

大地震の将来予測：固有地震モデルの現実と限界

Forecast of large earthquakes: the use and limitation of the characteristic earthquake model

奥村 晃史 [1]

Koji Okumura[1]

[1] 広島大・地理

[1] Dept. of Geography, Hiroshima Univ.

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/kojiok>

1990年代半ばまで固有地震（Characteristic Earthquake）モデルは地震地質研究者が過去の地震のピンポイントデータから次に発生する地震の規模について憶測する際の一つのモデルにすぎなかった。しかし地質データに基づく長期的地震危険度評価や確率論的地震動予測が実用化されると固有地震モデルはにわかに注目され、現実の地震によって検証を受けつつある。このモデルは、ある断層またはその一部が活動して地震を発生させる時、断層のジオメトリや過去の活動史をもとに区分される一定の領域（セグメント）が破壊され類似した規模の地震、すなわち固有地震が繰り返されることを述べている。歴史記録や観測記録から活動領域と規模が明らかな地震については特に根拠やモデルもなくまた妥当性を問われることもなく将来の再来が想定されることが多い。一方、活動領域と規模を知ることが困難な古地震データから将来の地震を予測する可能性を保証し、地震規模の予想を行うためのモデルは固有地震モデルしかない。1990年代半ばから普及した確率論的長期地震危険度評価では、固有地震モデルによって震源断層を特定し、更新過程を適用することで経過時間に依存した発生確率が求められている。地質データを取り入れた地震ハザードマップは固有地震と更新過程モデルに依拠しているが、地質学的な憶測に基づいて未来の地震を予測することの合理性については、地震学者も地質学者自身も懐疑的である。その疑問の一部は答えられ物理的な説明も与えられているが、この10年間に起こった地震にはモデルの限界を示すものもある。(1) 地質学的なデータから固有地震モデルを否定するデータが、San Andreas 断層 Mojave Section や日本中部の内陸断層から提示されてきた。しかし、これらのデータは断層の屈曲や不均質な共役断層系の発達する地域のデータであり、断層の相互作用や応力の配分の変化を反映している可能性が高い。(2) 単純な断層系で相互作用の影響が僅かである断層では、北アナトリア断層 1944 セグメント（近藤ほか、2005）や San Andreas 断層 Carrizo Segment (Liu et al. 2004) では、過去数回の活動でほぼ同じ大きさのスリップが繰り返されてきたことが報告されている。前者では、活動領域の総延長とスリップの大きさが無関係である可能性も指摘されており、活動セグメント（吉岡ほか、2005）のカスケーディングの存在を示唆する。(3) アスペリティの存在と繰り返し発生する類似した活動の確認は、固有地震の存在を支持する。また、インバージョンによって求められた断層面上のスリップ分布と地表断層変位との比較から、地表変位分布がアスペリティに対応する可能性も高い。(4) 以上に固有地震モデルを支持する成果を挙げたが、陸上断層についてセグメント境界とその再現性についての実証的なデータは得られていない。(5) 六甲淡路断層帯では1995年兵庫県南部地震で野島断層は固有規模の活動を、神戸の伏在断層は固有規模を下回る活動をしたものとする長期評価が下された。固有規模を下回り明瞭な地表変位を伴わない断層を震源とする地震被害軽減に固有地震モデルは無効である。しかし、断層末端や地質構造の不連続が存在する場所で Mw 6 クラスの伏在断層を震源とする地震は多数発生している。その活動様式や再来特性は不明である。(6) 北海道東方沖の沈み込み境界に厚岸沖セグメント（佐竹・山本、2005）を仮定しても、このセグメントからの固有地震は考えられるだろうか？セグメント境界の「漸移域」が存在する可能性がある。(7) 沈み込み帯のプレ-ト境界断層と内陸活断層の規模の違いは地質学的な観測に大きな影響を与える。スリップとその分布に一定の不確定さを仮定した場合、沈み込み帯で観測される変位の地震ごとの変化は内陸活断層のシグナルを上回る。特に海岸線のような定点で繰り返し発生する巨大地震を観測する場合、地震ごとに大きな差異が予想される。(8) 北海道東方沖 17 世紀の巨大連動地震（Nanayama et al., 2003）は、個別に発生する地震と異なる破壊領域と変位分布を持つ可能性が示されている。北海道東方沖や 2004 年スマトラ沖地震のような Tectonic Paroxysm (Pirazzoli, 1986) の震源メカニズムが個別に発生する地震とどのように異なるのか、そして Tectonic Paroxysm が個別の地震とは別の次元で固有規模をもち繰り返し発生しているか否かを検討する必要がある。