

不完全性を考慮した上での地震カタログを用いた大地震後の余震活動予測

巨大地震災害研究領域 地震津波複合災害研究部門 上田拓

Point

- 大地震直後は余震が多発するため、短時間で余震の発生確率を推定することが防災上きわめて重要である
- 余震の規模分布を表す指標の推定方法によって、大きな余震が起こる確率の評価が大きく変わり得る
- 地震直後の観測データの不完全さを考慮した現行手法は、余震の規模分布推定において有用性を示した

概要

大きな地震が起きた直後は、その周辺で地震がいつもより起こりやすい状態になります。こうした「余震」は、時間がたつにつれて少しずつ減っていきますが、どのくらいの規模の地震が、どの程度の確率で起こるのかをできるだけ早く知ることは、防災の観点からとても重要です。

防災科学技術研究所では、日本で大きな地震が発生した直後の、余震の発生確率をリアルタイムで推定するシステムの試験運用を行っています (Omi et al. 2019; 図a-c)。この仕組みでは、全国の地震観測網によって自動的に検出された地震カタログを使い、「本心からの時間が経つほど余震の数は減少する (大森・宇津則)」「小さな地震は多く、大きな地震は少ない (グーテンベルグ・リヒター (GR) 則)」、「大地震後は小さな地震が検出されづらい」といった経験則をもとに、将来の余震の発生確率を計算しています。

このとき重要になるのが、「地震の大きさの分布」を表す指標 (GR則のb値) です。これは、「小さな地震の発生数に対してどれくらい大きな地震が少ないか」を示す数値で、この値が少し変わるだけで、「本震と同程度の地震が再び発生する確率」が何倍にも変わってしまうことがあります。そのため、この数値を正確に推定することが、余震予測の信頼性に大きく関わります。

本研究では、b値を推定する新しい方法として、連続して検出された地震を比べ、「後から起きた地震のほうが大きかった場合のマグニチュード差の分布」に注目する手法 (b-positive法; 図d-e) を用いました。そして、その結果を、現在使われている余震予測システムの推定結果と比較しました。対象としたのは、2017年以降に日本で発生したM5以上の地震の余震や、2016年の熊本地震の前震・本震後の余震です。

実際の地震データを使った解析では、b-positive法と現行の方法は、多くの場合で似た傾向の結果を示しました (図f)。ただし、熊本地震の本震のように、両者の結果が大きく異なる例も見られました。

また、実データの特徴を考慮して作成した人工データを用いた解析から、b-positive法はb値を過小評価する傾向があること、推定に用いる地震数の影響を大きく受けることがわかり、現行手法の方がより有用であることが示されました。

今後の展望・方向性

本研究結果では、「地震の大きさの分布」を表す指標 (GR則のb値) の推定に関して、現行手法の有用性が示されました。一方で、地震数の時間変化に関しては、「本震から時間が経つほど、余震の数は減少する (大森・宇津則)」という特徴が考慮されています。そのため、大きな余震が発生し、二次的な余震活動が発生したり、群発的に地震が発生する場合は、予測が上手くいきません。そこで今後の展望として、大森・宇津則を、全ての地震が余震を誘発し得る可能性を考慮したEpisodic-Type Aftershock Sequence (ETAS) モデル (Ogata, 1988) へ改良することを目指しています。

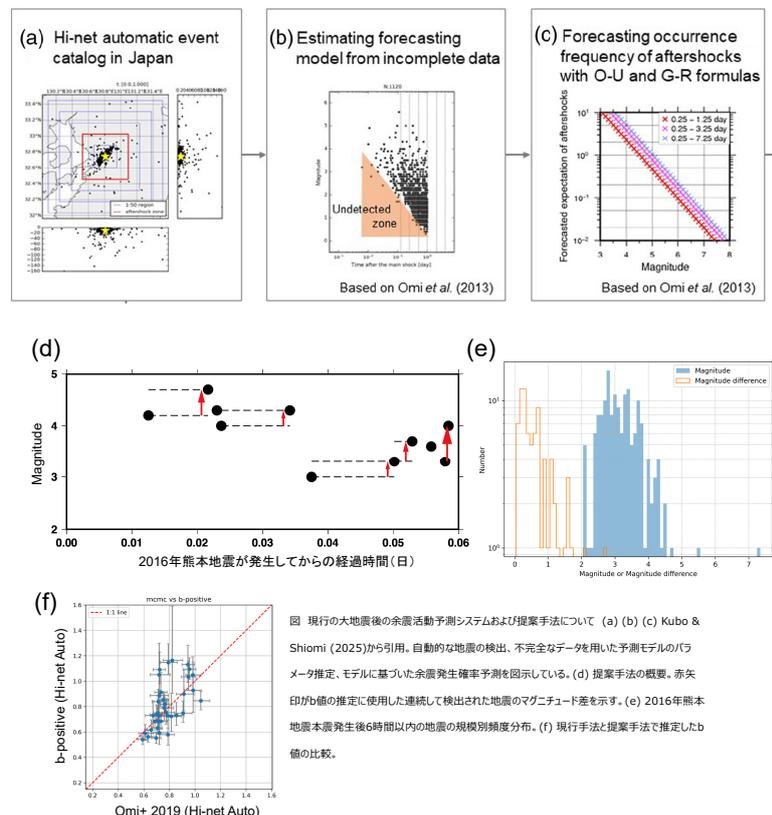


図 現行の大地震後の余震活動予測システムおよび提案手法について (a) (b) (c) Kubo & Shiomi (2025)から引用。自動的な地震の検出、不完全なデータを用いた予測モデルのパラメータ推定、モデルに基づいた余震発生率予測を図示している。(d) 提案手法の概要。赤矢印がb値の推定に使用した連続して検出された地震のマグニチュード差を示す。(e) 2016年熊本地震本震発生後6時間以内の地震の規模別頻度分布。(f) 現行手法と提案手法で推定したb値の比較。

