

## 津波波形記録と人工衛星データから求めた 2004 年スマトラ-アンダマン地震の津波波源モデル

藤井 雄士郎\*, 佐竹 健治\*

検潮所で記録された津波波形記録および人工衛星の海面高度データを用いたインバージョンにより、2004 年スマトラ-アンダマン地震の津波波源モデルを推定した。この地震は過去 40 年間で最大規模の地震で、インド洋の沿岸諸国に甚大な津波被害をもたらした。その津波波源域は特に震源域の北側では明らかにされていない。余震域や地殻変動の証拠から推定される震源域はスマトラ島沖からニコバル諸島、アンダマン諸島にかけて 1000 km 以上に渡って分布している (Fig. 1) のに対し、地震波を用いた解析が示す震源域の大きさはそれよりも短く、数百 km である。

インバージョンでは、3 つの人工衛星 Jason-1, TOPEX/Poseidon, Envisat が記録した海面高度データと震源域を囲む 12 ヶ所の

検潮所で得られた津波波形記録を用いた (Fig. 3, 4)。海溝軸に沿った震源域を 22 個の小断層に分割し、各小断層におけるすべり量を求めた (Fig. 2)。各小断層の立ち上がり時間は一定とし、1, 3, 10 分の場合でインバージョンを行った。また、破壊伝播速度も一定とし、0.5 km/s から 3.0 km/s まで 0.5 km/s 刻みでインバージョンを試みた。

津波の伝播を数値的に計算するための海底地形データとして、ETOPO2 に沿岸付近の海図をデジタイズしたデータを組み合わせて使用した (Fig. 5)。海図から読み取った海底の深さは 66,000 ポイント以上である。新たに構築した海底地形データと ETOPO2 のみのデータを比べると、例えばミャンマーからタイ沿岸部においては、ETOPO2 では 15°N, 97°E 付近に見られる深い海底地形が海図では遠浅の海底地形になっていることが分かる (Fig. 6)。

人工衛星データのみを使用したインバージョンの結果 (Fig. 7 (中)), 津波波源域はアンダマン諸島までのび、その長さは 1,400 km

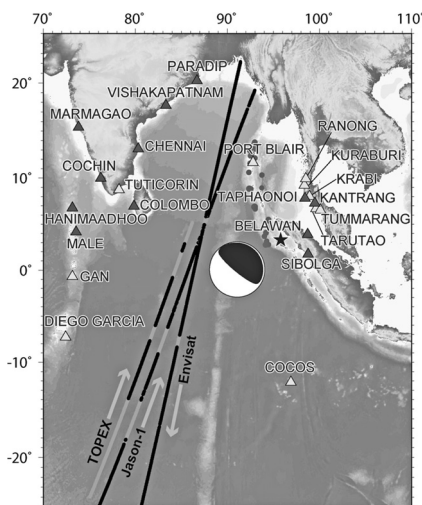


Fig.1 人工衛星の軌道 (実線) と検潮所の位置 (三角形)。赤丸は本震発生後 1 日の間に発生した余震分布を示す。

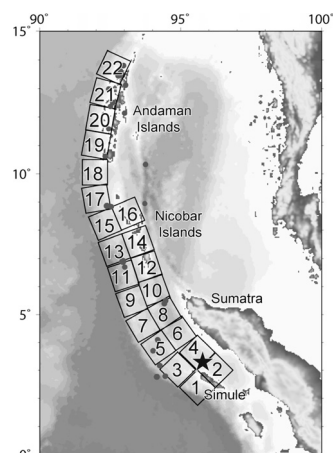


Fig.2 設定した断層モデル。

\* 産業技術総合研究所 活断層研究センター

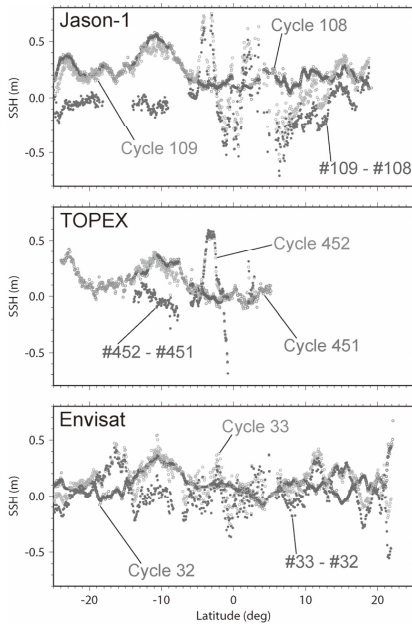


Fig.3 人工衛星による海面高度データ。津波発生後のデータ (緑) から 1 サイクル前のデータ (灰) にフィルター処理したもの (青) を差し引いて津波のシグナルのみを抽出した (赤)。

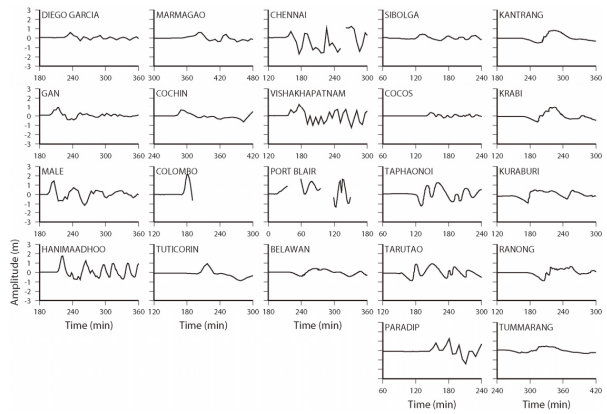


Fig.4 インド洋沿岸部にある検潮所の津波波形記録。震源域の西側にある記録は押し波、東側にある記録は引き波で始まっている。インバージョンではこれらの記録のうち、Fig.1 の赤三角で示した検潮所の記録を用いた。

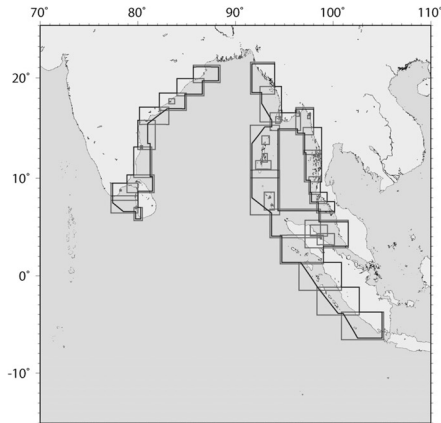


Fig.5 ETOPO2 と海図を組み合わせて海底地形データを作成した領域。赤い四角は海図をデジタル化した領域を示している。青い四角の内側は海図データのみ、外側は ETOPO2 と海図データをマージした領域に対応する。

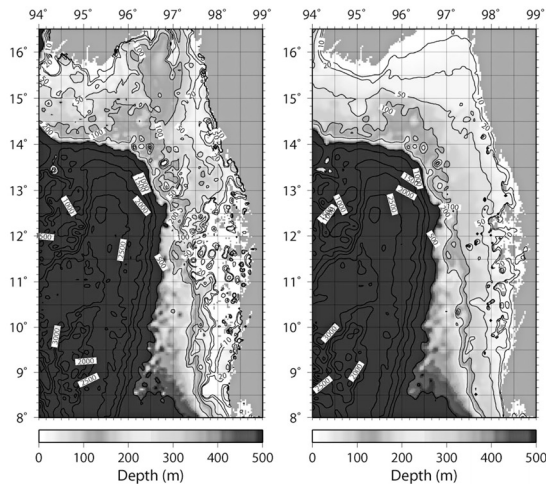


Fig.6 ETOPO2 (左) と新たに構築した海底地形データ (右) の比較。

に達する。この津波波源モデルから計算されるインド西岸の津波波形は検潮記録に比べて過大評価となる (Fig.9 (右))。一方、津波波形記録のみ (Fig.7 (左)), または津波波

形記録と人工衛星データの両方 (Fig.7 (右)) を用いたインバージョンの結果、津波波源域の長さは約 900 km である。後者の場合、最大すべり量は 13–25 m で、スマトラ島北西

部の沖合に位置している。次にすべりの大きな領域はニコバル諸島付近に位置し、そのすべり量は約 7 m である。これらのすべり分布の特徴は、震源の破壊伝播速度と小断層の立ち上がり時間に関わらず、安定して求まるが、破壊速度が 1.0 km/s で立ち上がり時間が 3 分のときに理論波形と観測波形が最も良く一致する。Fig.8~10 にそれぞれのデータセットを用いた場合の観測記録と理論波形・海面

高度の比較を示す。

インバージョンで求めたすべり分布から計算した地形変動 (Fig.11) は、現地調査や人工衛星画像解析により推定されたニコバル諸島の沈降域やアングマン諸島の隆起、沈降域と一致するものの、定量的には過小評価となっている。これらの地殻変動は津波の励起よりも長い時間スケールで引き起こされた可能性がある。

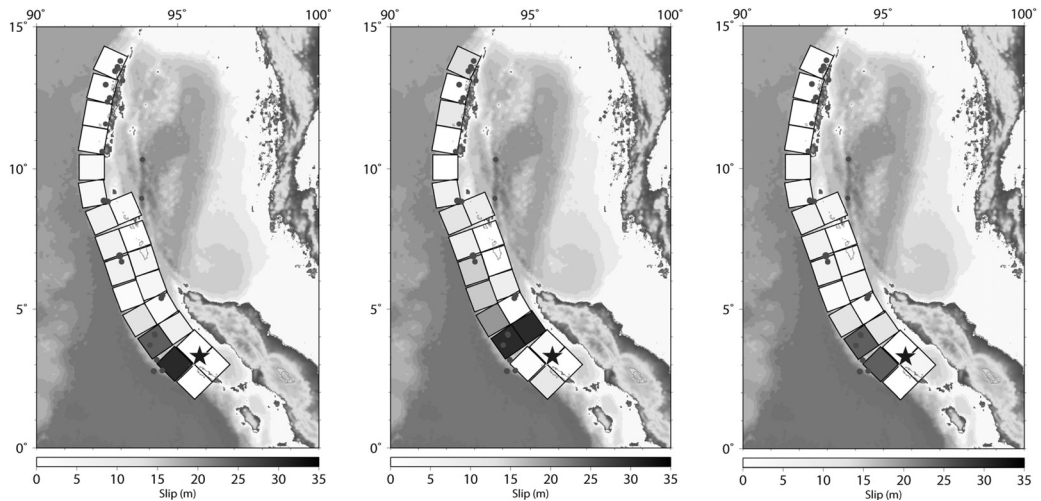


Fig.7 インバージョンで求めたすべり量分布。(左) 津波波形記録のみを用いた場合。(中) 人工衛星の海面高度データのみを用いた場合。(右) 津波波形記録と人工衛星データの両方を用いた場合。

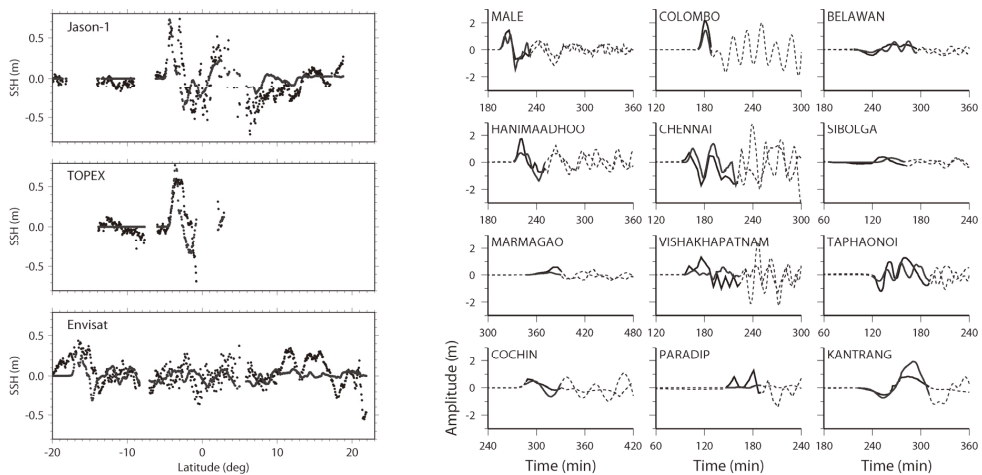


Fig.8 津波波形記録のみを用いたインバージョン場合の観測記録 (黒線) と理論波形 (青線) の比較 (右)。実線で示した区間はインバージョンで使用した区間を示している。(左) 人工衛星データとインバージョン結果による理論的な海面高度の比較。

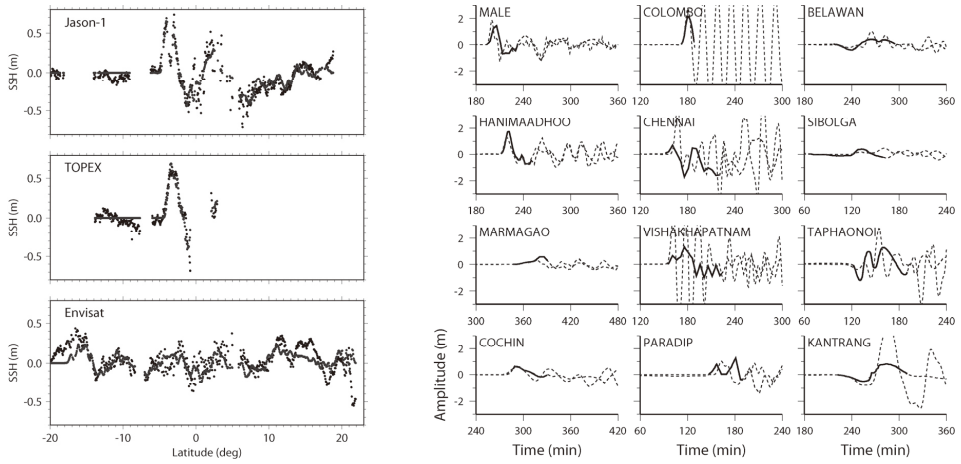


Fig.9 Fig.8と同様。ただし、人工衛星データのみを用いた場合。

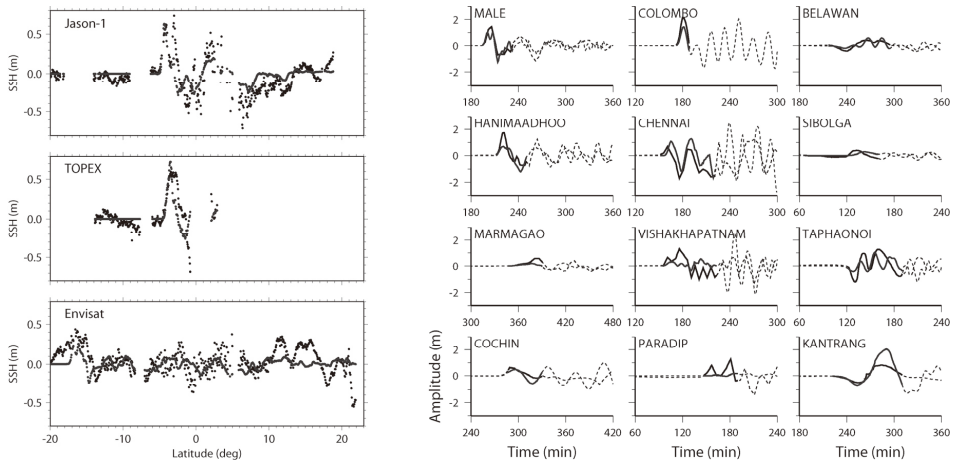


Fig.10 Fig.8と同様。ただし、津波波形記録と人工衛星データの両方を用いた場合。

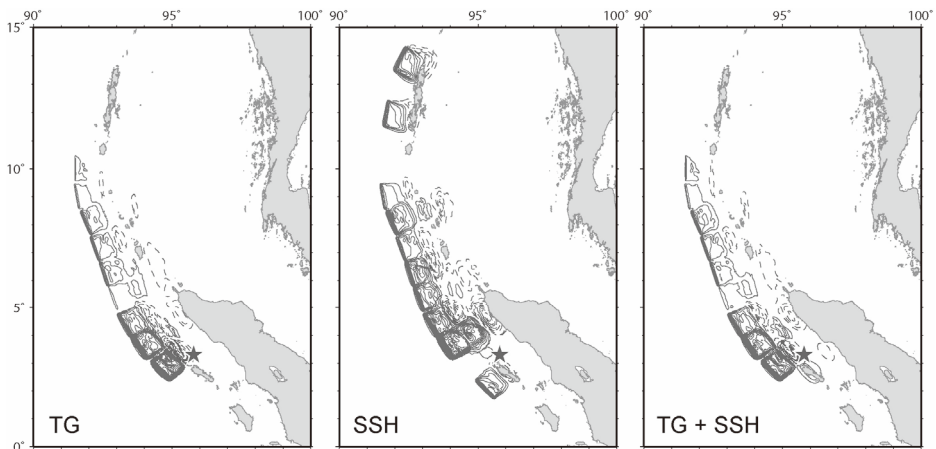


Fig.11 インバージョン結果を用いて計算した地殻変動量。赤のコンターが隆起、青のコンターが沈降を示す。コンターの間隔は 0.5 m。(左) 津波波形記録のみ。(中) 人工衛星の海面高度データのみ。(右) 津波波形記録と人工衛星データの両方を用いた場合。