

主要活断層帯の古地震発生履歴を説明する更新過程の統計モデルの比較

Comparison between various stochastic models that explain the paleoseismic activity data of major active fault zones in Japan

林 豊 [1]; 前田 憲二 [1]

Yutaka Hayashi[1]; Kenji Maeda[1]

[1] 気象研

[1] MRI

地震調査研究推進本部の地震調査委員会が2008年までに公表した活断層の長期評価の報告書の中から、3つ以上の地震発生間隔を含む古地震活動履歴データが得られている活断層帯（複数の活動区間からなる場合は活動区間；以下、単に活断層帯）を6つ抽出した。地震発生間隔が互いに独立であるとする更新過程モデルに基づいて、更新過程のための7つの確率密度関数を候補にして適用し、どの関数が最もよくこれら6活断層帯の古地震発生履歴データを説明できるかを調べた。

最大尤度を比較した結果、6つの確率密度関数（Brownian passage time (BPT) 分布、対数正規分布、ガンマ分布、ワイブル分布、二重指数分布、および正規分布）に比べて、指数分布（ポアソン過程）では地震発生間隔をうまく表現できない（表参照）。これは、地震調査委員会の2001年の報告書「長期的な地震発生確率の評価手法」（以下、長期確率報告書）で述べられている暫定的な結論、すなわち、指数分布が適切に地震発生間隔を表現しないとすることを、その後の活断層調査と評価作業によって得られたデータを用いたとしても、やはり支持できることを意味する。一方、指数分布以外の6つのモデル間では優劣がつけがたく、最大尤度の比較だけからでは最適モデルは選択できなかった。

地震発生間隔をBPT分布に従う更新過程で表現する場合、BPT分布のパラメータのうち地震発生間隔のばらつきをあらわすパラメータ（以下、 σ ）について、長期確率報告書では、日本の陸域の活断層共通の値として0.24を暫定的に適用することが妥当とされている。同報告書と同じ方法により、本研究で検討対象とした6つの活断層帯を用いて求めると、0.44を得る。しかし、各活断層帯について個々に最尤推定した σ は、長期確率報告書では0.17~0.29と狭い範囲に収まっていたが、本研究で検討対象とした6つの活断層帯から求めたものは0.09~0.66と広範囲にわたっており、これを0.44という一つの値だけで国内の陸域の全ての活断層帯の σ を代表させることは、適切ではないと思われる。

ところで、石関・隈元(2007)は異なるデータセットから、日本の活断層を地震発生間隔のばらつきで2グループに分けるモデルを提案している。本研究で検討対象とした6断層のうち2断層で、飛び抜けて大きなばらつきのパラメータを得たことから、仮に2つのグループに分けるとすると、各グループ内の σ の平均的な値は0.65と0.26となる。これらは、石関・隈元の求めた両グループの σ の代表値(0.70と0.23)によく一致する。以上のことから、活断層帯共通の σ の値が長期確率報告書(0.24)と本研究(0.44)で大きく異なる理由として、活断層の長期評価作業に伴う地震活動履歴データの更新に加え、長期確率報告書を選んだ活断層帯がたまたま σ が小さい性質を持つものばかりであったために、活断層帯共通の σ の値を過小評価してしまったという可能性が考えられる。

日本の陸域の活断層帯は、地震発生間隔のばらつきという点において、長期確率報告書の発行された当時考えられていた（一つの値で表現できるという考え）よりも、多様で個性的なようだ。従って、日本のある特定の陸域の活断層帯について更新過程モデルを適用する場合、 σ が大きい場合も小さい場合もありうるという考えに立脚して、 σ が標準的な値より大きいかわ小さいかを区別する方法などを検討することが今後の重要な課題である。あるいは、得られるデータ数が少ないことから、ベイズ推定論を採用することも検討すべきであろう。

Names of active faults (segments)	Number of intervals	Parameters estimated using maximum likelihood estimator and maximum log-likelihood						
		Brownian passage time distribution	Lognormal distribution	Gamma distribution	Weibull distribution	Double exponential distribution	Normal distribution	Exponential distribution
Kita-izu fault zone	4	$\mu = 1458$ $\sigma = 0.350$ -30.3	$m = 7.227$ $\sigma = 0.342$ -30.3	$c = 0.00603$ $\gamma = 8.79$ -30.3	$\alpha = 3.86 \times 10^{-11}$ $\beta = 3.24$ -30.4	$a = 8.06 \times 10^{-5}$ $b = 1.89 \times 10^{-3}$ -31.2	$\mu = 1458$ $\sigma = 493$ -30.5	$\mu = 1458$ -33.1
Kiso-sanmyaku-seien fault zone (northern part of the main fault zone)	3	$\mu = 7750$ $\sigma = 0.631$ -29.1	$m = 8.809$ $\sigma = 0.592$ -29.1	$c = 0.000461$ $\gamma = 3.58$ -28.9	$\alpha = 9.75 \times 10^{-11}$ $\beta = 2.54$ -28.7	$a = 1.02 \times 10^{-5}$ $b = 4.00 \times 10^{-4}$ -28.2	$\mu = 7750$ $\sigma = 3432$ -28.7	$\mu = 7750$ -29.9
Atotsugawa fault	4	$\mu = 2502$ $\sigma = 0.152$ -29.4	$m = 7.813$ $\sigma = 0.151$ -29.4	$c = 0.017$ $\gamma = 42.56$ -29.4	$\alpha = 8.97 \times 10^{-23}$ $\beta = 6.43$ -29.9	$a = 3.64 \times 10^{-6}$ $b = 2.39 \times 10^{-3}$ -30.1	$\mu = 2502$ $\sigma = 396$ -29.6	$\mu = 2502$ -35.3
Atera fault zone (southern part of the main fault zone)	5	$\mu = 1697$ $\sigma = 0.659$ -40.9	$m = 7.268$ $\sigma = 0.611$ -41.0	$c = 0.00184$ $\gamma = 3.13$ -40.9	$\alpha = 2.46 \times 10^{-7}$ $\beta = 2.01$ -40.8	$a = 1.64 \times 10^{-4}$ $b = 9.21 \times 10^{-4}$ -40.8	$\mu = 1697$ $\sigma = 898$ -41.1	$\mu = 1697$ -42.2
Nobi fault zone (northwestern part of Nukumi fault)	3	$\mu = 2314$ $\sigma = 0.089$ -20.2	$m = 7.743$ $\sigma = 0.089$ -20.2	$c = 0.0555$ $\gamma = 128.5$ -20.2	$\alpha = 3.1 \times 10^{-48}$ $\beta = 14.05$ -20.1	$a = 2.73 \times 10^{-9}$ $b = 6.06 \times 10^{-3}$ -20.1	$\mu = 2314$ $\sigma = 202$ -20.2	$\mu = 2314$ -26.2
Beppu — Hane-yama fault zone (eastern part of Beppu — Hijiu active fault zone)	4	$\mu = 1537$ $\sigma = 0.319$ -30.2	$m = 7.291$ $\sigma = 0.312$ -30.2	$c = 0.00718$ $\gamma = 11.03$ -30.1	$\alpha = 1.43 \times 10^{-13}$ $\beta = 3.98$ -30.0	$a = 3.65 \times 10^{-5}$ $b = 2.41 \times 10^{-3}$ -30.1	$\mu = 1537$ $\sigma = 442$ -30.0	$\mu = 1537$ -33.4