1-6 東北地方太平洋沖地震によって誘発された日本列島の中長期確率予測の時空間分布

Long- and intermediate space-time forecast in Japanese Islands induced by the 2011 Tohoku-Oki earthquake

統計数理研究所 Institute of Statistical Mathematics

地震予測実験国際共同プロジェクト, CSEP (Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability) の日本検証センター (東京大学地震研究所内) に階層的時空間 ETAS (HIST-ETAS) モデル^{1,2)}を使って提出した予測確率について,2009年11月当時の予測と,東北沖地震1年以上経過した2012年5月時点での予測の,これらの違いを報告する.短期予測(1日,M5以上),中期予測(5年,M6.7以上)および長期予測(30年,M7以上)を日本列島(第1図)や,それを拡大した関東地域(第2図)および東北沖余震域(第3図)の空間的予測確率を図示した.

気象庁カタログ(それ以前の履歴のために宇津カタログも使用)から下限マグニチュード M_c =5.0 以上の各地のリアルタイム地震発生率 $\square(t,x,y|H_t)$ を予測する HIST-ETAS モデルを上記の各時点 S で推定した. その上で地震の大きさの発生予測は G-R 分布に従い D 値は地域性をもつとする 1,2).

通常の地震活動での期間 [S,T] 領域Aにおける長期中期予報 $\Lambda(x,y|S,T)$ はそれぞれ常時地震活動 度 $\Box(x,y)$ や時点 S までの活動度を補正して

$$\mu(x,y) \times \frac{(T-S)N_A(0,S)}{S \iint_A \mu(x,y) dx dy} \quad \Leftrightarrow \quad \mu(x,y) \times \frac{(T-S)N_A(0,S)}{S \iint_A \mu(x,y) dx dy} + \int_S^T dt \iint_A \left\{ \lambda(t,x,y \mid H_S) - \mu(x,y) \right\}$$

によって近似的に計算した.ここで $N_A(0,S)$ は現時点 S までの全領域 A での地震総数である.しかし東北沖地震の時点 S_0 直後の誘発性および長期間に渡る誘発性は大きいので

$$\Lambda(x, y \mid S, T; S_0) \approx \mu(x, y) \frac{(T - S)N_A(0, S_0)}{S_0 \iint_A \mu(x, y) dx dy} + \int_S^T dt \iint_A \{\lambda(t, x, y \mid H_S) - \mu(x, y)\}$$

をもって長中期の予測をした.ここで $N_A(0,S_0)$ は東北沖地震時直前までの全領域 A での地震数であり,領域内の予測地震総数 $\Lambda(A)$ は $\Lambda(x,y|S,T;S_0)$ の空間積分である.誤差はポアソン過程を仮定し $\sqrt{\Lambda(A)}$ としたので実際より少な目の誤差見積もりとなる.

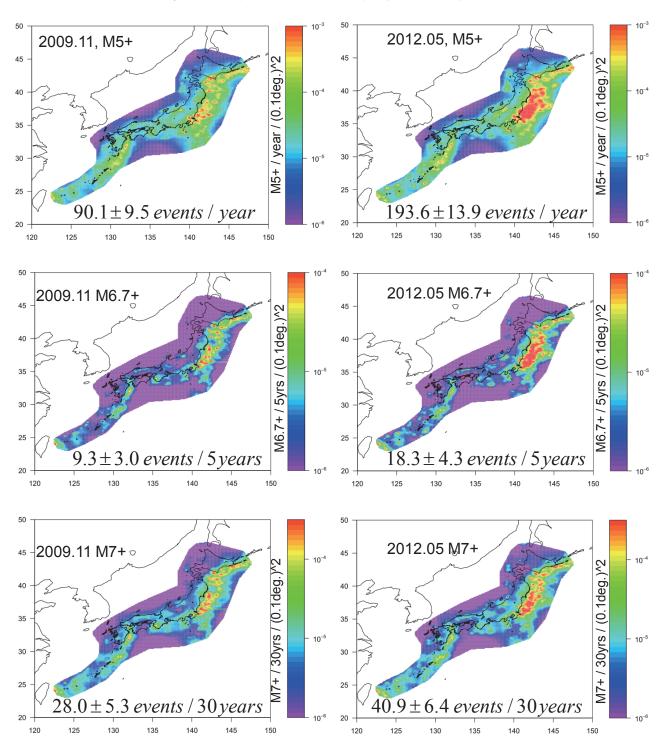
因みに一元化以降のデータ(1997.10 ~)で推定した M4 以上の一日予測の同様の比較を第 4 図に与えた.

(尾形良彦)

文献

- 1) 統計数理研究所: 予知連会報 83 巻, 5-8 (2010).
- 2) Ogata, Y., Earth, Planets and Space, 63, 217-229 (2011).

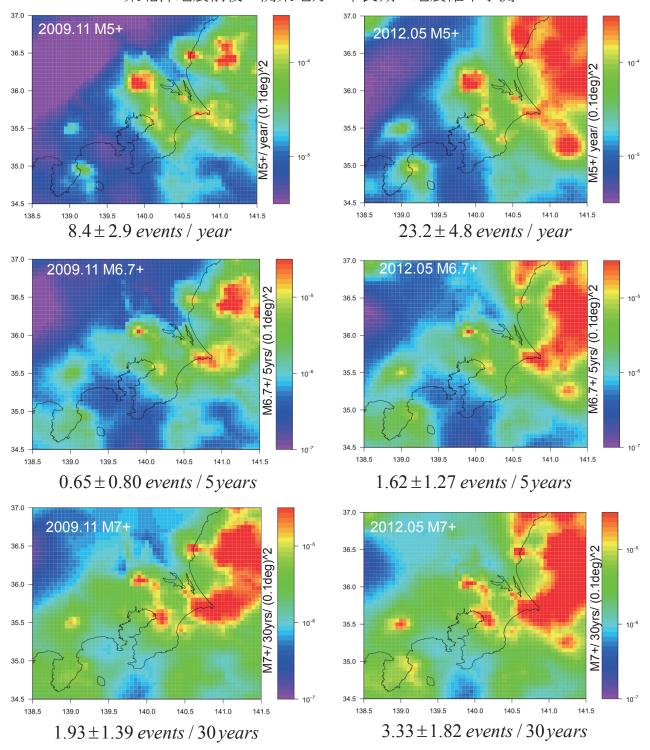
東北沖地震前後の全日本の中長期の地震確率予測



第1図 東北沖地震の前(左)と後(右)で予測した,全日本の100km以浅の地震の各ピクセル領域での,記載年月よりの中・長期の発生確率. それぞれのパネルに全日本での地震総数予測を誤差つきで与えてある. 上段はマグニチュード5以上の地震の1年予測,中段はM6.7以上の地震の5年予測.下段はM7以上の地震の30年予測.カラー表は0.1度×0.1度(100km平方)当りの確率を示す.

Fig. 1 Predicted medium- and long-term probability in each pixel from the date before and after the M9 earthquake. The predicted total number of earthquakes with the error estimate in Japan is given in each panel. The upper panels provide one-year forecasts of M5+ earthquake, the middle panels provide five-year forecasts of M6.7+ earthquakes, and the bottom panels provide 30 years forecasts of M7+ earthquake. The color table shows the probability per 0.01 square degrees (100 square kilometers)

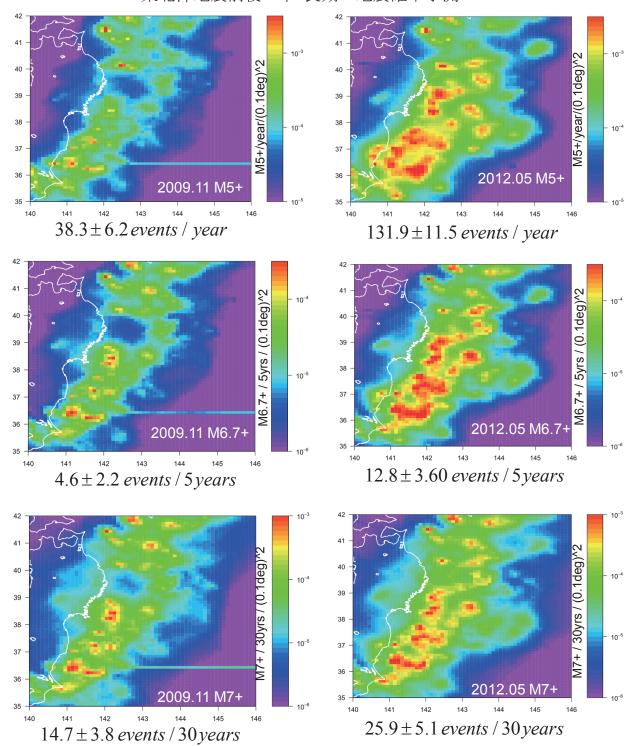
東北沖地震前後の関東地方の中長期の地震確率予測



第2図 東北沖地震の前(左)と後(右)で予測した,関東地域の100km以浅の地震の各ピクセル 領域での,記載年月よりの,中長期の発生確率.それぞれのパネルの下に全関東地域での 地震総数予測を誤差つきで与えてある.上段はマグニチュード5以上の地震の1年予測,中段はM6.7以上の地震の5年予測.下段はM7以上の地震の30年予測.カラー表は0.1度 x 0.1度(100km平方)当りの確率を示す.

Fig.2 Predicted medium- and long-term probability in each pixel from the date before and after the M9 earthquake. The predicted total number of earthquakes with the error estimate in Kanto region is given in each panel. The upper panels provide one-year forecasts of M5+ earthquake, the middle panels provide five-year forecasts of M6.7+ earthquakes, and the bottom panels provide 30 years forecasts of M7+ earthquake. The color table shows the probability per 0.01 square degrees (100 square kilometers)

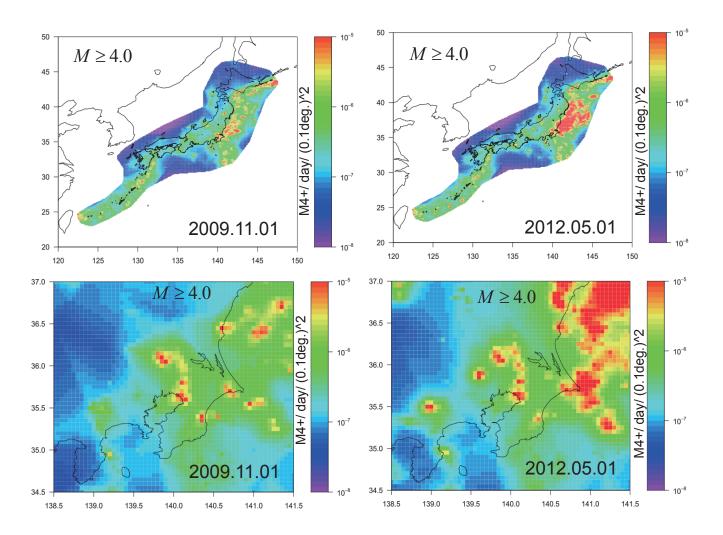
東北沖地震前後の中・長期の地震確率予測



第3図 東北沖地震の前(左)と後(右)で予測した東北沖地域の100km以浅の,地震の各ピクセル領域での,記載年月よりの中・長期の発生確率.それぞれのパネルの下に地震総数予測を誤差つきで与えてある.上段はマグニチュード5以上の地震の1年予測,中段はM6.7以上の地震の5年予測.下段はM7以上の地震の30年予測.カラー表は0.1度x0.1度(100km平方)の確率を示す.

Fig.3 Predicted medium- and long-term probability in each pixel from the date before and after the M9 earthquake. The predicted total number of earthquakes with the error estimate in Tohoku-Oki region is given in each panel. The upper panels provide one-year forecasts of M5+ earthquake, the middle panels provide five-year forecasts of M6.7+ earthquakes, and the bottom panels provide 30 years forecasts of M7+ earthquake. The color table shows the probability per 0.01 square degrees (100 square kilometers)

東北沖地震前後の全日本と関東地方の短期の地震確率予測



第4図 東北沖地震の前(左)と後(右)で予測した全日本の100 km以浅の,各ピクセルでの記載年月日での,マグニチュード4以上の地震の発生確率.カラー表は0.1 度 x 0.1 度 (100 km平方)の1日確率を示す.

Fig.4 Predicted short-term (one day) probability of M4+ earthquakes in each pixel from the date before and after the M9 earthquake. The color table shows the probability per 0.01 square degrees (100 square kilometers)