

(1) 実施機関名：

気象庁

(2) 研究課題(または観測項目)名：

沖合・沿岸津波観測等による津波の高精度予測に関する研究

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

(3-2) 地震破壊過程と強震動

イ. 強震動・津波の生成過程

(4) その他関連する建議の項目：

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

津波波源(地震断層運動;津波伝播計算に必要な初期値)に関する知識の蓄積・改善および、津波伝播過程の高精度再現を図る。

沖合津波観測データの津波予測への活用手法を検討するとともに、津波波源の推定手法に関する技術基盤を強化する。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

・地震津波の発生メカニズムに関する研究

検潮記録などの解析、比較的大きな津波の場合は沿岸津波痕跡調査、あるいは大地震直後の余震活動などの調査に基づき、過去の地震津波の、より現実的な津波波源モデル、すなわち津波発生メカニズム、を明らかにする。また、津波波源に関する知識の蓄積および改善を図り、現行の津波予報システムの改良に資する。

・津波伝播に伴う津波減衰特性の研究

過去観測された多数の津波後続波の検潮記録をデジタル化し、実際に観測された津波の減衰特性を類型化あるいは共通項の抽出を行うとともに、津波の減衰過程を予測するための理論的あるいは経験的な手法を構築し、適切な津波警報の解除に資する。

・沖合津波観測データを用いた津波予測手法の検討

主としてGPS波浪観測点における沖合津波観測データを活用し、観測点近傍の沿岸エリアに到達する津波の到来時刻および振幅を予測するための手法を構築する。また、GPS波浪観測も含め沖合津波観測技術・観測網の発展を踏まえて研究を進める。

(7) 平成 23 年度成果の概要：

・2004年12月のスマトラ島沖地震の巨大津波発生メカニズムを明らかにするため、今年度は、昨年度同海域において取得したマルチチャンネル反射地地震探査データの一次処理を実施した。現在までに得られた予察的な解析結果によれば、スマトラ北西沖外縁隆起帯の中央部にある分岐断層は最近も活動的である(すなわち2004年に活動した)可能性が高いと推測された。この予察的結果は、我々研究グループが提唱している巨大津波発生メカニズムの仮説を支持している。

- ・津波波源から海岸までの津波エネルギーの伝播過程を、波源形成、伝播経路、観測点近傍の各段階での効果のコンボリューションを用いて、津波の移動自乗平均振幅の時間減衰をモデル化した。
- ・2011年東北地方太平洋沖地震による津波浸水高の分布について、気象庁、各地気象台とともに実施した現地調査結果の概要を速報した。気象研究所では、茨城県と千葉県の調査の一部を担当した。
- ・2011年東北地方太平洋沖地震の津波波源域を、沖合の観測施設で観測された津波到達時刻からの逆伝播によって求め、震源の東側の海域に、地震に伴う海面上昇が大きい箇所があった可能性を指摘した。(図1)
- ・沖合津波波形の逆解析に基づく津波予測手法を、1944年東南海地震を想定した仮想沖合津波記録に適用し、津波波源域から離れた沿岸地域に対する津波予測には極めて有効であること、波源近傍の沿岸地域の予測精度を向上させるには、測地データ等との併合処理が必要になる可能性が高いことを示した。
- ・2011年東北地方太平洋沖地震津波に対して、沖合津波波形の逆解析に基づく津波予測手法を適用し、東北地方太平洋沿岸に実際の津波が到来する少なくとも5分前には、同地域への10mを超える大津波の襲来を予測できる可能性があることを示した。(図2)
- ・昨年度収録を開始した東海海底水圧計のデータを1年間分蓄積した。観測精度や誤差評価するために、季節変動の効果を考慮しつつ、同海底水圧計のデータの解析処理を開始した。
- ・新型海底水圧計用のデータ収録・制御装置などの試作を行った。また、昨年度整備した水晶発振式水圧センサーおよび今年度試作したデータ収録・制御装置の評価のために陸上試験観測を開始した。

(8) 平成23年度の成果に関連の深いもので、平成23年度に公表された主な成果物(論文・報告書等) :

- Hayashi, Y., H. Tsushima, K. Hirata, K. Kimura, and K. Maeda, 2011, Tsunami source area of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake determined from tsunami arrival times at offshore observation stations, *Earth Planets Space*, 63, 809-813.
- Tsushima, H., K. Hirata, Y. Hayashi, Y. Tanioka, K. Kimura, S. Sakai, M. Shinohara, T. Kanazawa, R. Hino, and K. Maeda, 2011, Near-field tsunami forecasting using offshore tsunami data from the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, *Earth Planets Space*, 63, 821-826.
- Tsushima, H., R. Hino, Y. Tanioka, F. Imamura, and H. Fujimoto, 2012, Tsunami waveform inversion incorporating permanent seafloor deformation and its application to tsunami forecasting, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2011JB008877, in press.
- Ito, Y., T. Tsuji, Y. Osada, M. Kido, D. Inazu, Y. Hayashi, H. Tsushima, R. Hino, and H. Fujimoto, 2011, Frontal wedge deformation near the source region 1 of the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Geophysical Research Letters*, 38, L00G05, doi:10.1029/2011GL048355.
- Ohta, Y., T. Kobayashi, H. Tsushima, S. Miura, R. Hino, T. Takasu, H. Fujimoto, T. Iinuma, K. Tachibana, T. Demachi, T. Sato, M. Ohzono, and N. Umino, Quasi real-time fault model estimation for near-field tsunami forecasting based on RTK-GPS analysis: Application to the 2011 Tohoku-Oki Earthquake (Mw 9.0), *Journal of Geophysical Research*, doi:10.1029/2011JB008750, in press.
- 林 豊・越村俊一・今村文彦, 2011, 遠地地震津波の減衰予測のための MRMS 振幅の時間減衰モデル, *土木工学論文集 B2 (海岸工学)*, B2-67(2), 216-220.
- 林 豊, 2011, 津波警報を解除するタイミングに関する研究の現状と展望, *験震時報*, 75, 印刷中.
- 林 豊・対馬弘晃・平田賢治・木村一洋・前田憲二, 2011, 沖合津波観測値からの逆伝播で推定した平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の津波波源域と顕著な海面隆起箇所, *地震予知連絡会会報*, 印刷中.

(9) 平成24年度実施計画の概要 :

- ・スマトラ島北西沖海域で昨年度取得した反射法地震探査データなどの解析・解釈のとりまとめ、および、その津波発生メカニズムの関係についての検討を行う。

- ・津波減衰特性を解析する手法を 2011 年東北地方太平洋沖地震に適用して、巨大津波の減衰過程の特性も説明できる時間減衰のモデル化を行う。また、時間減衰モデルを津波警報の解除のタイミング判定へ活用する方法の改良を進める。
- ・沖合津波観測値と沿岸での観測値の関係についてこれまでに求めた経験式は、M9 級の巨大地震による津波を全く含まないデータセットから導出されている。2011 年東北地方太平洋沖地震による津波の観測値を用いてこの経験式の有効性を検証するとともに、沖合の観測値から沿岸の津波振幅を経験則により予測する手法が巨大地震津波にも適用できるよう、改良を行う。
- ・沖合津波波形の逆解析に基づく津波予測手法については、地震直後の地震動や地殻変動等の即時解析に基づく初期水位分布および津波予測値を、沖合津波波形データを活用して逐次修正・更新する手法を提案し、東北太平洋沖地震等の実記録に適用してその有効性を検証する。
- ・これまで開発した津波予測手法の性能を詳細に評価するため、2011 年東北地方太平洋沖地震の前震 (M7.4) による津波など、過去事例への適用および仮想地震を用いた数値実験を実施する。
- ・海底水圧計が含む津波観測値の精度の評価作業を継続する (東南海データ含む) 。
- ・水晶発振式水圧センサーおよび高精度水温計の観測抗内部での特性評価試験を実施する。

(10) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

地震火山研究部

他機関との共同研究の有無 : 無

(11) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名 : 気象研究所企画室

電話 : 029-853-8536

e-mail : ngmn11ts@mri-jma.go.jp

URL : <http://www.mri-jma.go.jp/>

(12) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名 : 前田憲二

所属 : 気象研究所地震火山研究部

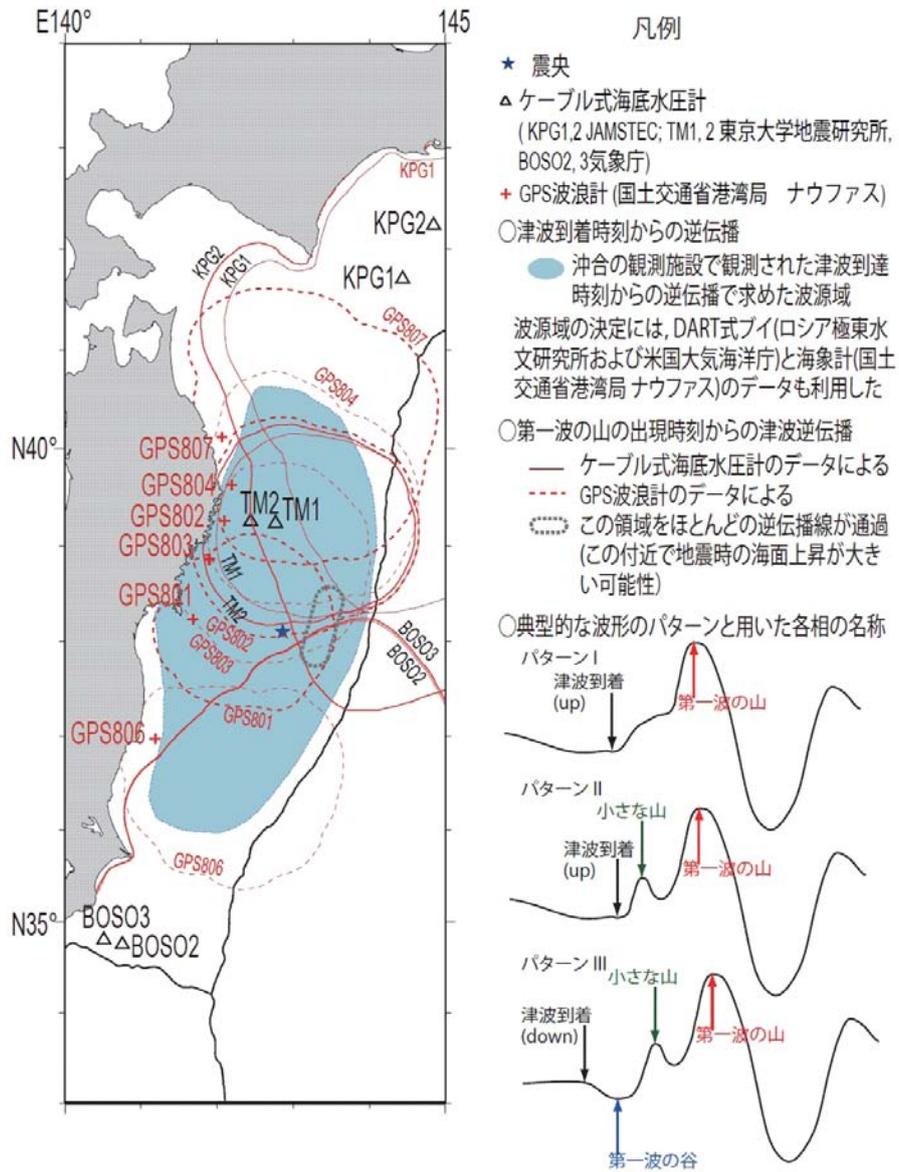


図1 沖合の観測施設での津波到達時刻からの逆伝播で求めた2011年東北地方太平洋沖地震の津波波源域(Hayashi et al. (2011) と林・他 (2011) の図をもとに作成)

20 minutes after the earthquake

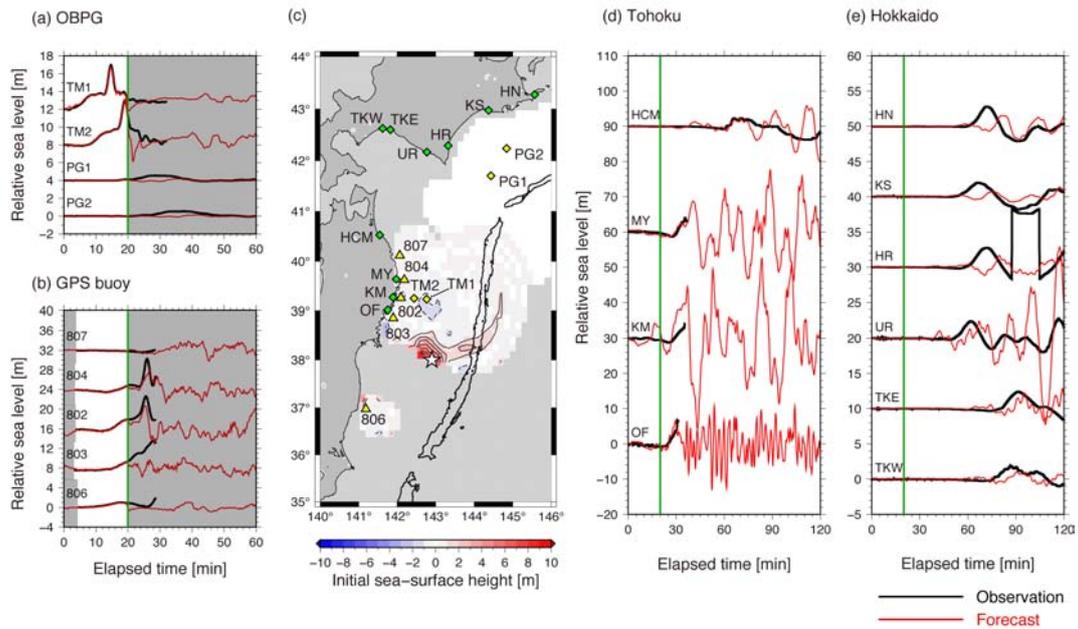


図2 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波に対する地震発生後20分の時点での予測結果 (Tsushima et al., 2011)

(a) : ケーブル式海底水圧計、(b) : GPS 波浪計における観測波形 (黒線) と計算波形 (赤線) の比較。(c) : 逆解析により推定された初期波高分布。推定値をカラースケールおよびコンタ (1 m 間隔) で示した。(d) および (e) : (c) に示した波源から波形合成した予測津波波形 (赤線) と観測津波波形 (黒線) の比較。(d) が東北地方北部、(e) が北海道の太平洋沿岸における津波観測点での比較。(a)、(b)、(d)、(e) の緑線は予測を行う時刻を示す。(c) の星印は震央位置を示し、逆解析におけるダンピング拘束の基準位置として用いた。