

2011年東日本震災に先行した東北沖地域での相対的地震活動度の静穏化とその回復 The Relative Quiescence and its Recovery of Seismicity Preceding 2011 M9.0 Earthquake in the east off Tohoku District

松浦 律子^{1*}, 岩佐 幸治¹

Ritsuko S. Matsu'ura^{1*}, Koji Iwasa¹

¹ 財団法人地震予知総合研究振興会

¹ Earthquake Research Center, ADEP

2011年東日本震災は、1793年、1897年と南東北地方に津波被害をもたらした地震が百年発生していなかった領域を出発点として、東北地方の東沖一帯の非常に広い領域を一度に破壊した。2008年7月に、前回の地震(1897)から百年地震がない南三陸の沖合を震源候補として、東北沖の広い領域における大地震に先行する可能性のある相対的静穏化(松浦、2008年7月 ERI Workshop on Seismicity)を報告したが、本当にこの静穏化をこの地震の先行現象としていいのであろうか?我々は、ETASモデルを用いて、1885年以来のM6以上の地震カタログを使って、相対的な地震活動度の126年間の変遷を解析し、M9.0が発生するまでのデータがある限りの期間で、どの程度の静穏化がいつ見られるのかを検討した。

手法は、Ogata(1989)が、今回よりやや広い東北沖の領域で、宇津(1982)のカタログを用いて1885-1980の96年間で行ったものと同じであり、ETASモデルからの残差が、非定常ポアソン分布からどれだけ外れるか、というものである。ただし、解析領域は、垣見・他(2003)の地質的な領域区分を用いて、主観的・意図的になることを回避した。Ogata(1989)よりやや狭くなっている。地震のデータは1885-1923/7は宇津カタログ、1923/8以降は気象庁の改訂カタログ(浜田・他、2004)を用いた。

解析の結果、126年間で最大で最長の地震活動度の相対的静穏化が、2000年頃に明瞭であったことが確認された。1998年-2002年は、有意水準95%以上で地震活動度の相対的静穏化が見られ、その後地震活動度は2003年-2006年に徐々に回復し、2008年には通常のレベルに、2009-2010年はやや活発となっていた。次に有意な静穏化は、126年間では、1897年の地震前に見られる。有意な活発化は1938年塩屋埼沖の地震津波が連発した時だけであり、95%の有意水準には達しないが次に大きい活発化は、1915年、今回の前震である2011/3/9のM7.3の一回前にM7.5が発生した時になる。最大で正規分布の3以上平均値から外れる異常は126年間で、1938年の活発化と2000年前後の静穏化だけである。従って1998年-2006年の地震活動度の静穏化と回復は、2011年の地震の準備過程を反映したものと考える。また、この現象は、大きい余震前の余震活動度の静穏化とその回復(Matsu'ura, 1986)と同じである。余震の場合は、空間的にも時間的にもその検出が容易であったため、もっと小規模な地震の発生前であるが、先に発見できたのだろう。

では、大地震前の地震活動度の静穏化とその回復はどのようなメカニズムで起こるのであろうか?我々は、大地震準備過程は、周辺部の小地震断層に対して、当初強度上昇させてから強度低下させるという二段階の影響を及ぼすという作業仮説を提案したい。大地震前の準静的すべり(プレスリップ)だけでは、静穏化と回復と両方の説明は不可能である。プレスリップが起きれば、小規模ではあるが本震と同様のトレンドの応力解放を起こすはずで、周囲の小断層の強度低下によって地震活動度は逆に増加するはずである。静穏化は、むしろプレスリップ以前にも検知可能な準備段階があり、この時の周囲の小断層の強度上昇の結果と考えられる。例えば、プレスリップ前のクラック形成過程で増加・成長するクラックに空隙流体が消費されることによって、通常より近傍の空隙流体圧が低下して、相対的に強度が増せば、地震活動度は静穏化する。プレスリップ段階では、強度低下に対応して、地震活動度が回復する。プレスリップが拡大していけば、「プレスリップの余震活動」が活動度を活発化させることも可能である。

GPS観測からは、茨城・福島で2000年から、宮城でも2003年からプレート境界すべりの変化が見られている(国土地理院, 2011)が、地震活動度の相対的静穏化は、すべり変化以前に見られ、すべり変化が見え始めてからは回復し始めている。これは、上記の推定とよい一致をみせる。今回報告する地震活動度の異常は、地震発生前に十分検知可能な情報である。ひずみ変化など他の情報と照合すると、長期評価の絞り込みに生かせる可能性がある。また、作業仮説を参考にして、病理解剖的に、過去のデータから20世紀末時点での、M9.0の震源領域での状態を検出できれば、大地震の準備過程を明らかにする情報となるだろう。この巨大地震の犠牲者への鎮魂として地震学者が努力すべきテーマは多いのである。

キーワード: 2011年東日本震災, 地震活動度の相対的静穏化とその回復, 126年間のM6以上の東北沖の地震, 点過程解析の残差分析, プレスリップに先行する静穏化

Keywords: 2011 M9.0 East off Tohoku Earthquake, point process, residual analysis, precursor in seismicity before pre-slip,

quiescence and its recovery