

目撃証言によるスリランカ南西部での 津波到達時刻

井上修作¹・Anil C. WIJEYEWICKREMA²・関口徹³

¹東京工業大学大学院総合理工学研究科教務職員
(〒226-8502 神奈川県横浜市緑区長津田町4259)

E-mail: shusaku@enveng.titech.ac.jp

²東京工業大学大学院理工学研究科助教授 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1)

E-mail: anil@cv.titech.ac.jp

³東京工業大学大学院理工学研究科博士課程 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1)

E-mail: tsekiguc@mail.arch.titech.ac.jp

2004年12月26日インドネシアスマトラ島沖でM9の地震が発生し、それによって引き起こされた津波がインド洋周辺諸国に多大なる被害を及ぼした。我々は、地震発生から4日後にスリランカに入国し、スリランカ南西部で現地調査を実施し、現地を目撃証言から得られた記録を元に津波到達時刻を推定した。その結果、スリランカ南西部では、最大波高を示す津波の前に、一波、ないし二波の津波があり、最大波高を示す波は9時～11時にかけて南東から南西に沿って伝播していた。

Key Words : tsunami, Sri Lanka, tsunami arrival time, Sumatra earthquake

1. はじめに

2004年12月26日インドネシアスマトラ島沖でM9のプレート間地震が発生し、それによって引き起こされた津波がインド洋周辺諸国に多大なる被害を及ぼした。今回の地震と津波による死者・行方不明数は30万名以上に上っている。特に被害者が多かったのは、順にインドネシア、スリランカ、インド、タイであったが、筆者らは、地震発生から4日後にそのうちの一つスリランカに入国し、津波被害の現地調査を実施した。本稿では、その調査結果を報告する。

2. 地震の概略

スマトラ地震津波については各研究機関が概要について速報をWebページで公開している¹⁾ので、詳細な説明は割愛し、ここでは概略だけを述べる。

2004年12月26日 00:58:53(UTC) (震源のローカル時間で07:58:53)にM9の地震が発生した。震源は北緯3.3度、東経95.9度、深さ30kmにあり²⁾、図-1に八木によって提案されている断層モデルの地表面投影図を示す³⁾。八木のインバージョン解析によると、スマトラ島北部で最大すべり量が18mにも及ぶ巨大な断層が求められており、また、これとは別にさらに北側に超長周期の地震波を発したと考えられる断

層があることも予想されている(図点線部)。図-1斜線部分は津波による被害が特に大きかった地域⁴⁾であるが、この被害地域との関係から見ても、点線部分に津波発生に大きく寄与した断層があったものと考えられる。

なお、今回調査を行ったスリランカは、震源から西に約1500km離れたところに位置しており、地震による被害はもちろんのこと、揺れを感じることもほとんどなかった。

3. 調査の目的

大地震が発生した場合と同様、最近では津波が発生すると数日のうちに津波シミュレーション結果が公開される。これらの妥当性を確かめるためには、現地の津波遡上高さや津波波高、津波到達時刻の情報が必要となる。検潮所が設置されていれば、得られた検潮記録から津波到達時刻や津波波高が求められるが、スリランカでは十分に設置されていないのが現状であった。

今回の調査では特に津波の到達時刻に着目した理由は、遡上高さや津波波高は、津波によって押し流された植生などを追うことによってある程度時間が経過した場合でも調査を行うことが可能であるが、津波到達時刻に関しては、目撃者の記憶が確かな内に証言を収集する必要があるため、今回の調査は幸いに

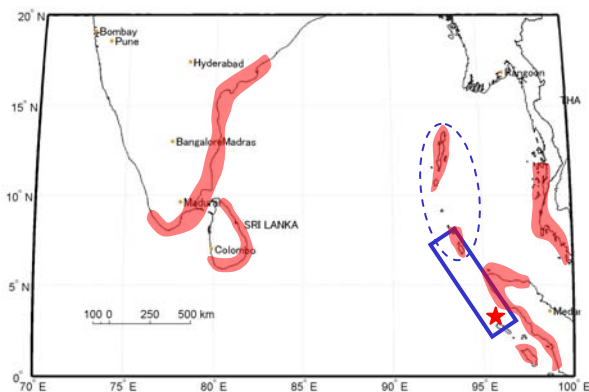


図-1 震源位置(★)と震源断層の投影図を示す。斜線の網掛け部分は津波による被害が大きかったと予想される地域。点線部分で、超長周期波を放出した断層があったと予想されている。

も地震発生数日後の早い時期に調査を開始できたためである。

また、津波の痕跡記録などからは、最大波高を示した津波のみが強調される。しかし、実際の津波は、最大波高を示す一波のみの現象ではなく、第一波、第二波、第三波と連続した現象であり、最大波高を示すのは、その中の一つに過ぎない。また、最初に津波が押しで始まったのか、それとも引きで始まったのか、ということも重要な情報である。これは、震源域での津波生成メカニズムに関係してくる問題であるが、これに関しても、地震発生後の目撃情報によるところが大きい。

以上のことから、今回の調査では、津波被害の状況調査と、津波の目撃証言を収集し、津波の到達時刻を把握することを主要な目的とした。

4. 調査期間と調査経路

津波が発生した翌日の27日夜にスリランカで現地調査を実施することが決定し、29日に出国した。スリランカ渡航期間は2004年12月29日から2005年1月5日の計8日間であった。被害地域を調査できたのは2日間で、具体的には12月31日にColombo市からGalle市まで、翌1月1日にGalle市からHambantota市まで被害地調査と聞き取り調査を行った。他の日はColombo市周辺で調査や打ち合わせを行った。

被害地域を調査した12月31日から1月1日の2日間の時間経過と調査経路を図-2に示す。12月31日はRuhuna大学のGalleキャンパスで一泊を過ごした。調査チームは、日本からの筆者ら3名とスリランカからの2名の計5名で結成された(図-3)。スリランカからの2名はMoratuwa大学のGunaratna博士とMonoj氏である。運転手とバンをレンタルし、上記の日程すべてをこのメンバーで調査した。

スリランカでは、海岸沿いに大きな国道が整備されており、この国道に沿って調査を行ったが、津波

によって寸断されている箇所や内陸部を經由してい

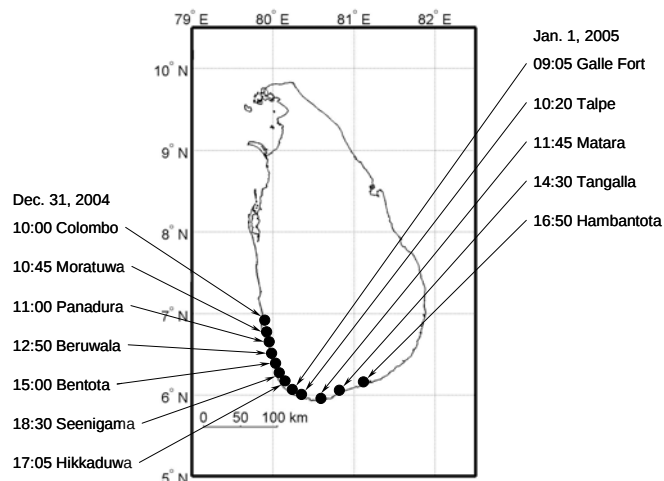


図-2 スリランカ南西部の被害地域の調査経路とその調査時刻



図-3 調査メンバー。左から、ドライバー、Monoj氏、井上、Gunaratna博士、Wijeyewickrema。後ろに見えるのが調査で使ったバンである。

る箇所では調査を行うことができなかった。図-2でSeenigamaとHikkaduwaの調査時刻が前後逆転にしているのは、その手前で津波によって通行止めとなっていたためである。また、Hambantotaで調査が終わっているのも、南西部を走る国道がHambantotaから内陸に入ってしまうからである。

5. 津波被害の概要

津波の被害は広範囲にわたっており、すべてをひとくくりで記述することは難しい。全体的な傾向としていえることは、被害は南下するに従って大きくなり、陸域数百mの範囲で被害が見られる。しかし、海岸線に沿って、被害状況が一樣に見られるということではなく、被害の大小が近隣地域でも見られた。住居の被害は、主に無筋のレンガ造りや木造家屋などで見られ、これらの住居は津波によって完全に壊されていることを度々目撃したが、同被害地域であっても近代的な建物は構造的な被害は受けていないように思われた。また、構造物の被害は、津波の波

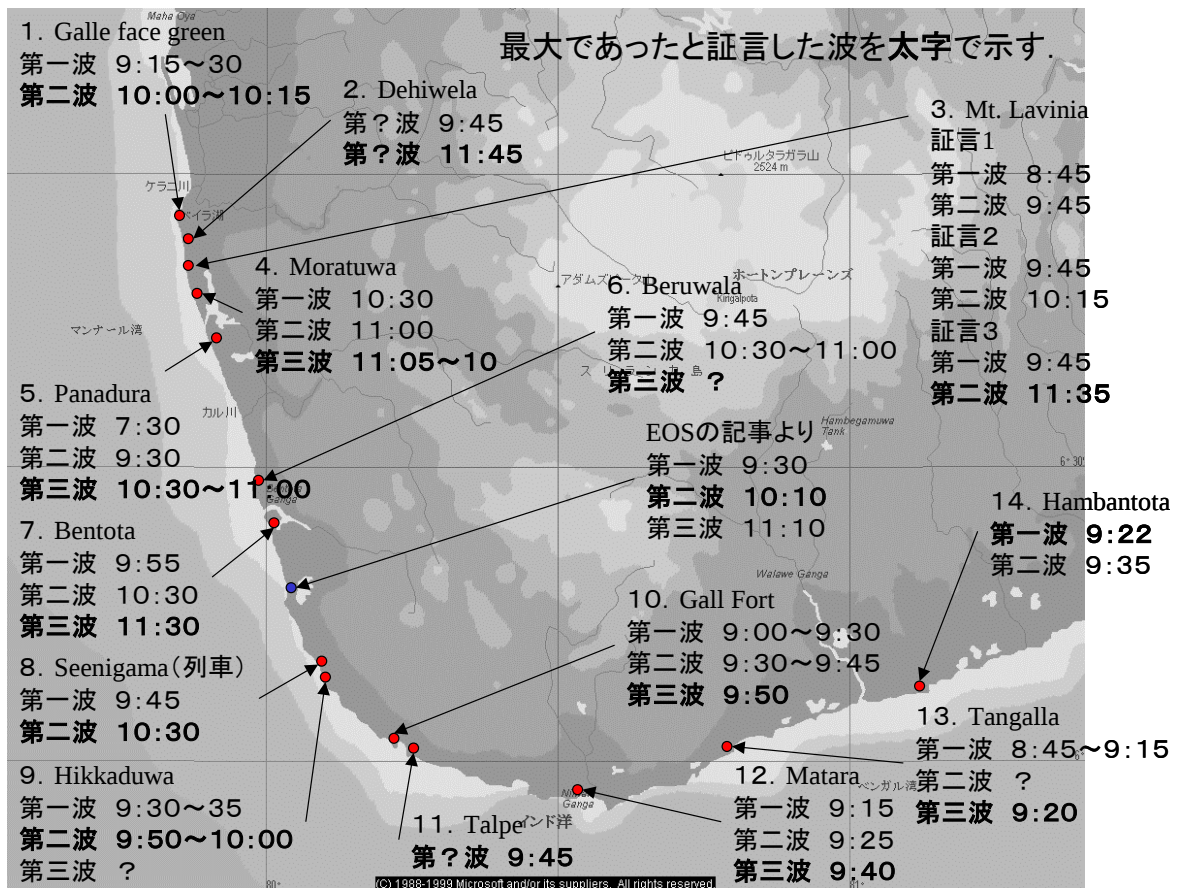


図-4 目撃証言によって得られた、津波の到達時刻。図中にはEOSの記事に記載されていた目撃証言も記載している⁵⁾。

庄によるものと、津波によって流されてきた浮遊物による被害とに分けられると考えられるが、これらの区別は困難であった。

鉄道が海岸沿いに整備されているが、線路が完全に流されている箇所がいくつか見られ、また枕木の下に砂利が流されている状況を度々目撃した。海岸沿いの幹線道路は、津波によって倒壊した建物や土砂堆積物に覆われたため、寸断されている箇所があったが、道路が崩壊に至っている現場は目撃することがなかった。構造物の被害もさることながら、津波によって流されてきた土砂堆積物やその他雑多な残骸の除去作業が大変そうであった。

6. 目撃証言と津波到達時刻

最初に述べたように、今回の調査では、目撃者の記憶が新しいうちに、目撃証言を収集することが一つの目的であった。しかし、得られた目撃証言は、必ずしも正確とは言えず、図-4に目撃証言による津波到達時刻を示すが、この図にも到達時刻にばらつきが見られる。ばらつきが大きい原因としては、以下のことなどが考えられる。

- ① 時計の有無と感覚に頼った時間把握
時計などの正確に時間を計るものを見ていない

め、どうしてもおおまかな時間把握となり時間がばらつく。また、目撃証言のなかには、第一波の到達時刻を証言した後、第二波は何分後、第三波はさらに何分後といった、自分の感覚を基にした証言もあった。

- ② すべての波を見ていない。

内陸部にいた人や、少し高台にいた人は第一波を見ていない可能性が考えられる。逆に最大波高を示す波が来る前に逃げたために、それを見ていないということも考えられる。目撃証言による第一波や最大波はその人の体験に基づくものであって、必ずしも実際の第一波や最大波とは一致しない。

以上のように、目撃証言による到達時刻にはばらつきが見られるが、得られた証言情報を整理すると、以下のような津波像が推察される。

津波は、最大波高を示す波の前に、一波、ないし二波あったようである。それぞれの周期は大まかには南西部では30分~1時間と長い、南東部では20~30分と短くなる。第一波は押し波で波高は小さく、その後海岸線が1kmほど沖に引き、その状態が30分ほど続く。大きな第二波が押し寄せ、第一波目と同様に大きく引いた後、最大波高を示す第三波が到来した。最大波高を示す波は、南東部に近いほど、第三波目から第二波目へと移行していき、その到達時

刻は南東部で9時、南西部で11時ごろとなっている。それぞれの波高は約5, 6m程度であったものと推測されるが、これに関しては目撃証言と筆者らの目測によるものである。付録に得られた目撃証言を書き記す。

7. 結論

スリランカ南西部の津波被害調査を実施し、目撃証言による津波到達時刻をまとめた。その結果、スリランカ南西部では、最大波高を示す津波の前に、一波、ないし二波の津波があり、最大波高を示す波は9時～11時にかけて南東から南西に沿って伝播していた。

謝辞：今回の調査は、21世紀COEプロジェクト「都市地震工学の体系化と展開（代表者：大町達夫）」の支援を受けて実施された。また、スリランカ Moratuwa 大学の Gunaratna 博士、Manoj 氏には多大なるご協力を頂いた。記して謝意を表する。

付録：目撃証言

- a) 場所：Mt. Lavinia beach, 職業：主婦, 女性, 年齢：40歳くらい, 証言内容：8:45に第一波は押しで始まった。30mくらい陸にはい上がり, その高さは2mほど。その後, 波が引き, 30分ほど引いた状態であった。引いた距離は, 1.5kmほど沖でリーフが見えた。第二波は, 9:15に押しで陸域70mほどまで押し寄せた。高さにして5mほど。9:45に波が引き正常に戻る。
- b) 場所：Mt. Lavinia beach, 職業：警備員, 年齢：50歳くらい, 性別：男性, 証言内容：9:45に第一波は押しで始まった。第二波は10:15に押し。10:45に正常に戻る。
- c) 場所：Mt. Lavinia beach, 男性, 年齢：80歳くらい, 証言内容：9:45に第一波は押しで始まった。第二波は11:35で最大の波だった。約6m。
- d) 場所：Moratuwa, 年齢：30歳くらい, 女性, 証言内容：10:30に第一波は押しで始まった。高さ約2, 3m。その後, 波が1kmほど沖に引いた。第二波, 11:00に押し波が来て, 家の反対側の道まで波が来た（50mほど陸域）。その後, 引き波はなく, そのまま波（海水）が留まった。第三波は第二波の5分から10分後に来襲した。第三波が最大の波であった。その高さは5mくらいであった。
- e) 場所：Panadura, 年齢：50歳くらい, 男性二人, 証言内容：第一波は7:30で非常に小さいものであった。第二波は9:30に押しで始まり, 一波目より大きい波が来た。その後, 10:00に引きが始まり1kmほど沖に引いた。その時間は約30分間であった。第3波は10:30～11:00に3mの波が来た。そして, 波がしばらくとどまった。
- f) 場所：Beruwala Fishery Harbor, 年齢：40歳

くらい, 男性, 証言内容：第一波は9:45に押しで始まり, 波高は1.5mほどでその後, 波が引いた。第二波は10:30～11:00にやって来て, その後, 引き1kmほど沖に戻った。引き波の流れは非常に速かった。第3波は最も大きい波で, 波の色は茶色く, 泥の臭いにおいがした。

- g) 場所：Bentota南, 年齢：20歳くらい, 男性, 証言内容：第一波は9:55押し始まり30mほど陸域に浸水した。押しの波は4回ほど波が壊れながらきた。その後10:00に500mほど引いた。第二波の押しは10:30で, 波が砕波しながら襲ってきた, 波高は3mほど。嫌なにおいがした。第三波は11:30で, 最も大きい波であった。第三波によって小屋の屋根が壊された。波高は5mくらいで, 国道まで浸水するほどであった。
- h) 場所：Hikkaduwa, 年齢：30歳くらい, 男性, 証言内容：第一波は9:30～35で押し波であった。海水は泥っぽく色は茶色。波高は3mくらい。その5分後, 引き波が始まり300mほど先の岩が見えた。第二波は9:50～10:00で, もっとも強い波であった。第一波と同じくらいの波高であったが, 衝撃の強さが第一波目に比べ大きかった。第三波はあったが, 小さくてほとんど見えない。
- i) 場所：Seenigama, 年齢：15歳くらい, 男性, 年齢：40歳くらい, 男性2人, 証言内容：第一波は9:45で, この波で電車が脱線した。第二波は10:30で, この波で電車が転倒した。最も大きい波であった。
- j) 場所：Galle Fort, 年齢：40歳くらい, 男性, 証言内容：第一波は9:00～9:30に押しで始まり, 波高は2, 3mくらいであった。その後, 波が1kmほど沖に引いた。第二波は9:30～45で, 波高は同じく2, 3mほどであったが, 引き波はなく, 第三波は10:00前, 第二波から5分後くらいにすぐに来た。もっとも大きい波であった。
- k) 場所：unawatuna, talpeの近く, 海岸線から離れたところに住んでいる住人数名, 証言内容：9:45に最も大きい波が来た。道路から3mほどの高さ。タンクローリーが流された。
- l) 場所：Matara, 年齢：20～30歳くらい, 男性, 職業：教会で働いている, 証言内容：第一波は9:15に押しで始まり, 波高は4～5mほどであった。その5分後, 引き波が始まり, 1kmほど沖のほうに波が引いた。第二波はさらに10分後, 3mほどの高さであった。続いて, 波が引き, 第一波の引きに比べて半分くらいの戻り方（500mほど）であった。第三波はさらに10～15分後で, もっとも大きい波であった。波高は4～5mほど。
- m) 場所：Tangalla東, 年齢15歳くらい, レストランの息子, 証言内容：第一波は8:45～9:15で, 約5分後に500mほど, 波が引いた。第二波は写真を撮りにいってよく分からない。その後, 9:20頃にもっとも大きな第三波が来た。

- n) 場所：Hambantota港，バス停の時計は9:22でストップしていた。
- o) 場所：Hambantotaバス停前，年齢40歳くらい，男性，証言内容：第一波がもっとも大きかった。波高は10mほどであった。波が約1.5kmほど沖まで引いたが第二波はとして大きい波は来なかった。第二波はゆっくりもどってきて9:35分頃，普通の海岸線にもどった。
- p) 場所：Hambantota海岸沿い，年齢：60歳くらい，男性，証言内容：第一波は9:10で最も大きい波であった。道を越えて反対側まで波が浸水した。10mほどある，やしの木を越えた。波は静かに上がって来て，突然大きくなった。半島は緑に覆われていたが，津波によって下半分は茶色になった。
- q) 場所：Galle face green, Colombo, 男性，証言内容：第一波が9:15～30に来た。第一波は海岸線沿いの壁の半分ぐらいまで上がってきた（約1 m）。そのまま，15分ほど波が留まっていた。30分ほど波が引いたあと，10:00～10:15に第二波が来て，その波高は3 mほどであった。
- r) 場所：Dehiwela Canal Bridge, 年齢：50歳くらい，男性，証言内容：9:45頃から，小さい波

が20分間隔でやってくる感じで，二，三波に一回は大きい波がやってきた。11:45に最も大きい波がやって来て，橋げたの下部に水面がふれた。

参考文献

- 1) 京都大学防災研究所：2004年12月26日インド洋地震津波災害，<http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/sumatra/index-j.html>.
- 2) USGS : Magnitude 9.0 - SUMATRA-ANDAMAN ISLANDS EARTHQUAKE, <http://earthquake.usgs.gov/eqinthenews/2004/usslav/>.
- 3) 八木勇治：2004年12月26日 北スマトラ沖で発生した地震について，<http://iisee.kenken.go.jp/staff/yagi/eq/Sumatra2004/Sumatra2004-j.html>.
- 4) Guardian Unlimited : Worst Affected Areas, <http://www.guardian.co.uk/graphic/0,5812,1380083,00.html>.
- 5) Chris Chapman: The Asian Tsunami in Sri Lanka: A Personal Experience, EOS, Vol. 86, Num. 2, pp. 13-14, Jan. 11, 2005.

(?.?.? 受付)