワード：津波警報器、計測震度、単独観測点処理

Keywords: tsunami alarm, instrumental seismic intensity, single station processing



1998年パプアニューギニア津波を起こした海底地すべりは地震計で検知可能か？

Was the submarine landslide which caused the 1998 Papua New Guinea tsunami detectable by a seismograph?

*勝間田 明男¹、中田 健嗣¹、藤田 健一¹、田中 昌之¹、小林 昭夫¹、吉田 康宏²

*Akio Katsumata¹, Kenji Nakata¹, Kenichi Fujita¹, Masayuki Tanaka¹, Akio Kobayashi¹, Yasuhiro Yoshida²

1.気象研究所、2.気象大学校

1.Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency, 2.Meteorological College, Japan Meteorological Agency

1998年7月にパプアニューギニアにおいて発生したMw 7.0の地震の後に発生した10mを超える津波により2,200名を超える犠牲者が出ている(Tappin et al., 2008). この津波は、地震の規模に比べて大きすぎることで、津波の発生が地震の発生よりも約10分ほど遅れているとみられること、海底地形において地すべりを起こしたとみられる場所が確認されていることなどから、海底地すべりが発生源であるとみられている(例えば, Tappin et al., 1999). 通常の地震による津波の場合には、地震計で記録される地震波が警戒や避難の最初のトリガとなることが多い。しかし、この1998年のパプアニューギニアのような事例が発生した場合には、地震波から予測される規模の津波には備えるものの、それを超える規模の津波への警戒は通常なされない。リアルタイムモニターの沖合津波観測網が整備されている場合には、それがトリガとはなりうるが、津波の観測点までの伝播を待つ必要がある。もし、海底地すべりが地震計で捉えられるならば、この種の津波に備えることが可能となる。ここでは、1998年のパプアニューギニアのような海底地すべりが地震計で検知可能であるかどうかについて議論する。

Watts et al. (2003)の津波発生源モデルによると、この規模の津波を発生させることができる地すべりは長さ4.5km、幅5km、厚さ760mの規模のものであった。それが傾斜角12度の下で特性時間32秒の地すべりを起こしたとされる。すべりを引き起こす力は重力である。また、停止させる力は摩擦力と流体の抵抗であると考えられる。地すべりが始まる前までは静止摩擦力で保持されていた地塊が、すべり始めた後は動摩擦力による大地からの力の作用を受けていたと考えられる。そのためすべり開始に伴い、静止摩擦と動摩擦の力の差の分だけ、大地に作用する力が変化したと考えられる。

その力は以下のように見積もられる。

$(\rho_1 - \rho_2)Va$

ここで、 ρ_1 は地塊の密度($2.15 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)、 ρ_2 は水の密度($1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)、 V は地塊の体積($4,500 \text{ m} \times 5,000 \text{ m} \times 760 \text{ m}$)、 a は初期加速度(0.36 m/s^2)である。その力を見積もると $7 \times 10^{12} \text{ N}$ となる。1980年のセント・ヘレンズ山の山体崩壊では 2.6×10^{12} の力が作用していたと見積もられている(Kanamori et al., 1984)。1987年の伊豆大島の三原山におけるドレインバックでは $4 \times 10^{11} \text{ N}$ の力が作用したとされている(Takeo, 1990)。1998年パプアニューギニアの海底地すべりにおいても、同程度以上の大地への力の変化があった可能性が考えられる。 $7 \times 10^{12} \text{ N}$ ほどの水平方向の力が30秒程度の継続時間で作用したとすると震源から900kmにあるPMG観測点において、他の震動源がない状態であれば地震波形が検知可能とみられる。しかし、地震による震動がはるかに大きなものであり、PMG観測点の地震記録を調べたが、周期数10秒の長周期の地震波に地震以外のイベントらしき地震波形は確認できなかった。

キーワード：地すべり津波、地震記録、1998年パプアニューギニアの津波

Keywords: tsunami by landslide, seismic record, 1998 Papua New Guinea tsunami

1741年渡島大島噴火に伴う地すべりモデル

Landslide model of the 1741 Oshima-Oshima eruption

*伊尾木 圭衣^{1,2}、谷岡 勇市郎¹、川上 源太郎³、加瀬 善洋³、仁科 健二³、廣瀬 亘³、石丸 聡³、柳澤 英明⁴

*Kei Ioki^{1,2}, Yuichiro Tanioka¹, Gentaro Kawakami³, Yoshihiro Kase³, Kenji Nishina³, Wataru Hirose³, Satoshi Ishimaru³, Hideaki Yanagisawa⁴

1.北海道大学地震火山研究観測センター、2.産業技術総合研究所、3.北海道立総合研究機構地質研究所、4.東北学院大学教養学部地域構想学科

1.Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, 2.National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 3.Geological Survey of Hokkaido, 4.Department of Regional Management, Faculty of Liberal Arts, Tohoku-gakuin University

1741年に北海道渡島大島付近で発生した津波は、渡島半島や津軽半島の日本海沿岸に大きな被害をもたらした。この津波は渡島大島の山体崩壊に伴う地すべりによって、海域へ大量の土砂が流入することにより発生したと仮定し、山体崩壊に伴う土砂移動の計算をおこなった。渡島大島北側の海底地形調査データ(Satake and Kato, 2001)を用い、山体崩壊堆積物の分布、崩壊前の山体地形の推定、崩壊堆積物の体積の再見積もりをおこなった。これらの見積もりをもとに、地すべり・津波統合モデル(柳澤他, 2014)を用いて山体崩壊シミュレーションをおこなった。その結果、計算による崩壊堆積物の分布と、海底地形データから判読した崩壊堆積物の分布は、比較的良い一致を示す。しかし詳細を見ると、計算による崩壊堆積物の分布は、判読した分布より下流側(北側)に大きく広がっており、側方(特に西側)へは広がりが少ないことがわかった。また計算による崩壊堆積物の厚さも分布と同様、判読した厚さより下流側(北側)に多くみられる。今後、モデルパラメーターや崩壊前地形の調整などをおこない、改良した地すべりモデルを用いて津波シミュレーションをおこない、津波痕跡との比較をする。

キーワード：地すべり、津波、渡島大島

Keywords: landslide, tsunami, Oshima-Oshima

明和の大津波の際の宮古地区の被害状況に関する再考察

Re-estimation of damages in the Miyako District Okinawa by 1771 Great Meiwa Tsunami

*松本 剛¹*Takeshi Matsumoto¹

1.琉球大学理学部

1.Faculty of Science, University of the Ryukyus

1771年3月10日（新暦4月24日）に南西諸島域で発生した明和の大津波は、八重山地方・宮古地方に死者約12,000人、家屋流出約2,000件と云う甚大な被害をもたらした。2004年スマトラ地震や、2011年東日本大震災以降、長さ数百kmに亘る地震断層の存在が注目され、明和の大津波についても、南西諸島域での同様の地震断層が原因と見られることから、沖縄県では津波浸水予測の再計算を行い、平成27年に最新の成果が公表されている（以下、「津波浸水想定」と云う）。また、石垣島南岸部でのトレンチ掘削による津波堆積物調査も進められている。その一方で、宮古地区での被害状況の検証は進んでいなかった。宮古地区での被害状況の概要は「球陽」に見られるが、1987年に発見された「御問合書（おといあいがき）」にはより詳細な記載があることが明らかとなった（加藤、1989）。本研究では、御問合書の記載をもとに、平成27年度の津波浸水想定の結果と対比することによって、原因となる地震断層の推定の適否について、考察を行った。なお、津波浸水想定では複数の地震断層について評価を行っているが、八重山地方の被害状況を考慮し、最も可能性の高い南西諸島海溝南西端の3断層連動による津波を前提とした。

御問合書には「地震仕一刻程間を置大波続様三度揚・・・」との記載がある。「一刻」は30分であることから、津波浸水想定の結果の宮古地方への到達時間である20～40分とほぼ一致する。津波の遡上高が明記されているのは、宮古島の宮国・新里・砂川・友利地区とともに3丈5尺（10.6m）、池間島の池間・前里地区とともに2丈5尺（7.6m）、伊良部島で3丈5尺（10.6m）、下地島で12～13丈（約38m）である。下地島ではこの他、島の南端から高さ10尋（18m）の高台に石が打ち揚げられているとの記載がある。これら4箇所の津波浸水想定結果では、それぞれ、26.5～28.3m、17.3m、13.4m、及び25.9m（但し、佐和田・渡口から侵入した津波のため、一部は伊良部島の方に遡上したものと推定される）である。下地島を除き、全体として津波浸水想定結果の方が高めに出ており、八重山地区での津波被害状況が克明に記された「大波之時各村之形行書」とは逆の傾向が見られる。下地島の最高地点は、西海岸沿いの崖の21.6mであるので、12～13丈と云うのは明らかに過大評価と見られる。実際の遡上高が想定高よりも少ない場合、地震断層の滑り量が八重山沖と宮古沖とでは異なり、宮古沖の方がより滑り量が少ない、或いは、地震断層に沿って八重山から宮古方面に破壊が伝搬し、宮古沖が破壊の終端であったことが推定される。

キーワード：明和の大津波、遡上高、宮古地区

Keywords: Great Meiwa Tsunami, run-up height, Miyako District

寛保元年(1741)渡島大島の噴火に伴う津波の北海道江差、松前地方の海岸での浸水標高の精密調査
Accurate measurement of the tsunami heights of the Kanpo Tsunami of 1741 caused by the volcanic eruption of Oshima-Ooshima Island on the coasts of Esashi and Matsumae districts, Hokkaido

*都司 嘉宣¹、畔柳 陽介²、成田 裕也²、木南 孝博³、白石 睦弥⁴、佐藤 雅美⁵、芳賀 弥生⁵、今村 文彦⁵
*Yoshinobu Tsuji¹, Yosuke Kuroyanagi², Yuya Narita², Takahiro Kinami³, Mutsumi Shiraishi⁴, Masami Sato⁵, Yayoi Haga⁵, Fumihiko Imamura⁵

1.公益財団法人深田地質研究所、2.パシフィックコンサルタンツ(株)、3.頸城技研、4.北日本歴史災害研究所、5.東北大災害科学国際研究所

1.Fukada Geological Institute, 2.Pacific Consultants Co. Ltd., 3.Kubiki Technology Co. Ltd., 4.Kita-Nihon Historical Disaster Institute, 5.IRIDEs, Tohoku Univ.

〔はじめに〕 寛保元年7月18日(西暦1741年8月28日)の未明、北海道江差沖の渡島大島の噴火活動に伴う津波は、松前地方および江差地方の海岸に大きな津波被害をもたらした。この津波の北海道の海岸での浸水・遡上高さの推定や調査は、羽鳥(1984)、今村ら(1998)、都司ら(2002)によって既に行われている。

〔本研究の着眼点〕 本研究では上述のような先行研究があることを念頭において、漫然と先行研究と同様な方法で調査に当たるのではなく、それらの先行研究では行われなかった手法によって津波浸水標高の調査を進めることを意識した。すなわち、本研究では津波による村ごとの家屋被災数が、その村の全戸数の何%に相当するかに注目し、これが数%以下ならその集落地盤高さが最も低い場所の標高を測定することとした。逆にほぼ100%が被災した場合には集落市街地で最も高い位置を測ることとした。集落毎の流出家屋、および死者の数は、松前藩によって、被災の後数日以内に各集落毎に集計整理されている。一方『津軽一統志』によって被災した大多数の村毎の総戸数や人口を知ることが出来る。被害数と家屋、人口の両方がわかると、流失家屋と死者の総数に対する割合が推定できる。寛保津波当時の各村の集落の居住地の形態については、明治・大正期の五万分の一地図の初版に表示された集落の広がりから判断した。江戸期と明治大正期とでは差異はあれども、おおまかな傾向は把握できると考えたからである。

〔神社、寺院の情報から〕 北海道側の沿岸の集落の被災状況を記録した文献にはしばしば、ある集落のほぼ全戸が流失したと記されたものがある。一方、北海道の江差、松前地方の海岸では、この津波の発生による古い時代に神社が建てられた場合、その神社は集落の一番標高の高い位置に建てられていることが多い。すると、「全戸が流失した集落」では、少なくとも神社のすぐ前面までは海水が浸水したと考えられる。この場合、その神社と集落最上端の間の土地の標高は津波浸水(あるいは遡上)の下限值である。この場合、下限値とはいえ従来の「家屋浸水であるから地面標高プラス2m」式の判断(信頼度C)より信頼度は高いと判定される。本稿ではこの場合の信頼度はBとした。

〔現地での測量〕 我々はこうして知り得た各集落の被災状況の情報から、浸水限界線を推定し、現地でその限界線上にGPS測量器械を据え付け、そこで標高を測定した。従来、被災状況から、集落の中心点の標高を測定して、被害程度から津波標高を推定していた調査より、信頼度の高い津波の浸水高さ値を得たと考えることが出来る。上述の集落最奥の神社の場合もこの例の一つである。このようにして得た数値は、たとえ津波浸水の下限值しか判明しない場合であっても、その下限値が確かであることから信頼度はBとした。

〔結果〕 以上のような方針によって我々は、2015年12月14日~16日にかけて、北海道熊石(現八雲町熊石)を起点とし、およそ30地点を測定して、最後は松前町に至り調査を終了した。津波浸水、あるいは遡上高さの調査結果を図に示す。図で白丸を付した地点は、測定結果の信頼度の高い地点で(信頼度A,B)、津波浸水・遡上高さを示す棒グラフでは太線が描かれている。黒丸を付した地点は、被災戸数の全戸数に対する割合による測定点の決定による測定法が適用できず、集落の中心代表点の標高値と被害状況から地上冠水厚さを推定する従来の方法にとどまるなど、信頼度の劣る点(信頼度C,D)である。

なお、図で上ノ国町石崎の館野の19.4mというのは「突き出た岬状地形」の上を津波が越えたという地元伝承に基づく。この場所には、1440年から16世紀ころまで比石館とよばれる城があり、16世紀の中国製の陶片が出土する場所で、津波による浸食はこの城の廃止以後のことと考えられる。現状は津波によって岬状地形は前後両

面が浸食によって削られ、車一台が通過できる狭い堤防状の地形である。これが1440年以前の未知の津波によるものであって、これ以後にわざわざここが築城の地と選定されたとは考えがたい。よってこの伝承に言う津波とは寛保津波であると推定する。

謝辞：本稿は、原子力規制庁からの委託業務「平成27年度原子力施設等防災対策等委託費（日本海沿岸の歴史津波記録の調査）事業」（代表：東北大学 今村文彦）の成果の一部をとりまとめたものである。

キーワード：火山活動による津波、津波高の精密測量、寛保渡島大島津波

Keywords: tsunami caused by a volcanic eruption, accurate measurement of height of a tsunami, the tsunami generated by the 1741 Oshima-Ooshima volcanic eruption

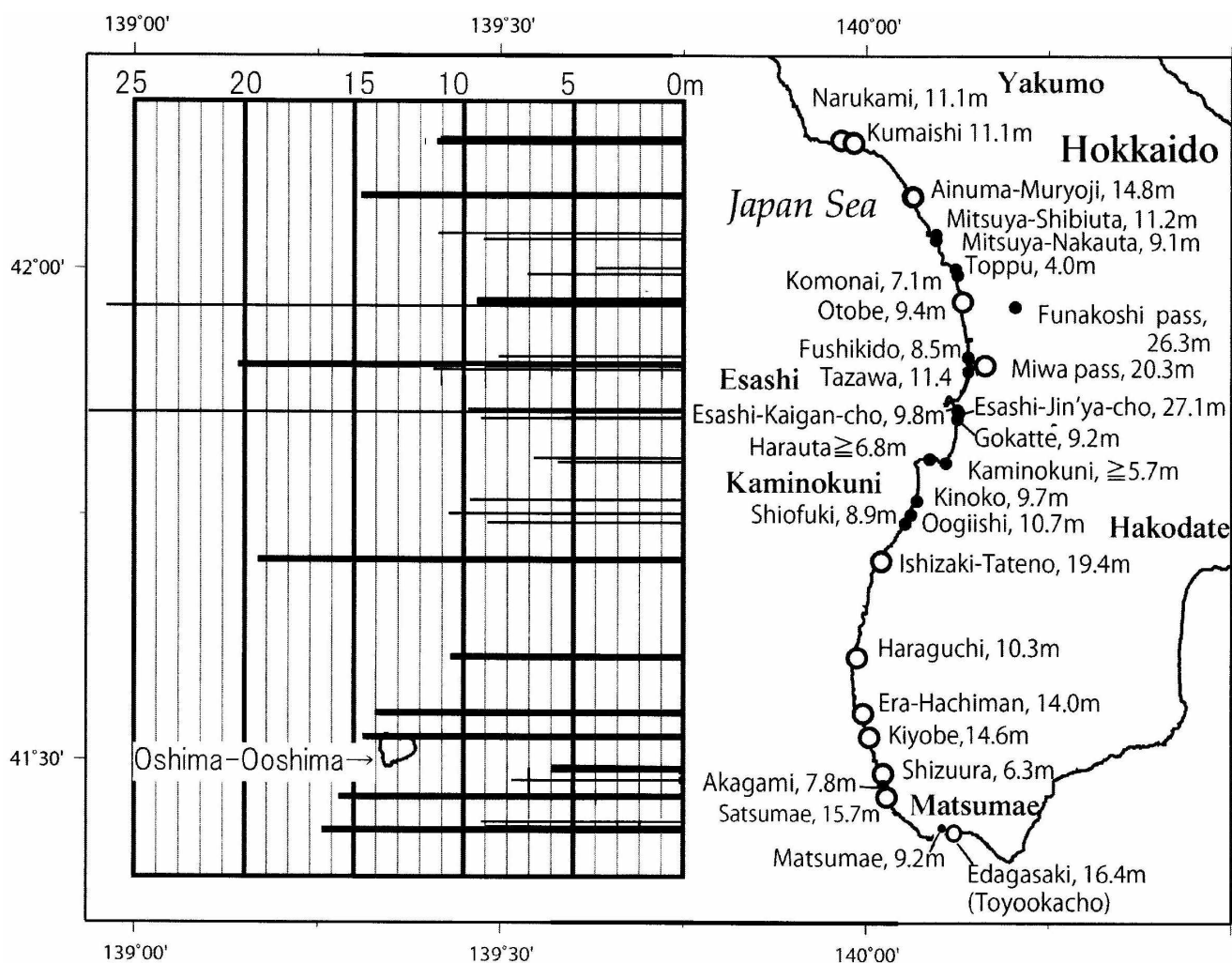


Fig. 1 Height Distribution of the tsunami caused by the volcanic eruption of Oshima-Ooshima in 1741.

「津波痕跡データベース」およびその他の津波痕跡データにもとづく岩手県沿岸における歴史津波の津波高

Tsunami heights of historical tsunamis based on the "Japan Tsunami Trace database" and other tsunami trace data 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、穴倉 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「津波痕跡データベース」収録データおよび論文等で報告されている歴史津波の痕跡データを整理し、岩手県沿岸における既往津波の津波高の比較を行った。

まず、沿岸を148地区に区分し、岩手県沿岸で近代以降に発生した5つの主な津波（2011年東北地方太平洋沖津波、1896年明治三陸津波、1933年昭和三陸津波、1968年十勝沖地震津波、1960年チリ津波）について、「津波痕跡データベース」のデータを地区別に集計した。次に、各津波の地区別の津波高最大値を抽出し、横軸を地区名、縦軸を津波高とした津波高分布図を津波毎に作成した。この津波高分布図に歴史津波の痕跡高を重ねることで、その分布傾向を比較した。

岩手県沿岸における近代以降に発生した主な津波

< >2011年東北地方太平洋沖地震津波が最大の津波高を記録している。しかし、岩泉海岸より北では1896年明治三陸津波もほぼ同等の津波高を記録しており、一部の地区では2011年津波を上回る津波高も見られる。また、麦生（侍浜南部）や太田名部（岩泉海岸）では、1933年昭和三陸津波も2011年津波に匹敵する津波高を記録している。<!-- -->2011年東北地方太平洋沖地震津波が1896年明治三陸津波および1933年昭和三陸津波の倍以上の津波高を記録している。ただし、唐丹湾～大船渡湾外洋にかけては、1896年明治三陸津波と1933年昭和三陸津波の津波高がやや高い。<!-- -->年明治三陸津波と1933年昭和三陸津波は、吉浜湾や綾里湾の奥部、広田半島の先端など、特定の場所で非常に大きな津波高を記録している。記録が誇張されている可能性もあるが、これらの場所では津波高が増幅されやすい条件が存在する可能性がある。<!-- -->30mを越える津波高については、被害状況から判断した誇張が含まれている可能性が高い。<!-- -->年十勝沖地震津波および1960年チリ津波は、外洋と内湾で津波高の差は小さく、岩手県沿岸では一様に5m程度以下の津波高が記録されている。また、大きく湾入する宮古湾や大船渡湾、広田湾では、わずかであるが湾口部より湾奥で津波高が高くなっている。これは、長周期の波が卓越する津波の特徴を示しているものと考えられる。<!-- -->年慶長奥州（三陸）津波は、田野畑海岸、岩泉海岸、田老海岸、船越湾、吉浜湾、越喜来湾で非常に高い津波高が記録されている。沿岸北部だけでなく、船越湾や越喜来湾でも高い津波高が見られることから、その分布傾向は2011年東北地方太平洋沖地震津波に類似する。この津波に対比される津波堆積物は、岩手県沿岸の各所に認められ、沿岸全域で浸水を生じたことを示唆する。<!-- -->年貞観津波の岩手県沿岸における具体的な被害状況を記録した古文書等は残されていない。したがって、その津波高を推定することはできないが、津波堆積物が沿岸各所で認められることは、岩手県の沖合にまで波源が広がるような連動型の巨大地震津波であったことを示唆する。<!-- -->年安政八戸沖津波の津波高およびその分布傾向は、1968年十勝沖地震津波の津波高と類似している。また、データは少ないが、1763年宝暦八戸沖津波、1677年延宝八戸沖津波も同程度あるいは

それ以下の津波高であり、八戸沖を波源とする津波が岩手県沿岸に与える影響は比較的小さいことを示す。ただし、1677年延宝八戸沖津波は、摂待で13mの津波高が推定されており、地形条件等によっては10mクラスの津波となる可能性があることを示唆する。

1793年寛政三陸津波は、三陸沖南部海溝寄りと宮城県沖の領域が連動した地震津波と考えられているが、岩手県沿岸における津波高は多くの場所で1968年十勝沖地震津波と同程度である。沿岸南部では1968年十勝沖地震津波より若干高い津波高を示すが、岩手県沿岸に与える影響は比較的小さいと考えられる。ただし、両石では9mの津波高が推定されており、地形条件等によっては10mクラスの津波となる可能性があることを示唆する。

キーワード：津波高、津波痕跡データベース、歴史津波、貞観津波、慶長奥州（三陸）津波、岩手県

Keywords: tsunami height, "Japan Tsunami Trace database", historical tsunami, Jogan tsunami, Jogan tsunami, Keicho Oushu (Sanriku) tsunami, Iwate Prefecture

線形長波および線形分散波の津波数値シミュレーションのための効果的なPML吸収境界条件

The effective PML absorbing boundary condition for linear long-wave and linear dispersive wave tsunami simulations

*前田 拓人¹、対馬 弘晃²、古村 孝志¹

*Takuto Maeda¹, Hiroaki Tsushima², Takashi Furumura¹

1.東京大学地震研究所、2.気象庁気象研究所

1.Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, 2.Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

はじめに

日本近海の津波の数値シミュレーションにおいては、全地球ではなく、震源や観測点近傍の有限範囲の津波のみを計算するのが一般的である。そのとき、計算モデルの最外部に吸収境界条件を置き、最外縁に到達した津波が反射して内部の津波波動場を汚染するのを防止する必要がある。津波シミュレーションの吸収境界条件としては、Sommerfeldの放射条件や毎離散時間ステップにダンピング係数を乗ずるスポンジ境界条件の二種類が広く用いられている。本研究では、電磁波や音波、弾性波のシミュレーションで近年広く用いられるようになったPerfectly Matched Layer (PML) 境界条件を線形長波津波に適用することで、従来よりはるかに高い吸収境界の性能を達成できたことを報告する。また、より現実的な津波モデルである線形分散波においても、近似的ではあるが同様な境界条件を適用できることを紹介する。

PMLとその利用

PMLは、数値計算モデル外縁付近に一定の厚さの吸収層を置き、そこに到達した波を十分に速く減衰させることで人工反射を防ぐ、いわゆるスポンジ境界条件の一種である。ただし、津波伝播の支配方程式を境界面に平行な方向への空間微分をもつ部分と鉛直な方向への微分をもつ部分とに分解し、鉛直な方向のみについて粘性項を導入してその振幅を減衰させる、という特徴がある。これが、全方向の波動を減衰させる従来のスポンジ境界との最大の違いである。弾性波における理論的な検討から、このように微分方向による方程式の分解を通じて特定方向に伝わる波動のみを減衰させることで、吸収境界と内部領域との境界の反射係数が原理的には0になり、人工反射波の生成を効果的に抑制できることが示されている。

まず、線形長波の津波モデルにこのPMLを適用した。線形長波の津波を構成する連続方程式と運動方程式のうち、連続方程式の波高を水平2方向に分解し、東西南北4つの境界面にそれぞれ鉛直な方向に伝わる津波のみを減衰させた。次に、線形分散波の津波モデルの場合には、分散をもたらす複数方位の高階微分項が運動方程式に現れるため、そのままではPMLを適用できない。そこで、吸収境界領域内でこの高階微分項が外側に向かって徐々に小さくなる重み項を新たに導入した。吸収境界スポンジの最外縁では線形長波のPMLに、内側の計算領域との接続部分では減衰無しの線形分散波方程式に、それぞれなめらかに接続されるように配慮して、近似的にPML条件を適用した。

数値シミュレーションによる検証

新たに開発した吸収性能条件を、単純な傾斜地形と西南日本の現実の海底地形を持つ2つの津波シ

ミュレーションで検証した。比較のために、津波計算でよく用いられるSommerfeldの放射条件と、毎離散時間ステップにダンピング係数を乗ずるスポンジ条件の二種類を用いたシミュレーションも行った。性能評価のため、より広い領域を用いた人工反射が存在しないシミュレーション結果を参照解として用いた。

単純な傾斜地形と現実の海底地形どちらのシミュレーション結果においても、提案手法のPMLによる吸収境界条件がもっとも良い性能を示した。放射条件に基づく吸収境界手法は、強い分散波に対して大きく性能劣化した。これは、境界において津波が線形長波の一定の位相速度で外向きに伝播することを仮定しているのに対し、分散性の津波速度が一定でないためであると考えられる。スポンジ条件に基づく吸収境界では津波の分散性の有無による違いはないが、境界付近の津波の伝播方向が境界に平行に近づくにつれて性能が悪化する様子がみられた。これらに対し、PMLはどのような条件下でも卓越した性能を示した。近似的にPMLを適用した線形分散波シミュレーションでも吸収性能は良好で、シミュレーションされた津波波形記録は参照解と区別がつかないほどであった。

現実の海底地形を用いた数値シミュレーションでは、吸収境界条件が設定される沖合は一般に水深が深く、したがって津波速度が速い。そこで生じた人工反射波は急速に沿岸に向けて伝播し、水深が浅くなるにつれて振幅が大きくなり計算モデル領域全体を汚染してしまう。計算コストが小さい線形長波シミュレーションであれば、人工反射波を避けるために領域を十分に広く取ることも可能であるが、線形分散波の計算量は線形長波の50-100倍程度もあり、領域の拡大は容易ではない。本研究で提案した吸収境界条件は、計算量をほとんど増大させずにその性能を大幅に向上させることができると期待される。

キーワード：津波、数値シミュレーション、差分法、吸収境界条件、PML

Keywords: Tsunami, Numerical simulation, Finite difference method, Absorbing boundary condition, PML

震源の破壊過程と波数分散性を考慮した2011年東北津波の数値計算

Simulation of the 2011 Tohoku earthquake including rupture process of seafloor motion and wave dispersion

*嶋原 良典¹、樋渡 康子²

*Yoshinori Shigihara¹, Yasuko Hiwatashi²

1.防衛大学校、2.東京海洋大学

1.National Defense Academy, 2.Tokyo University of Marine Science and Technology

The 2011 Tohoku earthquake tsunami gave us a lot of physical data to study the generation process of mega-tsunami. After this event, tsunami scientists tried to make an initial tsunami source model by using tsunami waveform inversion analysis, so that some of models are used for the tsunami damage estimation in practice. Although a number of seismic source models also have been derived by seismologists by using geodetic data, teleseismic data and strong motion data, few studies used their models for the tsunami simulation. It is generally believed that fault models, which are determined by the tsunami inversion analysis and by the seismic inversion analysis, do not correspond with each other, however a series of phenomena such as earthquakes and tsunamis should be expressed as a single model. In this study, we conducted a numerical simulation of the 2011 Tohoku tsunami using the seismic source model, and discuss an importance of considering rupture processes of seafloor motion and wave dispersion effects of tsunami propagation.

In order to describe tsunami generation from detailed seafloor deformation, we adopted the seismic source model by Yagi and Fukahata (2011), which is estimated the rupture process from teleseismic P-wave data using the newly inverse method that takes into account the uncertainty of the Green's function. This model provides rupture velocity and rise time to prescribe kinematic seafloor deformation with the planar fault model of Mansinha and Smylie (1971). Tsunami waves are computed using the dispersion potential model (Shigihara and Fujima, 2014), which is based on the staggered leap-frog implicit scheme; dispersive terms in the equation of motion is solved separately. The grid nesting method that we newly developed for the dispersion potential model are used for the bathymetry dataset with three levels of grid resolution (1350m, 450m and 150 m). The computed results were compared to the time history of the sea surface elevation observed at GPS buoys where are located along off the Sanriku coast. Considering the rupture velocity and the rise time makes the tsunami generation process slowly, and contributes the reproducibility of overall wave profiles. In addition, the wave dispersion effects on decrease of the leading wave height. The computed results agree well with observation, we found that both of the physical processes, that is the rupture process of the seafloor and the dispersion effect, must be considered if we want to simulate tsunami propagation using the seismic source model precisely.

キーワード：2011東北津波、津波数値解析

Keywords: 2011 Tohoku Tsunami, tsunami simulation

海溝型巨大地震を対象とした津波浸水域データベースの構築：石巻市の例

Database construction of Tsunami inundation zone for large subduction-zone earthquakes: A case of Ishinomaki City

*津野 靖士¹、岡本 京祐¹、橋本 紀彦²、藤原 了²、是永 真理子²*Seiji Tsuno¹, Kyosuke Okamoto¹, Norihiko Hashimoto², Satoru Fujihara², Mariko Korenaga²

1.鉄道総合技術研究所、2.伊藤忠テクノソリューションズ

1.Railway Technical Research Institute, 2.ITOCHU Techno-Solutions Corporation

沿岸近傍及び海岸線汀線の最大津波水位等を即時予測すること(例えば、Tsushima et al., 2009)は、避難行動を取る際の余裕時間や最大津波水位の程度を把握する上での早期警報としては非常に有効であるが、必ずしも市民や各種事業者が利用しやすい早期津波警報の情報とはなっていない。市民や各種事業者がより利用しやすい早期津波警報を出力するためには、対象領域で想定される海溝型巨大地震の津波浸水シミュレーション結果を利用して、沿岸近傍水位と津波浸水域の関係をデータベース化し(例えば、本間・片田、2009)、沿岸近傍の津波水位から内陸の津波浸水域を瞬時に抽出し、津波浸水域を可視化することが有効である。

本報告では、宮城県石巻市を例として、日本海溝巨大地震を対象とした津波浸水域のデータベースを構築した。具体的には、東北沖のプレート境界域にM8~M9レベルの海溝型巨大地震によるシナリオ津波波源モデル(地震本部、2011)27つを設定し、石巻市を対象に津波浸水シミュレーションを実施した。数値計算には非線形長波理論を用いており、沖合では格子サイズ1215m・時間刻み0.9秒、陸域では格子サイズ15m・時間刻み0.1秒とした。初期水位はOkada(1992)により算出された地殻変動量を適用し、境界条件は沖合では完全透過、陸域では小谷ら(1998)の遡上境界条件とした。今後は、津波浸水域と沿岸近傍(水深50m程度)域の津波水位を連動させ、マッチング手法を適用することにより津波浸水域の即時予測手法について検討を行う。

キーワード：津波浸水域、データベース、石巻市

Keywords: Tsunami inundation zone, Database, Ishinomaki City

気象庁防災情報XMLを活用したデータベース検索型津波浸水予測システムの試作

A prototype of database-driven system for tsunami inundation prediction using the JMA's disaster information XML

*馬場 俊孝¹、坂東 淳²

*Toshitaka Baba¹, Makoto Bando²

1.徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部、2.徳島県

1.Institute of Technology and Science, The University of Tokushima, 2.Tokushima Prefecture

南海トラフ巨大地震などによる大規模津波災害の場合、人命救助のために、災害応急体制を迅速かつ適切に構築し、対応を開始しなければならない。このため、津波の浸水範囲などの情報を可能な限り早く把握することが求められる。半日から1日程度経過すれば、被害の全貌がヘリコプターなどによる調査によって明らかになってくるものの、半日までの間はリアルタイム観測情報に基づく予測に頼るほかない。本研究では、この実現を目的として、徳島県を対象としたデータベース検索型の津波浸水予測システムの開発を行っている。本システムの基本的な設計は気象庁の量的津波データベースを用いた津波警報システムに似ている。震源位置とマグニチュードを検索キーとして、予め構築しておいたデータベースから最適なシナリオを抽出し、予測結果を提示する。最大の違いは、津波警報は沿岸の津波高の予測にとどまっているが、本システムは最大浸水深分布と啓開が必要な道路まで予測する点にある。地図上に浸水分布を表示する必要があるため、プラットフォームはオープンソースのJoruriDmsを採用した。JoruriDmsは徳島県などですでに採用されている災害時情報共有システムで、GIS機能のみならず、災害時の自治体の対応をサポートする様々な機能を備えている。これまでに、南海トラフで発生するM6.5からM9.0のすべりの空間的不均質性のある程度考慮した約220断層シナリオを定義し、地形分解能約10mで徳島県全沿岸部を対象とした津波浸水計算を実施、結果をデータベース化した。シナリオ抽出は、ある震源とマグニチュードに対してどのシナリオを選ぶかを定義したロジックツリーを予め作り、リアルタイムで配信される気象庁防災情報XMLに基づいて行われる。さらに、これでは破壊域の広がり情報が欠如しているし、津波地震には対応できないため、一旦、震源とマグニチュードで検索した後、続報の気象庁防災情報XMLに掲載されている津波観測情報を基に、シナリオ再検索し、浸水予測を更新する機能も付け加えた。発表では本システムの詳細と、さらなる高度化に向けて、断層シナリオの拡充、検索アルゴリズムの高度化、地震津波観測監視システム（DONET）データの活用についての方針を紹介する。なお、本研究は総務省「G空間防災システムとLアラートの連携推進事業」の一部として実施されました。

キーワード：津波、即時予測

Keywords: Tsunami, Early prediction

津波シミュレーション結果の画像解析による特徴抽出

Feature extraction from result of tsunami simulation by applying image analysis

*山本 剛靖¹*Takeyasu Yamamoto¹

1.気象研究所

1.Meteorological Research Institute

津波伝播シミュレーションの結果を視覚的に表示する場合、津波の高さから等高線図や陰影図を描いたスナップショットや動画が用いられる。色で塗り分けられた等高線図は、大きな値をもつ領域（最大波）の把握は容易だが、それに比べて小さい局所極大値をもつ領域（最大波以外の波）までを視覚的に把握することは難しいことが多い。津波伝播シミュレーションの結果は格子上で得られるので、結果から特徴を抽出するに数値的に処理することが容易である。中田他(2015, JpGU)は、津波伝播シミュレーション計算により各計算格子で得られる水位の時系列波形をアレイ観測データと見立てて処理し、最大主要波群ごとに伝搬経路（波線）追跡することを試みた。本報では、地形解析や画像解析で用いられる手法を用いて、津波伝播シミュレーションの結果得られる格子上の水位分布から、波峰線などの特徴的形状を抽出することを検討した。

波の特徴的形状の一つとして波峰線を抽出する場合は、数値地形モデルから地形解析によって尾根線を抽出する手法を援用できると考えられる。そこで、4-近傍を用いたラプラシアンと3x3近傍格子のメディアンフィルターを応用した方法（岩橋、1994）を、地震（津波）発生から時間経過した後の水位分布に適用した。ラプラシアンを適用した場合は、閾値の設定に依るが、峰部を含む幅広い領域が抽出される一方、鞍部で抽出されにくい。メディアンフィルターを応用した方法では、波源周辺の波峰線を途切れなく抽出でき、海底地形の高まりなどによる屈折効果を反映した二次的な波峰線も区別できた。しかし、峰部ではないところも抽出されており、それらを除外するような別のフィルターを適用する必要があるが残されている。

日本海で発生したM7クラスの地震の津波断層モデルの検証

Validation for tsunami source model of large earthquakes occurred in the Sea of Japan

*室谷 智子¹、佐竹 健治²、原田 智也²*Satoko Murotani¹, Kenji Satake², Tomoya Harada²

1.国立科学博物館、2.東京大学地震研究所

1.National Museum of Nature and Science, 2.Earthquake Research Institute, the University of Tokyo

日本海で発生した1964年男鹿半島沖地震 (Mjma 6.9), 1971年サハリン西方沖地震 (Mjma 6.9), 1983年青森県西方沖地震 (Mjma 7.1) に対して, これまで室谷ほか (2015, JpGU; 2015, SSJ) によって, 遠地実体波インバージョンによる不均質すべりモデルや「日本海における大規模地震に関する調査検討会」(以後, 日本海検討会) によって得られている一様すべりモデルなどを基に, 津波波形を再現するための断層モデルの検討を行ってきた. その結果, 分散・非分散による計算や, 不均質すべり・一様すべりモデルによる計算において, それほど大きな違いは見られなかった. そこで本研究では, それらの断層モデルの妥当性を定量的に検証するため, 観測波形と計算波形の比較を行った. M7クラスとそれほど規模の大きい地震ではないため, 津波の後続波部分には, 検潮所の設置場所によっては, 湾内など地形的な影響を受けやすく, 波形の全体を比較することは難しい. そのため, Aida(1978, JPE)の評価方法にならい, 観測点*i*ごとの第一波と第二波の観測波形と計算波形の振幅比 $K(i) = \text{Obs}(i)/\text{Cal}(i)$ の幾何平均*K*と, そのばらつきを示す対数標準偏差*k*を検証に用いた.

1964年男鹿半島沖地震に関しては, 地震波インバージョンモデル, そのモデルより平均すべり量を大きく与えた一様モデル, すべり量の補正を行った日本海検討会モデルなどを含む6モデルに対して比較を行った. 地震波インバージョンで求めた断層モデル (断層サイズ: 50 km x 40 km, $M_0 = 1.5 \times 10^{19}$ Nm, 最大すべり量: 1.4 m, 平均すべり量: 0.2 m) の平均すべり量を大きくした一様すべりモデル (すべり量: 0.4 m) によって計算された津波波形が, 最もばらつきが小さく ($k=1.65$), 与えたすべり量も最もよく観測波形の振幅を再現した ($K=1.11$). 1971年サハリン西方沖地震に関しては, 地震波インバージョンモデル, そのモデルより平均すべり量を大きく与えた一様モデル, 走向を変えたモデルなど5モデルに対して比較を行った. 地震波インバージョンによって得られたモデル (断層サイズ: 50 km x 30 km, $M_0 = 1.3 \times 10^{19}$ Nm, 最大すべり量: 1.2 m, 平均すべり量: 0.2 m) が, 第一波, 第二波ともに相対的にはばらつきが小さかったが ($k=2.42$), 計算波形の振幅はかなり小さく ($K=2.41$), 与えたすべり量が小さすぎることを示している. すべり量を一様に 0.5mと与えた場合, ばらつきは少し大きい ($k=2.80$), $K=1.13$ と観測波形の振幅をよく再現した. 第一波のみを対象とした場合は, 地震波インバージョンモデル (走向329°) から走向21°と変更した2枚矩形断層 (北側断層サイズ: 30 km x 20 km, 平均すべり量: 0.2 m; 南側断層サイズ: 30 km x 20 km, 平均すべり量: 1.5 m) のばらつきが最も小さかった ($k=2.01$). 1983年青森県西方沖地震に関しては, 地震波インバージョンモデル, その一様すべりモデル, すべり量の補正を行った日本海検討会モデルを含む6モデルに対して比較を行った. 地震波インバージョンで求めた断層モデル (断層サイズ: 50 km x 30 km, $M_0 = 3.1 \times 10^{19}$ Nm, 最大すべり量: 2.2 m, 平均すべり量: 0.5 m) が, 最もばらつきが小さく ($k=1.64$), 与えたすべり量も比較的観測波形の振幅を再現した ($K=1.33$). しかし, 1971年の地震はかなりばらつきが大きいので, もう少し検証する必要がある.

謝辞: 本研究は, 文部科学省受託研究「日本海地震・津波調査プロジェクト」の一環によって実施されました. 日本での検潮所の記録は, 東京大学地震研究所の津波波形画像検索システムのデータを使用させていただき, サハリンでの検潮記録は, IMGGのG. Shevchenko氏とA. Loskutov氏にご提供いただきました.

キーワード: 日本海東縁部、津波波形解析、断層パラメータ

Keywords: eastern margin of the Sea of Japan, tsunami waveform analysis, fault parameters

南海トラフを対象とした確率論的津波ハザード評価のための津波予測解析

Tsunami simulations toward probabilistic tsunami hazard assessment in the Nankai Trough

*高山 淳平¹、鬼頭 直²、橋本 紀彦³、齊藤 龍¹、村田 泰洋¹、井上 拓也¹、村嶋 陽一¹、松山 尚典²、秋山 伸一³、中村 洋光⁴、平田 賢治⁴、藤原 広行⁴

*JUMPEI TAKAYAMA¹, Tadashi Kitou², Norihiko Hashimoto³, Ryu Saito¹, Yasuhiro Murata¹, Takuya Inoue¹, Yoichi Murashima¹, Hisanori Matsuyama², Shinichi Akiyama³, Hiromitsu Nakamura⁴, Kenji Hirata⁴, Hiroyuki Fujiwara⁴

1.国際航業株式会社、2.応用地質株式会社、3.伊藤忠テクノソリューションズ、4.防災科学技術研究所

1.KOKUSAI KOGYO CO., LTD., 2.OYO Corporation, 3.CTC, 4.NIED

防災科研は、日本全国の沿岸において想定される津波ハザードの確率論的な評価を行うための手法の検討を平成24年度から着手した（藤原・他、2013、JpGU）。全国をいくつかの地域に分け、それぞれの地域の沿岸全域の津波高さ（ハザード）を、日本周辺海域で津波波源となる可能性のある全ての地震を対象に津波予測計算し、確率論的に評価するものである（平田・他、2015、JpGU）。本研究では、南海トラフ沿いで発生する地震を対象に津波予測解析を実施し、鹿児島から千葉県までの沿岸での解析結果を整備したデータセットについて紹介する。

考慮する地震は津波を起こし得る地震を対象にしているため、海溝から沈み込むプレートの境界やその近くで発生する地震を主に扱うこととした。海域活断層についてはその正確な位置や過去の地震活動が調べられていないものが多いため現在別途検討中であり対象外とした。プレート境界やその近くで発生する海溝型の大地震に加え、プレート境界近傍で発生すると考えられる巨大地震や、震源の特定が困難な中小地震も対象とした。南海トラフ沿いの断層の種類は、長期評価で例示された南海トラフの地震をトラフ軸方向に6つ、プレート沈み込み方向に3つの計18領域に分割し、その組み合わせから想定震源域を、東海地域と南海地域のプレート境界が同時破壊する場合と、東海地域と南海地域に2つの地震が時間差を置いて発生する場合の15種類に分類した。その15種類の想定震源域に対し1442個の特性化波源断層モデルを設定した（遠山・他、2015、JpGU；平田・他、2015、地震学会）。その内訳は、①基本モデルの地震として、既往研究に基づき過去に起きた大地震の大すべり域の位置・形状を参照した24個、②拡張モデルの地震として、既往研究から推定される大すべり域以外の大すべり域を様々な位置に配置することで、すべり分布の多様性を考慮した1411個、③再現モデルの地震として、長期評価された地震のうち、宝永地震タイプ3個、南海地震タイプ2個と東南海地震タイプ2個である。また、15種類の想定震源域以外の70種類の震源域に対し2455個の拡張モデルも設定した。

これら3897波源を使い津波予測解析を実施した。震源域から沿岸域までを一括して計算するため、外洋から陸域に近づくほど細かい格子間隔となるように計算領域を細分化し、各計算領域の格子間隔を外洋部から順に1350m、450m、150m、50mで接続した。津波伝播解析の支配方程式として海底摩擦及び移流を考慮した二次元非線形長波理論式を考え、Staggered grid, Leap-frog差分法で解いた。境界条件としては、海域では完全無反射の透過境界を、陸域では遡上を考慮した。初期水位は、鉛直方向と水平方向の地殻変動成分を考慮し計算し、海底地盤変動量はOkada（1992）を用いて計算した。

このように実施した予測解析結果を、沿岸の最大津波水位のデータセットとして整備する。これらのデータセットは、不確実性の見積もりや不確実性を考慮した沿岸の津波ハザード評価の検討（阿部・他、2015、JpGU）で利用されるなど、確率論的な基礎研究などへ貢献できる。今後、幅広い利用促進に向けたデータベースの検討などにも取り組む。

本研究は、防災科研の研究プロジェクト「全国を対象とした津波ハザード評価」の一環として実施した。

キーワード：津波ハザード評価、津波解析、南海トラフ、データベース

Keywords: Probabilistic tsunami hazard assessment (PTHA), Tsunami simulation, the Nankai Trough, Database

波源断層モデルの多様性を考慮した南海トラフの確率論的津波ハザード評価

Probabilistic Tsunami Hazard Assessment along the Nankai Trough considering the diversity of earthquake fault models

*阿部 雄太¹、是永 真理子¹、秋山 伸一¹、松山 尚典²、村田 泰洋³、平田 賢治⁴、藤原 広行⁴

*Yuta Abe¹, Mariko Korenaga¹, Shinichi Akiyama¹, Hisanori Matsuyama², Yasuhiro Murata³, Kenji Hirata⁴, Hiroyuki Fujiwara⁴

1.伊藤忠テクノソリューションズ株式会社、2.応用地質株式会社、3.国際航業株式会社、4.防災科学技術研究所

1.ITOCHU Techno-Solutions Corporation, 2.OYO-corporation, 3.KOKUSAI KOGYO CO., LTD, 4.National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

防災科研において2012年度から開始した全国を対象とする津波ハザード評価業務「全国津波ハザード評価」の一環として、将来南海トラフ沿いで発生すると考えられる地震について、震源の多様性などの様々な不確実さを考慮した上で津波の危険性を定量的に評価するため、確率論的津波ハザード評価を実施した。

従来の南海トラフの地震の長期評価では、「ほぼ同じ領域で同様の規模の地震が繰り返し発生する」という固有地震モデルに基づいて評価されてきたが、2011年東北地方太平洋沖地震の発生を機に、地震調査委員会（2013）は発生し得る最大クラスも含めた地震の多様性を考慮した評価に改めた。同委員会は南海トラフの震源域をトラフ軸と平行方向に6つのセグメントに分けた上で、セグメント間の連動を考慮して15種類の想定震源域を例示している。我々はこれまでに、15種類の想定震源域に対してそれぞれすべり不均質パターンの異なる複数個の波源断層モデルを設定し（遠山ほか、2015）、数値計算によって沿岸での最大津波水位を求め、これに発生確率を設定して津波ハザード評価を実施した（平田ほか、2015、是永ほか、2015）。

同委員会の想定震源域は過去に南海トラフで発生した地震の震源域を元に例示されたものであるが、同委員会も認めているとおり、次の南海トラフの地震は例示された15種類の想定震源域とは異なるパターンで発生することも考えられる。すなわち、過去に発生が確認されていないような震源域パターンの地震も評価に含める必要がある。そこで、本研究では15種類の想定震源域に加えて70種類の震源域を新たに設定し確率論的津波ハザード評価を実施した。その結果、震源域の組み合わせの総数は85パターン、波源断層モデルは合計3928個となった。

各波源断層モデルで表される地震に対する重み設定方針は、まず15種類の想定震源域に対して、全国地震動予測地図2014年版（地震調査委員会、2014）における重み分配の考え方と同様に、過去に発生した地震を参照して重みを設定した。次に、想定震源域以外の地震の中で東西方向の連動領域数が3連動以上のものを、想定震源域の地震の一部と見なして重みを分配した。東西方向の連動領域数が2連動以下のものは、震源を予め特定するのが困難な地震として、GR則に基づいて発生確率を与えた。

最後に、評価結果の空間的な分布を得るため、全沿岸地点で津波高さのハザードカーブを計算し、ハザードカーブから30年超過確率の値を参照して沿岸最大津波水位の値を求め、ハザードマップを作成した。参照する30年超過確率の値としては、是永(2015)と同様の試みとして、南海トラフで発生する地震の30年発生確率を100%とした場合の50.0%、15.87%、2.28%に相当する値を選択した。これらの値は、南海トラフの地震による最大津波水位の条件付き確率密度分布が対数正規分布に従うと仮定した場合に、それぞれ対数正規分布の平均値、平均値+1 σ 、平均値+2 σ に相当する値である。

キーワード：津波ハザード評価、確率、南海トラフ、長期評価、津波解析

Keywords: tsunami hazard assessment, probability, Nankai trough, long-term evaluation, tsunami simulation