

地震及び火山噴火予知のための観測研究計画の見直しについて A Revision of the National Observation and Research Program for the Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions

安藤 忍^{1*}, 藤井 敏嗣², 平田 直³, 清水 洋⁴, 佐藤 春夫⁵, 森田 裕一³, 吉本 和生⁶

Shinobu Ando^{1*}, Toshitsugu Fujii², Naoshi Hirata³, Hiroshi Shimizu⁴, Haruo Sato⁵, Yuichi Morita³, Kazuo Yoshimoto⁶

¹ 文部科学省研究開発局地震・防災研究課, ² 特定非営利活動法人 環境防災総合政策研究機構, ³ 東京大学地震研究所, ⁴ 九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センター, ⁵ 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻, ⁶ 横浜市立大学大学院生命ナノシステム科学研究科

¹Research and Development Bureau, Earthquake and Disaster-Reduction Research Division, Ministry of Ed, ²Crisis & Environment Management Policy Institute, ³Earthquake Research Institute, the University of Tokyo, ⁴Institute of Seismology and Volcanology, Faculty of Sciences, Kyushu University, ⁵Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, ⁶Graduate School of Nanobioscience, Yokohama City University

On 28 November 2012, the Council for Science and Technology recommended the revision of the National Observation and Research Program for the Prediction of Earthquakes and Volcanic Eruptions, which has started since 2009 as a basic 5-year research program, to the government including the Minister of Education, Culture, Sports, Science.

The basic 5-year research program aims to respond to a social demand for the mitigation of earthquake and volcanic disasters. The 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, which is referred to as the Tohoku-oki earthquake, occurred on 11 March 2011 just when the current 5-year program almost ended its second year. The Council for Science and Technology decided to review the current program to ensure that it would be addressing, adequately, the research on extremely large earthquakes with a magnitude (M) of 9.0 or greater, such as the Tohoku-oki earthquake. Currently significant post-seismic crustal deformations of the Tohoku-oki earthquake are still going on. These may be associated with large aftershocks and volcanic eruptions yet to come. Thus, we need urgent revision of the current research program to include researches of the extremely large earthquakes.

The Council for Science and Technology started the revision of the program to include a new research to understand the extremely large earthquake and related activities in the crust and the mantle. The program also includes researches for forecasting seismic hazards generated by the extremely large earthquakes such as a large tsunami. This revised program will be conducted until the end of FY2013 (March 2014). In this presentation, we will report a basic idea and an outline of the revised program.

首都圏の地震発生予測モデルの構築に向けて:2次元から3次元への予測領域の検討 Three-dimensional earthquake forecasting model for the Kanto district

横井 佐代子^{1*}, 鶴岡 弘¹, 平田 直¹
Sayoko Yokoi^{1*}, Hiroshi Tsuruoka¹, Naoshi Hirata¹

¹ 東京大学地震研究所

¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo

関東では3つのプレートの境界や内部のそれぞれで地震活動がみられるため、水平方向及び深さ方向を考慮した3次元予測空間での地震発生予測モデルが不可欠である。そこで私達は、過去の首都圏での地震活動を深さ分布も考慮して統計解析し、確率予測を行う「地震発生予測モデル」を構築することを目的として本研究を開始した。

最初にCSEPの最新のソフトウェアを導入し地震活動予測モデルを評価・検証するための基盤を整備した。次に、3次元予測領域の検討を行った。関東地方を水平方向 $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ 、深さ方向0から100kmを10km毎のグリッドに定めた「3次元予測領域」を設定した。そして既存研究である「地震活動の評価に基づく地震発生予測検証実験 (Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability: CSEP)」の予測空間と比較した。この3次元予測領域において、ある予測モデル(RI10kモデル(Nanjo, 2010))による3ヶ月間の地震発生予測を行ったところ、深さ0-10kmにおいては伊豆地方の地震発生確率が高くなること、深さ40-50kmにおいては銚子沖の確率が高くなり、過去の地震発生頻度の深さ分布が予測に反映できることを確認した。また、検証の結果、3次元の予測空間の方が2次元より予測精度が良くなるという結果を得た。なお、3次元予測領域では、平滑化半径が5から10kmの時、RIモデルの予測性能が良くなることが明らかになった。本発表では、以上の検討について述べる。

なお本研究は、都市災害プロジェクトの一環として行われています。また、予測モデルの検証においては気象庁一元化地震カタログを使用しました。記して感謝します。

キーワード: 3次元化地震発生予測モデル, 関東地方, 地震活動の評価に基づく地震発生予測検証実験

Keywords: 3-dimensional forecasting model, Kanto district, Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability

2011年相似地震予測の検証と評価

Testing the probability forecasts in 2011 for small interplate repeating earthquakes along the Japan Trench

岡田 正実^{1*}, 内田直希², 青木重樹¹
Masami Okada^{1*}, UCHIDA, Naoki², AOKI, Shigeki¹

¹ 気象研究所地震研究部, ² 東北大学
¹ Meteorological Research Institute, ² Tohoku university

はじめに

相似地震(小繰り返し地震)は、プレート境界に存在する小アスペリティが繰り返し破壊することで発生する。該地震が波形相関のみで同定されること、発生間隔の短い系列が多数あることなどから、事前に予測し、観測データで予測結果の検証・評価を行うのに大変適している。筆者らは2006年から関東～北海道の東岸付近及び沖合で発生する相似地震について、毎年予測検証実験を実施してきた(Okada et al., 2012)。2011年予測は、2010年12月までのデータを用いて、183系列について2011年中に発生する確率が事前に与えられている。ここでは観測データと照合した検証結果を紹介するが、予測期間中に巨大地震(Mw9.0, 東北地方太平洋沖地震)が発生しており、その影響についても多少考察する。

予測モデル

これまでと同様に、ベイズ統計対数正規分布モデルを用いている。2010年予測までは全域共通のパラメータを採用していたが、2011年予測は3つの地域(北部沿岸、南部沿岸、海溝付近)に分け、それぞれで異なる事前分布パラメータ値を使用した。予測モデルの比較と評価のために、小標本論対数正規分布モデルとポアソン過程指数分布モデルによる発生確率計算も行っている。

予測成績と検証結果

予測期間中に相似地震が1個以上発生したのは85系列で、予測期待値71.4系列より多い。個数検定(N-test)を行うと、有意水準99%では棄却されないが、95%で棄却される。平均対数尤度とBrierスコアは、-0.596と0.200であった。これらの値は2009年予測に次いで悪く、7日先の降水確率予報(東京)よりも多少劣っている。尤度検定(L-test)では95%の有意水準で棄却され、99%では棄却されない。尤度比検定(R-test)では、小標本論対数正規分布モデル及び指数分布モデルに対して、予測モデルが有意に優れていた。

議論

2011年発生予測の成績(スコア)はかなり悪いが、巨大地震に伴う非常に高い余震活動が続いたにもかかわらず、極端に悪い成績ではなかった。巨大地震前の相似地震活動は予測よりいくぶん低かった。また、地域分割の効果を見るために、全域共通事前分布の2010年予測モデルで2011年の発生確率を計算したところ、平均対数尤度は-0.608であった。尤度比検定を行うと、地域分割の2011年予測モデルの方が有意に優れていた。しかし、異常な地震活動の年であり、この地域分割が有効であるかどうかは即断できない。

各系列で1年以内に発生する相似地震の個数は、2010年以前は0個または1個であり、まれに2個発生する程度であった。しかし、2011年は複数発生したものが29系列にも達した。巨大地震後に発生した個数を地域別に見ると、北緯40.5度以北(青森県東方以北)の系列では通常のレベルであった。震源域でも相似地震活動はやや低調であったが、巨大地震による周辺応力や小アスペリティの状態の変化を反映した可能性がある。その他の地域では活発化したが、特に三陸沿岸域では顕著であり、余効滑りの影響を大きく受けたものと推測される。今後の発生予測には、地域的相違及び余震活動の推移も考慮する必要がある。

キーワード: 相似地震, 繰り返し地震, 確率予測, 検証, 評価, 巨大地震

Keywords: small repeating earthquake, forecast, probability, testing, great earthquake