

# 論文審査の結果の要旨

氏名 Wahyu Triyoso  
(ワヒュー・トゥリヨソ)

本論文は日本の陸域に発生する浅発地震を対象として、その長期的な発生危険度を評価する手法（モデル）の提案を行い、 $10 \times 10 \text{ km}^2$  を単位とする地域で予想される地震動強さ分布図を作成している。本論文は5章および3補遺からなり、第1章では本研究の目的・背景・論文の構成を中心として記述され、第2章ではこれまでに提案された代表的なモデルをレビューし、それぞれの予測モデルに対して日本のデータを適用し、危険度評価の差を議論している。第3章では作成したモデルの歴史地震データ（400年間）をターゲットとした事象発生の特度を計算し、赤池情報量基準により各モデルの歴史地震データへの適合性の検討を通じて、最も信頼性の高いモデルを提案している。第4章は地震発生危険度と地震動強さの予測モデル（補遺Bに記述）を統合し、地震危険度地図を作成した。第5章はまとめと本論文で得られたモデルの適用性を述べている。

地震危険度地図は国の地震安全対策の根幹をなす資料である。本研究は、その最も基礎となる地震発生の特度活動度モデルに高い信頼性を持たせる目的がある。従来から提案されている長期地震活動度モデルは、地震記録、活断層データ、GPSデータなど異種のデータセットを用いており、予測モデルを単純には比較できない。特に海外のモデルは適用対象地域が異なる。本論文ではそれぞれのモデルが均等に対比出来るように、各モデルに対して  $M > 6.8$  の地震発生の特度100年期待値を比較した。独自のモデルとその組み合わせも含めて14モデルを比較している。このような比較は他に類がなく、モデルの差を一目で理解できる表現は評価すべき労作である。

さらに、モデルやパラメーターの定量的な評価のための赤池情報量基準を導入して、400年間の陸域の歴史大地震データをターゲットとして評価した。その評価方法は、それぞれのモデル或いはモデルパラメーターに対し、地震発生と非発生の特度が起こる特度を計算する。そして、様々なモデルのAICと全く情報がない場合のAICとの差、 $\delta \text{AIC}$  をモデルのデータ適合性の評価基準とするものである。この適合性を評価する基準は、本論文の最も特徴ある新しい視点と言える。 $\delta \text{AIC}$  が最大となるモデル、つまり最も信頼できる長期予測モデルは、本論文で検討したモデルの中で新しい組み合わせモデルとし

て提案された「活断層モデルと小地震のカタログを用いた地震地体構造区分図モデルとの組み合わせ」であった。さらにこの予測モデルに影響をあたえる地震発生相関距離と2種モデルの組み合わせの重みを最適化した上で、時期の異なる歴史地震(800-950年)と昭和(1925-2000年)の大地震への適合性を検査した。最適化のメリットは少ないもの、先の提案モデルが最も信頼性に富むことを確認している。

本論文が提案する地震発生の長期予測モデルは、多量の小地震データと適当な地体構造区分図があれば、小地震データを用いる代表的なモデル(Frankel, 1995)よりも過去の大地震発生をより良く説明することができることから、今後、論文提出者が目的としている、歴史地震資料の乏しい自国(インドネシア)での地震危険度図の作成に光明を与える結果となっている。

様々な長期地震活動度モデルを検討する中で、関連研究に極めて興味ある結果も導かれている。その一つは、現在の小地震活動および地表のひずみが、現在から約150年前までの大地震の影響を強く受けていることの指摘であり、南 California での検討結果(Jackson et al., 1997)とも調和的である。第2は前世紀の大地震の空間分布が今世紀の地震活動を示さないことであり、歴史地震資料のみのモデルは不適切であるとの結論を得たことである。

最終成果は地震発生の確率論的長期予測モデルと地震動強さの評価とを組み合わせた地震危険度図の作成である。地震動強さは距離減衰の形で表現され、さらに地盤の影響を考慮した地震危険度図が作成されている。この距離減衰モデルには最近の強震データを用い、減衰の地域差を考慮し、かつ地盤効果として地質・地形学的資料の簡便な分類による評価を導入した独自のモデルを作成し、首尾一貫した結果を提出している。

以上のように、本論文は地震発生の長期予測モデルを確率論により評価し、最も信頼性のあるモデルを提案しており、地震活動度評価に重要な貢献であると判断される。また地震危険度図の作成は社会の高い要請にも応えるものになっている。本論文の第2章は島崎邦彦・塚越芳樹、第3・4章は島崎邦彦との共同研究によるものであるが、論文提出者が主体となって解析を行なったもので論文提出者の寄与が十分であると判断する。したがって、審査員一同は、本論文提出者が理学博士の学位を受ける資格があるものと判定した。