

## 12 - 2 千島海溝沿いの滑り欠損速度分布について

### Slip deficit rate along the Chishima (Kuril) Trench

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

#### 1. GNSS 連続観測による北海道地方の地殻変動

北海道南東沖では千島海溝より太平洋プレートが陸側のプレート(北米プレートもしくはオホーツクプレート)の下に沈み込んでおり、その相対運動速度は年間約 7-8cm<sup>1)2)</sup>である。第 1 図は、1999 年 9 月から 2003 年 8 月までと 2007 年 3 月から 2011 年 2 月までの 2 つの期間における GNSS 連続観測点での平均変位速度を示したものである。この 2 期間は、2003 年 9 月 16 日に発生した十勝沖地震 (M8.0) の発生直前の 4 年間と十勝沖地震の余効変動が小さくなってから東北地方太平洋沖地震の直前までの 4 年間をとったものである。なお、GEONET 観測点のデータは、F3 解析結果に基づくベクトルを表示したが、国後島と色丹島のデータ<sup>3)4)</sup>については、RINEX データを米国 UNAVCO のウェブサイト<sup>5)</sup>よりダウンロードしたものを、GIPSY6.1 の精密単独測位法で計算し、2007 年 3 月から 2009 年 12 月までのベクトルを示した。この図より太平洋側の GNSS 観測点が内陸部に対して西北西方向に移動しており、道東地域の太平洋側では沈降していることがわかる。ただし、2007 年 3 月からの期間では十勝・釧路地方の太平洋側は隆起している。また、色丹島では、根室半島と同じような西北西方向で沈降の変動が観測されている。

#### 2. GNSS データから推定される滑り欠損速度分布

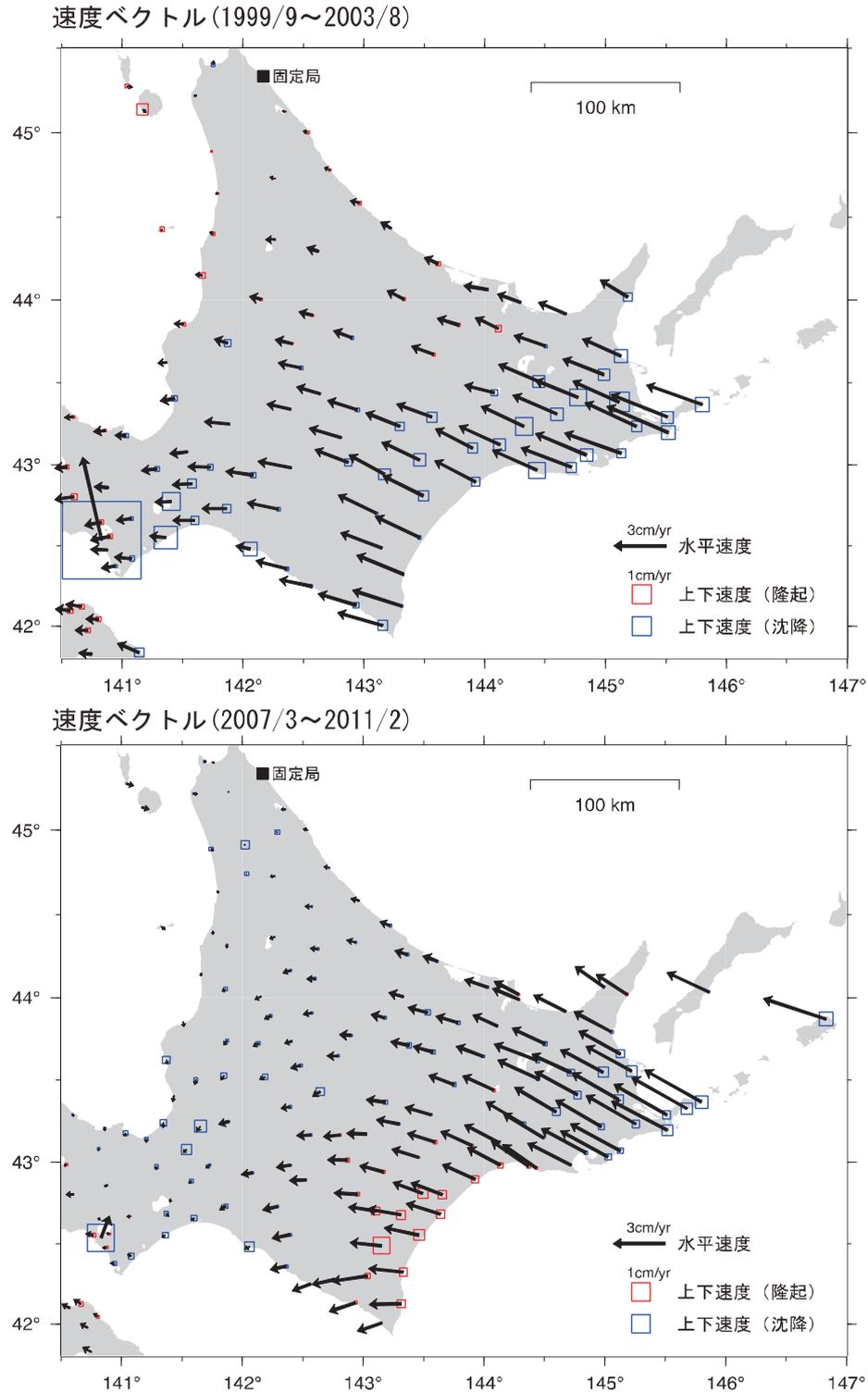
第 1 図に示した地殻変動は、太平洋プレートと陸側プレートの境界面の一部が固着していることによる陸側プレートの変形であると仮定し、バックスリップモデル<sup>6)</sup>を用いて、プレート境界面上のすべり欠損速度分布を推定した。プレート境界面の形状は、プレート境界面の等深線<sup>7)</sup>を近似した矩形断層で表現し、滑りの空間 2 階微分を小さくして滑り分布が滑らかになるような先験情報を用いて、個々の矩形断層での滑り量を推定した。なお、滑り角については、プレート相対運動とほぼ反対の N125°E 方向に滑り方向がなるように固定し、地殻変動の計算にあたっては、半無限均質弾性体<sup>8)</sup>を仮定した。また、北海道東部では前弧域がスリバーとして背弧側とは別個の剛体運動をしている可能性が指摘されていることから、前弧スリバーの並進運動についてもすべり欠損分布と同時に推定した。第 2 図及び第 3 図にそれぞれ、1999 年 9 月から 2003 年 8 月までと 2007 年 3 月から 2011 年 2 月までの滑り速度分布を示す。ここで推定した滑り速度は、プレート境界面全体の一様滑りを差し引いた滑り速度であり、0cm/年が固着のない状態、負の滑り速度が固着によって滑り遅れている状態、正の滑り速度が余効滑りやスロースリップなど、一様滑りの速度よりも速く滑っている状態を表している。なお、モデル領域の境界条件として、緑線で示した沖合側の端の外側では、滑り速度が-8cm/年であると仮定した。すなわち、プレート境界浅部では完全に固着していることを仮定したことになる。第 2 図より北海道の沖合では、全般的に負の滑り速度となっており、プレート間が固着していることを意味しているが、特に十勝～釧路沖の海溝寄りと根室沖の陸寄りに固着の強い領域があることが推定される。第 3 図においても、釧路沖の海溝寄りと根室沖から色丹島沖の陸寄りに固着の強い領域が見られる。その一方、第 3 図において、2003 年十勝沖地震の震源域の北側(十勝地方海岸線付近)と南西側(襟裳岬南方沖)では、滑り速度が正の領域が見られる。こ

の領域では、2003年十勝沖地震発生以降3年以上が経過しても、震源域の周辺では余効滑りが続いていると解釈できる。第4図は、本研究で用いたGNSSデータのプレート境界面の滑り速度に対する解像度を検証したもので、格子模様の滑り分布を与えてGNSS観測点での変動を計算し、誤差を加えた変位量から、プレート境界面での滑り速度を推定したものである。推定滑り速度分布を見ると陸域直下や海岸線から100km程度までの滑り分布のパターンは概ね再現されているが、さらに沖合の領域では格子模様が再現されていないことがわかる。また、色丹島と国後島のGNSSデータがある2007年3月から2011年2月までの観測点配置では、根室半島より東側での再現性が向上している。格子模様の再現性から沖合の領域に対する滑り分布の分解能が低いことは明らかであるが、全体として平均化された滑り速度が推定されていることから、ある程度領域全体のモーメントに関しては推定することが可能であり、この領域の滑りに対して陸域のGNSSデータの感度が全くないわけではないと考えられる。よって、第2図、第3図に共通するような釧路沖及び根室沖の強い固着領域については、ある程度信頼できるものであり、その広がりから巨大地震の潜在的発生可能性を有する地域とすることができる。

なお、本資料及び本資料の作成にあたって使用した資料には、北方領土におけるGNSS観測データを利用した評価が含まれているが、これが北方領土問題に関する日本の法的立場及び見解を害するものとみなしてはならない。

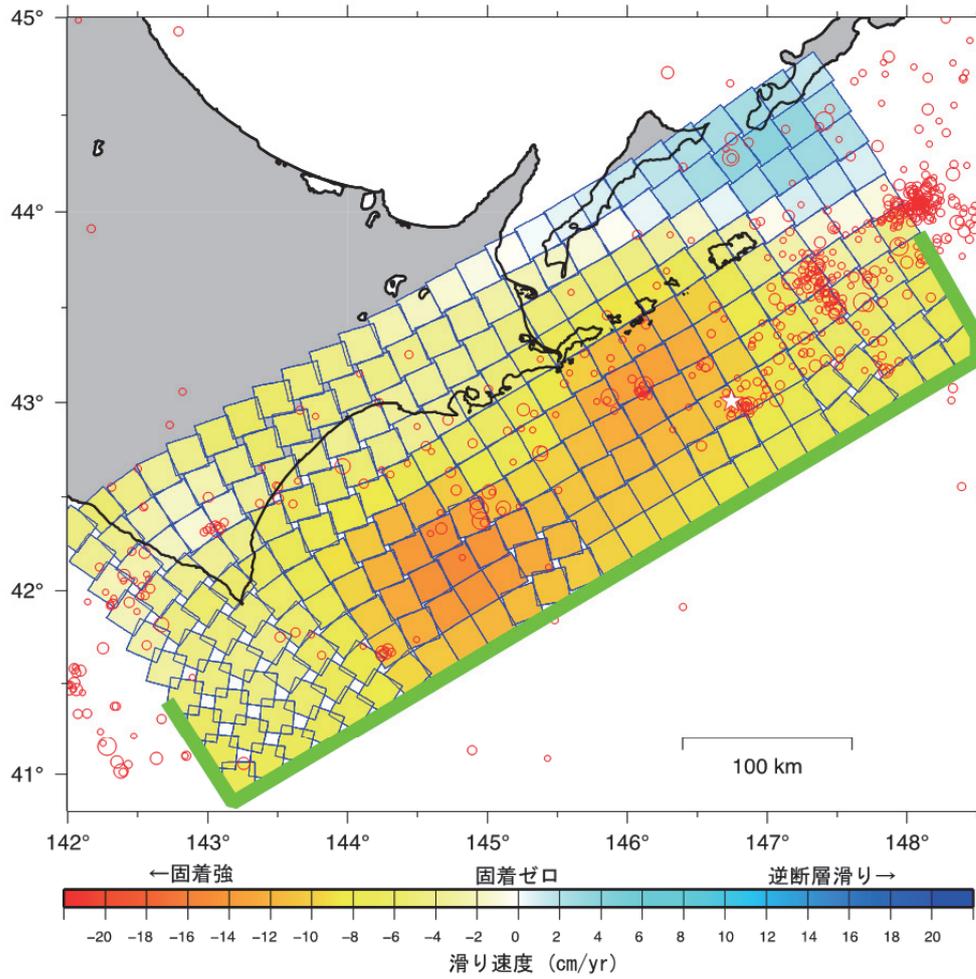
#### 参 考 文 献

- 1) Sella et al., 2002, *J. Geophys. Res.*, 107, B4, doi:10.1029/2000JB000033.
- 2) Argus et al., 2010, *Geophys. J. Int.*, 18, 1-48, doi: 10.1111/j.1365-246X.2009.04463.x.
- 3) Steblov et al., 2008, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L22306, doi:10.1029/2008GL035572.
- 4) Kogan et al., 2011, *Geophys. Res. Lett.*, 38, L06304, doi:10.1029/2011GL046855.
- 5) <http://www.unavco.org/crosscutting/cc-data.html>
- 6) Savage, 1983, *J. Geophys. Res.*, 88, 4984-4996.
- 7) 地震調査研究推進本部, 2004,  
[http://www.jishin.go.jp/main/chousa/04dec\\_chishima2/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/04dec_chishima2/index.htm)
- 8) Okada et al., 1985, *Bull. Seismol. Soc. Jpn.*, 75, 1135-1154.

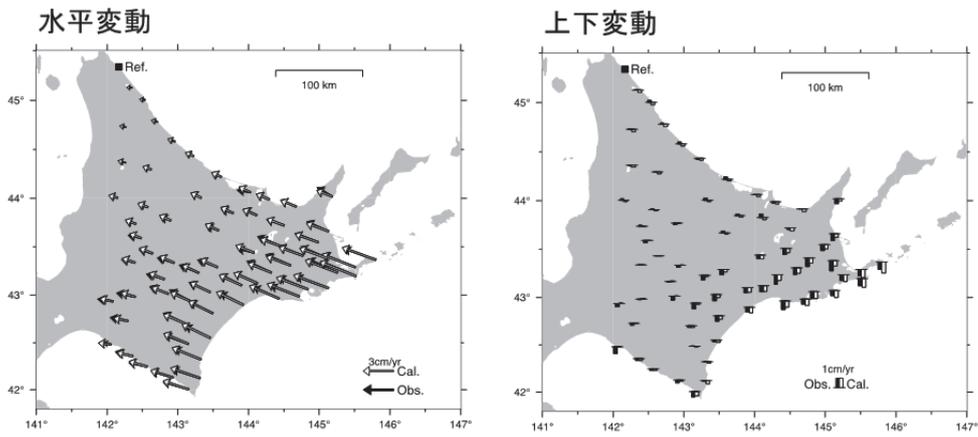


第 1 図 GNSS 連続観測点における北海道東部の平均変位速度。ベクトルの固定局は、猿払(950101)観測点。2000 年 1 月 28 日( $M_j7.0$ ), 2008 年 9 月 11 日( $M_j7.1$ ), 2009 年 6 月 5 日( $M_j6.4$ )の地震に伴う変動は除去して、速度の推定を行った。

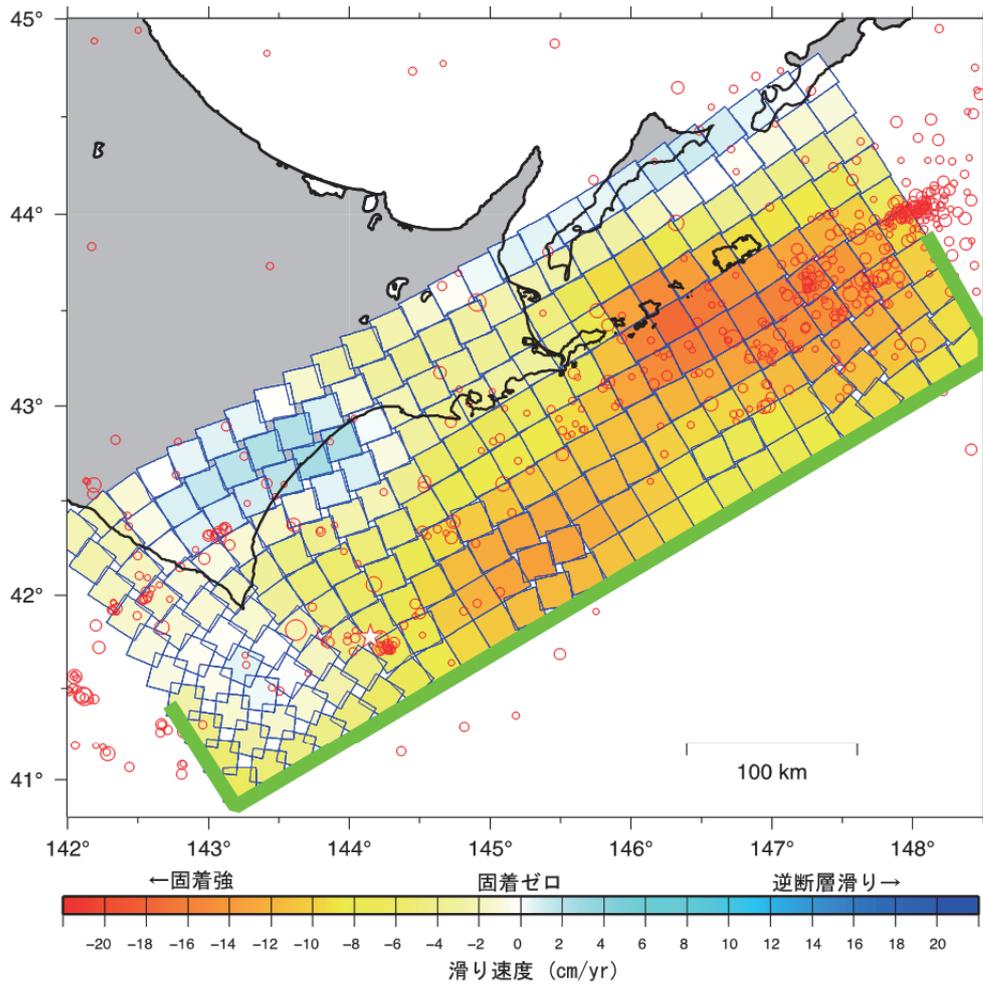
Fig. 1 Average velocities at continuous GNSS stations in eastern Hokkaido. Reference station of the velocity vectors is the Sarufutsu (950101) site. Coseismic displacements for  $M_j$  7.1,  $M_j$  7.1, and  $M_j$  6.4 earthquakes on January 28, 2000, September 11, 2008, and June 5, 2009 were removed to estimate the average velocities.



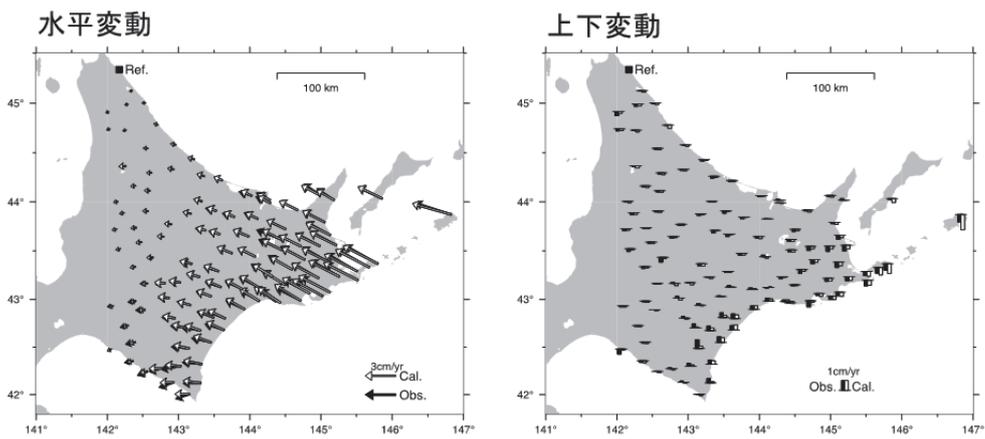
気象庁一元化震源を、赤丸 ( $M \geq 4.0$ ), 星印 ( $M \geq 7.0$ ) で表示.



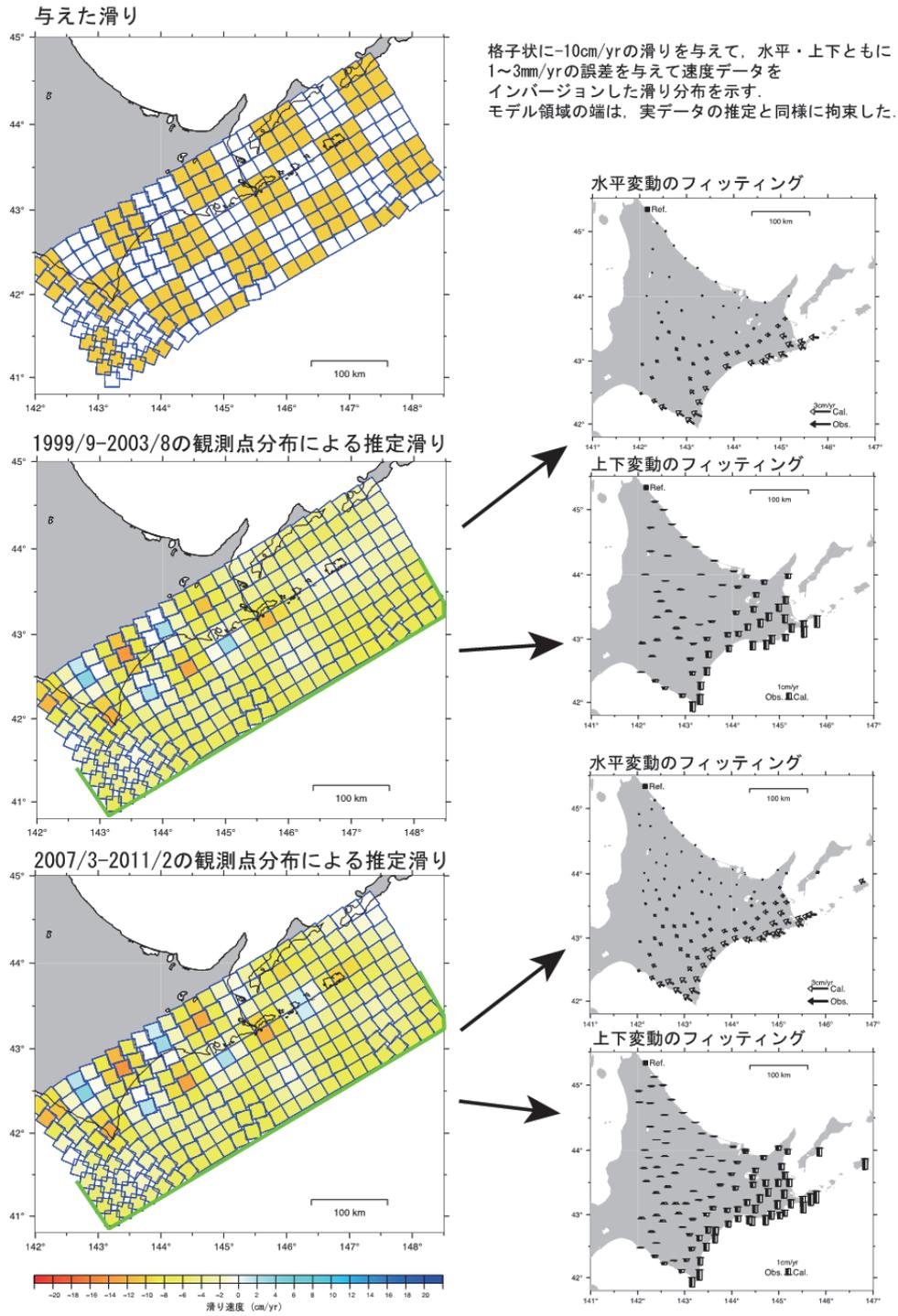
第2図 1999年9月から2003年8月までの平均的な滑り欠損速度分布.  
 Fig. 2 Distribution of slip-deficit rate from September, 1999 to August, 2003.



気象庁一元化震源を、赤丸 ( $M \geq 4.0$ ), 星印 ( $M \geq 7.0$ ) で表示.



第3図 2007年3月から2011年2月までの平均的な滑り欠損速度分布.  
 Fig. 3 Distribution of slip-deficit rate from March, 2007 to February, 2011.



第4図 陸上地殻変動データのプレート境界面上滑りに対する解像度テスト。  
 Fig. 4 Test of resolving power of onland geodetic data to slip distribution on the plate boundary.