

3-4 地殻変動予測：東北沖地震の余効変動

Experimental forecast of postseismic deformation of the 2011 Tohoku-oki earthquake

宗包 浩志

Hiroshi Munekane (Geospatial Information Authority of Japan)

国土地理院では平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の余効変動の時系列に対し、ある期間を選んで関数近似を行いその後の余効変動の予測力を評価する予測実験に取り組んでいる。

最近、Fujiwara et al. (2022)¹⁾により、Tobita (2016)²⁾の手法に基づき時空間モデルを構築し、その予測と 2020 年までの地殻変動を比較したところ、2015 年 2 月以降に広域でほぼ一定速度で進行するずれが見いだされた。また、この一定速度成分も新たな補正項として追加した改良時空間モデルを用いることで、予測精度が向上することも示されている。本発表では、Fujiwara et al. (2022)¹⁾に従って構築した時空間モデルについて、予測精度を定量的に評価した結果について報告する。

Fujiwara et al. (2022)¹⁾の時空間モデルは以下の式で表される。

$$D(t)=a\ln(1+t/b)+c+d\ln(1+t/e)-f\exp(-t/g)+Vt, \quad (1)$$

ここで、 $D(t)$ は余効変動時系列の東西、南北または上下成分、 t は地震後の日数、 \ln は自然対数、 b, e, g は対数関数または指数関数の緩和時定数、 V は定常速度である。緩和時定数は、Tobita(2016)²⁾と同じ 4 観測点のデータを用い、地震後 3.9 年までのデータから決定している。また、 V は Tobita (2016)²⁾と同じく 1997 年 4 月 1 日から 2000 年 3 月 31 日の観測値の近似直線の傾きの値で固定している。また、係数 a, d, f は観測点、成分毎に地震後 3.9 年までのデータのフィッティングにより決定している。Fujiwara et al. (2022)¹⁾では、Tobita(2016)²⁾の手法によるフィッティングにおいて 2015 年以降残差が直線的に増加することから、式 (1) を以下のように改良した。

$$D(t)=a\ln(1+t/b)+c+d\ln(1+t/e)-f\exp(-t/g)+Vt+(c'+vt)H'(t-t_0). \quad (2)$$

ここで H はステップ関数であり、 t_0 としては 2015 年 7 月 1 日とする。追加された係数 c', v は 2016 年 1 月 1 日から 2020 年 12 月 31 日までのデータを用いて推定した。

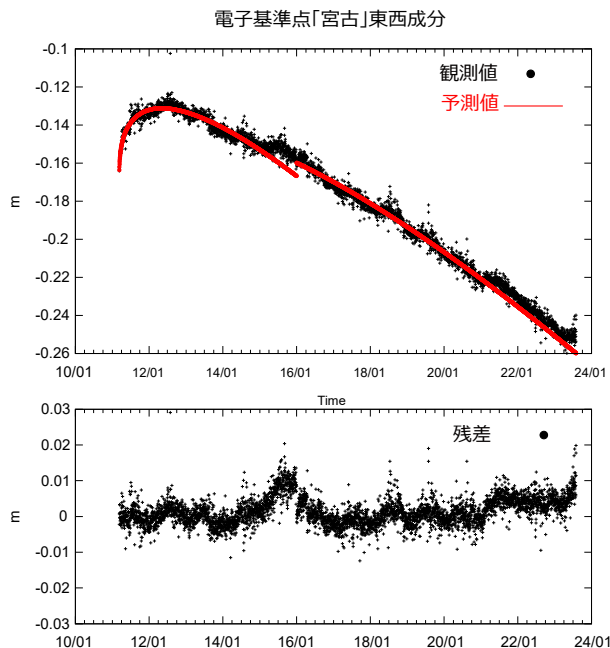
式 (2) の予測力を評価するため、中部～北海道南部の電子基準点 340 点を用いた検証を行った。第 1 図に電子基準点「宮古」の東西成分における、GNSS 観測値と式 (2) による関数フィットとの比較を示す。おおむね良好なフィットが得られている。次に、予測期間として 2 年を取り、2021 年 1 月 1 日～10 日を基準とした 2023 年 1 月 1 日～10 日におけるずれを計算した。第 2 図に、ずれの水平成分、上下成分の大きさの空間分布を示す。多くの観測点で、水平 1cm、上下 1.5cm 以下に収まっていることが分かる。ずれが大きい観測点は、牡鹿半島の周辺および福島・宮城～山形の範囲に集中して分布している。ずれの平均値は、東西成分で 9.7mm、南北成分で 5.9mm、上下成分で 10.7mm であった。第 3 図に、予測値からのずれをプレート境界でのすべりによるものと解釈した場合のすべり分布および観測値および計算値の比較を示す。すべりは、主に 2021 年 3 月と 5 月に発生したプレート間地震の震源断層モデルの近傍に位置し、推定されたすべりがこれらの地震の余効すべりであった可能性を示唆する。

(宗包 浩志)

MUNEKANE Hiroshi

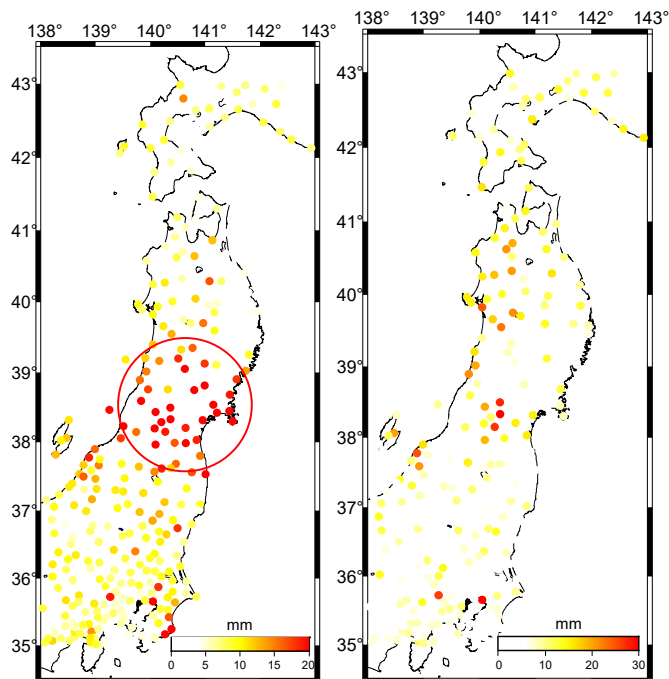
参考文献

- 1) Fujiwara et al. (2022), *Earth Planet Space*, 74:13, <https://doi.org/10.1186/s40623-021-01568-0>
- 2) Tobita (2016), *Earth Planet Space*, 68:41, <https://doi.org/10.1186/s40623-016-0422-4>



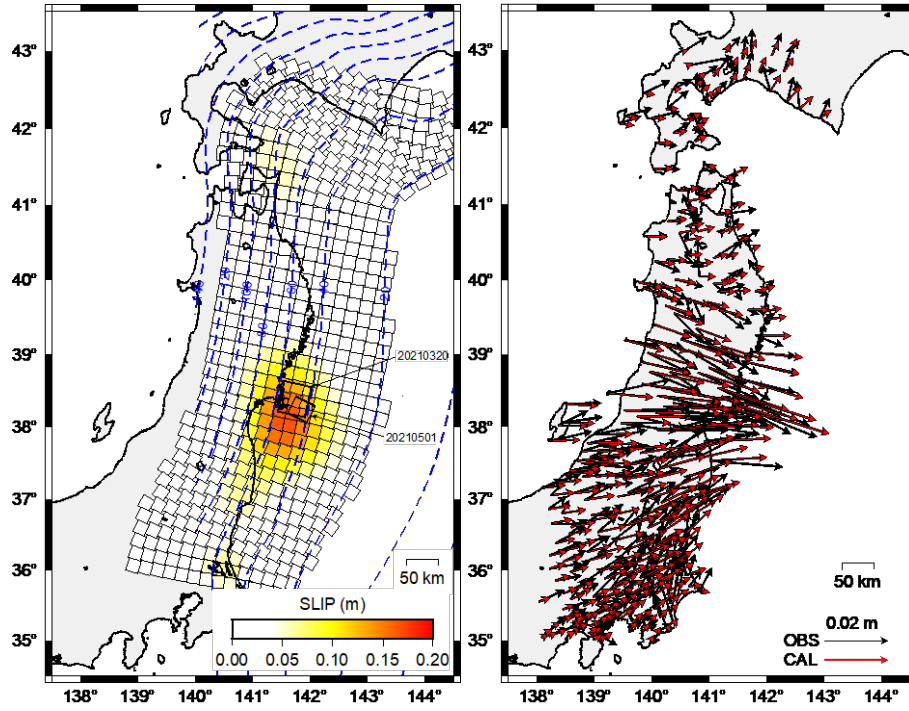
第 1 図 (上) 電子基準点「宮古」における、座標時系列(東西成分)および時空間モデルによる予測値。黒が観測値、赤が式(2)による予測値を表す。(下) 残差時系列。黒が式(1)による予測値からの残差、緑が式(2)による予測値からの残差を表す。(下) 残差時系列。

Fig. 1 (Upper) Observed and predicted deformation timeseries at Miyako station. Black dots represent observed deformation, and red lines denote deformation predicted by by equation (1). (Lower) Residuals.



第 2 図 予測値からのずれの空間分布。(左)が水平成分,(右)が鉛直成分を表す。赤丸がずれの大きい観測点が集中している領域を示す。

Fig. 2 Distribution of the differences between observed and predicted deformation. Left and right figures represent horizontal and vertical components, respectively. Red circles denote the area where notable differences are observed.



第 3 図 (左) 予測値からのずれから推定したプレート間すべり (右) 観測値および計算値のベクトル.

Fig. 3 (Left) Slip distribution estimated with the differences between observed and predicted deformation. (Right) Observed and calculated deformation vectors.