

## 1 2 - 2 GPS連続観測に基づく日本列島周辺のすべり欠損分布 Interseismic slip deficit in and around Japan based on GEONET

国土地理院  
Geographical Survey Institute

### 1. はじめに

全国一律でのすべり欠損を推定し、共通性と多様性・地域性を把握するため、以下のように小領域（9領域）と中領域（3領域）の2種類（第1, 9, 35図）ですべり欠損の推定を行った。すべり欠損の推定における諸条件は、以下の通りである。プレートの等深線は、CAMPモデル<sup>1)</sup>、気象庁一元化震源、野口（1996）<sup>2)</sup>、中村・他（1997）<sup>3)</sup>を参考に作成した。東海地方を除いて、小領域と中領域で同じ等深線データを使用した。各領域一番外側のグリッドは固定として、すべり方向はバックスリップ方向に拘束した。解析に使用した観測データは、1998年1月～2000年1月までの2年間の平均変動速度（水平、上下）とした。最新のデータとの比較では（第6～8図）、2007年1月～2009年1月までの2年間の平均変動速度を用いた（ただし、関東地方に関しては、2005年1月～2007年1月の平均変動速度）。インバージョン手法は、Yabuki and Matsu'ura（1992）<sup>4)</sup>の方法を用いた。その他、領域の範囲、観測点数、固定点等は、小領域は第1表、中領域は第2表に示す。

小領域および中領域での解析結果を1枚の図にまとめたものを第2～5図に示す。第2, 3図は、小領域でのチェッカーボードテスト、すべり欠損分布の結果である。第4, 5図は、中領域でのチェッカーボードテスト、すべり欠損分布の結果である。また、すべり欠損の時間変化の例として、中領域での10年前（1998年1月～2000年1月）と現在（2007年1月～2009年1月、関東地方は2005年1月～2007年1月）のすべり欠損の推定結果を第6図に示す。それぞれ推定に用いた水平変動速度と上下変動速度を第7, 8図に示す。

小領域9か所について（第9図および第1表）、下記の3つをワンセットとして、第10～34図に示す。北海道周辺（第10～12図）、東北地方（第13～15図）、関東地方；太平洋プレート（第16～18図）、関東地方；フィリピン海プレート（第19～21図）、東海地方（第22～24図）、紀伊・四国（第25～27図）、九州地方（第28～30図）、沖縄周辺（第31～33図）、小笠原周辺（第34図）。ただし、九州地方（第30図）と沖縄周辺（第33図）は、推定すべり分布の代わりに観測値を掲載している。また小笠原周辺（第34図）は観測点分布のみを掲載している。

- ・プレート形状（グリッド）と観測点図
- ・チェッカーボードテスト（与えたすべり、推定したすべり、観測値と計算値の比較）
- ・推定したすべり分布と観測値と計算値の比較と残差

同様に中領域3か所について（第35図および第2表）、上記の3つをワンセットとして、第36～44図に示す。東北日本（第36～38図）、関東地方（第39～41図）、西南日本（第42～44図）。

### 2. すべり欠損の共通性と多様性・地域性

すべり欠損の推定結果の共通性と多様性・地域性について、小領域での解析結果に基づいて、北から順番に述べる。北海道周辺では（第12図）、根室沖で最大8cmのすべりが推定されている。北海道西部にも2～4cmのすべりが推定されているが、これは観測値に1993年北海道南西沖の地震

の余効変動が含まれているためだと考えられる。北海道北部の東向きの変動が再現されていないが、これはプレート境界のすべり欠損のみを考えているためだと考えられる。東北地方では(第15図)、青森県沖でほとんどすべりが推定されていない。この辺りは1994年三陸はるか沖の震源域にあたり、固着が回復していないためだと考えられる。宮城県から福島県沖にかけて最大8cmのすべりが推定されている。このすべりは福島県南部の沖合で急激に小さくなっているが、これは領域の端の影響だと考えられる。小領域の解析では関東地方は、太平洋プレート(第18図)とフィリピン海プレート(第21図)を別々に推定した。すべり欠損の推定結果については、後で述べる両者を同時に推定した中領域の結果を参照されたい(第41図)。東海地方では(第24図)、御前崎付近で最大3cmのすべりが推定され、静岡県内陸から遠州灘を通して、熊野灘沖合にかけて2cmほどのすべりが推定されている。紀伊・四国では(第27図)、室戸沖の沿岸で最大6cmほどのすべりが推定されている。紀伊半島沿岸で4cm程度、領域の東端の伊勢湾辺りではすべりが大きく推定されているが、これは領域の端の影響と変動速度ベクトルに問題があり、すべりが大きく推定されていると考えている。最後に九州地方(第28~30図)、沖縄周辺(第31~33図)、小笠原周辺(第34図)では、背弧拡大やブロック運動の影響や観測点数の問題等からすべり欠損の推定を行っていない。例えば、九州地方(第30図)、沖縄地方(第33図)の変動速度を見ると、すべり欠損以外の影響が強いことが分かる。また第34図小笠原周辺では、400kmほどの領域に観測点が5点しかない。硫黄島は、火山活動に伴う地殻変動が大半を占めている。父島と母島の辺りだけであれば推定は可能かもしれないが、ここでは観測点図のみを提示しておく。

中領域の解析結果について、小領域での推定結果と異なる点について説明する。東北日本では(第38図)、小領域では福島県南部で領域が区切られていたが(第15図)、中領域では茨城県南部まで領域を広げたところ、宮城県沖で8cm程度の大きなすべりは変わらないが、すべり欠損が大きな領域が福島県南部辺りまで広がっていることが確認できる。関東地方では(第41図)、福島県沖に最大6cmのすべりが推定されている。この結果は領域が一部重なる東北日本の推定結果(第38図)とほぼ同じである。そして南にいくに従い小さくなり、茨城県南部から銚子沖ではほとんどすべりが推定されていない。房総半島付近では、浅いフィリピン海プレートの境界面上で北北西方向に最大3cmのすべりが推定されている。この辺りで深い太平洋プレートの方でも2~3cmほどすべりが推定されているが、第40図に示すチェッカーボードテストの結果を見ると、太平洋プレート上で大きくすべりが推定される傾向にあり、太平洋プレートとフィリピン海プレートの影響を同時に推定し、両者をうまく分離するにはもう少し工夫が必要だと考えられる。最後に西南日本では(第44図)、東海地方を除いて、小領域の結果とほぼ同じである。東海地方に関しては、次節の問題点の記述を参照されたい。豊後水道の辺りは、小領域では領域の端であったが(第27図)、領域を広げても豊後水道の辺りですべりが内陸へせり出して推定される結果が得られた。

10年前(1998年1月~2000年1月)と最近(2007年1月~2009年1月、関東地方は2005年1月~2007年1月)のすべり欠損の推定結果は(第6図)、北海道西部、襟裳岬付近、宮城県から福島県南部の沿岸では、10年前に比べてすべり欠損が小さく推定されている。一方、青森県沖合では、10年前よりもすべり欠損が大きく推定された。その他の領域では、10年前と現在とでほとんど変わりはない。

### 3. すべり欠損のモニタリングにおける問題点

観測点配置の問題について、陸上にしか観測点がないためどうしても海域では解像度が悪くなっ

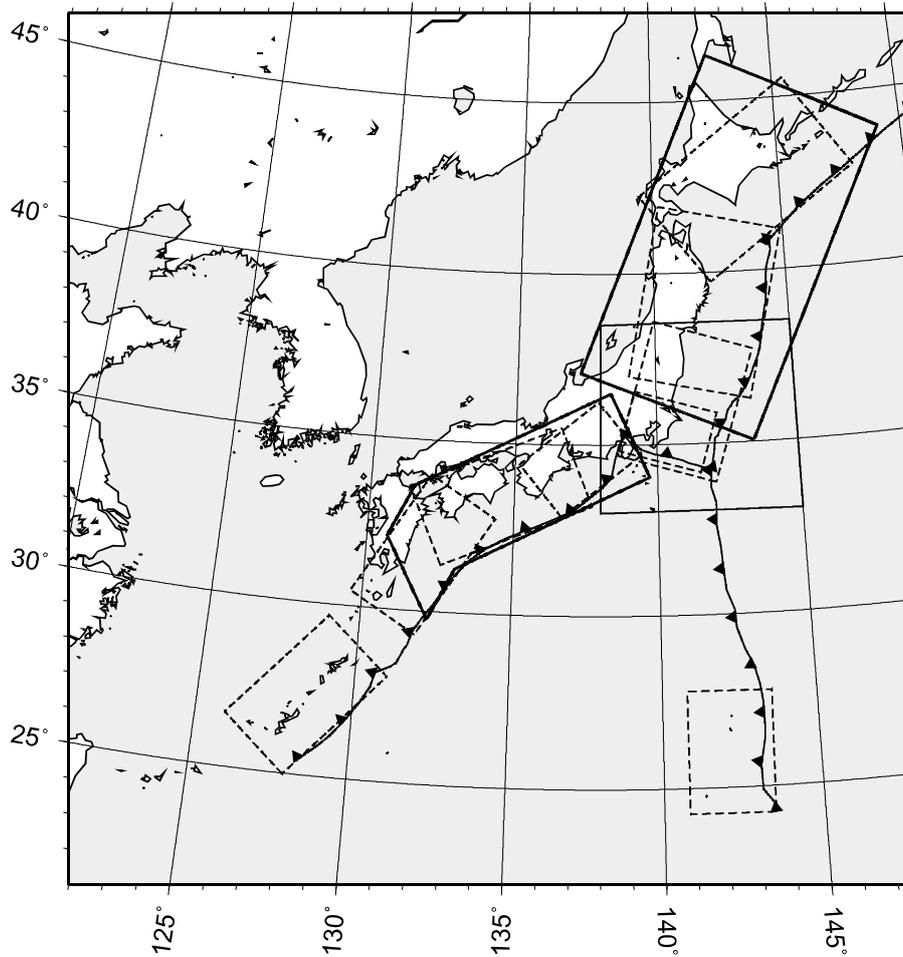
てしまう。海底地殻変動の点を加えるとどれくらい変わるのか？ということで、東北地方でのチェッカーボードテストの結果を第 45 図に示す。全く解像度がなかった宮城県沖合で解像度が良くなっているのがはっきりと分かる。次に、プレート等深線は様々なモデルが提唱されているが、その違いはどれくらい効くのか？ということで、東海地方で 2 つのプレートの等深線を作成し比較した結果を第 46 図に示す。モデル 1 に比べてモデル 2 では全体的に境界面が浅いため、若干小さめにすべりが推定されている。等深線の一番の違いは、モデル 1 では知多半島付近で大きく屈曲しているが、モデル 2 ではそれほど屈曲していない。この屈曲の違いによるすべり欠損の推定への影響は、若干あるようにも見えるが、大きく異なるようには見えない。最後に、今回の解析では観測値をすべてプレート境界面上のすべり欠損で説明しようとした結果であるが、それでは限界がある。西南日本を例にして固定点を 3 か所に変えて観測値をプロットしたものを第 47 図に示す。これら 3 つの固定点から得られる変動速度を用いた東海地方のすべり欠損の推定結果を第 48 図に示す。例えば、大湊観測点を固定した黒矢印だと、中国地方で全体的に東向きの変動が顕著で、アムールプレートの動きが見えていると考えられる。逆にアムールプレート上にあると考えられる中国地方の三隅観測点を固定した青矢印だと、中国地方はほとんど変動がなくなるが、中部地方全体で西向きの剛体的な動きが見える。そしてこの三隅固定のデータからすべり欠損を推定すると（第 48 図下）、全体が 4 cm ほどの大きなすべり欠損が推定されてしまう。領域を広げていくと、すべり欠損だけでなく、プレートの剛体運動も考慮しなければならない。

その他、すべり欠損を推定する上では、特に深さの下限を見るには、上下変動が重要であるが、GPS では上下変動は誤差が大きく、長い期間のデータをとりたいが、長期間定常的な変動のみが抽出できる場所はかなり限られてしまう。さらに、こうしたすべり欠損分布を定常的にモニタリングし、時間変化を見ていく上では、観測点配置の変化、異常点の取り扱い、イベントの影響（地震や火山活動）、といった問題点が考えられる。

#### 参考文献

- 1) Hashimoto, C., K. Fukui, and M. Matsu'ura, 2004, 3-D modeling of plate interfaces and numerical simulation of long-term crustal deformation in and around Japan, *Pure appl. Geophys.*, 161, 2053-2068.
- 2) 野口伸一, 1996, 東海地域のフィリピン海スラブ形状と収束テクトニクス, *地震*, 49, 295-325.
- 3) 中村正夫・渡辺晃・許斐直・木村昌三・三浦勝美, 1997, 西南日本外帯における地殻下地震の活動特性, *京都大学防災研究所年報*, 40 B-1, 1-20.
- 4) Yabuki, T. and M. Matsu'ura, 1992, Geodetic data inversion using a Bayesian information criterion for spatial distribution of fault slip, *Geophys. J. Int.*, 109, 363-375.

# 1. 各地域のすべり欠損分布の推定



小領域	中領域
2-1. 北海道周辺	3-1. 東北日本
2-2. 東北地方	3-2. 関東地方
2-3. 関東地方 (太平洋プレート)	3-3. 西南日本
2-4. 関東地方 (フィリピン海プレート)	
2-5. 東海地方	
2-6. 紀伊・四国	
2-7. 九州地方	
2-8. 沖縄周辺	
2-9. 小笠原周辺	

第1図 対象領域. 小領域: 日本列島周辺を9領域に分割 (黒点線). 中領域: 日本列島周辺を3領域に分割 (黒線).

Fig. 1 Study area. Small regions (black broken lines) and middle regions (black lines).

1-1 小領域 (9領域)  
チェッカーボードテスト

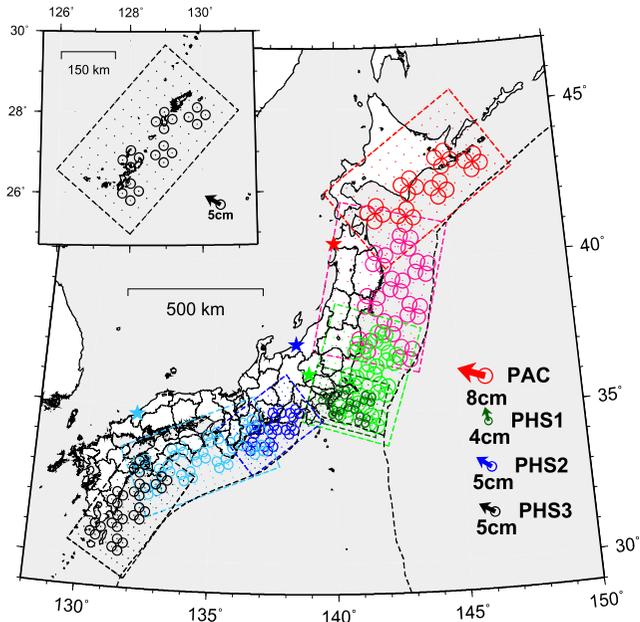


図1-1-1. 与えたすべり分布.

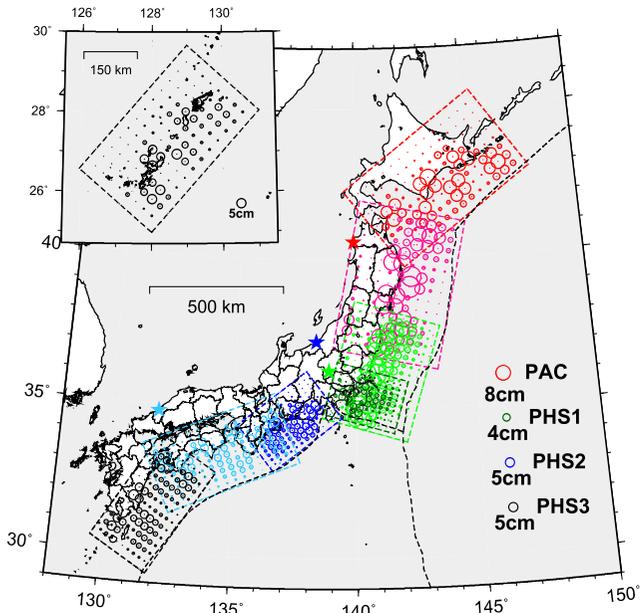


図1-1-2. 推定したすべり分布.

第2図 チェッカーボードテストの結果 (小領域).  
Fig. 2 Results of checker board test (small regions).

1-1 小領域 (9領域)  
推定すべり分布

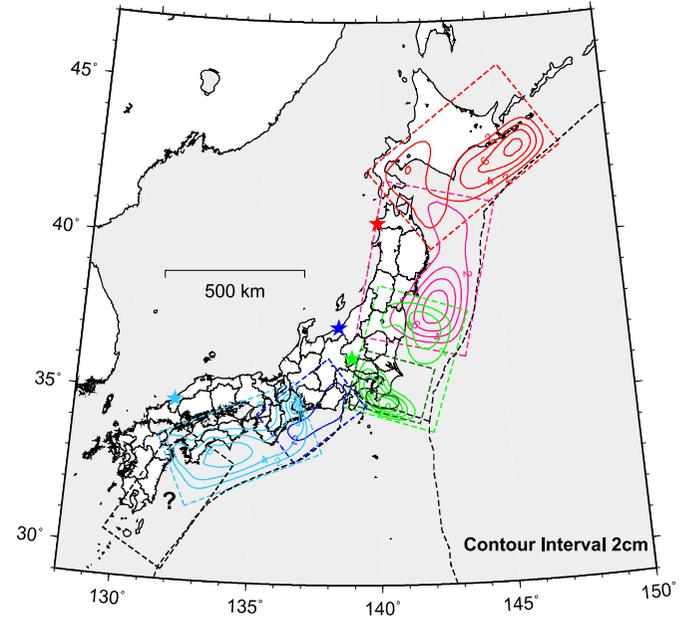


図1-1-3. すべり欠損分布.

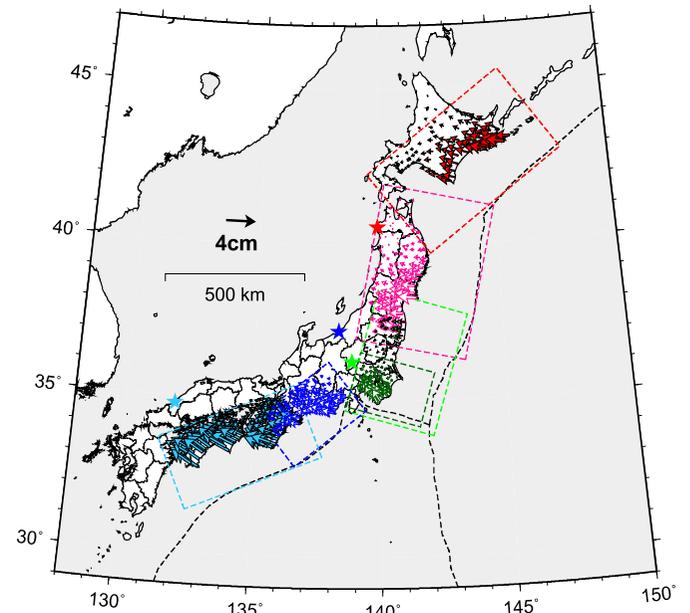


図1-1-4. すべり欠損による変位場.

第3図 推定すべり分布と計算値 (小領域).  
Fig. 3 Estimated slip deficit and calculated deformations (small regions).

1-2 中領域 (3領域)  
チェッカーボードテスト

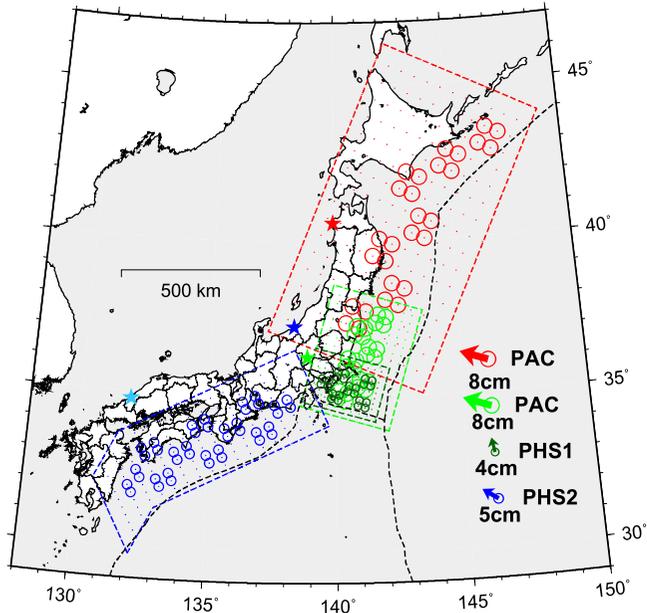


図1-2-1. 与えたすべり分布.

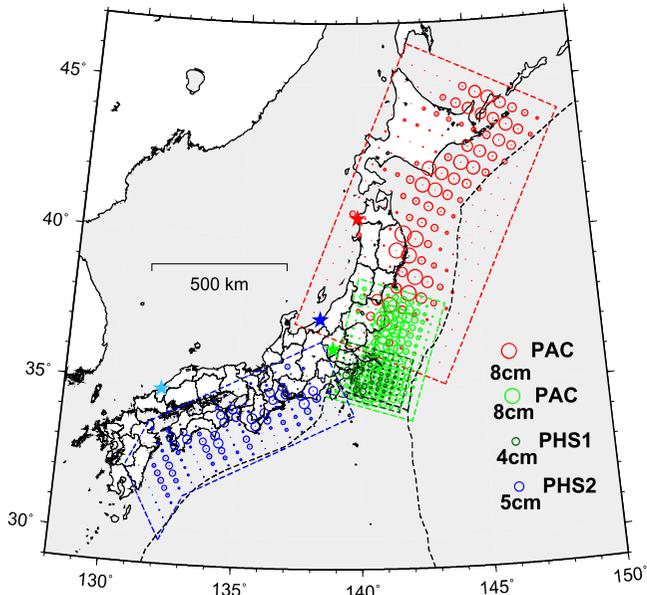


図1-2-2. 推定したすべり分布.

第4図 チェッカーボードテストの結果 (中領域).  
Fig. 4 Results of checker board test (middle regions).

1-2 中領域 (3領域)  
推定すべり分布

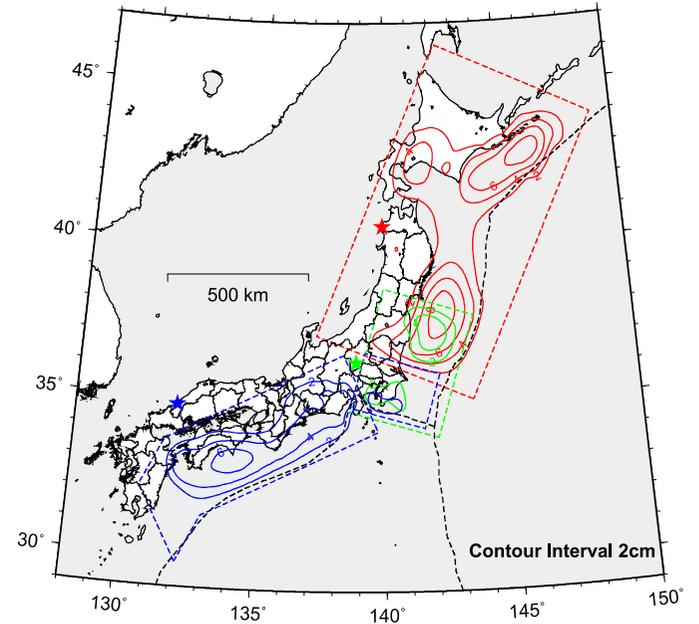


図1-2-3. すべり欠損分布.

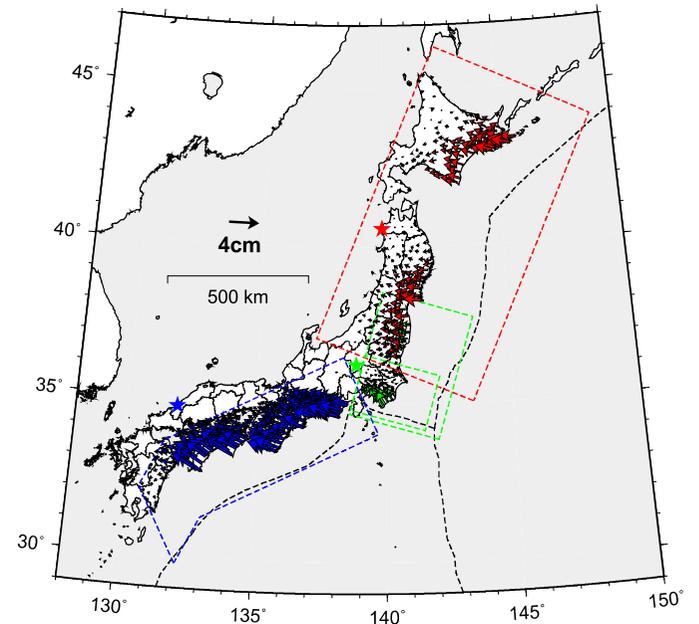


図1-2-4. すべり欠損による変位場.

第5図 推定すべり分布と計算値 (中領域).  
Fig. 5 Estimated slip deficit and calculated deformations (middle regions).

1-3 現在と10年前の比較1 (中領域: 暫定)  
推定すべり分布

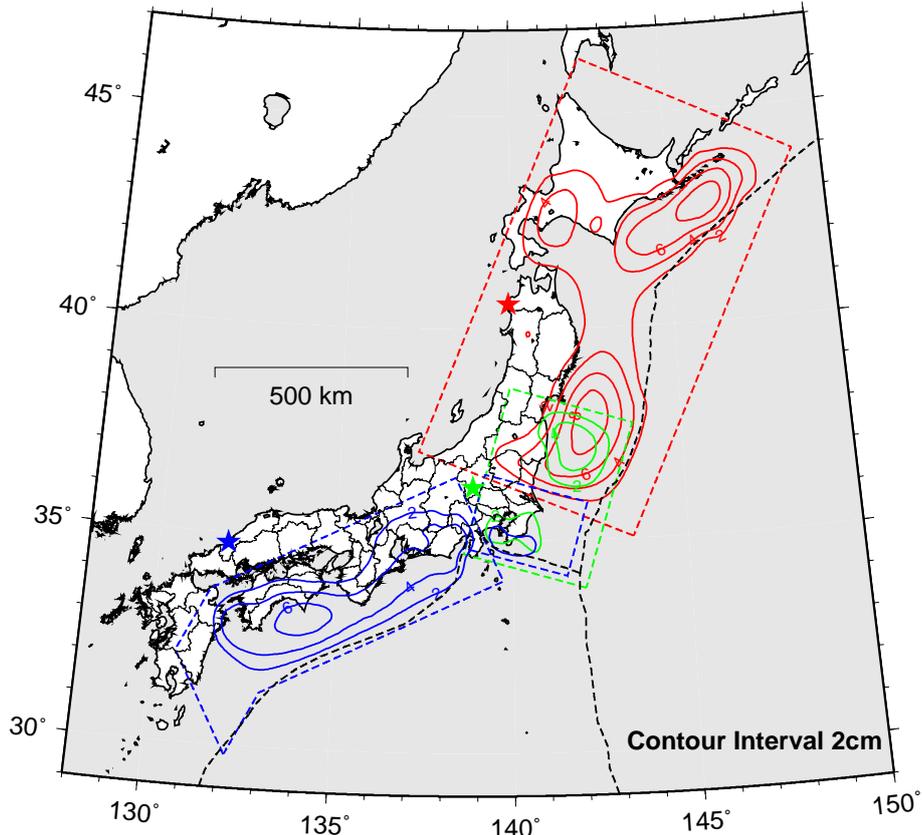


図1-3-1. 1998年1月-2000年1月のデータからの推定結果.

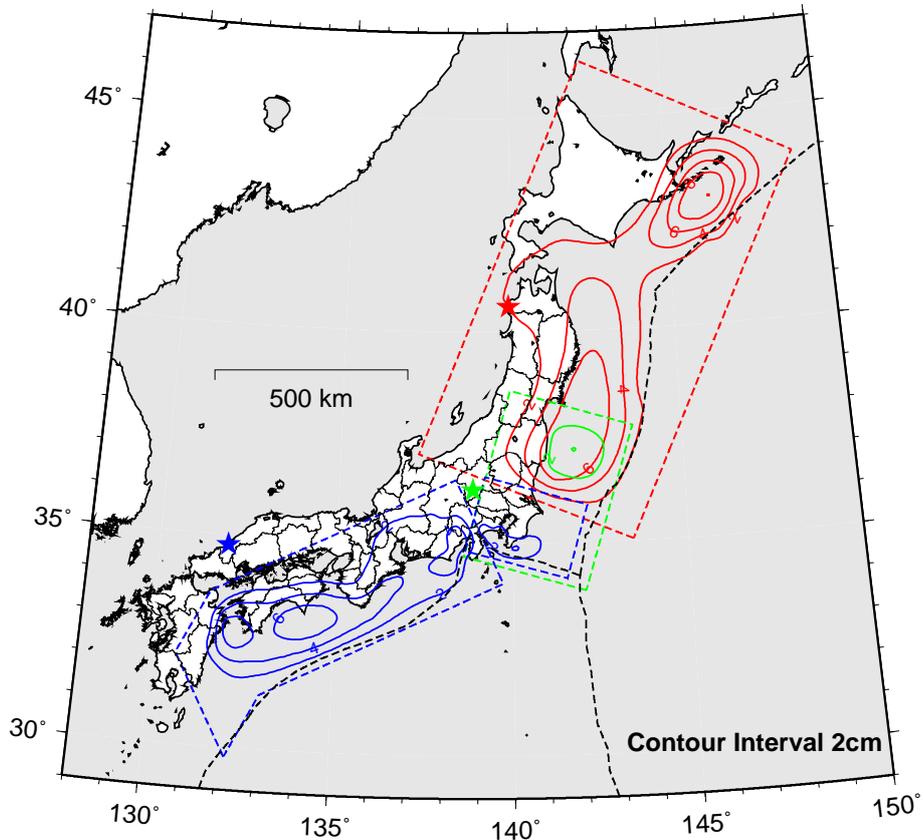


図1-3-2. 2007年1月-2009年1月のデータからの推定結果.

※ただし、関東地方のみ2005年1月-2007年1月のデータ.

第6図 現在と10年前とのすべり欠損分布の比較.  
Fig. 6 Estimated slip deficit in 10 years ago and the latest (middle regions).

1-3 現在と10年前の比較2  
水平変動速度

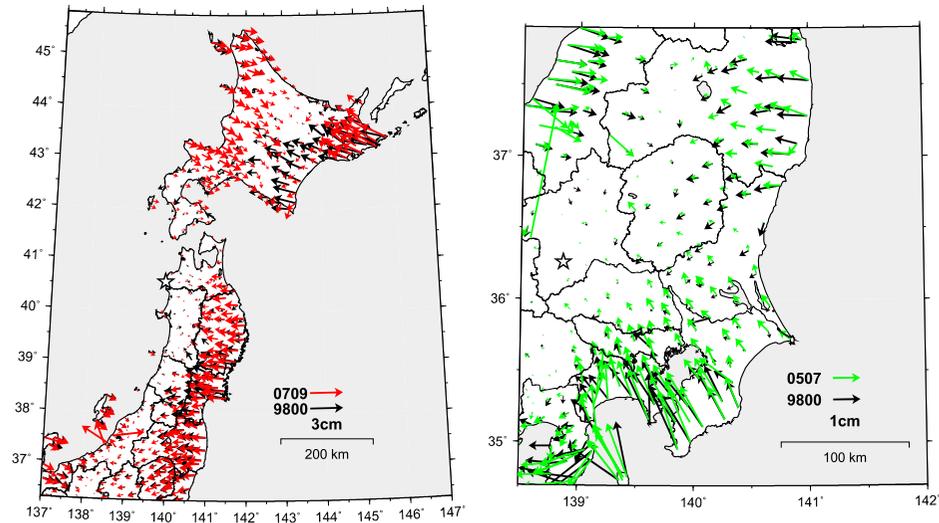


図1-3-3. 東北日本(岩崎固定).

図1-3-4. 関東地方(富岡固定).

1-3 現在と10年前の比較3  
上下変動速度

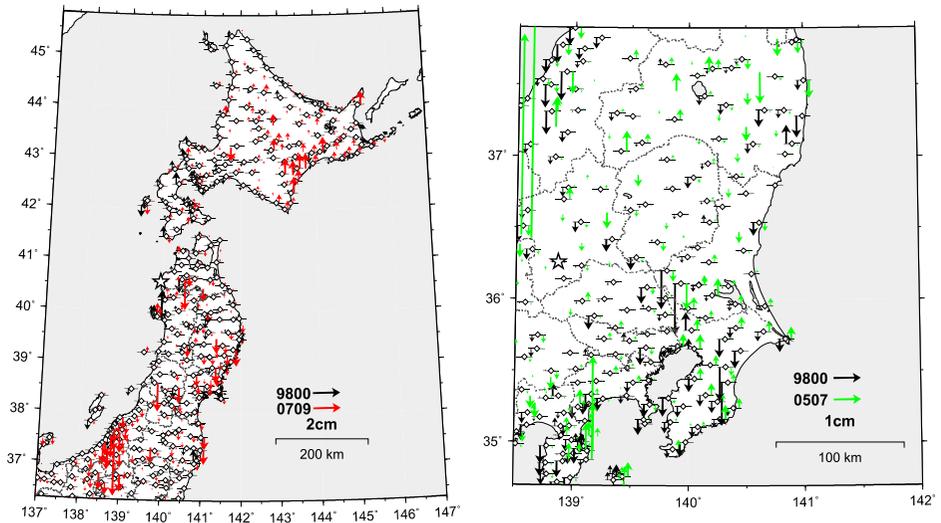


図1-3-6. 東北日本(岩崎固定).

図1-3-7. 関東地方(富岡固定).

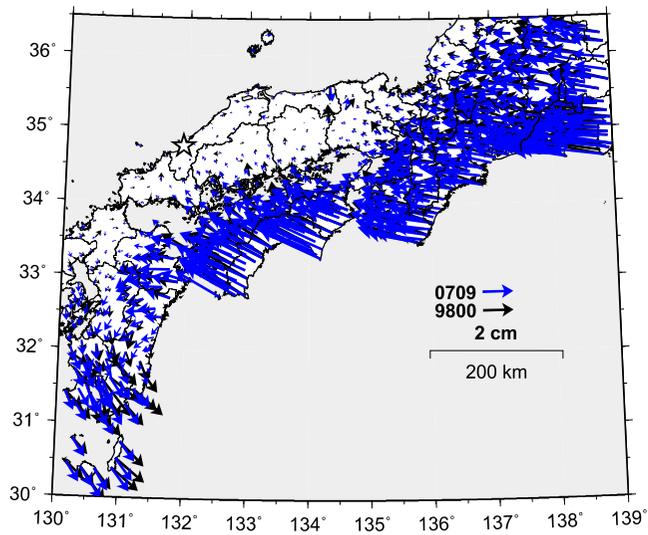


図1-3-5. 西南日本(三隅固定).

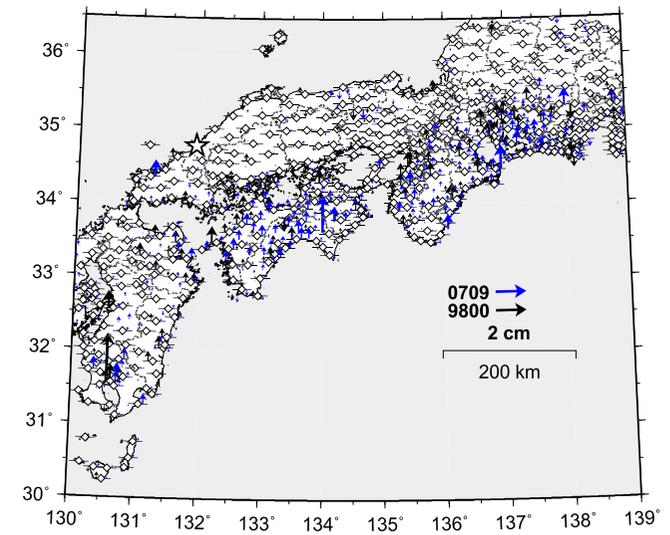
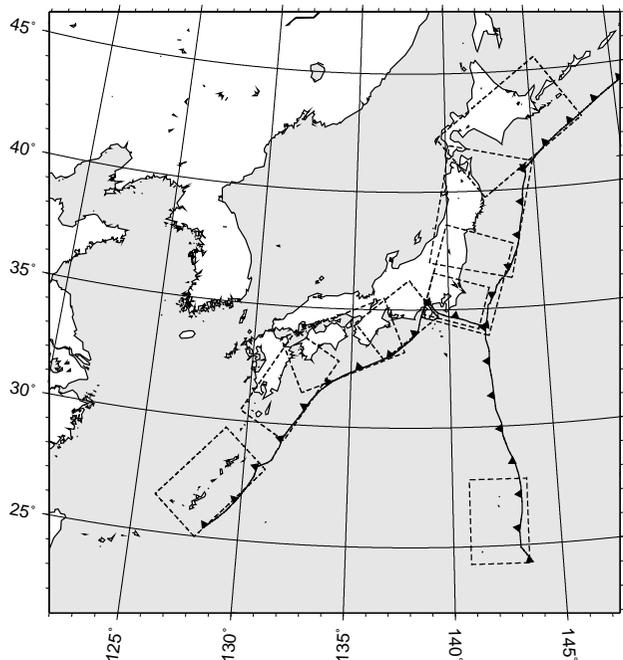


図1-3-8. 西南日本(三隅固定).

第7図 現在と10年前との水平変動速度の比較.  
Fig. 7 Horizontal deformation rate in 10 years ago and the lastest.

第8図 現在と10年前との上下変動速度の比較.  
Fig. 8 Vertical deformation rate in 10 years ago and the lastest.

2. 小領域での解析結果の詳細



第9図 小領域：日本列島周辺を9領域に分割。  
Fig. 9 Small regions. divided into 9 regions.

第1表 小領域の区分けと名称。  
Table 1 Name of small regions.

名称(小領域)	領域の範囲とグリッド	観測点数	固定点
2-1. 北海道周辺	640 × 400 km 16 × 10 (40 × 40 km)	115	岩崎 (950154)
2-2. 東北地方	600 × 440 km 15 × 11 (40 × 40 km)	106	岩崎 (950154)
2-3. 関東地方 (太平洋プレート)	480 × 360 km 16 × 12 (30 × 30 km)	94	富岡 (940045)
2-4. 関東地方 (フィリピン海プレート)	300 × 220 km 12 × 11 (25 × 20 km)	57	富岡 (940045)
2-5. 東海地方	420 × 360 km 14 × 12 (30 × 30 km)	102	大湊 (950241)
2-6. 紀伊・四国	560 × 300 km 16 × 12 (35 × 25 km)	134	三隅 (950388)
2-7. 九州地方	490 × 275 km 14 × 11 (35 × 25 km)	68	三隅 (950388)
2-8. 沖縄周辺	490 × 300 km 14 × 10 (35 × 30 km)	20	三隅 (950388)
2-9. 小笠原周辺	----	----	----

2-1. 北海道周辺  
グリッドと観測点分布

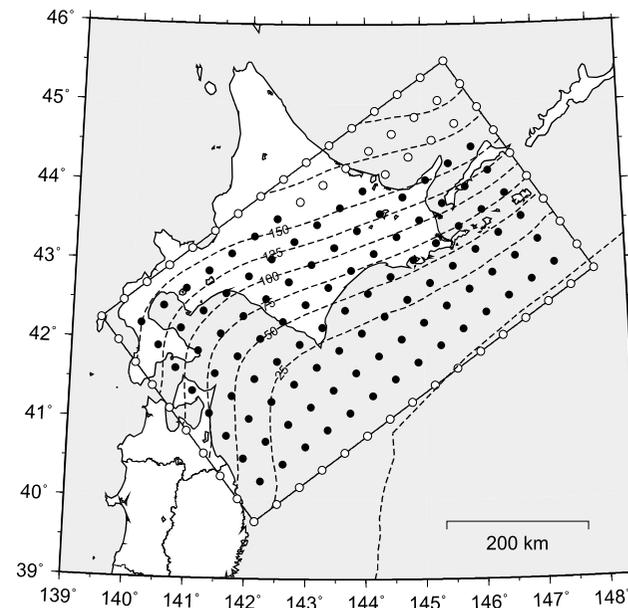


図2-1-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線。

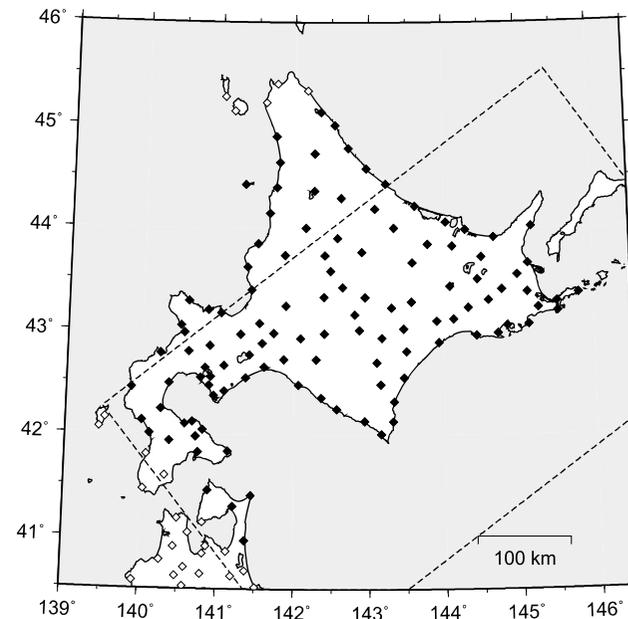


図2-1-2. 使用した観測点(115点)。

第10図 北海道周辺のグリッドと観測点分布。  
Fig. 10 Grid and distribution of 115 GPS sites used for this analysis in Hokkaido area.

2-1. 北海道周辺  
チェッカーボードテスト

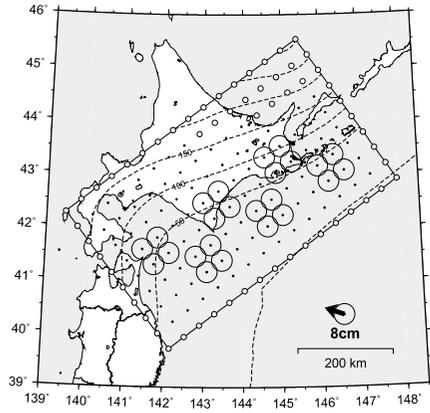


図2-1-3. 与えたすべり分布

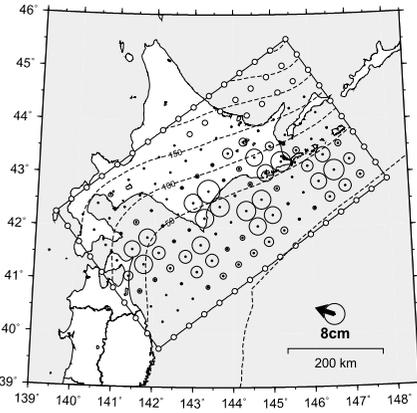


図2-1-4. 推定したすべり分布

2-1. 北海道周辺  
推定すべり分布

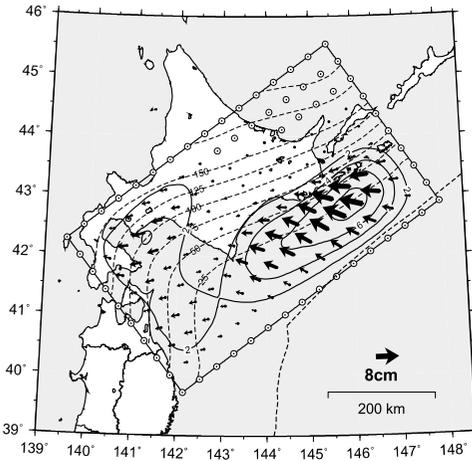


図2-1-7. 推定したすべり分布

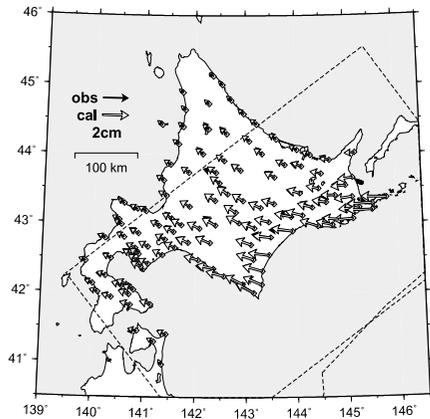


図2-1-5. 水平成分

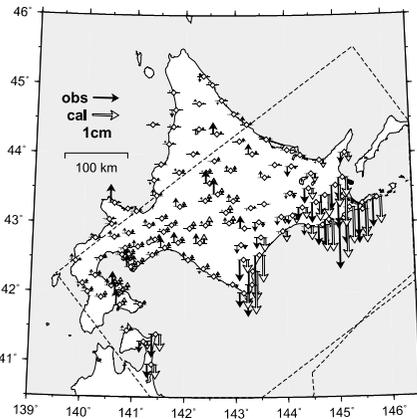


図2-1-6. 上下成分

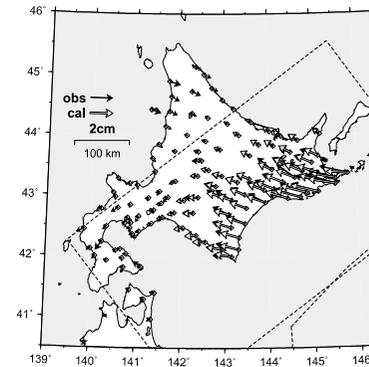


図2-1-8. 水平成分

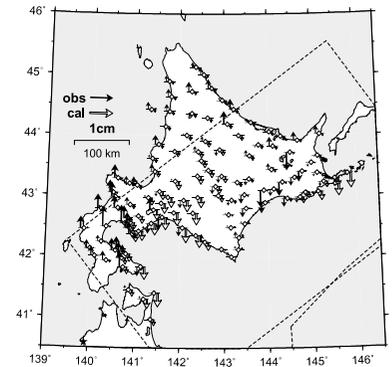


図2-1-9. 上下成分

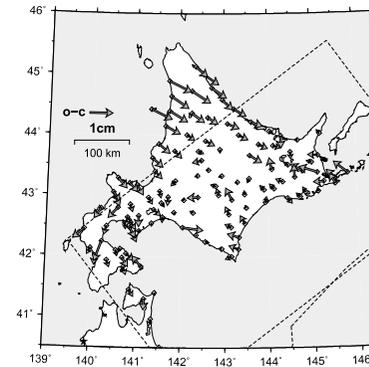


図2-1-10. 残差(水平成分)

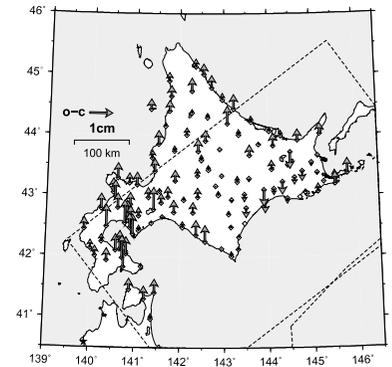


図2-1-11. 残差(上下成分)

第11図 北海道周辺のチェッカーボードテストの結果。  
Fig. 11 Results of checker board test in Hokkaido area.

第12図 北海道周辺の推定すべり分布, 観測値と計算値の比較, 残差。  
Fig. 12 Estimated slip deficit, observed and calculated deformations, and residuals in Hokkaido area.

2-2. 東北地方  
グリッドと観測点分布

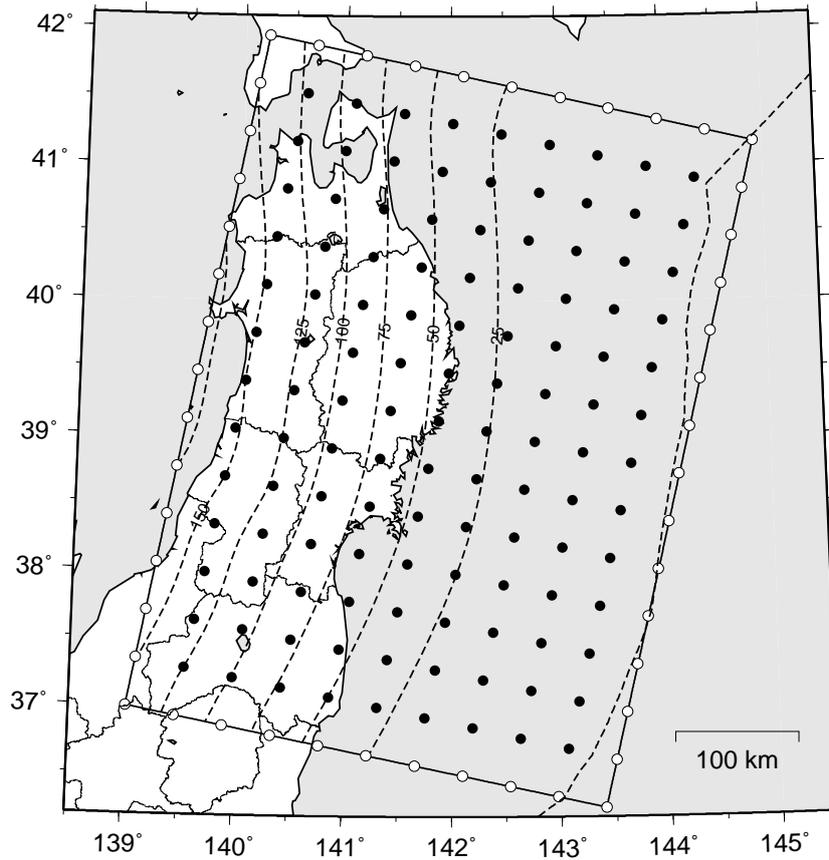


図2-2-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線.

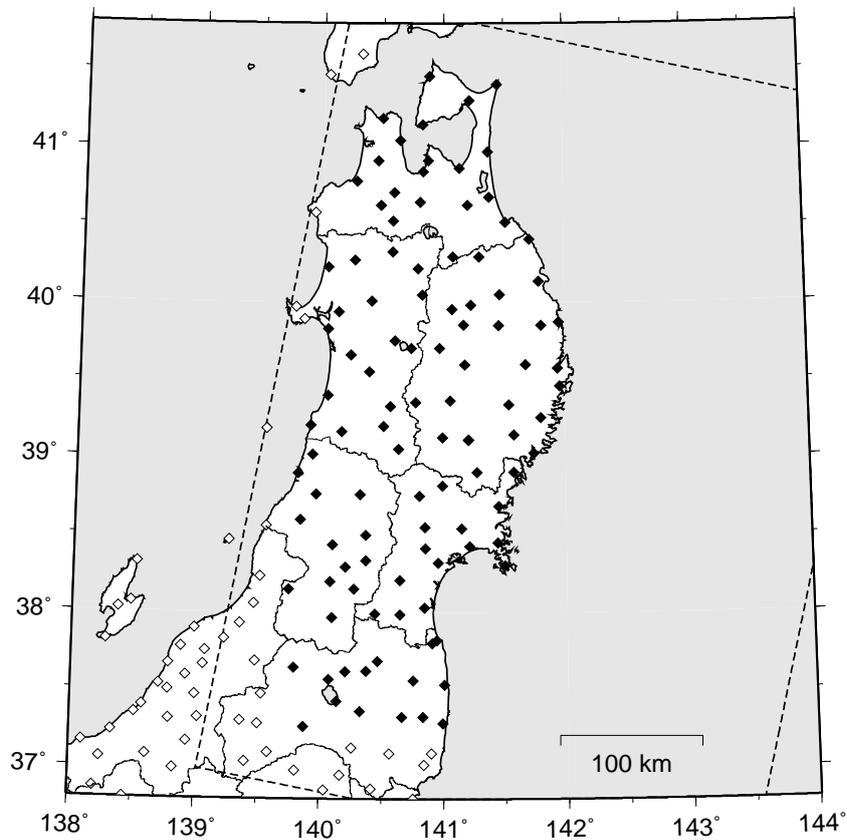


図2-2-2. 使用した観測点 (106点).

第13図 東北地方のグリッドと観測点分布.

Fig. 13 Grid and distribution of 106 GPS sites used for this analysis in Tohoku area.

2-2. 東北地方  
チェッカーボードテスト

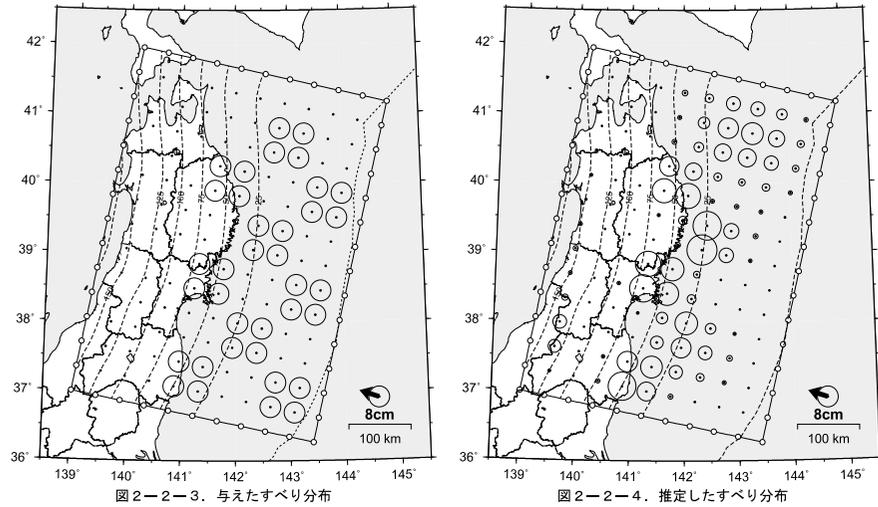


図2-2-3. 与えたすべり分布

図2-2-4. 推定したすべり分布

2-2. 東北地方  
推定すべり分布

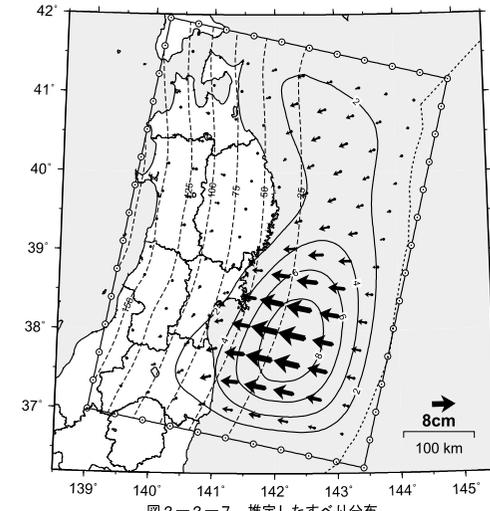


図2-2-7. 推定したすべり分布

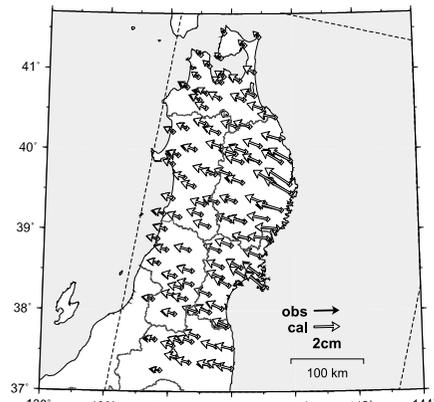


図2-2-5. 水平成分

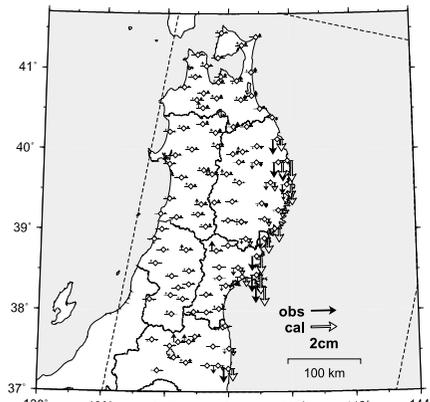


図2-2-6. 上下成分

第14図 東北地方のチェッカーボードテストの結果。  
Fig. 14 Results of checker board test in Tohoku area.

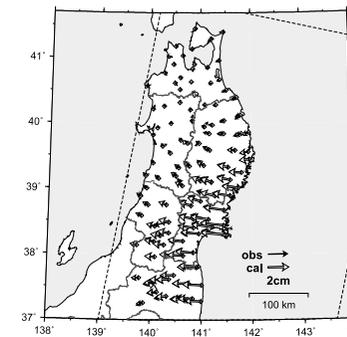


図2-2-8. 水平成分

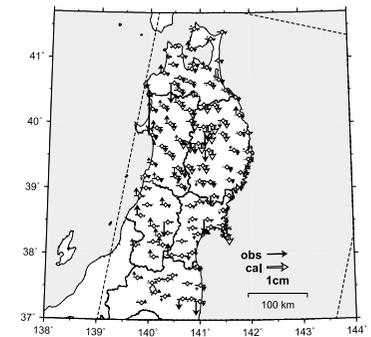


図2-2-9. 上下成分

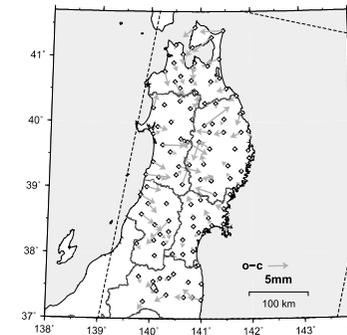


図2-2-10. 残差(水平成分)

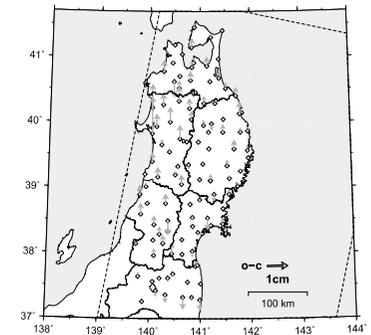


図2-2-11. 残差(上下成分)

第15図 東北地方の推定すべり分布, 観測値と計算値の比較, 残差。  
Fig. 15 Estimated slip deficit, observed and calculated deformations, and residuals in Tohoku area.

2-3. 関東地方 (太平洋プレート)  
グリッドと観測点分布

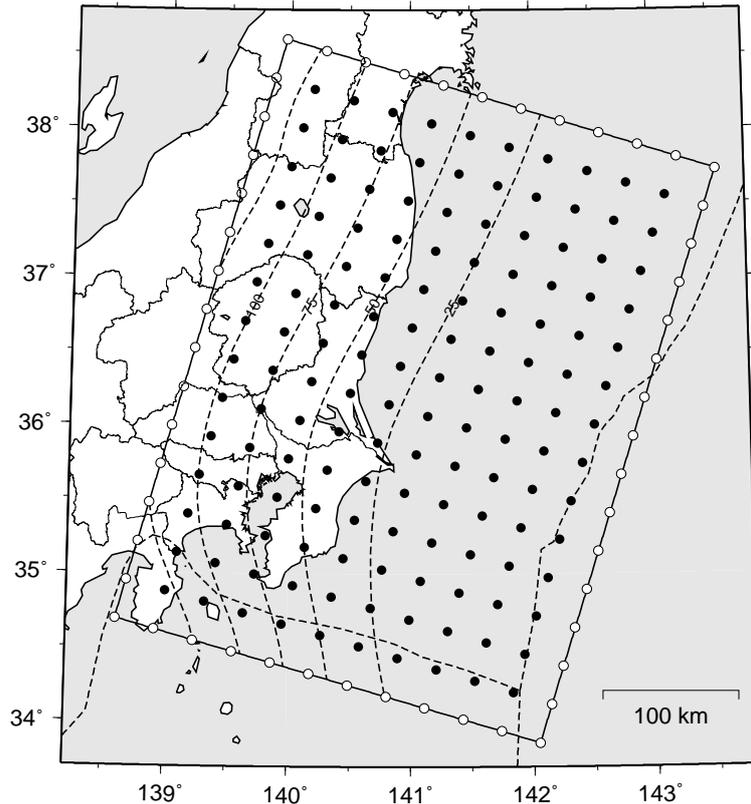


図2-3-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線.

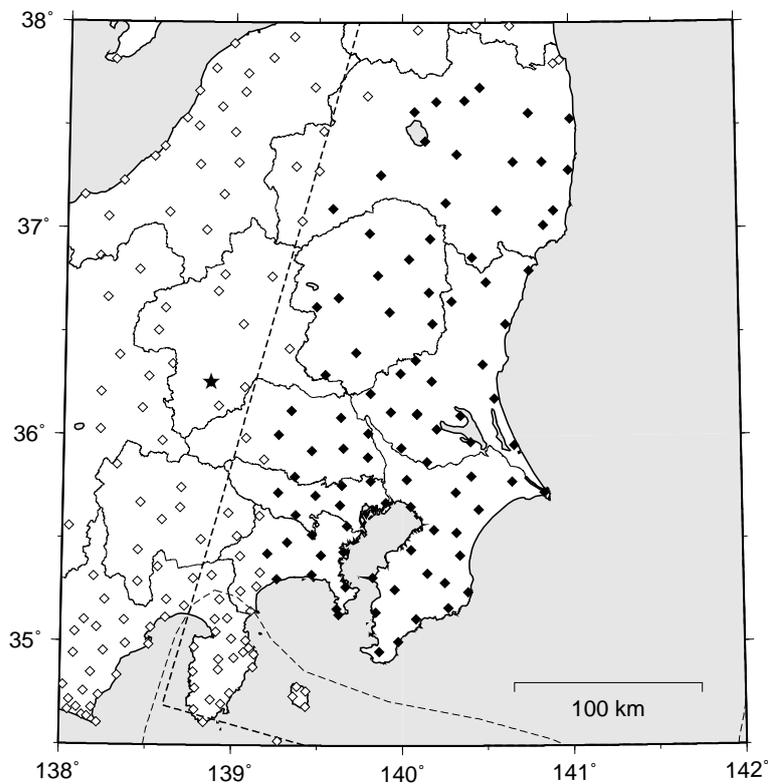


図2-3-2. 使用した観測点 (95点).

第16図 関東地方 (太平洋プレート) のグリッドと観測点分布.  
Fig. 16 Grid and distribution of 94 GPS sites used for this analysis in Kanto area (Pacific plate).

2-3. 関東地方 (太平洋プレート)  
チェッカーボードテスト

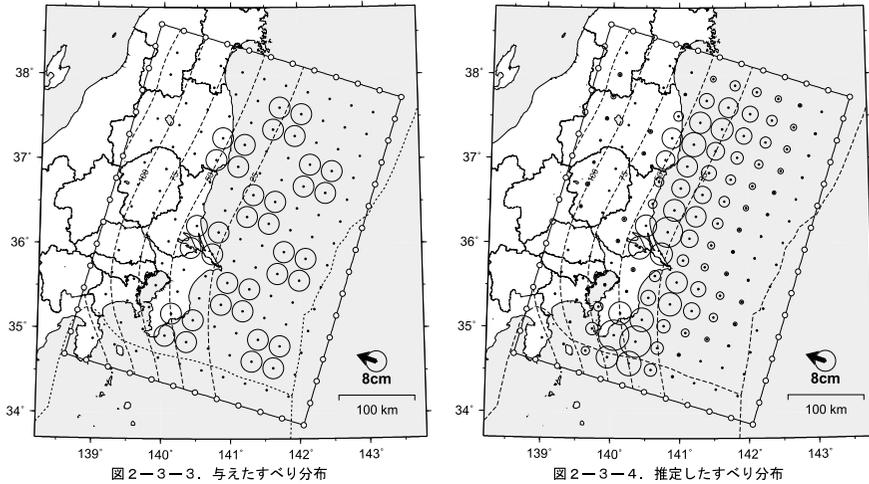


図2-3-3. 与えたすべり分布

図2-3-4. 推定したすべり分布

2-3. 関東地方 (太平洋プレート)  
推定すべり分布

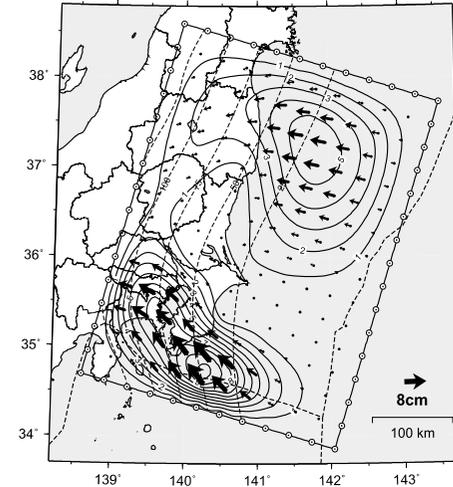


図2-3-7. 推定したすべり分布

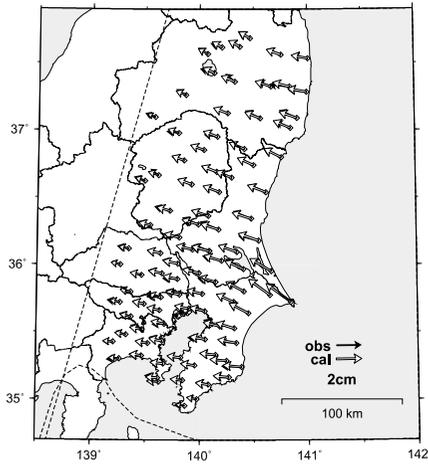


図2-3-5. 水平成分

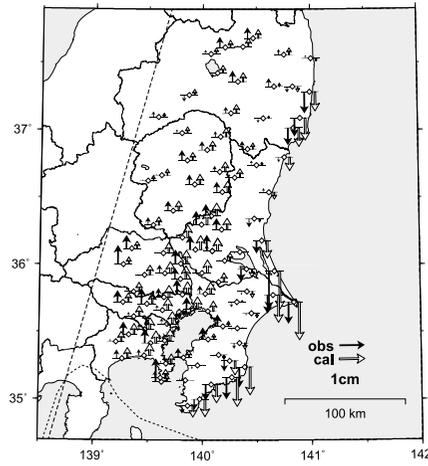


図2-3-6. 上下成分

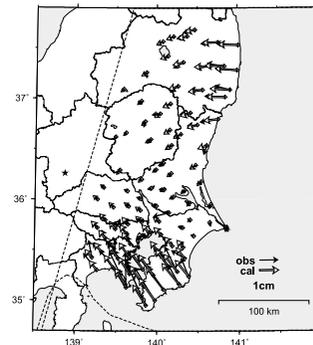


図2-3-8. 水平成分

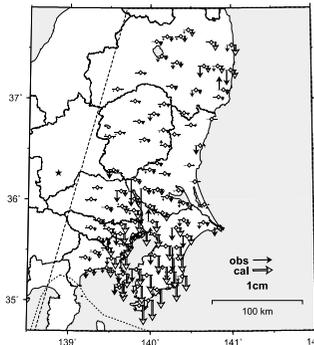


図2-3-9. 上下成分

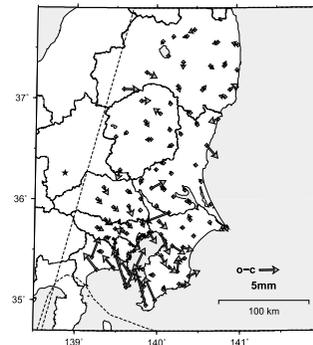


図2-3-10. 残差 (水平成分)

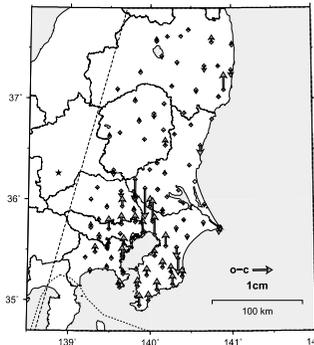


図2-3-11. 残差 (上下成分)

第17図 関東地方 (太平洋プレート) のチェッカーボードテストの結果.  
Fig. 17 Results of checker board test in Kanto area (Pacific plate).

第18図 関東地方 (太平洋プレート) の推定すべり分布, 観測値と計算値の比較, 残差.  
Fig. 18 Estimated slip deficit, observed and calculated deformations, and residuals in Kanto area (Pacific plate).

2-4. 関東地方 (フィリピン海プレート)  
グリッドと観測点分布

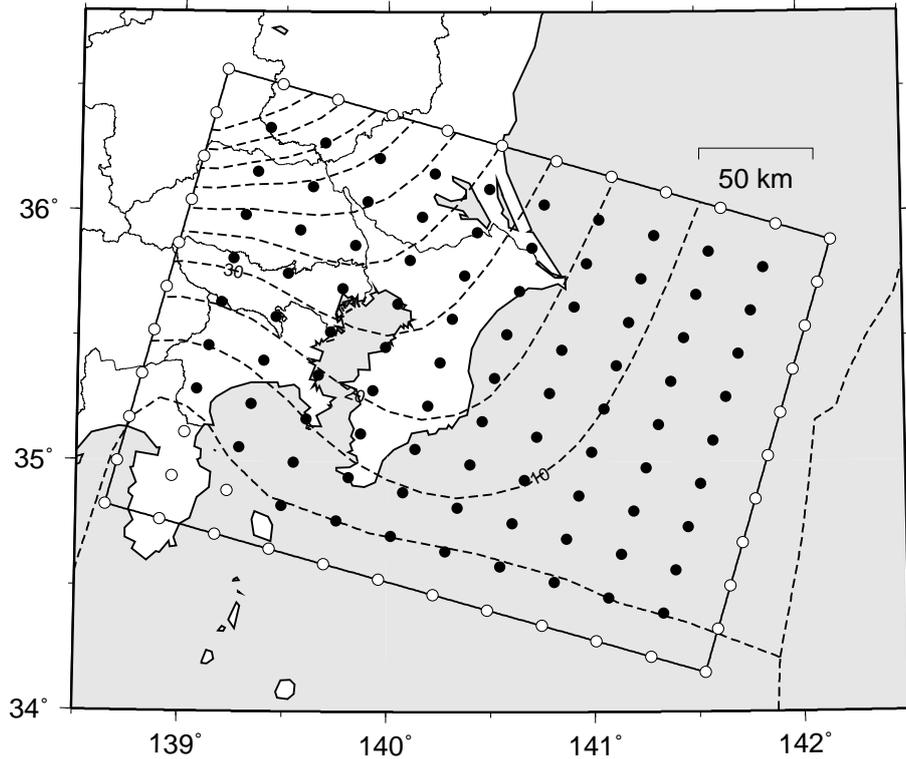


図2-4-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線.

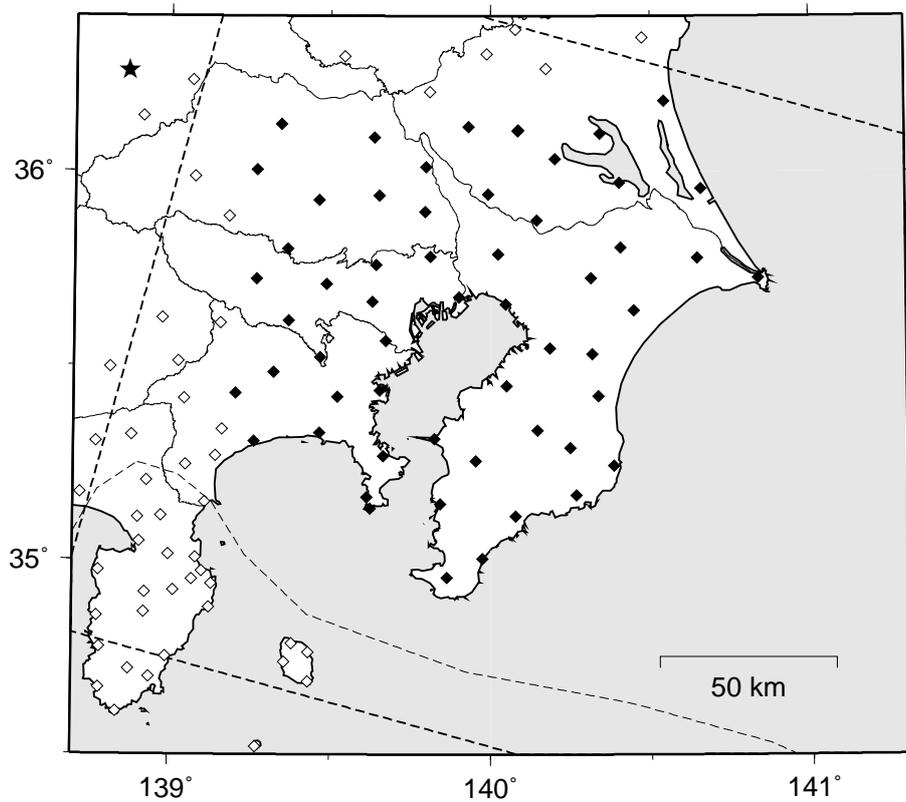


図2-4-2. 使用した観測点 (57点).

第19図 関東地方 (フィリピン海プレート) のグリッドと観測点分布.  
Fig. 19 Grid and distribution of 57 GPS sites used for this analysis in Kanto area (Philippine Sea plate).

2-4. 関東地方 (フィリピン海プレート)  
チェッカーボードテスト

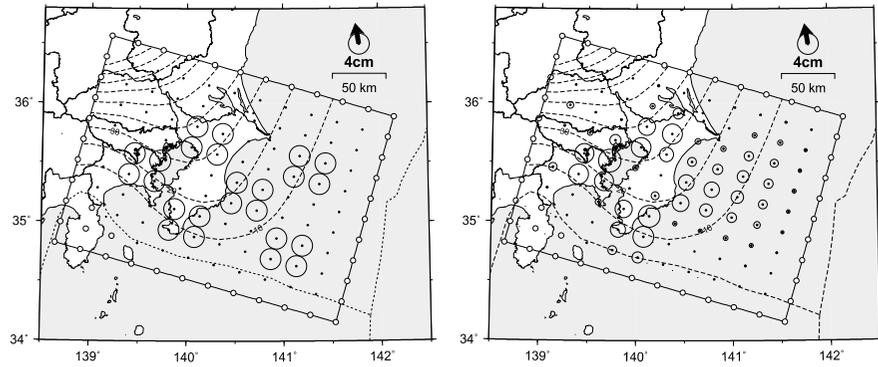


図 2-4-3. 与えたすべり分布

図 2-4-4. 推定したすべり分布

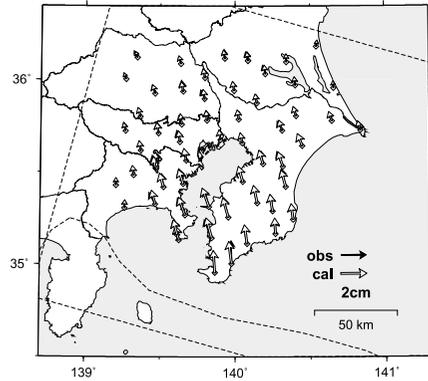


図 2-4-5. 水平成分

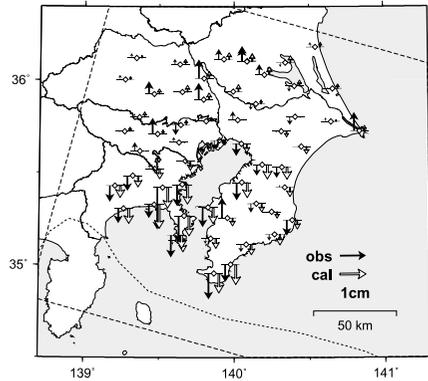


図 2-4-6. 上下成分

2-4. 関東地方 (フィリピン海プレート)  
推定すべり分布

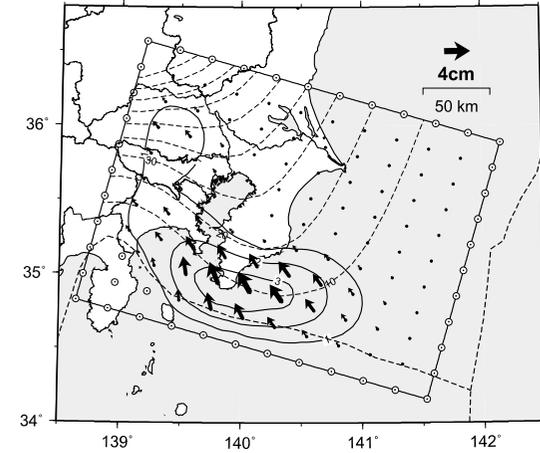


図 2-4-7. 推定したすべり分布

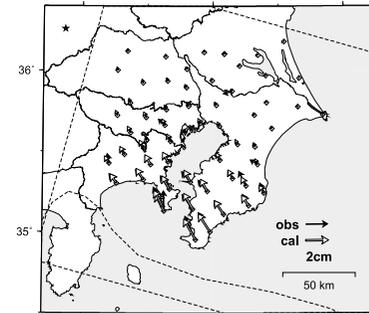


図 2-4-8. 水平成分

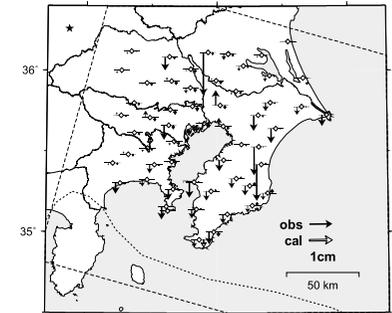


図 2-4-9. 上下成分

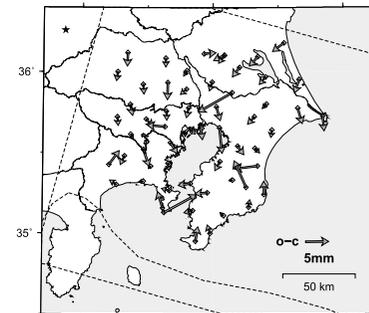


図 2-4-10. 残差 (水平成分)

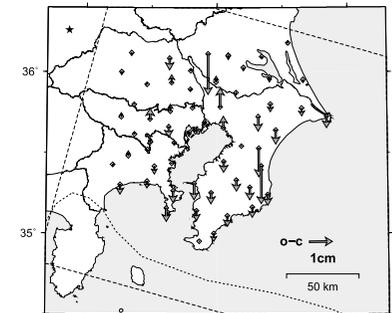


図 2-4-11. 残差 (上下成分)

第 20 図 関東地方 (フィリピン海プレート) のチェッカーボードテストの結果。  
Fig. 20 Results of checker board test in Kanto area (Philippine Sea plate).

第 21 図 関東地方 (フィリピン海プレート) の推定すべり分布, 観測値と計算値の比較, 残差。  
Fig. 21 Estimated slip deficit, observed and calculated deformations, and residuals in Kanto area (Philippine Sea plate).

2-5. 東海地方  
グリッドと観測点分布

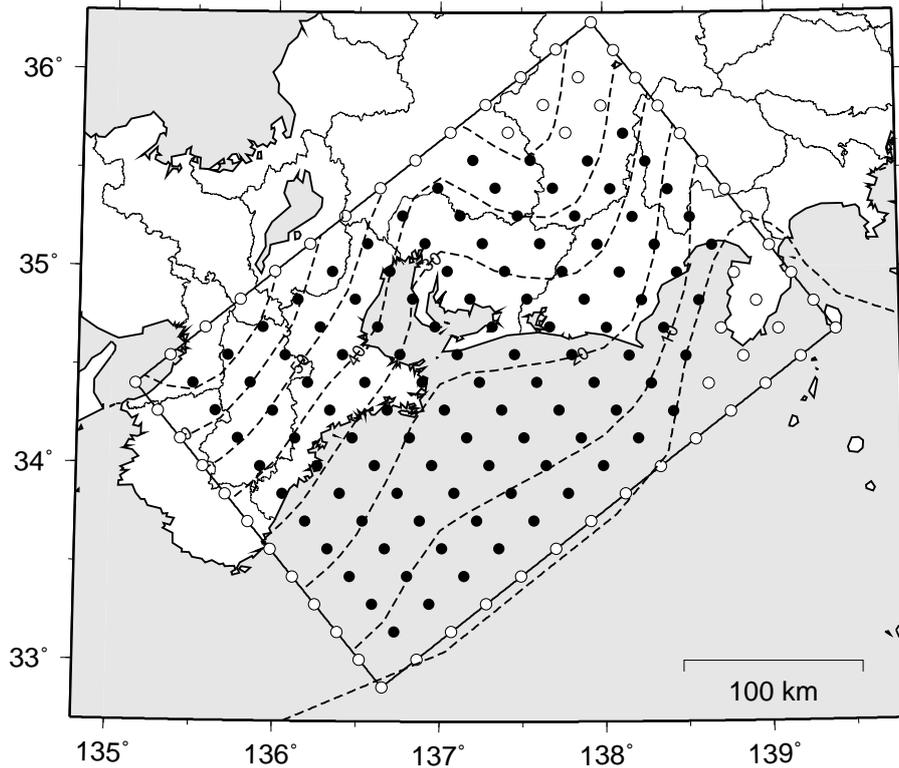


図2-5-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線.

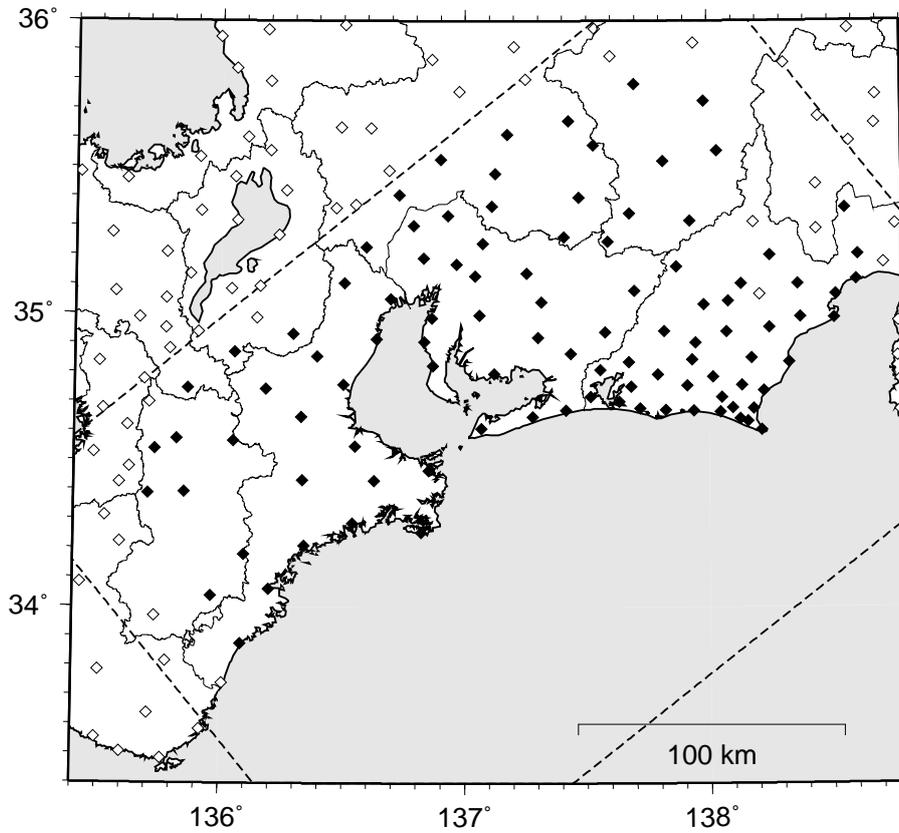


図2-5-2. 使用した観測点 (102点).

第22図 東海地方のグリッドと観測点分布.

Fig. 22 Grid and distribution of 102 GPS sites used for this analysis in Tokai area.

2-5. 東海地方  
チェッカーボードテスト

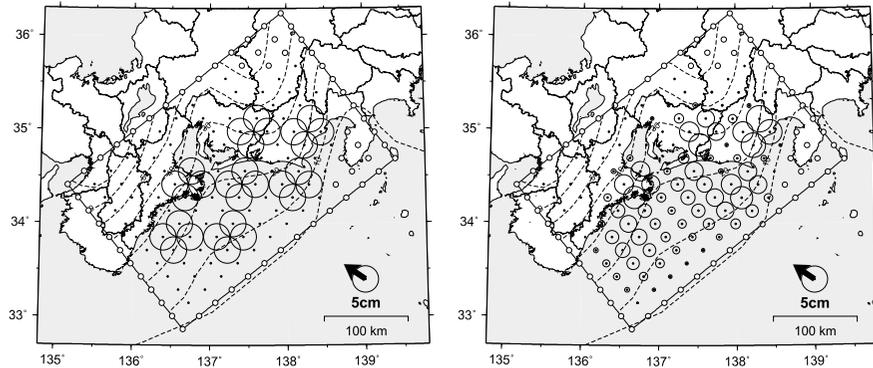


図2-5-3. 与えたすべり分布

図2-5-4. 推定したすべり分布

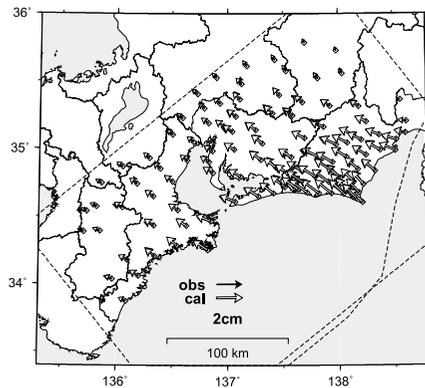


図2-5-5. 水平成分

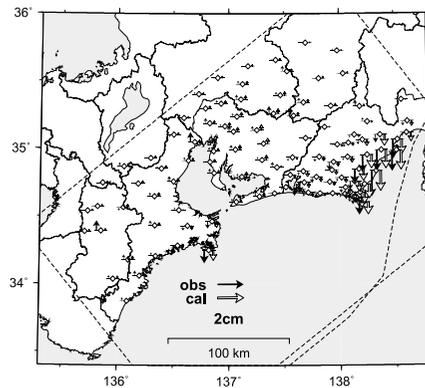


図2-5-6. 上下成分

2-5. 東海地方  
推定すべり分布

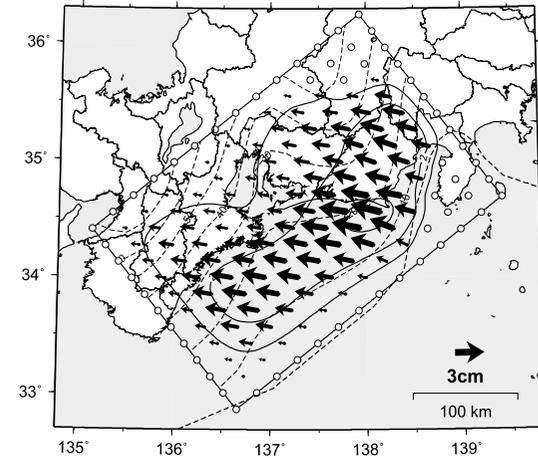


図2-5-7. 推定したすべり分布

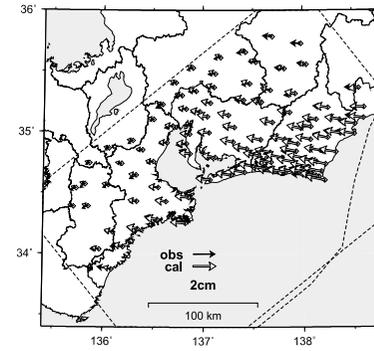


図2-5-8. 水平成分

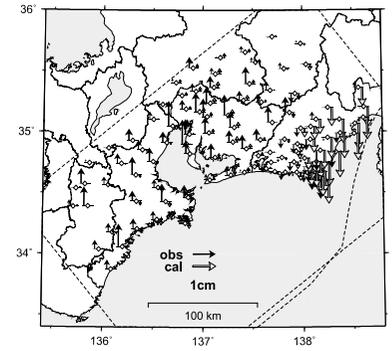


図2-5-9. 上下成分

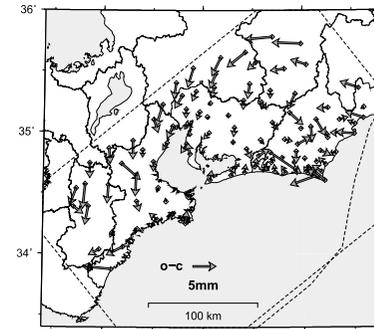


図2-5-10. 残差(水平成分)

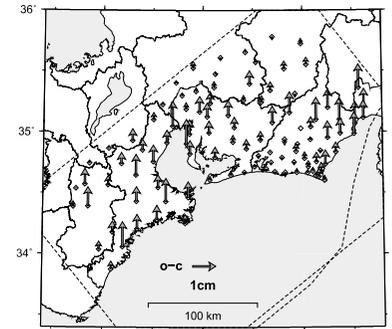


図2-5-11. 残差(上下成分)

第23図 東海地方のチェッカーボードテストの結果。  
Fig. 23 Results of checker board test in Tokai area.

第24図 東海地方の推定すべり分布, 観測値と計算値の比較, 残差。  
Fig. 24 Estimated slip deficit, observed and calculated deformations, and residuals in Tokai area.

2-6. 紀伊・四国  
グリッドと観測点分布

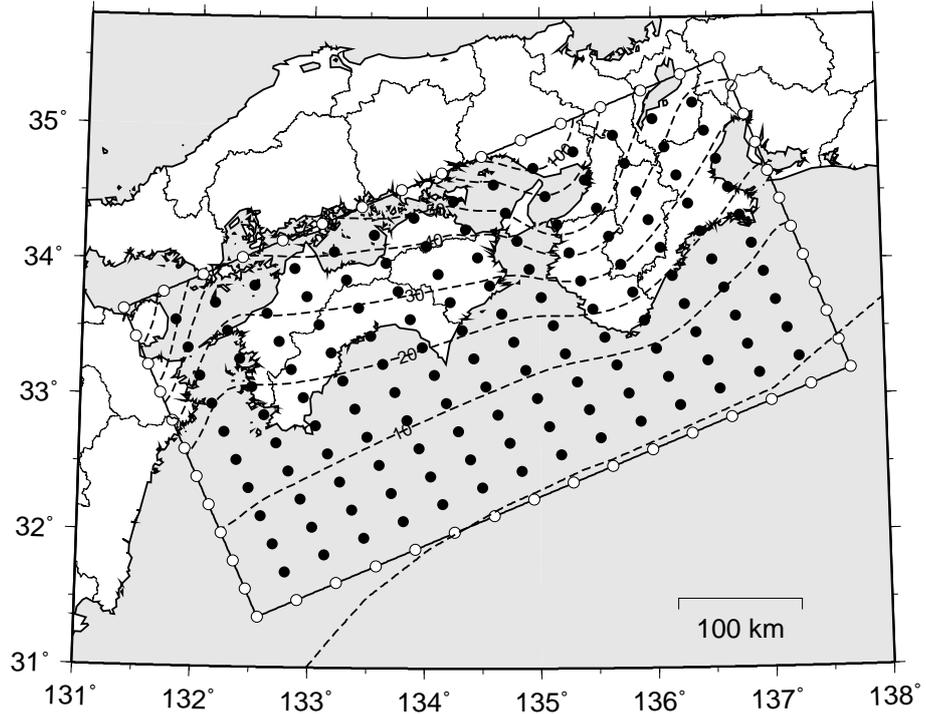


図2-6-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線.

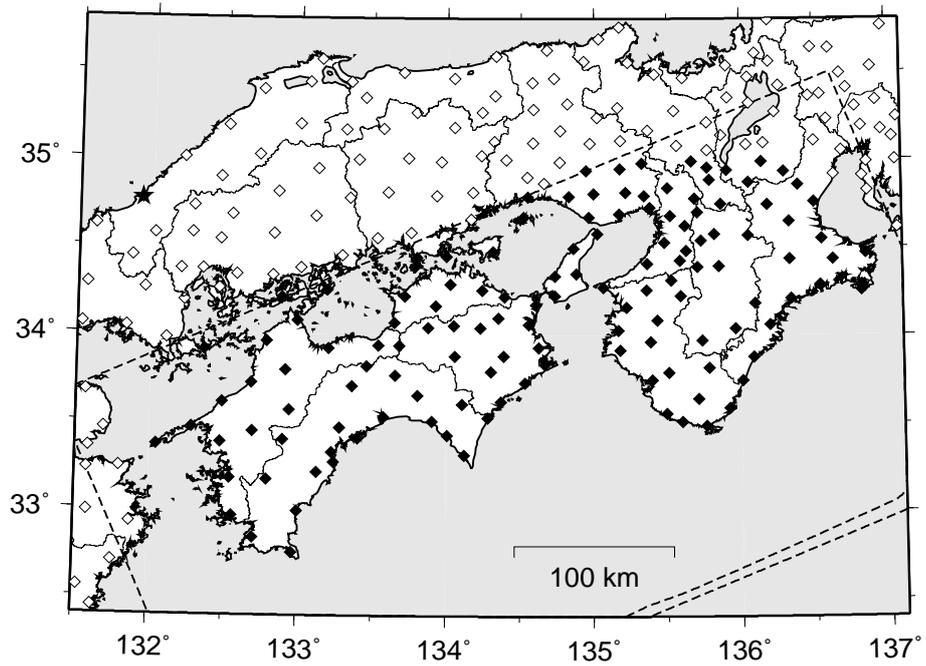


図2-6-2. 使用した観測点 (134点).

第25図 紀伊・四国のグリッドと観測点分布.

Fig. 25 Grid and distribution of 134 GPS sites used for this analysis in Kii and Shikoku area.

2-6. 紀伊・四国  
チェッカーボードテスト

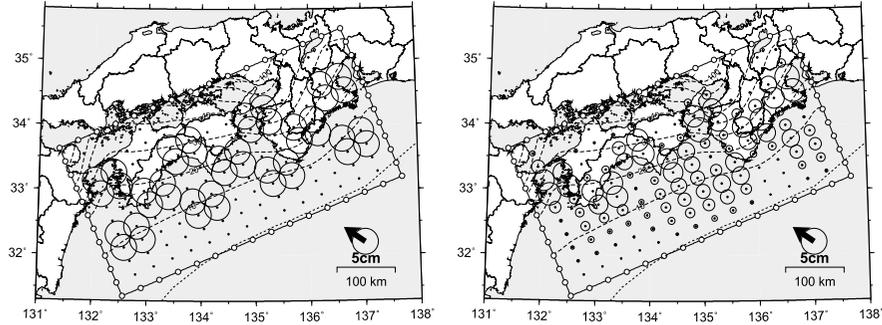


図2-6-3. 与えたすべり分布

図2-6-4. 推定したすべり分布

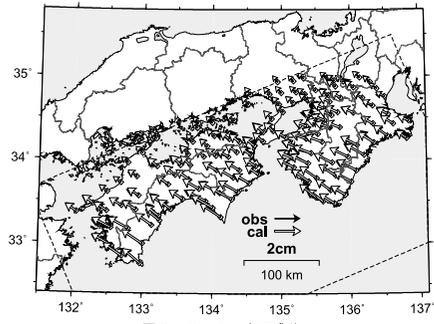


図2-6-5. 水平成分

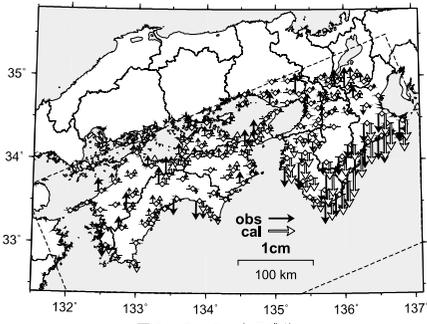


図2-6-6. 上下成分

第26図 紀伊・四国のチェッカーボードテストの結果.

Fig. 26 Results of checker board test in Kii and Shikoku area.

2-6. 紀伊・四国  
推定すべり分布

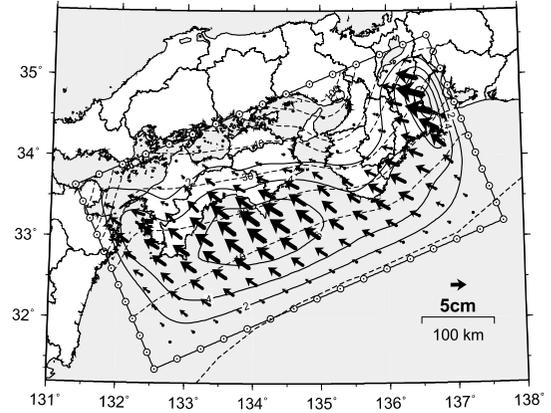


図2-6-7. 推定したすべり分布

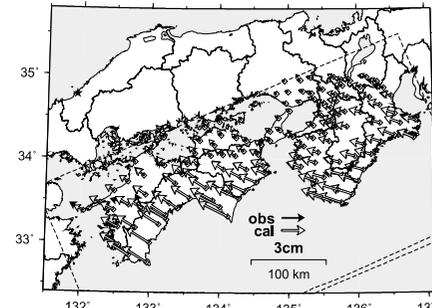


図2-6-8. 水平成分

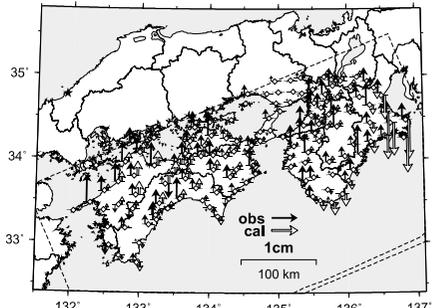


図2-6-9. 上下成分

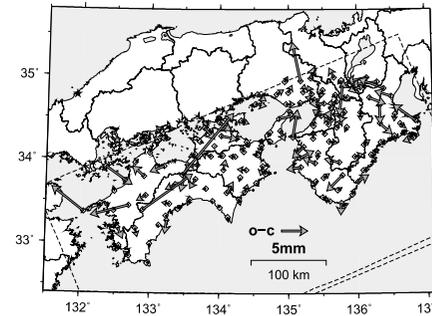


図2-6-10. 残差 (水平成分)

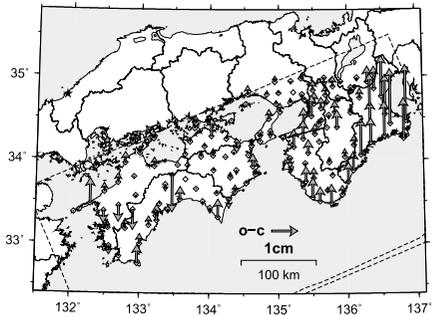


図2-6-11. 残差 (上下成分)

第27図 紀伊・四国の推定すべり分布, 観測値と計算値の比較, 残差.

Fig. 27 Estimated slip deficit, observed and calculated deformations, and residuals in Kii and Shikoku area.

2-7. 九州地方  
グリッドと観測点分布

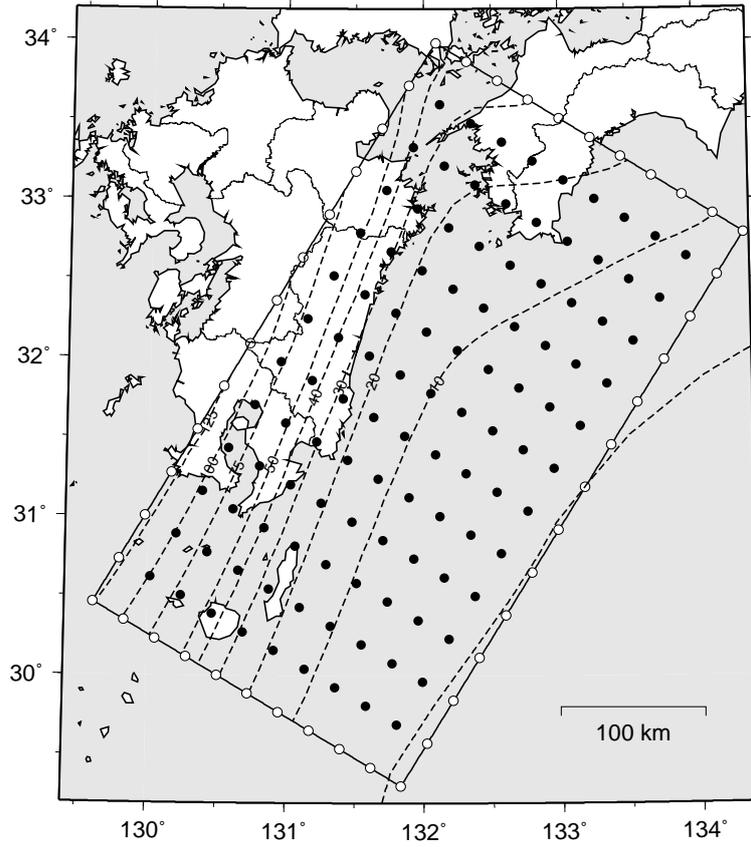


図2-7-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線.

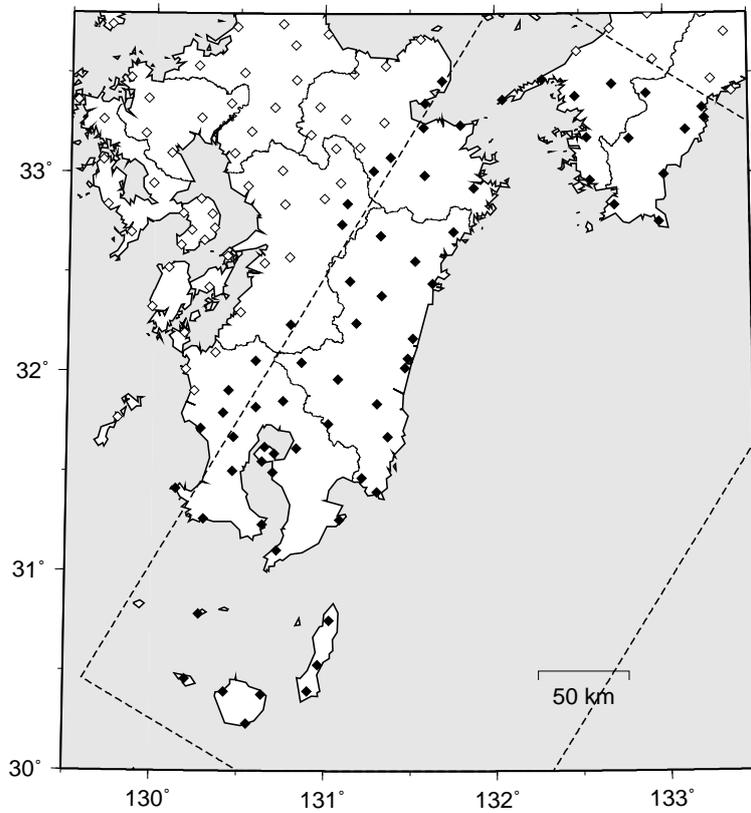


図2-7-2. 使用した観測点 (68点).

第28図 九州地方のグリッドと観測点分布.  
Fig. 28 Grid and distribution of 68 GPS sites used for this analysis in Kyushu area.

2-7. 九州地方  
チェッカーボードテスト

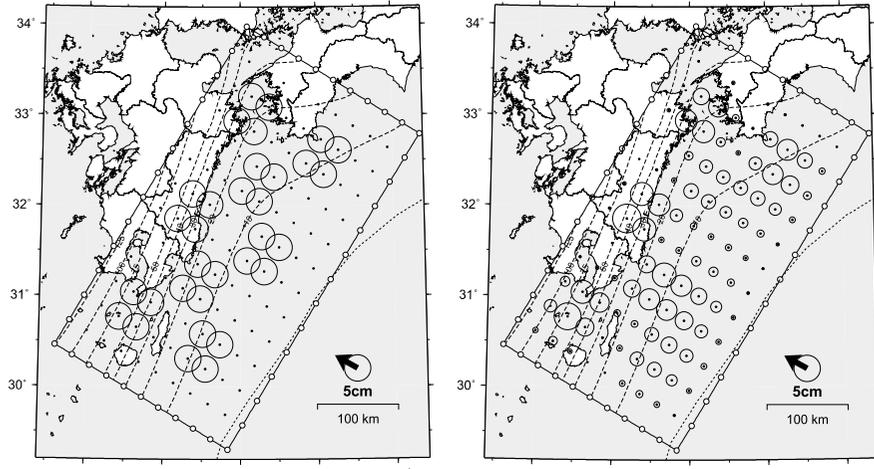


図2-7-3. 与えたすべり分布

図2-7-4. 推定したすべり分布

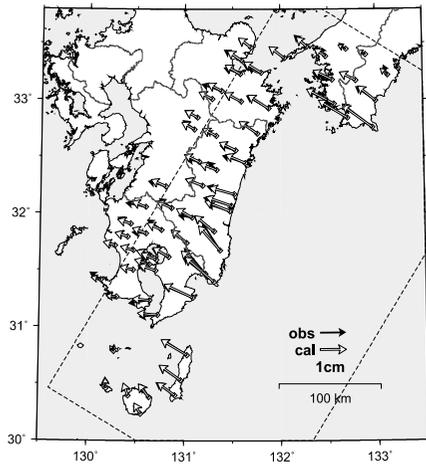


図2-7-5. 水平成分

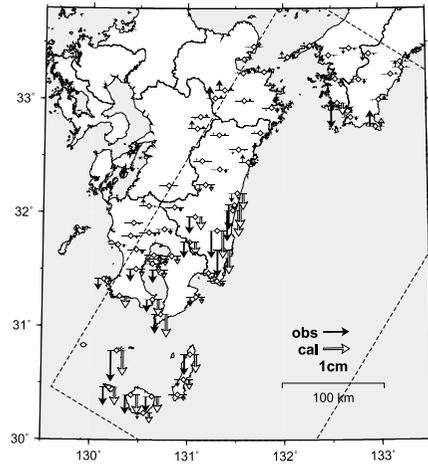


図2-7-6. 上下成分

第29図 九州地方のチェッカーボードテストの結果.  
Fig. 29 Results of checker board test in Kyushu area.

2-7. 九州地方  
観測値

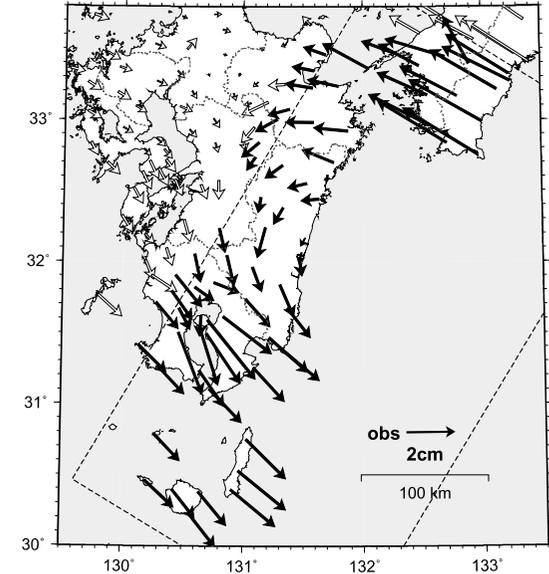


図2-7-7. 水平成分

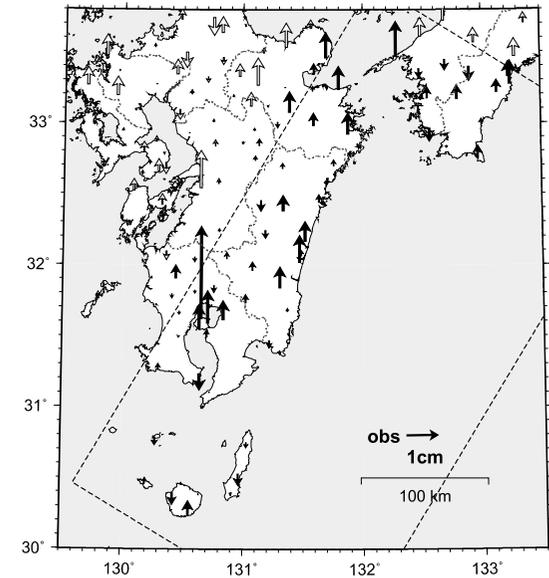


図2-7-8. 上下成分

第30図 九州地方の水平、上下変動速度.  
Fig. 30 Observed horizontal and vertical deformation rates in Kyushu area.

2-8. 沖縄周辺  
グリッドと観測点分布

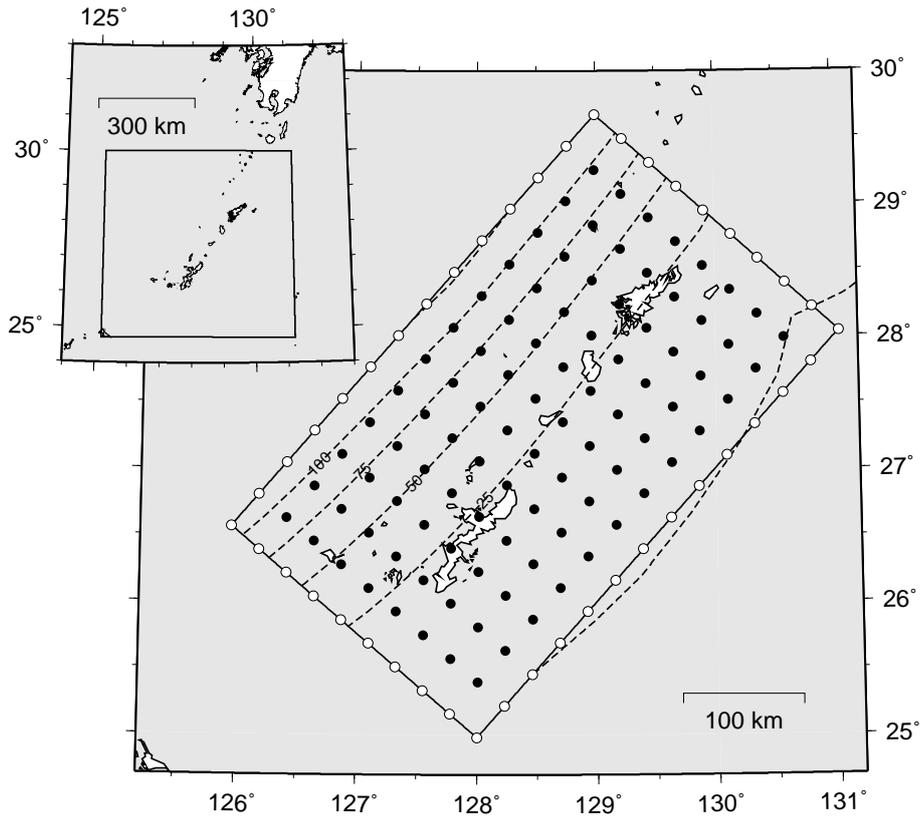


図2-8-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線.

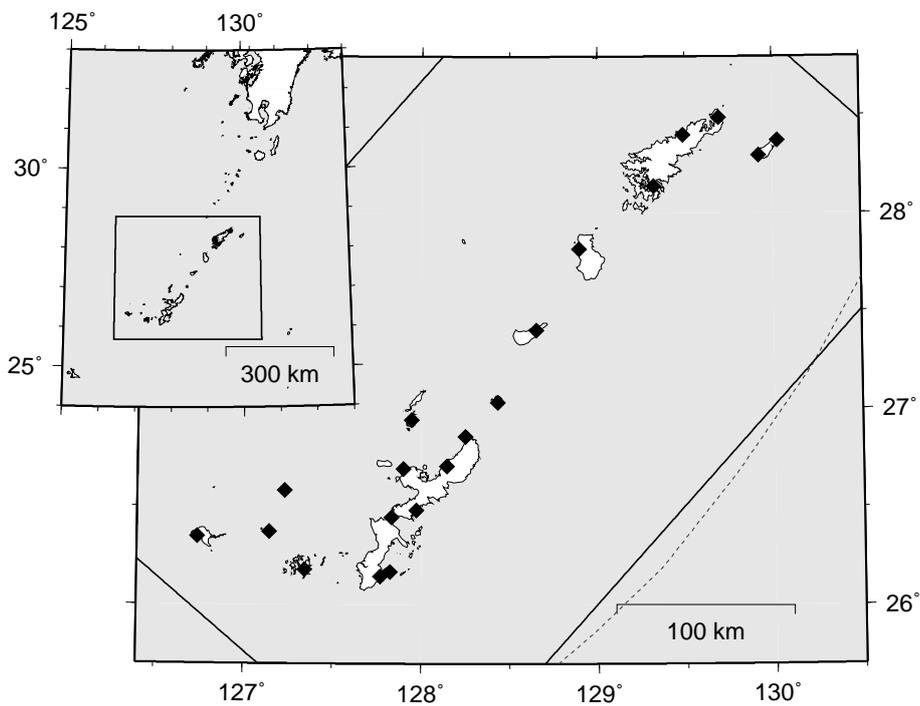


図2-8-2. 使用した観測点 (20点).

第31図 沖縄周辺のグリッドと観測点分布.

Fig. 31 Grid and distribution of 20 GPS sites used for this analysis in Okinawa area.

2-8. 沖縄周辺  
チェッカーボードテスト

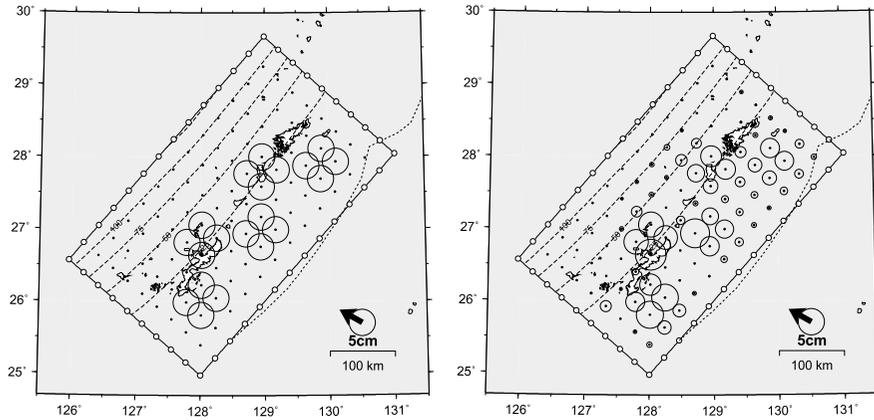


図 2-8-3. 与えたりすべり分布

図 2-8-4. 推定したりすべり分布

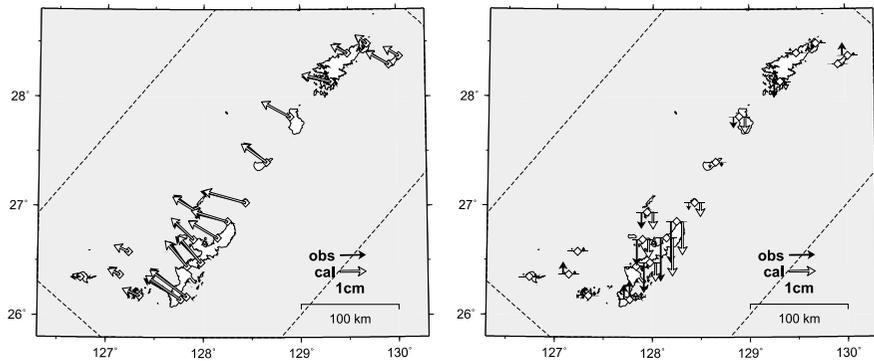


図 2-8-5. 水平成分

図 2-8-6. 上下成分

第 32 図 沖縄周辺のチェッカーボードテストの結果.  
Fig. 32 Results of checker board test in Okinawa area.

2-8. 沖縄周辺  
観測値

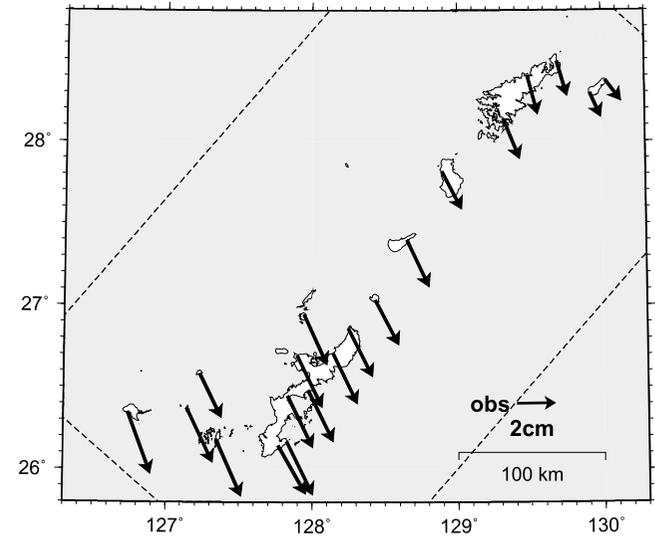


図 2-8-7. 水平成分

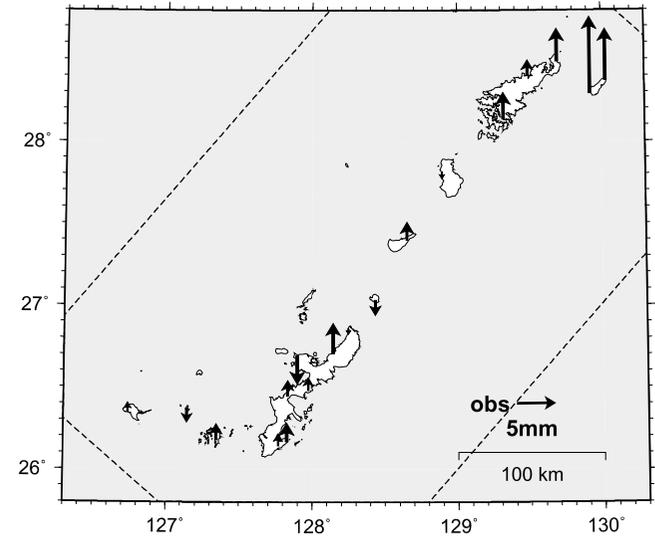


図 2-8-8. 上下成分

第 33 図 沖縄周辺の水平、上下変動速度.  
Fig. 33 Observed horizontal and vertical deformation rates in Okinawa area.

2-9. 小笠原周辺  
グリッドと観測点分布

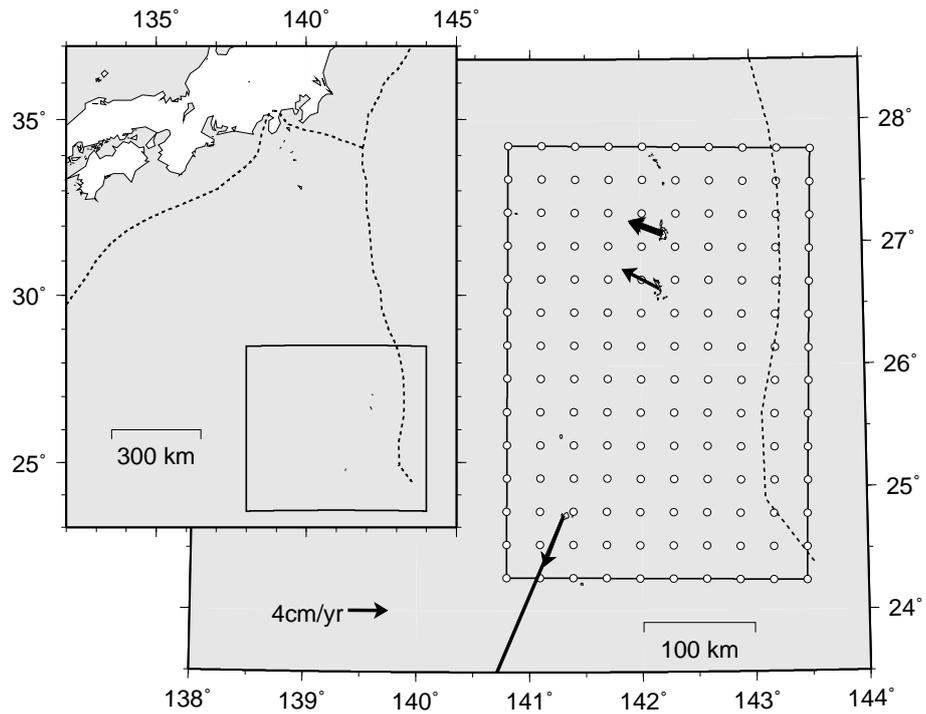
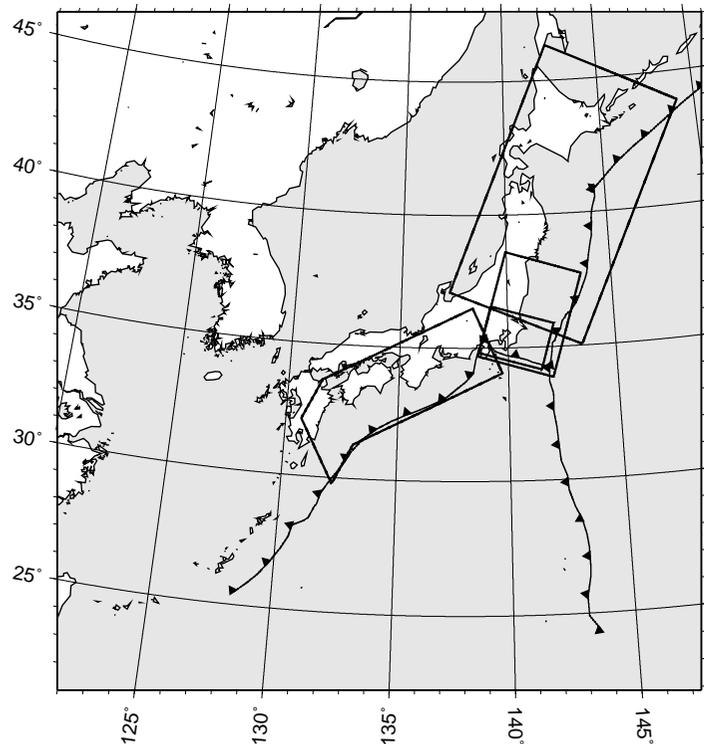


図2-9-1. 作成したグリッドと観測点分布.

第34図 小笠原周辺のグリッドと観測点分布.

Fig. 34 Grid and distribution of GPS sites in Ogasawara area.

### 3. 中領域での解析結果の詳細



第 35 図 中領域：日本列島周辺を 3 領域に分割。  
Fig. 35 Middle regions, divided into 3 regions.

第 2 表 中領域の区分けと名称。  
Table 2 Name of middle regions.

名称 (中領域)	領域の範囲とグリッド	観測点数	固定点
3-1. 東北日本	1170 × 650 km 18 × 13 (65 × 50 km)	233	岩崎 (950154)
3-2. 関東地方	(太平洋プレート) 480 × 360 km 16 × 12 (30 × 30 km) (フィリピン海プレート) 300 × 220 km 12 × 11 (25 × 20 km)	94	富岡 (940045)
3-3. 西南日本	900 × 330 km 18 × 11 (50 × 30 km)	239	三隅 (950388)

#### 3-1. 東北日本 グリッドと観測点分布

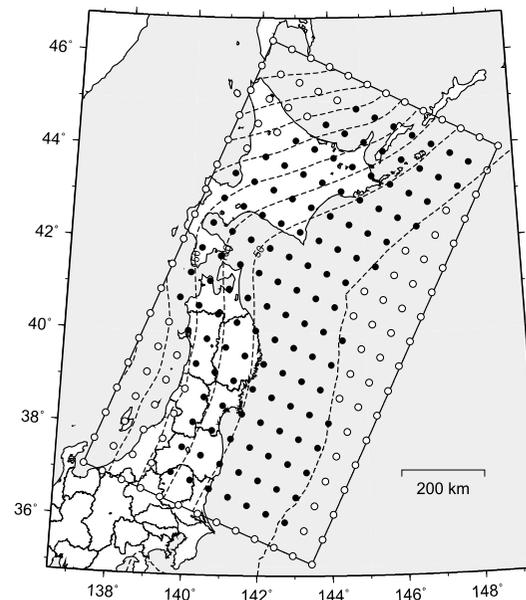


図 3-1-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線。

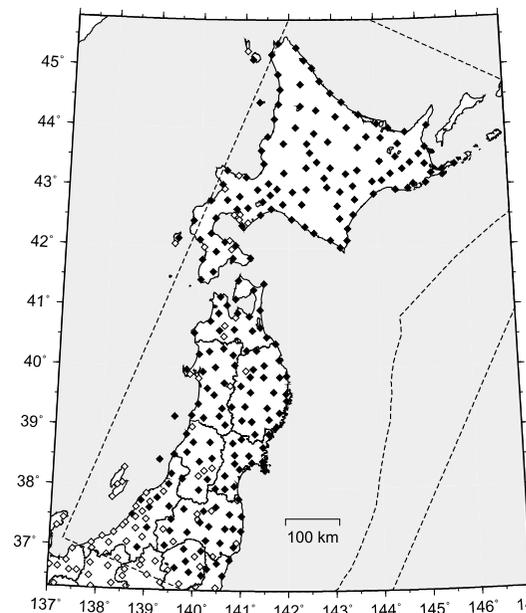
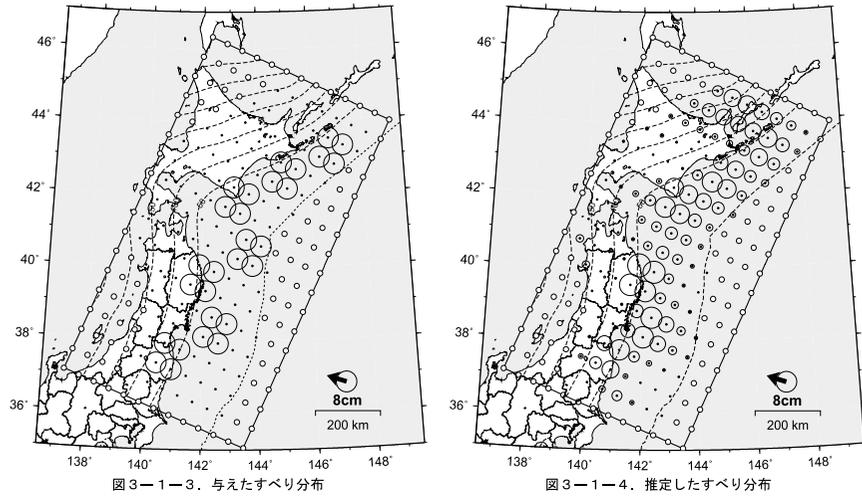


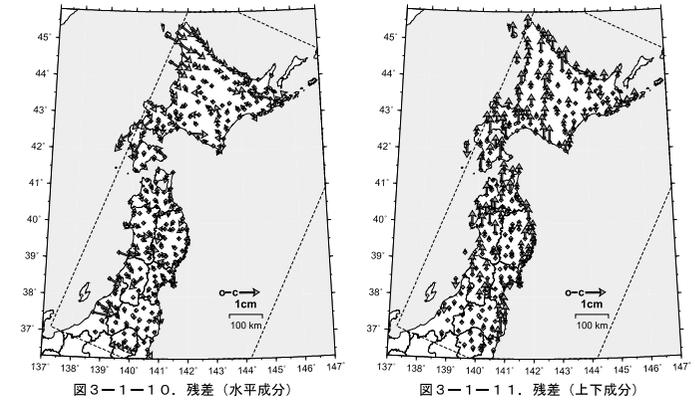
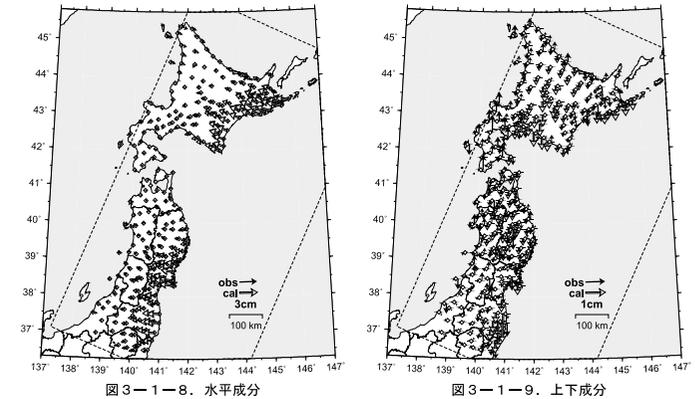
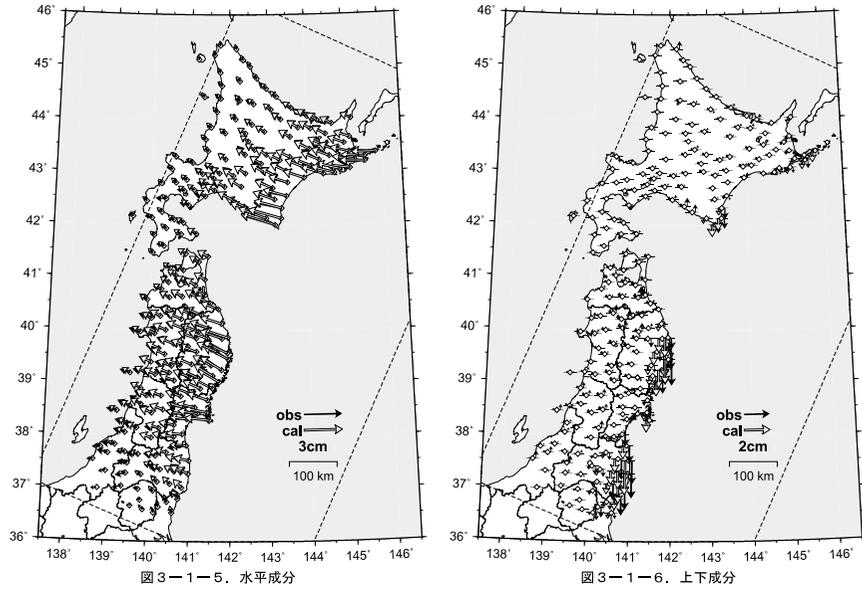
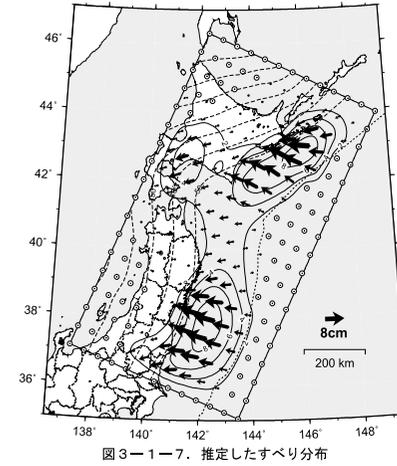
図 3-1-2. 使用した観測点 (233 点)。

第 36 図 東北日本のグリッドと観測点分布。  
Fig. 36 Grid and distribution of 233 GPS sites used for this analysis in Northeast Japan area.

3-1. 東北日本  
チェッカーボードテスト



3-1. 東北日本  
推定すべり分布



第37図 東北日本のチェッカーボードテストの結果.  
Fig. 37 Results of checker board test in Northeast Japan area.

第38図 東北日本の推定すべり分布, 観測値と計算値の比較, 残差.  
Fig. 38 Estimated slip deficit, observed and calculated deformations, and residuals in Northeast Japan area.

3-2. 関東地方  
グリッドと観測点分布

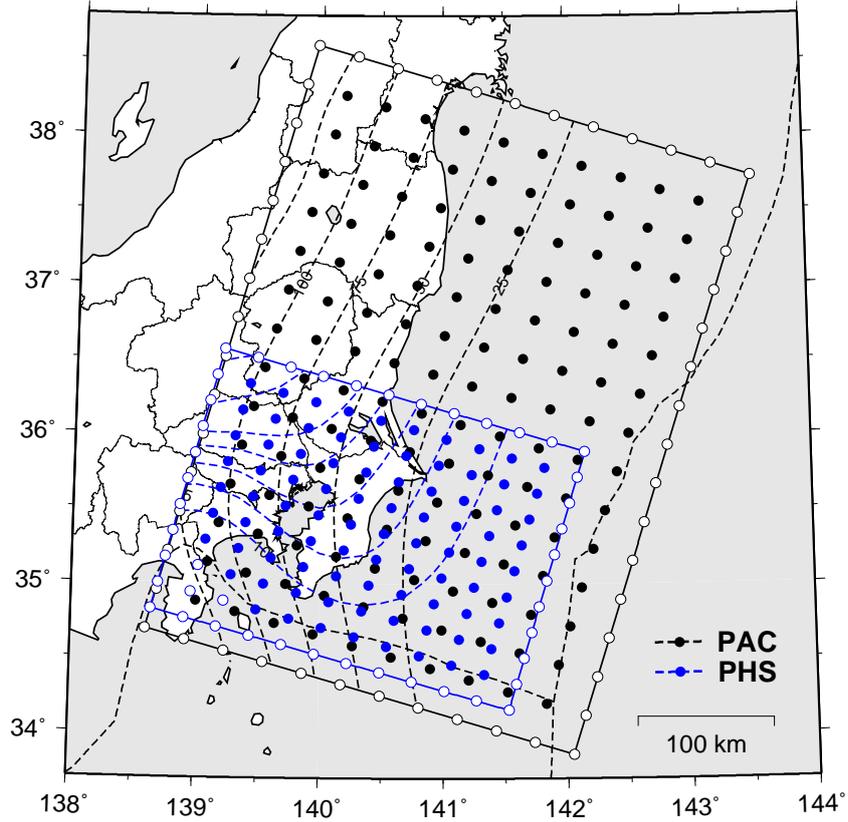


図3-2-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線.

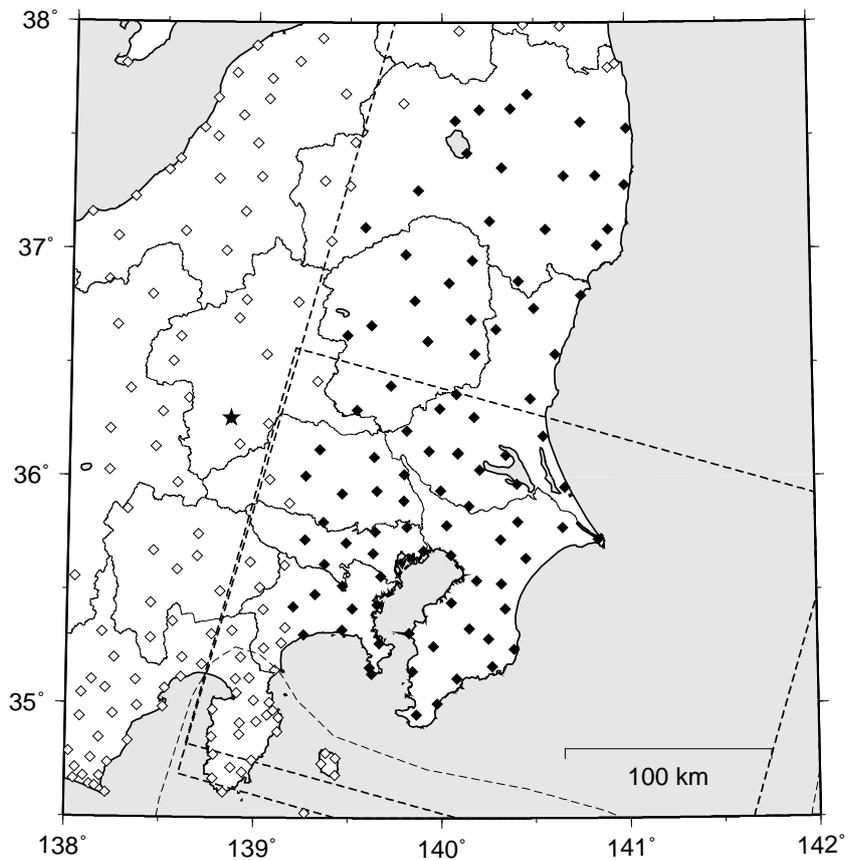


図3-2-2. 使用した観測点 (94点).

第 39 図 関東地方のグリッドと観測点分布.

Fig. 39 Grid and distribution of 94 GPS sites used for this analysis in Kanto area.

3-2. 関東地方  
チェッカーボードテスト

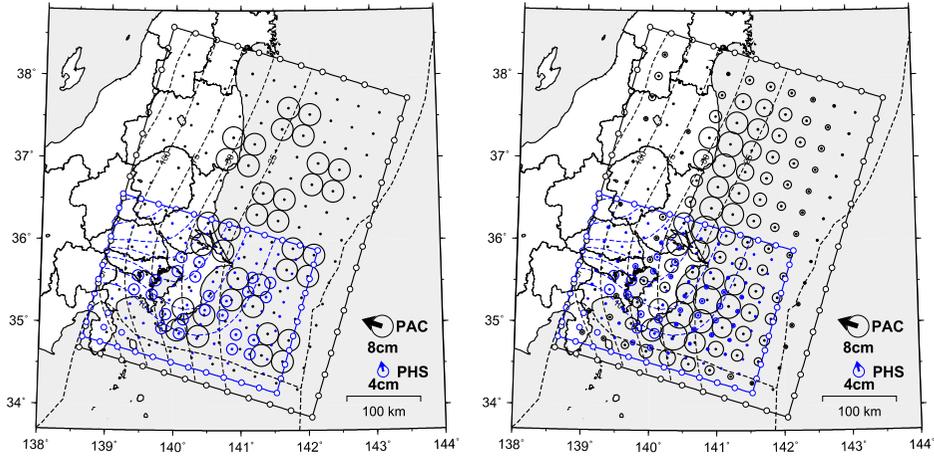


図3-2-3. 与えたすべり分布

図3-2-4. 推定したすべり分布

3-2. 関東地方  
推定すべり分布

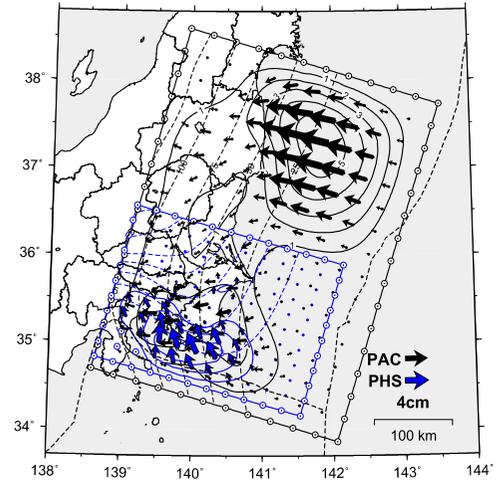


図3-2-7. 推定したすべり分布

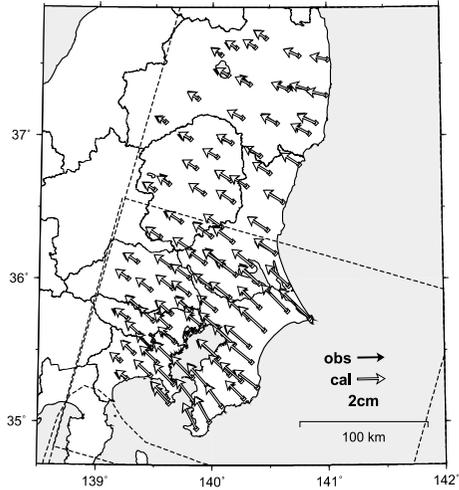


図3-2-5. 水平成分

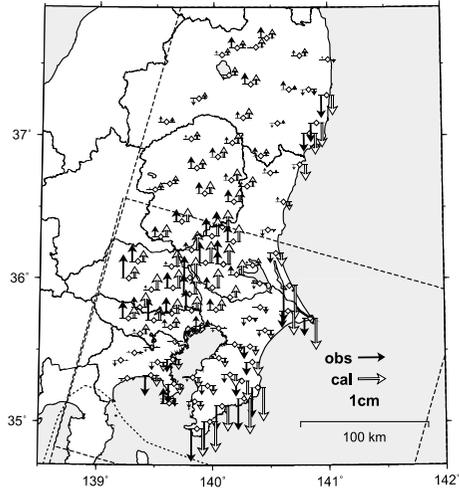


図3-2-6. 上下成分

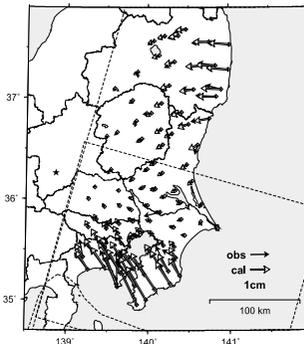


図3-2-8. 水平成分

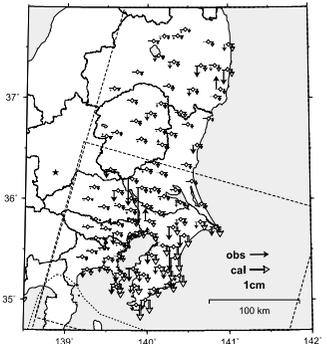


図3-2-9. 上下成分

第40図 関東地方のチェッカーボードテストの結果.  
Fig. 40 Results of checker board test in Kanto area.

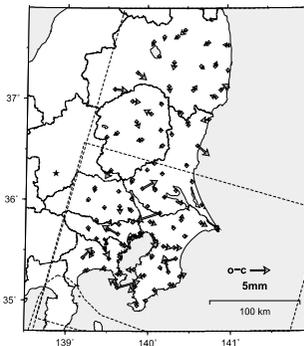


図3-2-10. 残差 (水平成分)

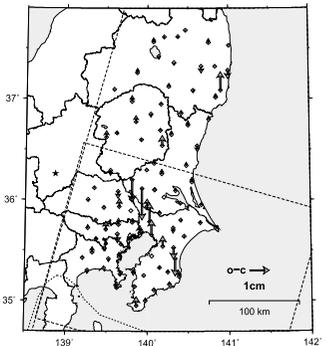


図3-2-11. 残差 (上下成分)

第41図 関東地方の推定すべり分布, 観測値と計算値の比較, 残差.  
Fig. 41 Estimated slip deficit, observed and calculated deformations, and residuals in Kanto area.

3-3. 西南日本  
グリッドと観測点分布

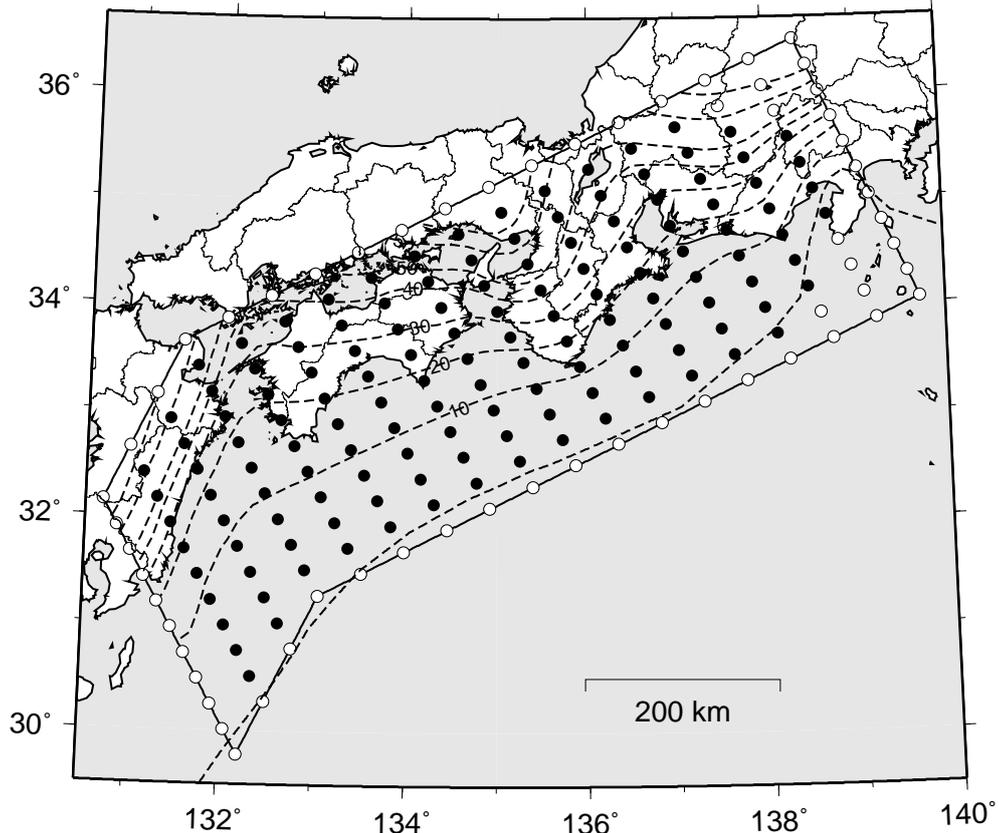


図3-3-1. 作成したグリッドとプレート上面の等深線.

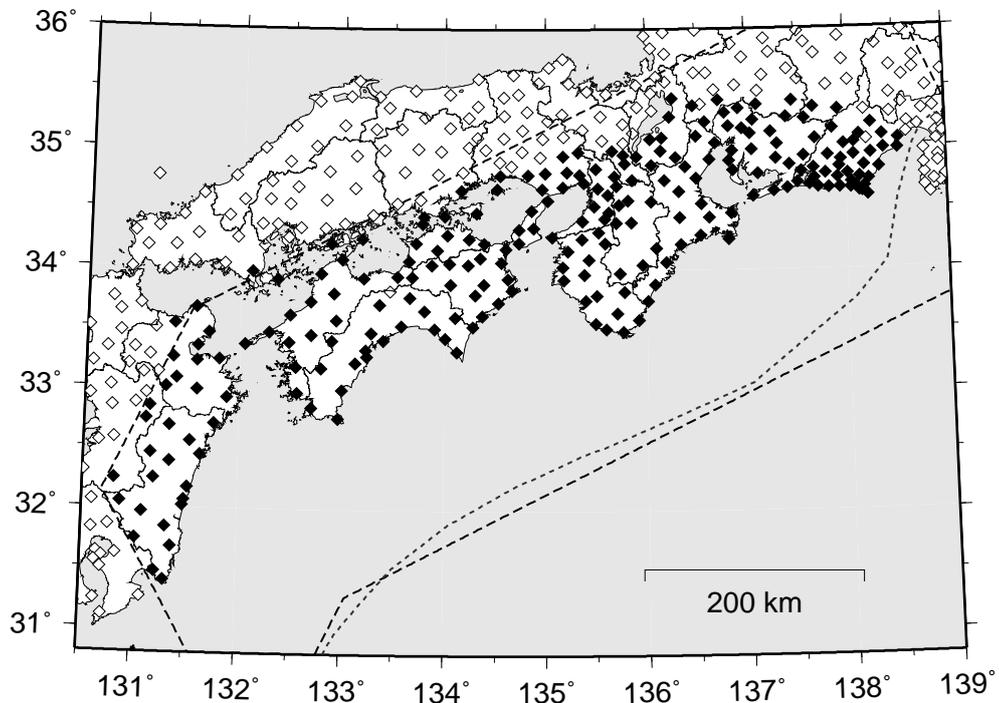


図3-3-2. 使用した観測点 (238点).

第42図 西南日本のグリッドと観測点分布.

Fig. 42 Grid and distribution of 239 GPS sites used for this analysis in Southwest Japan area.

3-3. 西南日本  
チェッカーボードテスト

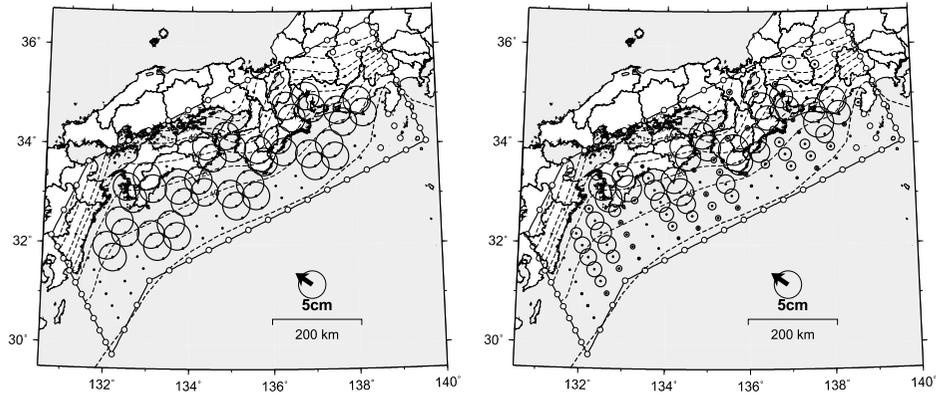


図3-3-3. 与えたすべり分布

図3-3-4. 推定したすべり分布

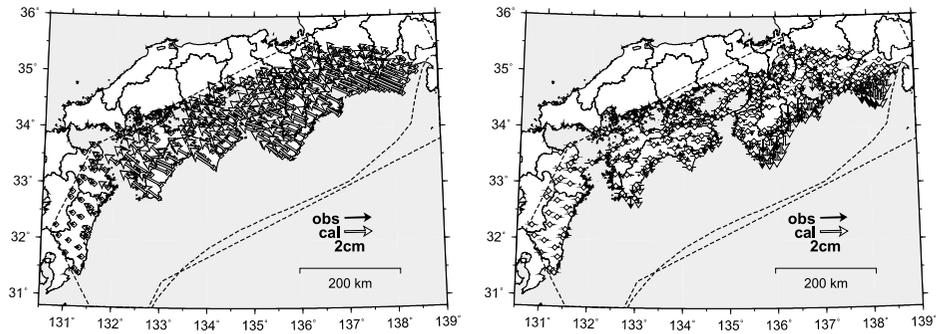


図3-3-5. 水平成分

図3-3-6. 上下成分

第43図 西南日本のチェッカーボードテストの結果.  
Fig. 43 Results of checker board test in Southwest Japan area.

3-3. 西南日本  
推定すべり分布

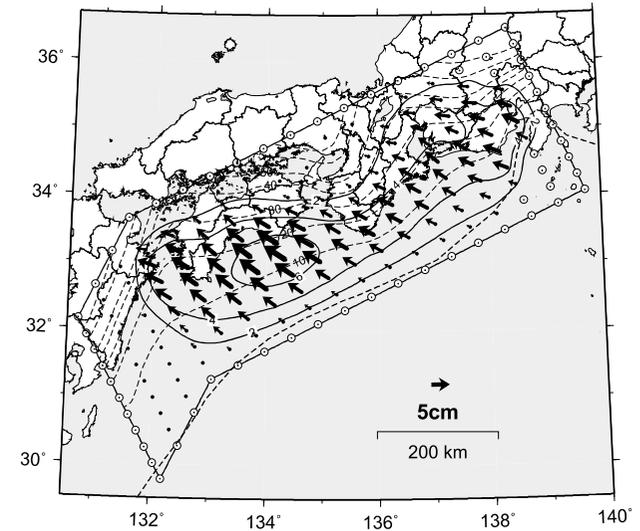


図3-3-7. 推定したすべり分布

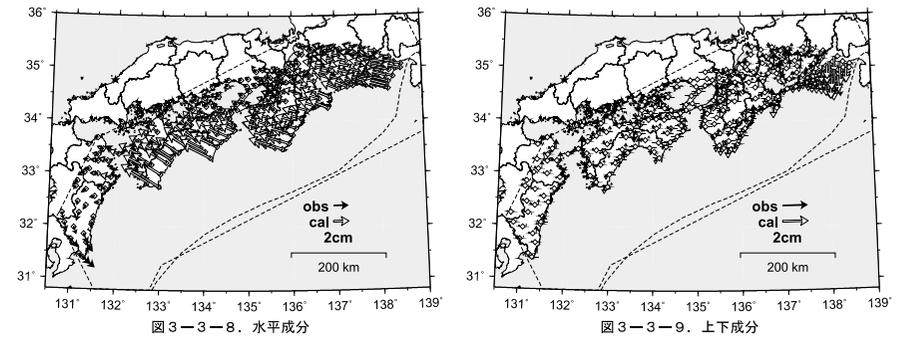


図3-3-8. 水平成分

図3-3-9. 上下成分

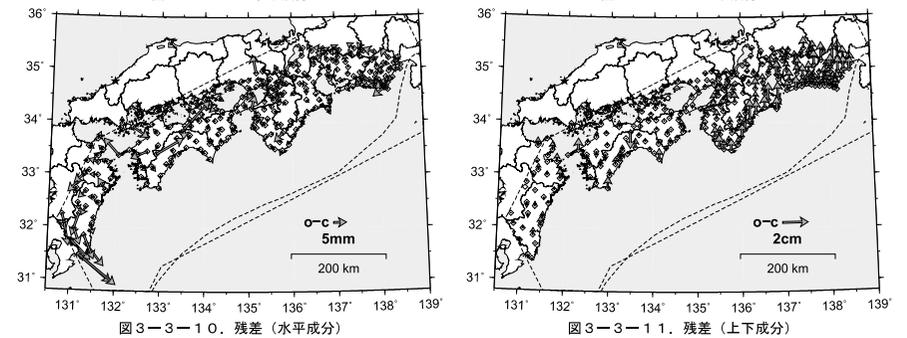


図3-3-10. 残差 (水平成分)

図3-3-11. 残差 (上下成分)

第44図 西南日本の推定すべり分布, 観測値と計算値の比較, 残差.  
Fig. 44 Estimated slip deficit, observed and calculated deformations, and residuals in Southwest Japan area.

4-1. 観測点配置の問題

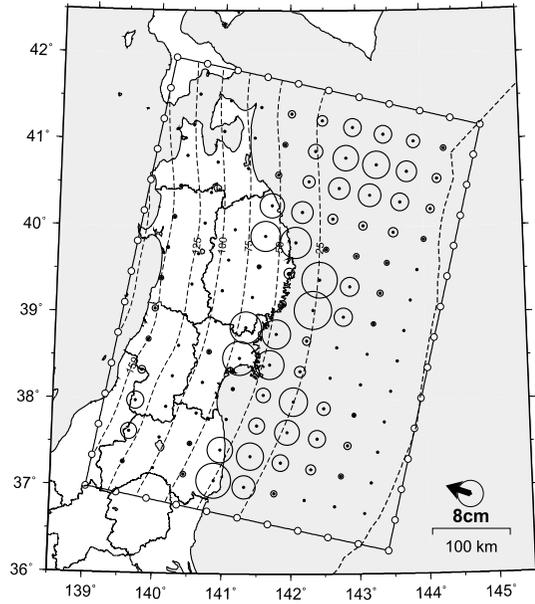


図4-1-1. 陸上の観測点のみ.

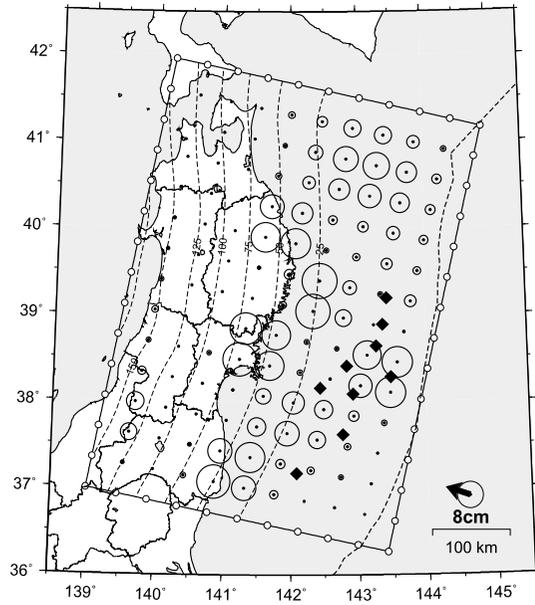


図4-1-2. 海底地殻変動の観測点を追加.

◆: 海底地殻変動観測点, 佐藤・他 (2008) 参照

第45図 観測点配置の問題.

Fig.45 Problems of distribution of observation sites.

4-2. プレート等深線の問題

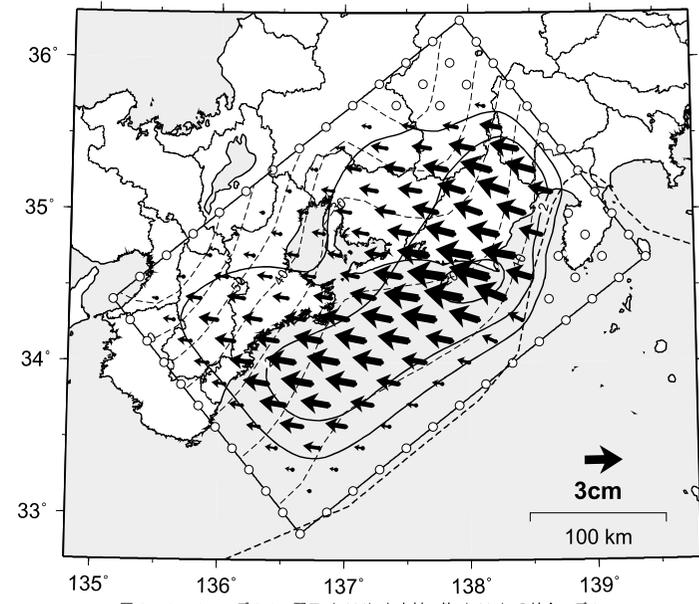


図4-2-1. モデル1: 野口 (1996) と中村・他 (1997) の統合モデル.

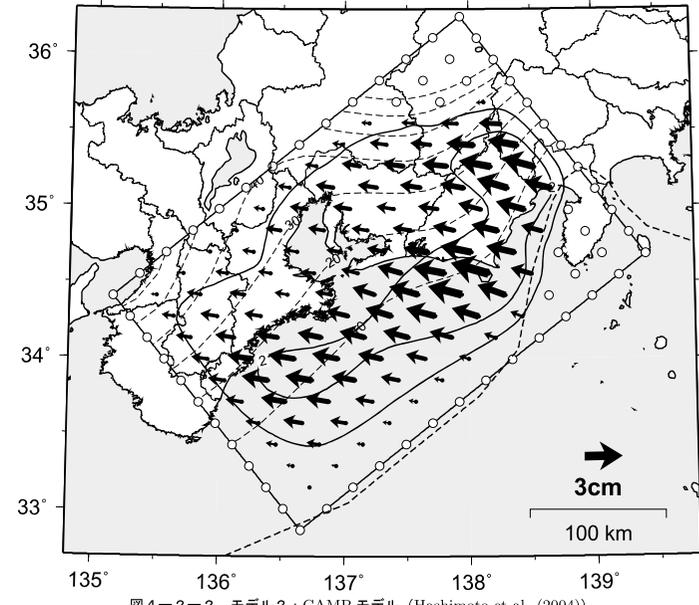


図4-2-2. モデル2: CAMPモデル (Hashimoto et al. (2004)).

第46図 プレート等深線の問題.

Fig.46 Problems of isodepth contour of subducting plate.

4-3. 経年的な変動等1  
固定点の違いによる変動速度

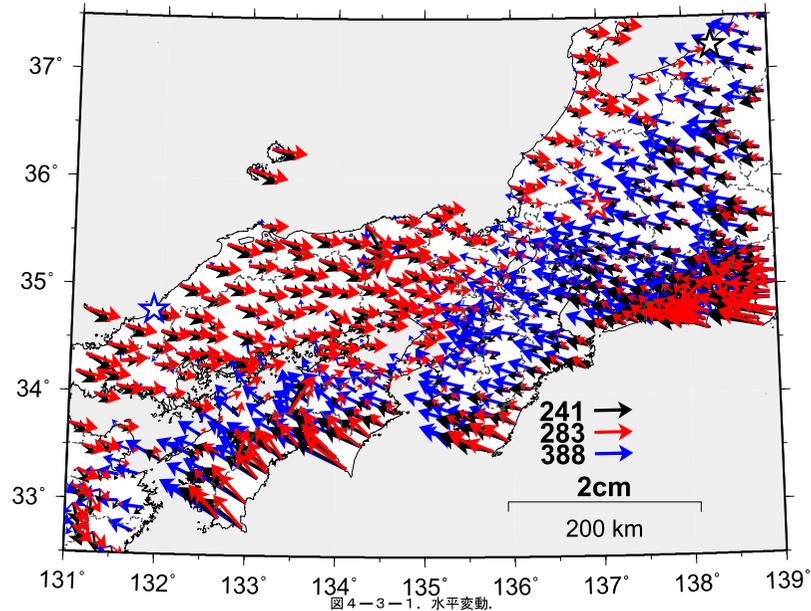


図4-3-1. 水平変動.

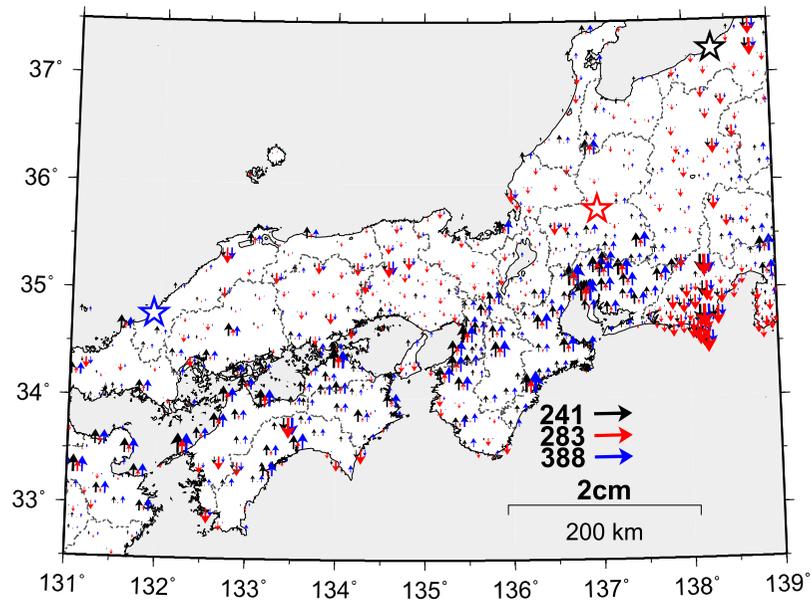


図4-3-2. 上下変動.

第47図 固定点の違いによる変動速度.  
Fig.47 Horizontal and vertical deformation rate in southwest Japan, relative to different fixed sites (Ohgata; 241, Hachiman; 283, and Misumi; 388).

4-3. 経年的な変動等2  
固定点の違いによるすべり欠損分布

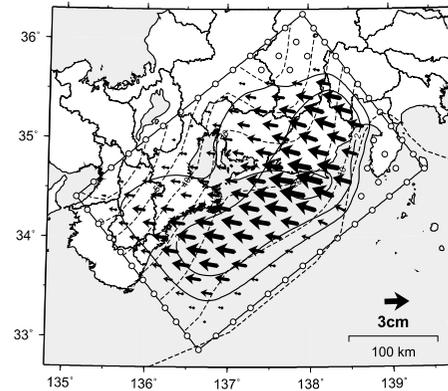


図4-3-3. 大湊固定 (950241).

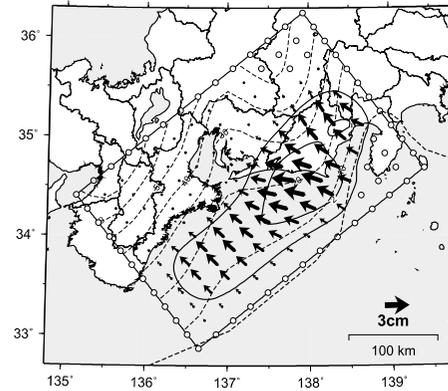


図4-3-4. 八幡固定 (950283).

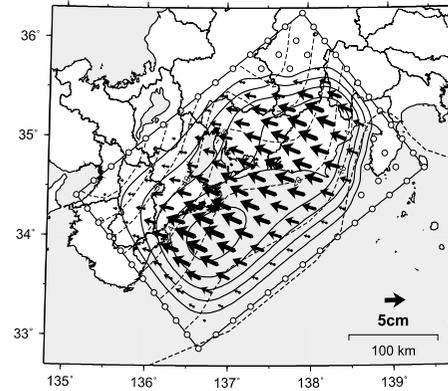


図4-3-5. 三隅固定 (950388).

第48図 固定点の違いによるすべり欠損分布.  
Fig.48 Estimated slip deficit based on different fixed sites.