

ベイズ統計手法によるポアソンモデル地震確率について Comments on a Bayesian approach to earthquake probabilities of the Poisson model

井元 政二郎^{1*}; 藤原 広行¹
IMOTO, Masajiro^{1*}; FUJIWARA, Hiroyuki¹

¹ 防災科学技術研究所
¹ NIED

全国地震動予測地図の作成において地震発生確率は基本的情報であり、地震発生が Brownian Passage Time モデルやポアソンモデルに従うとして確率値が算出されている。モデルパラメータは過去の地震から推定されるが、地震数が少ない場合には推定誤差は大きくなる。ここでは、地震数が少ない場合における、ポアソンモデルによる確率値について検討する。

ポアソンモデルにおいて、単位期間における期待頻度を k とすると分散は k で与えられる。期間 T_0 において n 個の地震が観測されると、 $k=n/T_0$ が期待頻度の最尤推定値となる。期待頻度が与えられると地震数を区間推定でき、地震数が与えられると期待頻度を区間推定することができる。地震数から期待頻度を推定する場合、最尤値 k が同じなら、推定区間の幅は地震数により異なり、地震数の平方根に反比例する。また、地震数が少ない場合には、ポアソンの式から直接区間推定することが必要となる。長期評価によると、南関東地域においては最近 119 年間に 5 個の M7 クラス地震が観測されていて、最尤推定値として平均間隔（期待頻度の逆数）23.8 年が得られている。これに対し、95%信頼区間は 10 年～73 年となる。このように、少数の地震から推定された期待頻度には大きな幅が存在し、これに基づき算出される地震確率値には相当の誤差が存在する。

南関東 M7 クラス地震の例では、平均間隔の誤差を地震確率に反映させることが課題となる。ベイズ統計では、異なるパラメータのモデルから算出される確率値の重み付き平均により、確率値を算出する。ここで重みとして尤度を用いると、 T_1 期間において m 個の地震が発生する確率は二項分布の式で与えられる。 n 個の地震発生間隔の和 (T_0) が与えられている場合も同様の式で表される。 n が十分大きい場合、この式は最尤推定値に基づく式と一致する。 n が 5 個程度以下の場合について、両者の差を比較すると次のようになる。1) $T_1=1/k$ の期間では、ベイズによる地震（1 個以上）確率値が最尤推定値の確率値より 3～12 % 大きい。2) T_1 が $1/k$ より短い一定期間において差が拡大する。簡単なシミュレーションによりベイズ統計手法の妥当性は検証できる。

全国地震動予測地図の作成においては、基礎となるデータの誤差やモデルの不確定性についての検討は十分とは言えない。これらの不確定性の検討は、全国地震動予測地図の信頼性を高める上で、重要な課題である。

キーワード: 地震確率, ポアソンモデル, ベイズ統計, 全国地震動予測地図, 関東

Keywords: Earthquake probability, Poisson model, Bayesian statistics, Seismic hazard maps for Japan, Kanto