

臨界現象としての2004年スマトラ沖地震とインド・ユーラシアプレート境界帯の加速的地震活動

The 2004 Sumatra Earthquake as a critical phenomenon and an accelerating seismicity along the Indian-Eurasian plate boundary zone

野口 伸一 [1]

Shin-ichi Noguchi[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

大地震の前の広域地震活動を、不均質な媒質中で応力場の相互作用により臨界点に向かう破壊現象として捉え、この観点から地震活動の加速傾向や長距離相関、規模分布を調査する研究がここ10数年進展してきた。広域の地震解放エネルギーの加速的累積は、損傷力学モデルに基づいて最終破壊までの時間のべき乗則で記述される (Bufe and Varnes, 1993)。さらに階層構造を持つ不均質な断層系に対して、時間のべき関数に対数周期性を加えた臨界点モデルが導入され (Sornette & Sammis, 1995; Saleur et al., 1996)、時間的にゆらぐ地殻活動の臨界点到達 = 最終破壊時刻の絞り込みに適用されてきた。大地震の前の臨界域の面積と大地震の規模の関係、地震サイクルと間歇的臨界性、規模分布の時間変化についても検討されてきた (Bowman et al., 1998; Jaume & Sykes, 1999; King & Bowman, 2003)。そのような中で、2004年12月26日のスマトラ沖地震は、1900年以降のモーメントマグニチュード M_w 9の巨大地震5個の中で2番目に大きな M_w 9.3 (Stein & Okal, 2007) であり、かつ唯一インド洋低緯度沈み込み帯に最近発生した。臨界点モデルの観点から、この巨大地震の発生位置と時間を中心に、相当広範囲かつ長期間の諸地殻活動と因果関係を持つことが考えられる。本稿では1977年以降のGlobal CMTカタログ (Harvardカタログ) に基づき、いわゆるベニオフの累積歪解放量の時間変化を調べ、2004年スマトラ沖地震前の臨界的な地震活動、およびインド・ヒマラヤ衝突帯～チベット高原と周辺の最近の広域活発化傾向について検討する。

大地震前の中規模地震活動から推定される臨界領域 (円形域で近似) と大地震の規模 M_w との関係 (Bowman et al., 1998; Jaume & Sykes, 1999) から、2004年スマトラ沖地震 M_w 9.3の臨界領域は、震央を中心に概ね半径 $R=2800$ km程度の領域に相当する。最適な臨界領域を探索するため、震央とこの半径 R の値を基準に、中心位置と半径 R をずらしながら各円形領域に入る地震の累積歪解放量を求め、加速傾向が明瞭な領域を検討した。例えば60km以浅の M_w 6.5の地震は、震央から西方へ経度約3度ずれた地点を中心とする $R=3000$ km以内の領域で、累積歪解放量に明瞭な加速傾向が見出された。この累積歪解放量に時間のべき乗則モデルを適用して非線形最小二乗法で最終破壊時刻 t_f を求めた。また、べき乗則に上記対数周期性の補正項を加えた臨界点モデルを用いると、実際の発生時間により近い t_f が得られた。この臨界領域内の加速傾向は、特に2000年前後に頻発した広域の地震の寄与が大きく、それらの中に2004年の地震の震源に近い2000年6月4日スマトラ沖の M_w 7.8やその南方海域に続発した2000年6月18日の M_w 7.9等の稀な地震が含まれることが特徴である。さらに広範囲には2001年1月26日インド西部の M_w 7.7、2001年11月14日中国・青海の M_w 7.8が発生している。また、 M_w の度数分布の時間変化には、2004年スマトラ沖地震に近い期間程、より M_w の大きい範囲まで Gutenberg-Richter 分布則が成り立つ傾向がみられた。これらは、2004年の最終破壊 = 臨界点に向かって、相互作用する応力場の距離相関が拡張する過程を示すものと考えられる。

一方、ヒマラヤ衝突帯～チベット高原を含む広域変動帯の地震活動は、長期的な静穏期と活動期の周期性が顕著で、 M_w 7.5の地震は40年間の静穏期間の後、1990年代後半から活動傾向にある。試みにインド・ヒマラヤ衝突帯の中央部を中心とする半径 $R=2000$ kmの領域の M_w 6.5の累積歪解放量を求めると、1990年代後半から加速傾向が認められる。これが2004年スマトラ沖地震と関係した現象か、あるいはこの地域と周辺の今後の活動と関係するののかについて、より小規模の地震も含めプレート構造を考慮して検討を加える。

文 献

1) Bowman, D. D., et al., 1998, JGR., 103. 2) Bufe, C. G. and D. J. Varnes, 1993, JGR., 98. 3) Jaume, S. C. and L. R. Sykes, 1999, Pageoph., 155. 4) King, G. C. and D. Bowman, 2003, JGR., 108. 5) Saleur, H., et al., 1996, JGR., 101. 6) Sornette, D. and C. G. Sammis, 1995, J.Phys.I France 5. 7) Stein, S. and E. A. Okal, 2007, BSSA, 97.