

修士論文

規模別頻度分布の改良 G-R モデルに基づく 最大地震規模の推定

東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻

馬淵 弘靖

(指導教官 大竹 政和 教授)

平成 14 年

要 旨

過去の大地震の発生状況は、ある領域で発生する地震の規模に固有の上限が存在することを示唆している。その最大地震規模 M^* は、テクトニクス環境や応力状態、構造の不均質性の影響を受けていると考えられ、客観的に推定することができれば、各地域の地震テクトニクスの理解をより進めることができる。さらに、 M^* を的確に推定することは、地震工学、地震防災の観点からも重要な課題である。そこで、最大地震規模 M^* を客観的に推定する 1 つの方法として、地震の規模別頻度分布に上限規模 M_c を含むモデルを当てはめる方法について検討した。本研究では、Utsu (1971) により提案された改良 G-R モデル

$$\log n(M) = a - bM + \log(M_c - M)$$

を採用し、その上限規模に対応するパラメータ M_c について調査した。モデルのパラメータは最尤法によって推定し、本研究で新たに工夫した方法を用いて M_c の最尤推定値の誤差評価も行った。

まず、 M_c の値がどのように分布しているのかを調査するため、グローバルなスケールと日本の東北地方における M_c の分布を調査した。グローバルな M_c の推定には、ハーバード大学の Centroid Moment Tensor 解カタログのうち、1977 年から 2001 年に発生したモーメントマグニチュード M_w が 5.5 以上の地震 9734 個を解析に使用した。その分布から、 M_c の値には深さ依存性、地域依存性が存在することを示した。 M_c の推定誤差を考慮しても地域差は有意であった。東北地方における M_c の推定には、東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センターによる 1981 年 1 月から 2001 年 10 月までに発生した地震のデータを用いた。このデータで M 5.0 以上の地震は、気象庁の確定震源によるマグニチュードへの置き換えを行い解析に使用した。東北地方の異なる地震発生領域（日本海側海域および内陸部、太平洋側海域、スラブ内上面、スラブ内下面）ごと

に M_c の空間分布を調査した結果、各地震発生領域内でも M_c には有意な地域差が存在することがわかった。太平洋側海域の M_c の空間分布を過去の大地震の震央位置と比較すると、大地震の震央は M_c が大きな領域やその周辺に位置する傾向があり、 M_c が著しく小さい岩手県沖では大地震の記録がないという対応も見られた。さらに、 M_c の空間分布と他の地球物理学的な情報（大地震のすべり域、相似地震等）と比較すると、一部の領域で相互の対応関係が見られた。これらのことを考慮すると、 M_c は地震発生場の特徴を表すパラメータであることが示唆される。

最大地震規模 M^* を客観的に推定する方法として有効であるかどうか検討するため、それぞれの地域について、推定された M_c の値と過去に発生したことが知られている最大地震の規模との比較を行った。その結果、全世界の各地域では、最大地震規模が $M_c \pm 1 \sim 2$ 程度で推定可能であることが示された。東北地方の太平洋側海域では、 M_c の値と過去の最大規模は弱い正相関を示すものの、その推定精度が $M_c \pm 2$ より低いものが含まれていた。これらから、 M_c の値は各地域で実際起こりうる最大地震規模 M^* と正の相関を示し、 M_c の差異は M^* の差異を反映しているものと考えられる。ただし、数値シミュレーションによる検討を併せて行ったところ、 M_c に基づいて M^* を推定するためには、データとして多くの地震数が必要であること、また、解析に用いる地震の規模に比べて推定する最大規模 M^* がはるかに大きい場合は、特に多くの地震数が必要であることがわかった。

本研究では、 M_c の推定に併せて赤池情報量基準 (AIC) を用いて、上限規模 M_c をもつ規模別頻度分布モデル間の比較を行った。全世界の地震のデータを一括して扱った場合には、本研究で用いた改良 G-R モデルが最もデータへの適合度が優れていることが示された。また、規模別頻度分布の形状が上に凸であるか直線であるかを検討するために、改良 G-R モデルとグーテンベルグ・リヒターの関係式 (G-R モデル) の AIC の差 ΔAIC の分布を調査した。その結果、小さな領域のデータセットに対しては、G-R モデルに対する改良 G-R モデルの優位性が低下すること、また領域を大きくすればするほど改良 G-R モデルの方が適合度がよりよくなることがわかった。これは、小さな領域のデータセットを重ね合わせることによって、規模別頻度分布に改良 G-R モデルが適合するようになることを示唆するものである。

以上により、改良 G-R モデルの上限規模 M_c の空間分布の特徴が初めて明らかになり、 M_c が地震発生場の特徴を表すパラメータとして有効であることが示された。また、改良 G-R モデルがよく適合する原因についても理解を深めることができた。ただし、 M_c に基づく最大地震規模 M^* の推定については、その可能性を示すことができたが、定量的には明らかにするに至らなかった。規模別頻度分布データを用いて最大地震規模 M^* を的確に推定するためには、今後さらなる検討が必要である。