

インド南東部におけるインド洋大津波の現地調査と数値計算について

原田 賢治*

1. はじめに

2004 年スマトラ沖地震津波はインド洋を横断し、インド東岸に襲った。沿岸部では、甚大な被害をもたらされ、現在もその影響を残している。津波の来襲状況および被災状況を把握する事を目的とし、津波が来襲したインド南東部における現地調査を実施した。さらに、津波数値シミュレーションによるインド南西部におけるインド洋大津波の来襲の特徴について検討を行っている。本稿はその中間報告を行うものである。

2. 現地調査

2005 年 9 月 21 日から 28 日までの期間に、神戸大学の調査隊（沖村孝：教授，鳥居宣之：助手，中村幸一：学生）と共に、インド南東部の TAMIL NADU 州沿岸部の津波の来襲状況および被災状況を調査した。調査地点は、北から Plicat, Ennore, Channai (Madras), Mahabalipuram, Pondicherry, Cuddalore, Pichchavaram を中心とした地域である。まず、津波による被災直後に現地調査を行っている Anna 大学，インド工科大学（IIT, Madras）から津波来襲直後の情報提供を受け、今回の現地調査に対する調査協力も得た。現地調査では、津波の来襲状況および被害状況のヒアリングを行い、津波による被害状況の調査を行った。

(1) 海岸地形による影響

Ennore の漁村において、周囲より 2~3m 標高が高くなっている地区では津波による被害がなく、約 90m 離れた標高が低い土地に

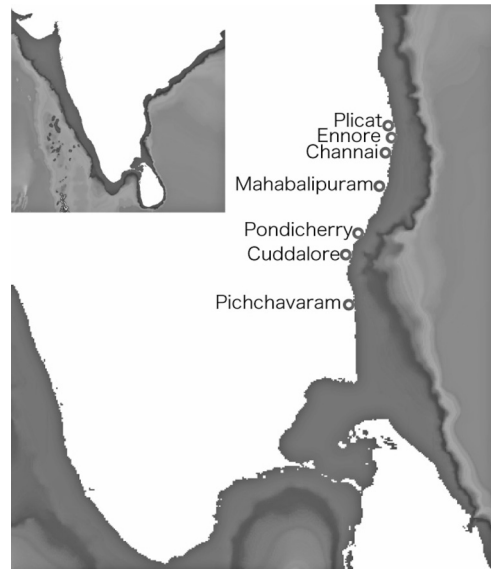


図 1 調査地点

位置するブロック造の住宅では、基礎部が約 50cm 洗掘され傾いた状況にあった。これらのような、わずかな自然地形の違いにより、遡上津波による被害の差異が確認された。

(2) 海岸樹林帯による津波減災効果

Pondicherry から Cuddalore では来襲津波高が 4~4.5m であったが、広大なマングローブ林の背後地に位置する Pichchavaram では津波高が 1m 程度と小さくなっており、被害も軽微であった。また、Mahabalipuram 北部における直線海岸部の砂丘斜面には、樹高約 15m のモクマオウ (*Casurina equisetifolia*) が幅 100m 程に渡り生育しており、隣接する下草のみの砂丘部と比べ津波の遡上距離が異なっている事が確認できた。これらは、浅海部における海底地形を考慮した詳細な検討が必要であるが、マングローブ等の海岸林帯により津波が軽減された事を示す事例である。

* 人と防災未来センター

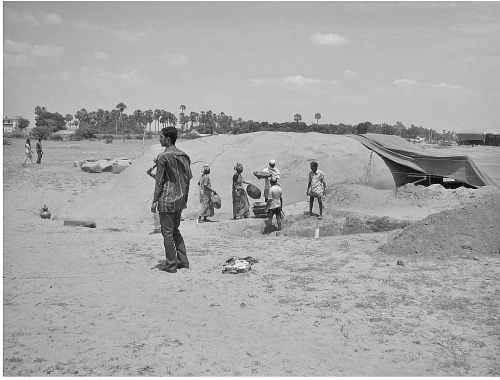


写真 1 Mahabalipuram 北部での津波によって発見された遺跡

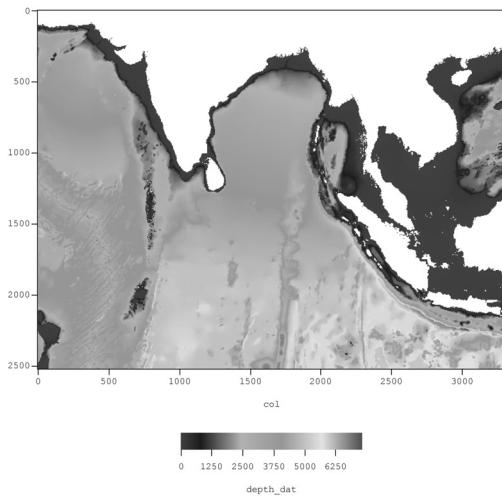


図 2 計算領域の海底地形

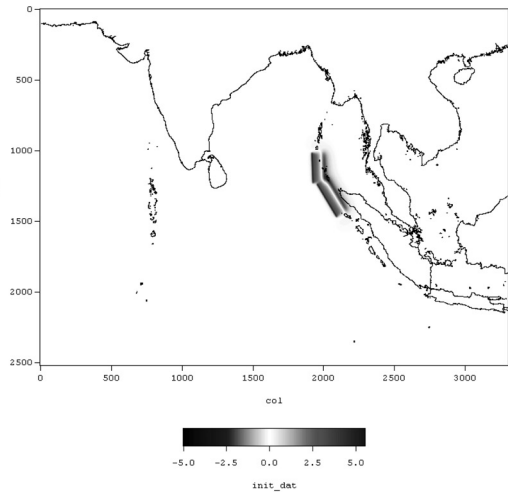


図 3 津波の初期波形

(3) 津波による海岸侵食

海岸寺院で知られる Mahabalipuram の北部海岸では、今回の津波により高さ 1m 程度侵食され、新たに発見された遺跡の発掘が行われていた。津波は高さ 5~6m の砂丘を越えるものでは無かったが、汀線近くで発見された遺跡の周辺では津波より大きく侵食されている事がわかった。

3. 数値計算

(1) 計算条件

インド南東部へ来襲した津波の特性を解明するため、地球座標系の線形長波理論による

津波数値計算により解析を行った。数値計算に用いた地形データは、地球全球で整備されている 1 分のグリッドデータ (The General Bathymetric Chart of the Oceans : GEBCO) から切り出した。計算領域は、スマトラ沖地震津波の波源を含む南北 4,500km、東西 6,000km の範囲とした (図 2)。津波の初期波形は、越村ら (2005) による、長さ 900km (500km, 400km)、幅 150km の 2 つのセグメントからなる断層モデルにより津波初期波形を求め計算を行った (図 3, 表 1)。

表1 波源モデル (越村ら, 2005)

	南セグメント	北セグメント
長さ/幅 (km)	500/150	400/150
走行/傾斜角/滑り角 (度)	329/15/90	358/15/90
深さ (km)	10	10
滑り量 (m)	11.0	11.0
基準点 (緯度/経度)	94.8E/2.5N	92.0E/6.5N

(2) 来襲津波の特徴

インド洋津波の後、現地調査により津波痕跡より津波高の調査を行った Choi ら (2005) の報告によると、インド南東部では、Pondicherry, Cuddalore, Nagapattinam の周辺で最も津波高が高く、10m を越える津波高となっていたことが報告されている。

津波来襲時の状況として、図4に計算開始後2時間15分の津波空間波形のスナップショットを示す。津波の特徴として、インド洋を越えて東側より直接到達する津波第一波成分と、先にスリランカに反射した第一波の反射波成分が、数値シミュレーションの結果より確認する事ができる。Nagapattinam から Pondicherry へかけては、これらの成分波が同時に重なって沿岸部に来襲している様子が図4から確認できる。これが、この地域で津波高が高くなった原因の一つと考えられる。

次に、海底地形および東西方向の断面図を図5に示す。Line:A は Chennai を通過する断面、Line:B は Pondicherry を通過する断面の東西方向の水深を示している。Line:B に見られるように、Nagapattinam から Pondicherry の沖合では、勾配が比較的緩やかに変化しており、Line:A, C の様に水深が 4000m 近くから数百 m まで急激に変化する周囲の断面と異なることがわかる。この陸棚斜面での水深勾配の違いにより、インド洋を横断してきた津波の陸棚での反射率、伝達率が異なる (佐藤ら, 2005)。このことも、沖合の海底勾配が緩やかな領域である Nagapattinam から Pondicherry において、津波高が高くなった原因の一つと考えられる。

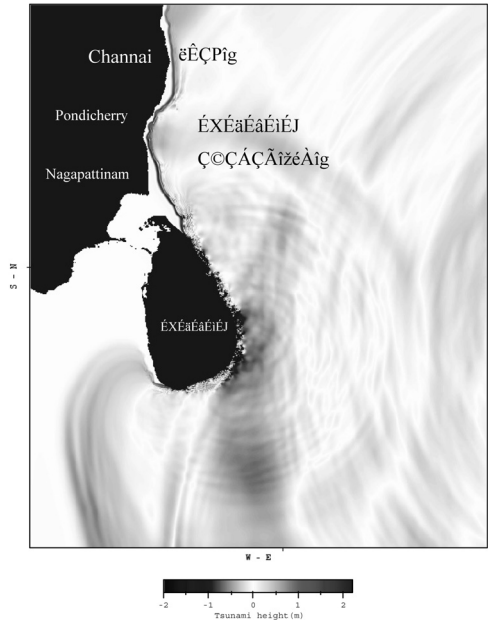


図4 津波来襲のスナップショット

4. おわりに

本稿では、インド南東部を対象として、インド洋大津波の来襲状況の現地調査を行い、簡単な報告を行った。さらに、数値シミュレーションにより、来襲津波の特徴として、津波第一波とスリランカからの反射波の同時到達の影響と Pondicherry 周辺沖合の海底地形の影響を津波高が高くなる要因の一つとして挙げた。しかしながら、実際に沿岸部へ来襲した津波は浅海部地形の影響を受けた結果として、実測されている。これを考慮するためには、より詳細な地形条件を考慮した検討による評価が必要であると考えられる。

数値シミュレーションによる津波来襲状況をさらに詳しく検討するために、英国水路部

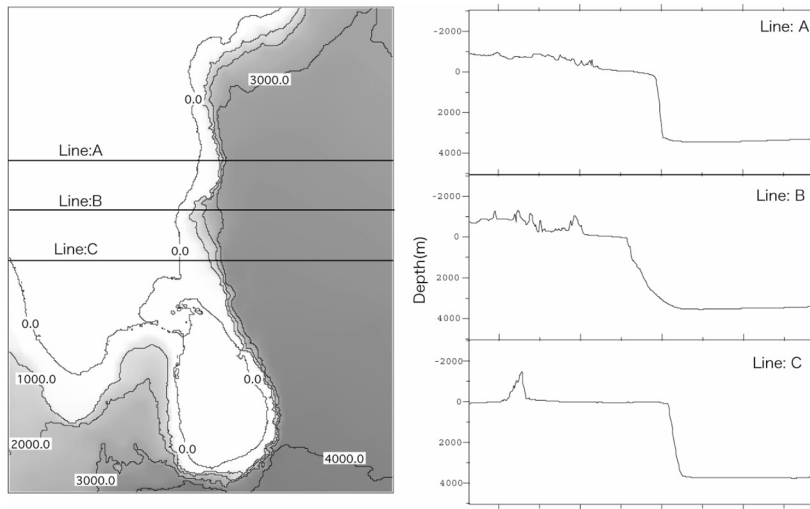


図 5 東西方向の水深断面

(United Kingdom Hydrographic Office : UKHO) 発行の海図 (Admiralty Chart) より、詳細な海底地形データとして 1/3, 1/9min のグリッドデータを作成し、詳細な解析を進めていく予定である。地形データ作成にあたっては、1min の GEBCO データと海図からの 1/3min の作成データの異なるデータソース間での接続が生じるため、接続境界で津波の伝播を妨げとまらない様に海底地形に注意を払うことが必要となる。

また、陸棚斜面による津波の挙動への影響について、本稿の検討では定性的な記述しかできていない。陸棚での津波の反射、伝達についての定量的な検討および陸棚斜面での edge-wave としての津波の挙動についての解析についても進めていく予定である。

参考文献

- 越村俊一, 高島正典, 鈴木進吾, 林春男, 今村文彦, 河田恵昭 (2005), インド洋における巨大地震津波災害ポテンシャルの評価, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp.1416-1420.
- Byung Ho Choi, Absornsuda Siripong, V. Sundar, Janaka J. Wijetunge and Subandono Diposaptono(2005), "Post Runup Survey of the December 26, 2004 Earthquake Tsunami of the Indian Ocean", APAC2005, Sumatra Tsunami Session, pp.1-20.
- 佐藤慎司, 細見寛, 細川恭史, 福濱方哉 (2005), スマトラ沖地震津波のスリランカにおける被災実態, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp.1391-1395.