

II-43

2004年スマトラ島沖地震津波によるタイ南西部での
津波高を説明できる津波モデルの検討

秋田大学 学生員 ○鈴鹿 陽 正員 高橋智幸 正員 松富英夫

1. 研究目的

2004年12月26日にインドネシアのスマトラ島北部沖を震源とするマグニチュード9.0の巨大地震が発生した。この地震に伴う津波はインド洋を囲む広い範囲に來襲し、各地に甚大な被害をもたらした。今回の地震津波の特徴として、本震の断層の長さが1000km程度であったこと、多くの場所で2波目の津波が大きかったなどの現地での証言が挙げられる。当初は本震より500km程度の断層のみが破壊したと考えられたが、24時間余震分布や地震波解析の結果から破壊された断層がさらに北側にも存在する可能性が出てきた。

そこで本研究では、各研究機関から発表されている断層パラメータを基にして決定した津波モデルで数値計算を実施し、タイ南西部での現地調査結果と比較することにより、今回の津波発生メカニズムの解析を行った。

2. 現地調査結果から分かる津波の特徴

地震発生後、秋田大学、京都大学、港湾空港技術研究所、電力中央研究所、及びタイの研究者により構成された国際合同調査が実施され、図-1のような潮上高の分布が得られている（松富ら、2004）。タイ南西部においてはKhao Lakで6～10m、Phuket島西岸で3～6m、Phuket島東岸で1～3mの津波が來襲している。Phuket島の東方に位置するPhi Phi島でも4.5～6mの津波が來襲している。また、現地での多数の証言により、最初に引き波が起きていたこと、1波目よりも2波目の方が高い津波であったことが分かっている。今回の地震はインド洋プレートの沈み込みに伴い発生した低角逆断層のイベントであるため震源付近では海底が隆起し、その東側では沈降したと考えられる。したがって、最初に引き波が起きたという証言はプレートテクトニクスのにも妥当である。

タイ南西部における津波高についてみると、北部のKhao Lakには10mを越える津波が來襲している。それも含めKhao Lakには全体的に高い津波が來襲しているが、Khao Lakの南方に位置するPhuket西岸では最大でも6m程度の津波となっている。この津波高分布がタイ南西部における最も顕著な特徴であり、本稿の数値解析においても重視すべきものである。

3. 数値解析

地形条件はアラスカ大学GINA提供の30秒メッシュの地形データを1分メッシュに修正したものを用いた。

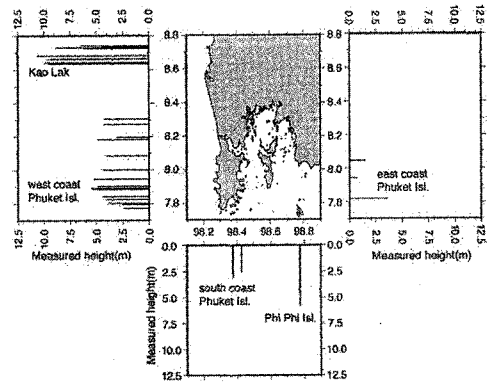
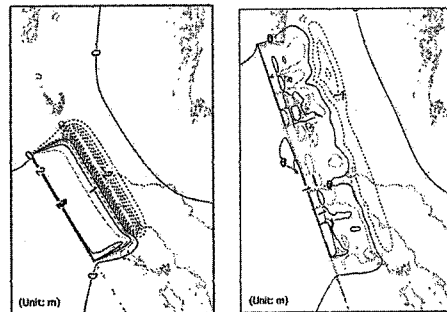


図-1 現地調査結果



(a) HEL-1

(b) HEL-7

図-2 初期条件

計算範囲は南緯2度～北緯18度、東経85度～100度、波源はMansinha and Smylie (1971) のモデルを用いて、各研究機関が発表している断層パラメータを計算した。数値計算は線形長波理論を球座標上において Staggered Leap-frog 法によって差分化し、境界条件は陸側を鉛直壁、海側を自由透過とした。時間ステップは5秒、再現時間を6時間と設定した。

数値計算にはHarvard大学のCMT解を参考に震源位置、走向、傾き、すべり角、地震モーメントを決定した津波モデルHEL-1（図-2a）と、EIC地震学ノートNo.161+（2005）のHEL-7（図-2b）～HEL-13を使用した。

4. 計算結果

本研究で得られた結果は以下の通りである。

(1) HEL-1, 7, 12, 13による津波高分布を比較した結果を図

-3 と 5 に示す。スマトラ島北沖から Nicobar 諸島付近の海面変動が Phuket 島に來襲する津波へ大きな影響を与えることが判明した。(2) HEL-7 と 8 による津波高分布を比較した結果を図-4 に示す。現地調査による遡上高の分布を再現するためには 24 時間余震分布全域での破壊が必要であることが判明した。しかし、Khao lak における 10m を越える遡上高を再現するためには、北側のすべり量をより大きくする必要があることが示された。(3) HEL-7, 9-11 による津波高分布を比較した結果、タイ南西部へ來襲する津波に関しては破壊伝播速度の影響は小さいことが判明した。(4) 北部と南部での特徴的な例として Nay Yang と Patong の水位の時間波形を図-6 示す。Phuket 島西海岸において、到達時間や引き波初動は再現された。第 2 波が第 1 波より大きかったという現象は北部では再現されたが、南部では再現されなかった。また、南部に比べて北部では第 1 波の波長が長かったことが示された。(5) 津波伝播の可視化より、Khao lak で局所的に高い津波の原因は、沖にある Similan 諸島周辺の浅海域における津波エネルギーの捕捉であることが判明した。(6) Kuraburi と Ta Phao Noi での検潮記録と計算結果を比較した結果、両地点の計算結果とも、検潮記録と同様に引き波初動が見られた。引き波の到達時間を比較すると Kuraburi については計算結果とはほぼ一致したが、Ta Phao Noi については計算結果がやや早くなった。引き波から押し波に転じる時間を比較すると、両地点とも計算結果の方が検潮記録と比較して時間がかかった。2 地点の引き波の到達時間差 (Kuraburi の引き波の最大時 - Ta Phao Noi の引き波の最大時) は、計算結果の方が約 10 分ほど大きかった。また、引き波と押し波の津波高については、Kuraburi では計算結果が過大評価となり、Ta Phao Noi では計算結果が過小評価となった。

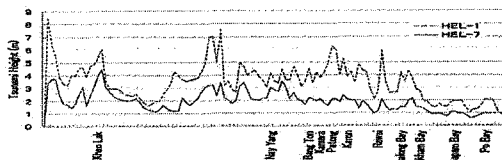


図-3 地震直後に発表された地震モデルと現時点での最新モデルによる比較

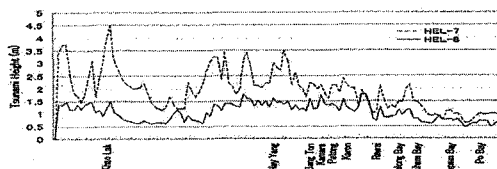


図-4 24 時間余震分布全域及び南側のみの破壊との比較

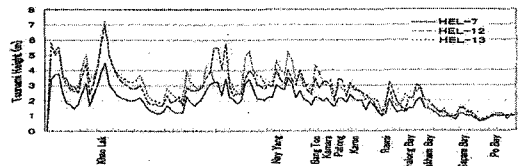
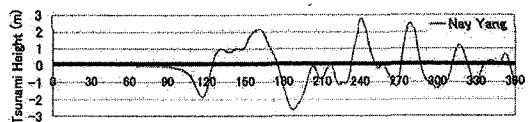
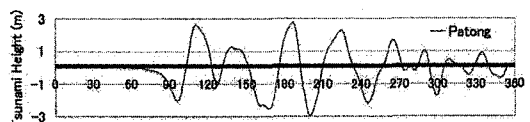


図-5 Nicobar 諸島付近の滑り量がタイ南西部に來襲する津波へ与える影響



(a) Nay Yang



(b) Patong

図-6 水位の時間変化

本稿で行った解析の範囲においては、タイ南西部へ來襲した津波を説明するためのモデルとして現時点で最も再現性の良いものは HEL-12 である。しかし、本イベントはインド洋全域に來襲した巨大な津波であるから、タイ南西部のみの解析だけで、その全体像を決定することは不可能である。今後は、タイ南西部以外の地域での調査データも踏まえたモデルの改良が必要である。

【参考文献】

- 松富英夫・高橋智幸・松山昌史・原田賢治・平石哲也・Seree Supartid (2005): タイの Khao Lak と Phuket 島における 2004 年スマトラ島沖津波とその被害, 海岸工学論文集, 第 52 巻.
- 山中佳子 (2005): EIC 地震学ノート No. 161+
- 12 月 26 日のインドネシアの地震 (Ms9.0), http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/2004/EIC161a.html, 参照 2005-5-18.
- Geographic Information Network of Alaska, Univ. of Alaska: <http://www.gina.alaska.edu/>, 参照 2005-5-18.
- Harvard Seismology: Centroid Moment Tensor Catalog, <http://www.seismology.harvard.edu/CMTsearch.html>, 参照 2005-5-18.
- Mansinha, L. and D.E.Smylie. (1971): The displacement fields of inclined faults, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 61, No 5, pp. 1433-1440.