

## 統計的シミュレーションに基づく日本の活断層による地震危険度分布に関する一 予測：その1 発生確率分布の推定

### A Hazard Assessment of Active Faults in Japan Based on Statistical Simulations - Part 1 Probability of Earthquake Occurrences

# 菅井 径世[1], 鈴木 康弘[2], 隈元 崇[3], 鈴木 広隆[4]

# Michiyo Sugai[1], Yasuhiro Suzuki[2], Takashi Kumamoto[3], Hirotaka Suzuki[4]

[1] 国連地域開発センター, [2] 愛知県立大・情報科学, [3] 都立大・理・地理, [4] 都防研・アジ防  
[1] UNCRD, [2] Information Sci. and Tech., Aichi Pref. Univ., [3] Dept. Geography. TMU, [4] ADRC

本論文の目的は、統計的シミュレーションによって日本列島に分布する活断層に起因する内陸直下型地震の規模別頻度分布による危険度評価を行うことであり、以下のような結論を得た。1)シミュレーションによるマグネチュード毎の地震発生頻度は、歴史活断層地震によるそれとよく一致する。2)全活断層系のうち30年地震発生確率が10(-8)を下回るのは、1/3程度である。3)30年地震発生確率が1を超えるのは、1/3程度である。4)30年地震発生確率が5を超えるのは、極僅かである。5)効率的な地震対策を実施するためには、トレンチなどによって、各活断層系の過去の活動履歴を詳細に調査することが極めて重要である。

本論文の目的は、日本列島に分布する活断層に起因する内陸直下型地震の規模別頻度分布による発生危険度評価を行うことである。日本列島内陸部では、繰返し発生する直下型地震が多くの大災害を生じさせている。これらの地震の多くは地形学的に認められた活断層から発生しており、その活動には周期性のあることが認められている(“(試案)長期的な地震発生確率の評価手法及びその適用例について”(総理府地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会)1998)。一方、日本列島内陸部には300以上の大きな起震断層(系)の存在が報告されている(隈元1998)。これらの活断層系の1つ1つに固有な活動周期は、その活動度を表す平均変位速度を用いて一次近似として推定することが可能であり、この平均変位速度は各活断層系の現地調査により求めることができる。既に各活断層系の平均変位速度の概略値は3つのクラス(活動度)に分類され示されている。

以上のように、活断層の地震発生には周期性があるから、当該の活断層の地震発生の危険度評価を行うには、この活動の再来間隔と最新の活動時期を調査することが重要である。しかしながら、内陸直下型地震の活動間隔は、プレート境界地震のそれに比べて遥かに長く、数千年もしくはそれ以上であることが多い。このため、平均変位速度による活動周期の推定も10倍の誤差を生じることがまれでない。さらに、個々の活断層の最新活動時期についても、大地震の歴史記録が存在するもの以外は不明なものが多い。不足する情報を得るためにも活断層を掘削するトレンチ調査が行われるが、これまでの調査数は少なく、また調査を行っても常時必ず完全に十分な情報が得られるわけではない。

そこで本論文では、以下のような手順でモンテカルロシミュレーションを行い、主な活断層系の平均再来間隔、地震発生確率等の分布を推定した。第1に、平均変位速度についてモンテカルロシミュレーションを行い、起震断層系の平均再来間隔についてその分布を推定した。このシミュレーションは、いくつかのトレンチ調査結果や平均変位速度のサンプルデータに基づいて行うことが可能である。ここで、シミュレートした各活断層系の平均活動間隔の逆数をとって地震発生頻度を計算し、断層の長さやマグニチュードの関係を示す経験式によって当該活断層系から発生する地震のマグニチュードを推定して、マグニチュード別の活断層地震の発生頻度を計算する。本研究では、この規模別の累積地震発生頻度を歴史記録によるそれと比較することによって、当該の統計的シミュレーションの妥当性を検証した。第2に、シミュレートした平均再来間隔を利用し、各活断層系が“長期的には個々独立に活動している”という仮定の元に各活断層系における最新の地震から現在までの経過時間をシミュレートした。そして第3に、シミュレートした平均再来間隔と経過時間をもって、現在から30年のうちに当該の活断層系から地震が発生する確率(30年地震発生確率)を算定した。

以上のようなシミュレーションを計10回を行い、これらによる平均再来間隔、経過時間、30年地震発生確率の分布から以下のような結論を得た。1)日本列島に分布する主な活断層系の数とその活動度から推定したマグネチュード毎の地震発生頻度は、日本列島内の歴史活断層地震の発生頻度とよく一致する。2)個々の活断層系における地震発生再来間隔のばらつきによる今後30年間における地震発生確率を推定した場合、これらの分布は図に示すように以下のような特徴を有する。すなわち、全活断層系のうち30年地震発生確率が、i)10(-8)を下回るものは1/3程度である。ii)10(-3)を超えるのは半数程度である。iii)1%を超えるのは1/3程度である。iv)3%を超えるのは10程度である。v)5%を超えるのは極僅かである。以上の推定結果は、林ら(1999)が歴史記録における地震発生頻度と活断層系の数から推定した結果ともよく一致している。3)過去に大きな地震を発生させ、現在までにトレンチ調査の行われている主な活断層では、前回の地震発生時から相当の経過時間の後、発生危険度が

かなり高くなった時点で地震が発生している。これらの歴史地震に関する 30 年地震発生確率は上記の長期評価部会によって推定されたものである。また、これらの 30 年地震発生確率は、先のシミュレーションによる分布において、非常に高いランク(危険度 = 確率)にある。4) 合理的、効率的な地震対策を実施するためには、トレンチなどによって各活断層系の過去の活動履歴を詳細に調査し、日本列島内でどの地域がより危険かを推定することが極めて重要である。これは、上記の 30 年地震発生確率の分布において、発生危険度(確率)の高い活断層系と低いその間に極めて大きな差があるためである。

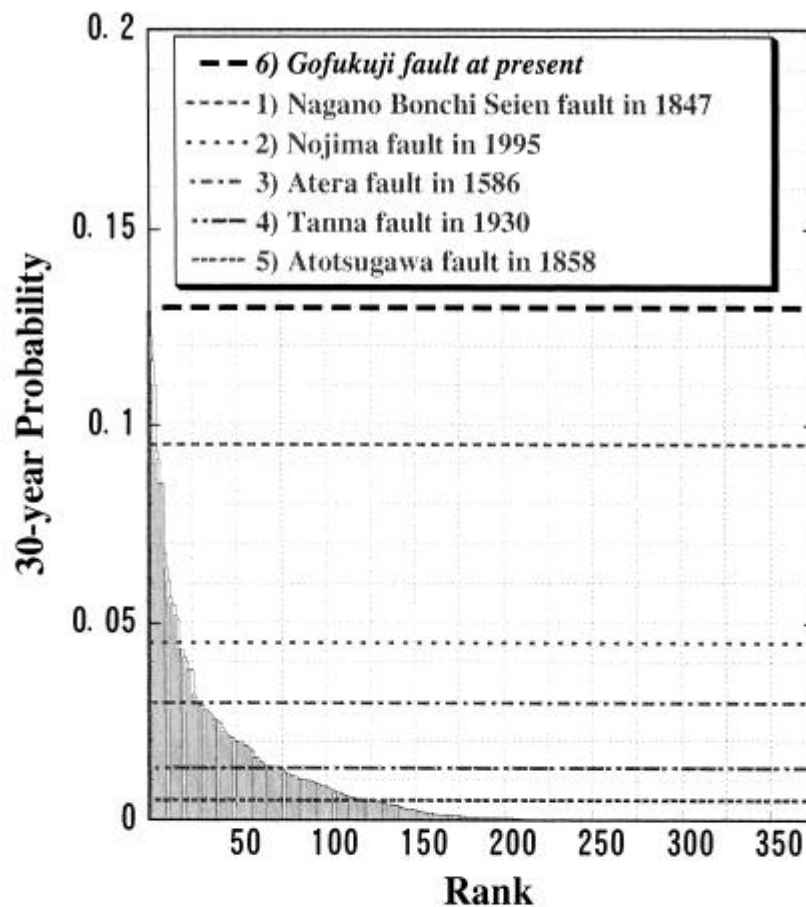


Figure 30-year Probabilities (Set No. 1)

Showing a estimated distribution of 30-year probabilities (probabilities of earthquake occurrences within a 30-year period from the present time). The probabilities are arranged in order of increasing size. The larger probability is in the higher rank. Here it should be noted that the shape of the distribution in the figure is down to the right hand side and downwardly convex. This means that a 30-year probability of one highly ranked active fault system is larger than that of many in the lowest ranked active fault systems. Namely, it is very effective to find out highly ranked (i.e. the most dangerous) active fault systems and to take countermeasures against those. Thus, trenching in-situ investigations etc. are very important as they enable us to identify such highly ranked active fault systems. Figure also shows 30-year probabilities of some active faults where great historical earthquakes occurred. All the probabilities of historical earthquakes were estimated by a subcommittee for Long-term Evaluation of Earthquake Research Committee of the Headquarters for Earthquake Research Promotion. As shown in the legend, the subcommittee estimated the 30-year probability just before the most recent event for active faults Nos. 1 to 5, and at present for No. 6. As is evident in Figure, every 30-year probability of the historical earthquakes can be ranked highly.