

## スマトラ島沖地震に伴うジオイド高変化の衛星海面高度計による検出

## Detection of seismic geoid changes by the 2004 Sumatra-Andaman earthquake from satellite altimetry

# 林 豊 [1]; 浜田 信生 [2]; 倉賀野 連 [3]; 桜井 敏之 [4]; 高山 寛美 [5]; 長谷川 洋平 [6]; 平田 賢治 [7]

# Yutaka Hayashi[1]; Nobuo HAMADA[2]; Tsurane Kuragano[3]; Toshiyuki Sakurai[4]; Hiromi Takayama[5]; Yohei Hasegawa[6]; Kenji Hirata[7]

[1] 気象研; [2] 札幌管区; [3] 気象庁海洋気象情報室; [4] 気象庁・気候海洋気象部; [5] 気象庁気象研究所地震火山研究部; [6] 気象庁・気象研; [7] 海洋機構

[1] MRI,JMA; [2] JMA; [3] Office of Marine Prediction, JMA; [4] Climate and Marine Department, JMA; [5] Meteorological Research Institute, Japan Meteor. Agency; [6] MRI,JMA; [7] JAMSTEC

## 1. はじめに

2004年12月26日(UT,以下同じ)に発生したスマトラ島沖地震には地震計帯域外の長周期の揺れがかなり含まれていた(Ammon et al.,2005)ことなどから,この地震の正確なメカニズムの理解には,通常の地震波形解析以外のアプローチが本質的に重要である.著者らは,巨大地震発生メカニズムを理解するアプローチとして,地震に伴うジオイド高の永久変化に着目し,人工衛星に搭載されたマイクロ波高度計(衛星海面高度計)による海面高度の観測値を評価した.

M9級の地震では,ジオイド高の変化は最大数cmに達すると理論的に予想されている(Sun and Okubo,1998).ジオイド高の変化は平均海面高の変化にほぼ等しいことから,衛星海面高度計による海面高度の観測値の変化を通じて,ジオイド高変化を検出できる可能性が指摘されている(大久保,1994).しかし,実際に地震に伴うジオイド高変化が検出された例は,これまでなかった.

## 2. 衛星海面高度計から得られた海面高度変化

## (1) データ

10日サイクルの回帰軌道を持つJason-1とTOPEX/Poseidonの衛星海面高度計による観測値で,NASAによりジオイド・海洋潮汐・気圧の補正処理済のデータを用いた.期間は2004年11月4日~2005年2月16日(衛星海面高度計により洋上の津波が観測された地震発生当日(Gower,2005)を除く)とした.解析対象領域はスンダ海溝の東300km~西150kmの範囲で,海溝軸方向の境界は余震発生域に合うように定めた.

## (2) 方法

地震前と後に各1回以上合計3回以上の観測値が得られたサンプリング点の地震前後の海面高度差について,海洋変動のバックグラウンドレベルに応じた加重平均処理をして,海溝軸からの距離と地震前後の海面高度差の関係を求めた.

## (3) 結果

2004年スマトラ島沖地震前後の観測値と,スンダ海溝からの距離の関係をまとめた結果,地震前後の平均海面高度の差は,海溝の東70kmで極小値を,東110kmに極大値を示し,その差は $7 \pm 2$ cmであった.この値には,地震に関係しない海洋現象の影響,本震後の余効,衛星海面高度計による観測誤差が含まれ,また,結果には最大でcmオーダーのばらつきがあることに注意が必要である.

## 3. 議論

断層全体が一様すべりをした場合と,断層浅部・中央部・深部のいずれかに大きなすべりを持つ不均質すべりの場合について,単純な断層モデルから理論式(Sun and Okubo,1998)を用いて地震に伴うジオイド高変化を計算した結果,浅く長大な低角逆断層で $M_w=9.3$ 相当のモーメントを持つ断層運動に伴うジオイド高変化は,次の性質を持つと考えられる.

(a) ジオイド高変化量は海溝軸からの距離によって大きく変化するが,走行方向には変化が小さい.

(b) 海溝軸の直交方向のプロファイルには,ジオイド高変化量の一組の極大値と極小値が認められ,極大値の位置の方が海溝軸に近い.

(c) ジオイド高変化量の極大値の位置は大きなすべりの上端に,極小値の位置は断層下端の直上付近にそれぞれほぼ対応している.

(d) ジオイド高変化量は,極大値と極小値の差で数cmである.

地震前後の海面高度のピークツーピーク変化量 $7 \pm 2$ cmは,ジオイド高(平均海面高)変化量の計算値と調和的である.変化量の極値は海溝軸から東に70kmと110kmの位置で得られているが,これらの特徴から,両極値の位置がそれぞれ,大きなすべりがあった領域の上端,地震断層の下端の位置に対応している可能性がある.

## 4. まとめ

人工衛星Jason-1とTOPEX/Poseidonに搭載されたマイクロ波高度計で得られた海面高度の観測結果を解析した結果,2004年スマトラ島沖地震の前後で,ジオイド高が最大数cm変化した可能性があると判明した.ディスロケーション理論を用いた計算と観測された海面高度変化との比較から,本震の震源断層面内ですべり量が大きかった部分は,スンダ海溝から約70kmと約110kmの間に位置していた可能性がある.

なお、データ・手法・結果等の詳細は、投稿中の論文 (Hayashi et al.,2006) で詳しく述べる。また、著者らは、今後、海面高度計による長期間の観測成果を用いた再解析を行いたい。

#### 文献

Ammon, C.J. et al.,2005, Science, 308, 1133-1139.

Gower,J.,2005, EOS, 86, 36-37.

Hayashi et al.,2006, EPS, submitted.

大久保修平,1994, 測地学会誌, 40, 1-16.

Sun, W. and Okubo, S.,1998, Geophy.J.Int., 132, 79-88.