

## 不確定性を含む古地震活動履歴から平均活動間隔・地震発生確率等を推定する方法

## Estimation method from inaccurate paleoseismic activity data of an average activity interval and seismic potential

# 林 豊 [1]

# Yutaka Hayashi[1]

[1] 気象研

[1] MRI

活断層やプレート境界で繰り返し発生する大地震について得られる活動履歴や活動特性については、一般に不確定性がある。地震発生時期については、歴史地震が知られている期間を除けば、各地震発生時期ともある幅をもって推定される。平均ずれ速度と単位ずれ速度から活動頻度を求める場合も、基準とする地層年代などの推定誤差、活動の度に地震の規模などのばらつきがあり、これらに起因する誤差は避けられない。さらに、繰り返し地震の地震発生を更新過程と考へて地震発生間隔の分布を表現する統計モデルが提案されている(例えば、Mathews et al.(2001)によるBPT分布)が、地震活動を支配するモデルパラメータが完全に解明されているわけではない。林・前田(2009, 本大会 S147 セッション)は、国内の陸域の活断層の地震発生間隔をBPT分布で表現した場合には、相対的ばらつき大きさを表すパラメータは、断層により多様である可能性を考慮すべきと主張している。

繰り返し発生する大地震について、平均活動間隔(または平均的な頻度)あるいは一定期間内に大地震が発生する確率といった地震発生ポテンシャルを評価することは、極めて重要な課題である。しかし、現状では、上述のような活動履歴・活動特性に含まれる情報の不確定性を十分に活用したポテンシャル評価ができていない。本研究では、陸域の活断層のある活動区間について、幅をもって推定された古地震発生履歴、断層長からスケール則で求めた単位ずれ量、平均ずれ速度が得られた場合に、平均活動間隔と今後一定期間内に大地震が発生する確率などを推定する方法を検討した。

「不確定性を含む地震活動履歴から平均活動間隔等を推定する問題」を数学的に取扱いやすいように定式化するため、次のように問題設定した。

< 仮定 > (a) ある年( $T_{BGN}$ )から現在( $T_{NOW}$ )までに  $m$  回の地震活動が知られ、式(1),(2)のとおり発生時期  $t_i$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) がそれぞれ  $t_{i,s}$   $t_i$   $t_{i,e}$  の幅を持って推定されている。(b) その年( $T_{BGN}$ )以降に発生した地震に、見落としがない。(c) 地震発生は更新過程であり、その間隔はBPT分布  $p_{BPT}(t; \lambda, \mu)$  に従う。なお、 $\lambda$  と  $\mu$  はそれぞれBPT分布において分布の平均とばらつきを表すパラメータ。(d) 断層長からスケール則で求めた単位ずれ量、平均ずれ速度が分かっている。 $\mu$  の事前確率分布は、その比を中央値とする分布で定義する。(e) の事前確率分布は、活断層における一般的な値を用いて定める。(e) 各地震発生時期についても、活動履歴情報と独立な何らかの先験的な情報があり、事前確率分布を与えることができる。

< 求めるもの > (a) 各地震発生時期 ( $t_i; i=1,2,\dots,m$ ) と確率モデルパラメータ ( $\lambda$  と  $\mu$ ) の推定値と事後分布。(b) (a) から派生して推定できるもの、つまり、今後  $T$  の間に地震が発生する確率 ( $P_T, T=30\text{yrs}, 100\text{yrs}, \dots$ )、地震後経過率 ( $r$ ) や累積確率 ( $R$ ) 等の指標。

このように問題設定すれば、ベイズ推定論に基づいて多変数の事後確率分布を同時決定する問題に帰着できる。これは、古典的なベイズの定理を連続化・多変数化の拡張をした問題に当たり、求めるもの(a),(b)の推定値はいずれも、分母分子に多重積分を含む式で表現できることが導ける。本研究では、これらについて、多重積分を数値積分計算するのではなく、モンテカルロ法で解く。モンテカルロ法で各試行の尤度を用いてヒストグラムを求められるので、以下の事後確率分布の概略、中央値、四分値等を知ることができる。なお、上述の仮定の定型から外れるような問題、例えば「年～年に少なくとも一回の地震活動がある」という情報を含む場合についても、ほぼ同様の方法で解くことができる場合がある。

大会では、計算方法の詳細と、別府 万年山(はねやま)断層帯の各活動区間などを対象にした計算例を示す。