

6-4 東海地方の地殻変動

Crustal Movements in the Tokai District

国土地理院
Geographical Survey Institute

第1～5図は年4回の繰り返しによる東海地方（森町～御前崎間）の水準測量結果である。第1図では最新の観測2006年10月の結果を前回2006年7月の値と比較した上下変動を最上段に示してある。今回は森から見た掛川(140-1)はほとんど変動がなく、掛川(140-1)に対して御前崎市浜岡(2595)や半島先端の地域がごくわずかに沈降の傾向を示す結果となった。

第2図は、御前崎地区水準測量の代表的データとされている掛川(140-1)からみた御前崎市浜岡(2595)の変動である。長期的な沈下のトレンドに沿った変動であるように見える。2004年度の4回は年周の変動が大きめであったが、2005年度以降の年周変動は小さめであるように見える。第3図は、森(5268)を基準とした掛川(140-1)と御前崎市浜岡(2595)の変動時系列グラフである。2001年以降は、掛川が森に対してわずかに沈下している傾向が見られていたが、今回もそのトレンドの延長上にあるように見える。森から見れば、御前崎の先端側の沈降は長期的に続いていることがグラフ下段のプロットから見て取れる。

第4・5図は、掛川から御前崎検潮所に至る各水準点の変動である。季節的な揺らぎもあるが、長期的な沈下の傾向に大きな変化はない。先端部の御前崎検潮所標石で見ても、これまでと比較して特に変わった状況は見えない。

第6～9図は、東海地方で毎年行っている水準測量の結果である。第6図は国道1号線沿いの一等水準路線で、静岡市128-1から掛川市140-1までの区間における結果である。前回は、途中の藤枝市・岡部町付近が沈降が大きい結果となっていたが、例年、静岡市側の沈降の傾向が見られていて、今回はその傾向に近い。ただし、東側の沈降量がやや大きめである。第7図は、同じ国道1号線沿いの路線中、掛川以西の浜松市の水準点148までと、浜名湖の北東側を三ヶ日の基38まで至る区間における測量結果である。掛川から見るとこれまでは浜松側が全面的に隆起していたが、今回は浜名湖東岸から三ヶ日付近が隆起しているものの、その量は小さく、隆起の範囲も小さくなっている。第8図は、藤枝市から駿河湾沿いに牧之原市（旧相良町）の準基1354に至る路線の水準測量結果である。前回と比較すると、藤枝側がやや沈降しており、これも東側の沈下の傾向に関連すると思われる。第9図は、浜松市（旧舞阪町）舞阪験潮場から御前崎市2957までの遠州灘沿岸沿いの路線における水準測量結果である。ここ3年間は舞阪から見てやや隆起している領域が浜松から磐田の区間内にあり、磐田以東が舞阪に対して沈降する傾向であったが、今回は浜松から磐田間はわずかに沈降で、磐田市(旧竜洋町)から袋井市（旧大須賀町）間はほとんど変動がなく、掛川市（旧大東町）から以東はわずかに沈降である。これは、ここ数年の西側での隆起傾向が小さくなったことを反映していると思われる。

第10・11図は御前崎の先端部における水準測量の結果である。前回2006年1月と比較して、大きな変動はない。わずかに先端側が沈降の傾向にある。

第12図は渥美半島における水準測量結果である。前回2005年7～8月の結果と比較すると、半島の先端側がわずかに隆起の傾向にある。

第13～16図は東海地方の水準測量結果を、連続した長い路線として昨年との観測結果と比較したものである。第14図の海岸沿いの路線で見ると、静岡市の交70-1に対して牧之原市（旧相良町）にか

けての区間で隆起の傾向に見えるが、これは東側が沈降の傾向にあることを示している可能性がある。また、第15・16図の国道1号沿いと浜名湖北東側の路線の連結で見ると、掛川以西、舞阪と三ヶ日までの隆起より、静岡―掛川間の変動量（西側隆起あるいは東側が沈降の傾向）が目立つ。

第17・18図は東海地方の各水準点及び焼津―御前崎間の各水準点の経年的変動を示したグラフである。長期的には掛川に対して西側では隆起傾向、南と東では沈降傾向にあることが確認できる。

第19～21図は東海地方における上下変動の長期的な傾向を見るために作成した各水準点の経年的変化のグラフである。第19・20図は時間を横軸にとって1901年および1979年以降の上下変動を水準点毎に見たものである。固定点は藤枝市の134-1に取ってある。浜松以西の水準点において、2000年以降のスロースリップイベントの時期に隆起が加速していることが見られるほか、第19図の古い期間を含む図では、1970年前後にも隆起速度の大きい時期があるのが確認できる。第21図は、東海のイベントの影響が少ないと考えられる沼津市のJ60を固定点に取った1979年以降の水準点毎の上下変動である。左上には、GPS観測による2000年以降の累積の上下変動（正味の値）の等量線図を示した。路線の西側が隆起で、東側が沈降の傾向は同じである。ただし、GPSで見ると、スロースリップ期間の隆起／沈降の境界はBM139付近であるが、水準で見ると、BM135付近になる。大淵を基準にとると、J60もわずかに沈降の領域にあるためと思われる。第19・20図で浜松、三ヶ日付近の各点が、2006年の観測でさらに大きく隆起しているように見えるのは、GPSでみられる傾向と印象が異なるが、一つの原因は、全体的に路線の東側が沈降の傾向にあるためである可能性がある。例えば、図34の加藤津村の方法によれば、内浦検潮所はこの1-2年わずかに沈降のようにも見える。

第22・23図は、水準測量から見た上下変動分布を空間的に示したものである。BM134-1を固定してあるが、全般的傾向は西が隆起、東が沈降で、スロースリップの開始以降は西側の隆起が目立って大きかったことが第23図下段の左の1999年以前と下段右の2000年以降の比較で分かる。第24・25図は非定常地殻上下変動の分布を水準測量データにより描いたもので、隆起の中心が2000年～2001年の浜名湖付近から、2001年～2002年にはやや東に移ったことがわかる。それ以降は、GPSで見ると隆起の中心が水準路線より北側にあったことが観測されているが、この図ではその影響が十分表現されていない。第25図は積算の非定常上下変動であるが、浜名湖の東側の6cm以上の隆起は、GPS観測の結果ともほぼ整合している。第26図は電子基準点への水準測量取り付けによる上下変動観測値の比較である。掛川を中心とした変動の傾向は、GPSと水準で整合しており、静岡付近の沈下がこの2年間ではやや目立っている。

第27～29図は静岡県が2週間毎に実施している菊川市（旧菊川町・小笠町）、掛川市（旧大東町）付近の水準測量の結果である。最新データは、2006年11月1日である。SF2129から2601に至る、北北西―南南東方向の路線（約2km）の上下変動は、全体的にみると南南東方向への傾動である。全体としては、ゆらぎを伴いながらも、従来からのトレンドの延長に沿った変動であるようにみえる。

第30図は、時間窓を移動させながら比高変化を一次直線と年周成分の和で近似し、各々の係数の変化を時間窓の中心の時間にプロットしたものである。左上の掛川(140-1)から見た御前崎市浜岡(2595)の沈下速度は、2000年以降それ以前と比較して大きかったことが確認できる。2001～2005年は年間7～8mmの相対的沈下速度となっているが、1988～89年頃も同程度の沈下速度になっていた時期があった。沈下速度のピークは2003年初めの約9mm/yrで、それ以降元に戻る傾向にある。4年間の移動平均であるので、2005年初め頃から沈下速度が遅くなり始めたとも考えられ、これもスロースリップが2005年頃から収まる傾向にあったと推測する一つの材料である可能性がある。

第31図は東海地方各験潮場間の月平均潮位差である。第32図は、2005年10月に焼津験潮場で験潮井戸の清掃を行った際に生じた、潮位データのギャップの原因に関する考察である。験潮井戸内の

海水の比重が、清掃直前には外海よりも低いことが判明し、これがギャップの原因であるらしいと考察された。第33図は、その後の詳細な調査結果の報告である。2006年10月の駿潮井戸清掃の前後で、海水比重と潮位の変化が詳細に計測され、これらの関係が理論計算と一致することから、潮位データのギャップの原因が海水の比重変化であることが確認された。また、全国の駿潮場で行った海水比重差（外海比重－井戸内比重）測定結果から、同様な潮位差や清掃によるギャップが生じる可能性が示された。ただし、比重低下の原因はまだ究明されていない。長期的な傾向としては、駿潮井戸内の海水比重が経常的に外海より低い状態であったとすれば潮位変化を見るためのデータとしての意味は変わらないと思われるが、過去の井戸の清掃時直後のデータを扱う際には今後注意が必要であると考えられる。

第34図は加藤津村の解析方法による駿潮場の上下変動時系列であるが、焼津の井戸の清掃を行った2005年10月以後、焼津が隆起したように見えるのは、上記の理由による可能性が高い。

第35～40図は、GPS連続観測結果に基づいた東海地方の最近の地殻変動と非定常地殻変動の解析結果である。第35図上段は最近1年間の水平地殻変動で、下段左のスロースリップ開始以前の地殻変動速度及び下段右のスロースリップ進行期の地殻変動速度と比較すると、最近の変動は全体的に下段左と似ており、スロースリップ開始以前の地殻変動に戻っているように見える。第36図は、上下変動の分布図で、スロースリップ進行期に見られる浜名湖付近での顕著な隆起が見られず愛知県で隆起が見られるという点で、上段の最近1年間の上下変動は下段左のスロースリップ開始以前の状態に近い。しかし、全体的に隆起が観測されているのは不自然かもしれない。

第37・38図は、最近16ヶ月間の2ヶ月毎の非定常地殻変動の水平成分及び上下成分の図である。固定点は大湊観測点である。浜名湖周辺の隆起の目玉は、第38図(1)の2005年7～8月までで、それ以降は不明瞭になっている。水平変動では第37図の2006年3～4月、5～6月の(5)、(6)で南東向きのベクトルが見え、スロースリップ進行時のパターンとの類似も気になるところであるが、第38図(5)、(6)の上下変動では明らかにパターンが異なる。最新の2006年9～10月の(8)については、浜名湖で沈降が見られ、水平変動でも南東向きのベクトルは見えないことから、浜名湖周辺でのスロースリップは停止していると考えられる。

第39・40図は、1年毎の非定常変動を左に水平、右に上下のパターンを並べて示したものである。第40図中段の2005年及び下段の2006年のそれぞれ1年間の状況は、水平変動でごくわずかの南東向きベクトルが見える程度である。上下変動は、2005年に小さいながらも浜名湖周辺の隆起の目玉が残っているが、2006年には見られない。

第41～43図は、解析に使用した東海・南関東の各観測点の非定常地殻変動3成分の時間変化を示したものである。2003年に行われたGPS受信アンテナの交換・レドーム設置、2004年9月5日の紀伊半島南東沖の地震、2004年10月23日の新潟県中越地震の影響については、データの不連続が生じないよう補正を行っている。36ページにはアンテナ交換、レドーム設置、その他の保守を行った日のリストを示してある。アンテナ交換等の保守の影響については問題なく補正されていると考えられる。多くの点では、2004年の紀伊半島南東沖の地震以降傾向が変化している。第42図の浜松(6)、浜北(11)では、2000年～2004年に見られた南東方向および隆起の傾向は、2005年以降止まっているように見える。一方、浜名湖北東に位置する春野(19)では2005年以降も隆起が継続しており、スロースリップが部分的に継続している可能性がある。また、渥美(4)では、2004年春以降、わずかな隆起が見られ、新たにスロースリップが始まった可能性も考えられる。

第44・45図は、1年毎の非定常地殻変動が固定点の選定でどう異なるかを比較した図である。固定

点として、新潟県大潟町の「大潟」、琵琶湖西岸の滋賀県マキノ町の「マキノ」、富山県富山市の「富山」を選定して、左列、中央列、右列に示した。上下変動分布に対する固定点の選定の影響は大きくない。

第46図は、浜名湖周辺の観測点の上下成分の時系列である。左側の図は、従来と同じく年周成分を1998年1月～2000年1月までのデータから推定して、2003年以前のみ年周成分を取り除いたもの、右側は年周成分を2004年1月～2006年1月までのデータから推定して、全期間年周成分を取り除いたものである。右側では、浜名湖南西に位置する渥美、志摩の観測点での隆起の傾向、北東に位置する春野観測点での隆起の継続の傾向がより明瞭に見える。2003年頃に年周成分の性質が変わったために、年周成分を除去する方法を変える必要がある。第45図下段の時系列を見る場合には、2003年以前は左側の図、2003年以降は右側の図を見るのが良いことになる。

第47図は、スロースリップによるプレート間すべりと、イベント開始からのモーメント解放の時系列グラフである。すべりの累積は浜名湖周辺で最大30cm程度である、また、解放されたモーメントはモーメントマグニチュード換算でMw7.1を超えた後2005年夏に増加が止まった。最近モーメントの増加が見えるが、主な要因は季節変動と思われる。

第48図は推定されたプレート間のすべり量の分布で、2ヶ月毎のすべりベクトルを表示している。すべり速度が時間的、空間的になめらかになるように拘束した推定方法を用いている。紀伊半島南東沖の地震のco-seismicな影響は取り除いているが、余効変動は除いていない。志摩半島、渥美半島、浜名湖北東部のわずかな隆起を反映して、第48図(6)、(7)、(8) (5～7月、7～9月、9月～11月)には、伊勢湾から志摩半島と浜名湖北東部にかけてわずかに南東向きのすべりが推定されている。49図は1年毎にみた推定すべり分布である。2005年1月までの(4)では、西側にすべりが広がって推定されている。これは紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響の可能性がある。2005年1月から2006年1月の(5)では小さなすべりが浜名湖の北側に見えるだけになっている。2005年11月から2006年11月の(6)では、伊勢湾周辺と浜名湖北東部にごくわずかな南東向きのすべりが見える。

第50図は、第47～49図に示した推定すべりのモデル領域の西側の様子を見るため、モデル領域を設定し直したことを示す比較図である。モデル領域の変更に伴い、格子点配置とプレート形状のモデルも変更した。第51図は、新しいモデル領域でインバージョンを行った結果で、スロースリップによるプレート間すべりと、イベント開始からのモーメント解放の時系列グラフである。第47図と比較して、モーメントの違いは1割程度で、目立った違いは生じていない。同様に、第52・53図の推定すべり分布の推移も、モデル領域の変更前と大きな違いは生じていない。第53図の最近の1年間の図(6)では、すべり領域が浜名湖北東部と伊勢湾周辺に推定されている。

第54図は、スロースリップ進行期の地殻変動とプレート境界面上のすべり分布が、定常状態とどう異なるかを示している。上段左(A)は定常状態における地殻変動速度で、上段右(a)はすべり速度分布である。中段(B),(b)は、スロースリップ進行期の非定常成分のみを示している。下段はスロースリップ進行期の地殻変動(C)とすべり分布(c)である。GPSによって実際に観測される地殻変動量は(A)と(C)であり、 $(B) = (C) - (A) \times 4$ 年により非定常地殻変動成分を計算している。4年を掛ける理由は、(A)が地殻変動速度なのに対し、(B)と(C)が地殻変動量だからである。すべり分布については、 $(c) = (a) \times 4 + (b)$ により、定常状態のすべり速度(a)に非定常すべり(スロースリップ)成分(b)を加えて実際のすべり分布(c)を計算している。この実際のすべり量(c)を“正味のすべり量”とも呼んでいる。第55図の左列の地殻変動の図(A)、(B)、(C)は、前ページと同様の配置であるが、右列のすべり分布図(a)、(b)、(c)は、バックスリップの方向N120°Eに投影したものである。定常状態のすべり速度は青で、スロースリップ進行期の実際(正味)のすべりはオレンジで、その内、非定常成分(スロ

ースリップ)を黒で表しており、これらの色分けは、次の2ページの図も同様である。第56図は、何年分のバックスリップ蓄積量がスロースリップによって解放されたかを示している。上段の図1の左図と右図のベクトルは、前ページの(b)と(c)のすべり分布のベクトルと同じである。ただし、右図のベクトルは、バックスリップ方向のものは表示せず、フォワード方向のベクトルのみ表示している。図1にはさらに、スロースリップによるすべり量が何年分のバックスリップ蓄積量に相当するかが2年毎のコンターで示されている。左図の黒のコンターは、非定常すべり(スロースリップ)成分による解放量に相当する年数を示すのに対し、右図のオレンジのコンターは定常状態のすべりを加えた実際(正味)のすべり量に相当する年数を表す。左図の黒のコンターだけすべりを解放するのに約4年かかっており、その間にバックスリップによる定常状態のすべりが蓄積されるので、その分を加味したのが右図のオレンジのコンターである。これらの計算は、格子点上で行ったが、その計算の例を6つの格子点について、図2に示した。図2は、縦軸にN120°E方向のすべり量を取り、その時間変化を示したもので、青い直線は定常状態の平均すべりでバックスリップにより値は減少し、すべりが蓄積している。黒線は非定常すべり(スロースリップ)成分で、オレンジ色の線が実際(正味)のすべり量である。6つの格子点位置は、図1の青い点で、格子点番号68, 69, 77, 78, 86, 87がふられている。すべり解放相当年数が大きい浜名湖に近い格子点77(図2中段右)について見ると、2000年9月12日以降、スロースリップによるすべりが進行し、N120°E方向へのすべりにより、すべりが解放されている。2004年末までに、非定常すべり(スロースリップ)成分(黒線)は約22cmであるが、約4年間に約-7cm(N120°E方向が正)の定常状態のすべり(バックスリップ)もあるため、実際のすべり量(オレンジ色の線)は約15cmである。スロースリップによるすべり解放により、オレンジの点線と青線が交わる1992年の状況まですべり蓄積が減少した。つまり、この約15cmのすべり解放によって、スロースリップ開始以前の約9年分に相当するすべり量解放があった(図1右のコンターと一致)。スロースリップ終了から見れば約13年分に相当するすべり蓄積が解放された(図1左のコンターと一致)。第57図は、東海地震想定震源域(緑色の点線)、1944年の東南海地震のすべり分布(紫色の点線;山中,2006)、短期的スロースリップの断層面(青色の点線)、低周波地震の震央(茶色の●)の空間分布を示した地図に、2001年~2005年の長期的スロースリップのすべり分布を重ねた図である。上段は非定常すべり(スロースリップ)成分を黒線で重ねた図、下段は実際(正味)のすべり分布をオレンジ色の線で重ねた図である。プレート境界面の深さが約10kmのところと東海地震想定震源域と東南海地震のすべり分布の中心が位置し、約20kmのところと長期的スロースリップの中心が、さらに深い約25~30kmのところと短期的スロースリップと低周波地震の震央が位置し、中心位置は重ならない。第58図は、2006年1~10月の最近のすべり分布をスロースリップ進行期と比較して示したもので、最近、浜名湖のすべりの目玉は消えて、その北東部と伊勢湾周辺にすべり分布が見られる。上段の2枚の図では、ベクトルのスケールが10倍違うので注意が必要である。中・下段は、大きさも比較できるように速度に換算したもので、最近のすべりの目玉は、スロースリップ進行期の目玉より小さい。また、伊勢湾沿いのすべりは、新たに始まったもののように見える。第59図は、第57図と同じ震源域、短期スロースリップ、低周波地震震央の空間分布地図に、最近10ヶ月のすべりを重ねた図で、最近のすべりの方がプレート境界面の深いところに位置し、かつ、他の分布の中心位置と棲み分けて分布しているように見える。

第60~62図は、伊勢湾周辺と浜名湖北東部に見られる最近のすべりが、2004年9月5日の紀伊半島南東沖の地震(三重県南東沖の地震)の余効変動に起因したものであるかどうかを検証するために作成した資料である。第60図、第61図、第62図に、アセノスフェアの粘性緩和、余効すべり、間隙弾性緩和による余効変動量を示した。これらはいずれも実際の最近の地殻変動を説明できない(特

に上下変動の量が小さすぎて) ので、紀伊半島南東沖の地震の余効変動に起因するものではないと考えられる。

第63～69図は、伊勢湾および浜名湖周辺の短基線のGPS連続観測結果に基づく斜距離と比高に関する、約10年間の長期と約2年10ヶ月の短期の時系列グラフである。第42～44図の大潟固定の時系列では見えていたスロースリップの様子は、これら短基線では見えにくい。

第70～71図は、駿河湾周辺のGPS連続観測結果である。第70図に観測点毎のアンテナ交換等による補正を行った時期を示している。傾向の変化は特に見えない。なお、戸田B観測点は、2005年11月に戸田A観測点から移転したもので、時系列グラフはその前後の観測値を接続したものである。

第72～74図は御前崎地方のGPS連続観測結果である。三ヶ日から榛原に至る東西方向の基線も併せて示している。それぞれ短い基線であるため紀伊半島南東沖の地震の影響は見られず、従来の傾向と同様の変化を示している。

第75～77図は、時間窓をずらしながらGPS観測結果および水準測量結果を曲線近似し、その係数を時間窓の中心の時間にプロットしたものである。定常状態と考えている2000年以前と比較すると、掛川から見た御前崎側の沈下速度が大きくなるのは、スロースリップによる北西側の隆起が大きいことを反映していると思われる。第75図下段右の掛川－浜岡1間の比高の変化では、2002年中頃が沈下速度極大の時期になっており、2001年から2003年にかけて掛川側の隆起が進行し、その後、ゆっくり元のレベルのもどっていった様子がうかがえる。電子基準点掛川と浜岡2に取り付けた水準測量結果と、GPS観測結果の比較が第76図下段にある。両者は良く一致していたが、2005年1月の水準測量はやや先端下がりが大きめにでていた。しかし、2005年7月、2006年1月の結果では両者はほぼ一致しており、2005年1月の水準測量に、観測に由来するバイアスがかかっていたと考えられる。第77図上段では、電子基準点掛川－御前崎、掛川－浜岡1、掛川－大東1のGEONETによる1ヶ月平均を用いた比高変化と掛川(140-1)－浜岡(2595)の水準測量による比高変化の比較が示されているが、掛川－浜岡1と140-1～2595の上下変動速度は最近までのデータとともに6mm/年前後と、非常に良く一致しているといえる。第78図の水準測量による取り付け観測と、GPSによる電子基準点の上下変動についても、2005年1月の観測を除いては数mm以内の較差でよく一致している。

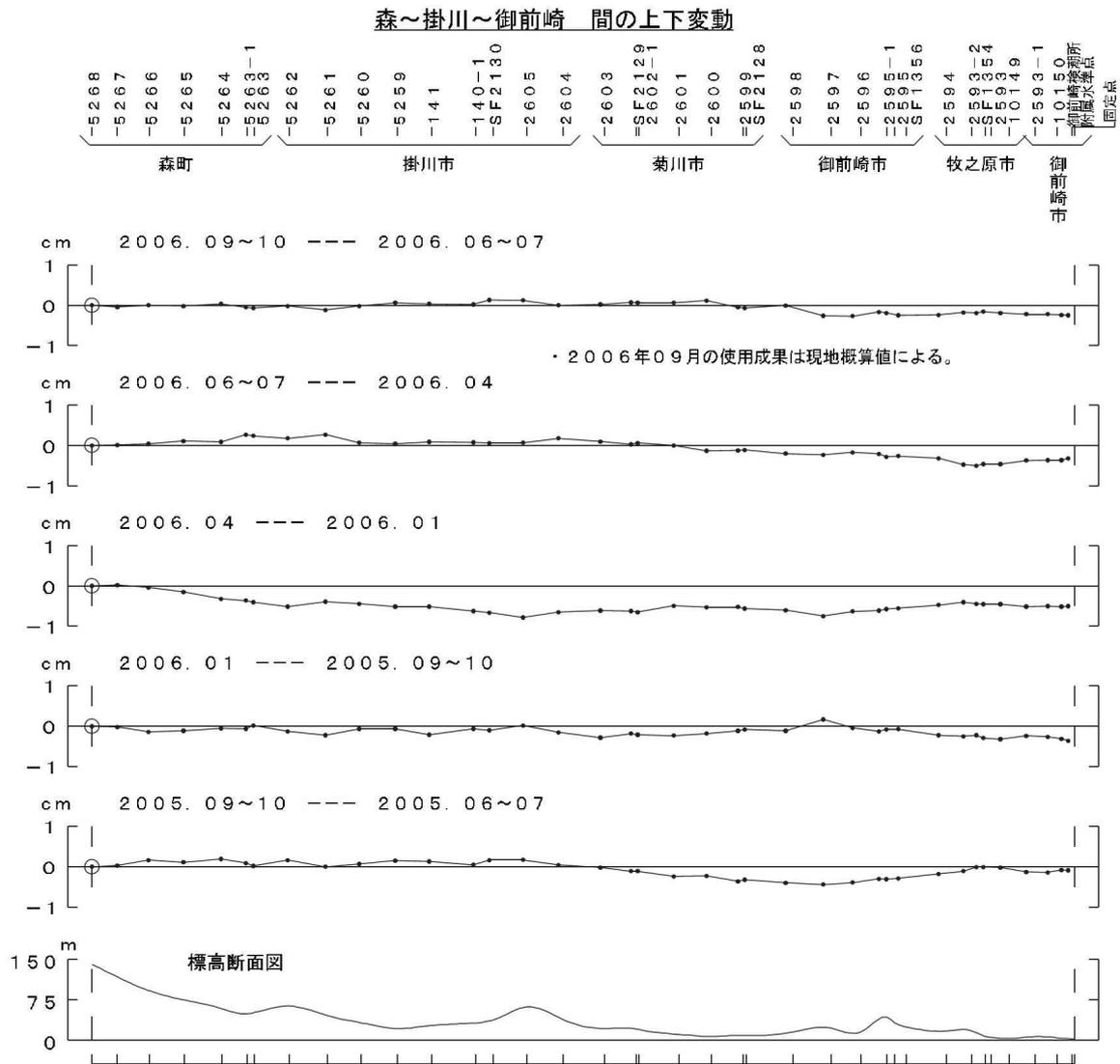
第79～83図は、掛川－御前崎間において1999年4月から観測を開始した高精度比高観測点(GPS連続観測)の結果である。第79図に示した観測点配置でGPS連続観測を実施している。第80図は全点の1ヶ月毎の移動平均値、第81図は全点の10日間毎の移動平均値を表示したものである。図の右に各点の沈降速度が表示されている。高精度比高観測点のデータを解析する際に、電離層遅延の影響を周辺の電子基準点の2周波データにより推定している。アンテナ交換により位相特性が変わってしまったために生じた計算値のギャップは、トレンドを連続したものとなるように補正値を調整した。2003年5～6月でのグラフの乱れは、アンテナ交換等の時期が観測点により違うため、補正を十分行えなかったことによるものである。第82図は最近3年間の比高の3ヶ月平均の変化を前3ヶ月との比較で示したもので、第83図は最近1年間の比高の1ヶ月平均の変化を前月との比較で示したものである。これら高精度比高観測点の時系列からも御前崎側の沈降は揺らぎを伴いながらも、従前の傾向で続いていると見られる。第84図は高精度比高観測点に水準測量を取り付けた結果との比較である。1ヶ月平均の値と水準測量の観測値とは非常に良く一致している。

第85図は、御前崎長距離水管傾斜計の月平均結果と傾斜計端点間の水準測量結果、第86図は御前崎及び切山の長距離水管傾斜計観測値の日平均値データおよび時間平均値データである。年周期的な変化とトレンドは従来の特徴と変わっていないと思われる。第87図は切山水管傾斜計のある場所に平行した切山基線における光波測距結果である。約900mの基線であるが、長さの変化は1mm以内

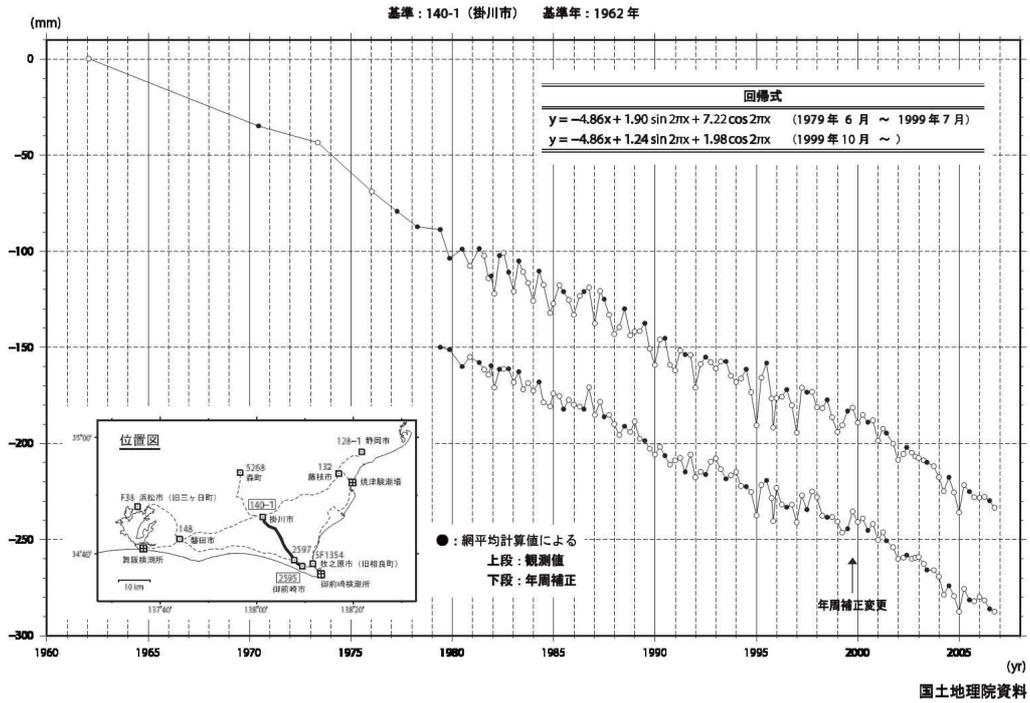
で非常に安定した状態である。第88～90図は御前崎の地下約800mの深井戸で実施している地殻変動（歪み及び傾斜）連続観測結果である。この期間、イベントによる変化などは特でない。第90図には、連続観測結果から計算した歪みの主軸と傾斜計から見た傾斜ベクトルを示す。歪みは北西－南東圧縮であり、ほとんど変化がない。第90図下段は傾斜観測から計算した傾斜ベクトルの変化を2001年1月1日を基準にプロットしたもので、2004年後半を境に北西方向へ傾き下がる方向から南東方向へ傾き下がる方向へのトレンドの変化が見られる。

参 考 文 献

- 1) 国土地理院, 2004, 東海地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 71, 481-583.
- 2) 国土地理院, 2004, 東海地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 72, 311-412.
- 3) 国土地理院, 2005, 東海地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 73, 166-227.
- 4) 国土地理院, 2005, 東海地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 74, 227-283.
- 5) 国土地理院, 2006, 東海地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 75, 288-374.
- 6) 国土地理院, 2006, 東海地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 76, 306-382.

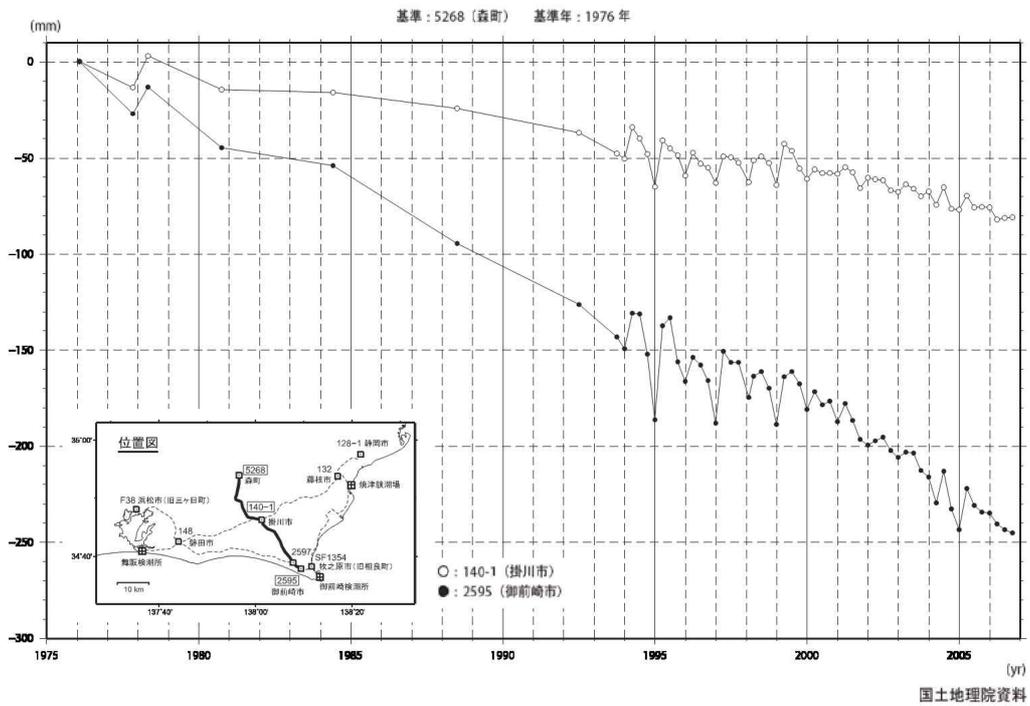


水準点2595（御前崎市）の経年変化

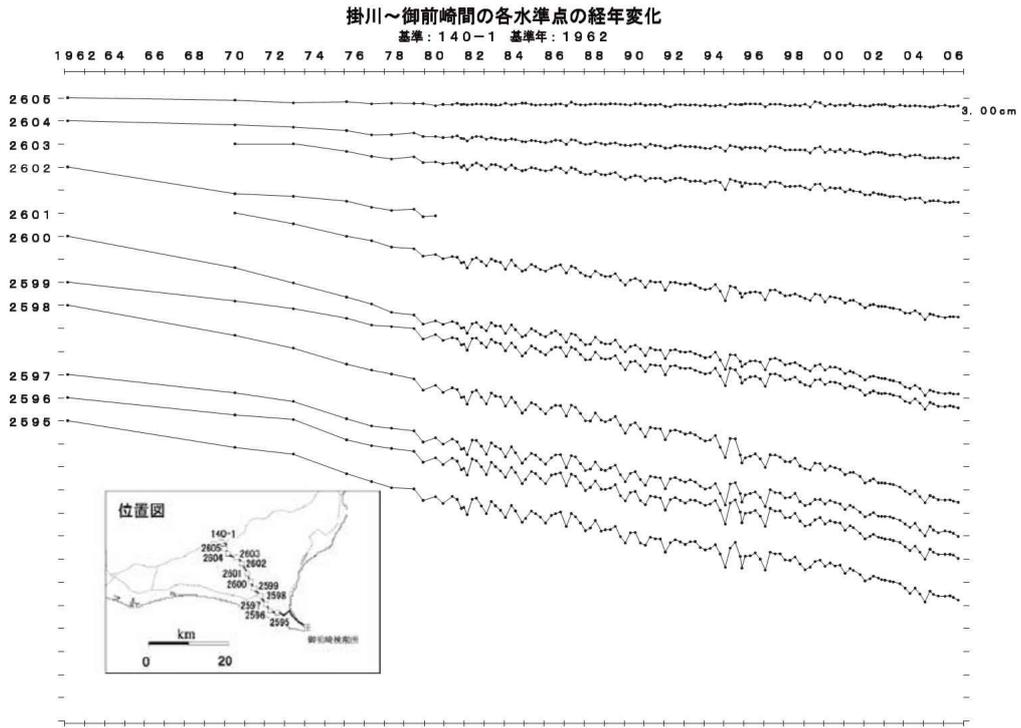


第2図 水準点140-1（掛川市）を基準とした2595（御前崎市浜岡）の高さの経年変化
 Fig. 2 Time series of height change of BM2595 (Hamaoka) as referred to BM1401 (Kakegawa).

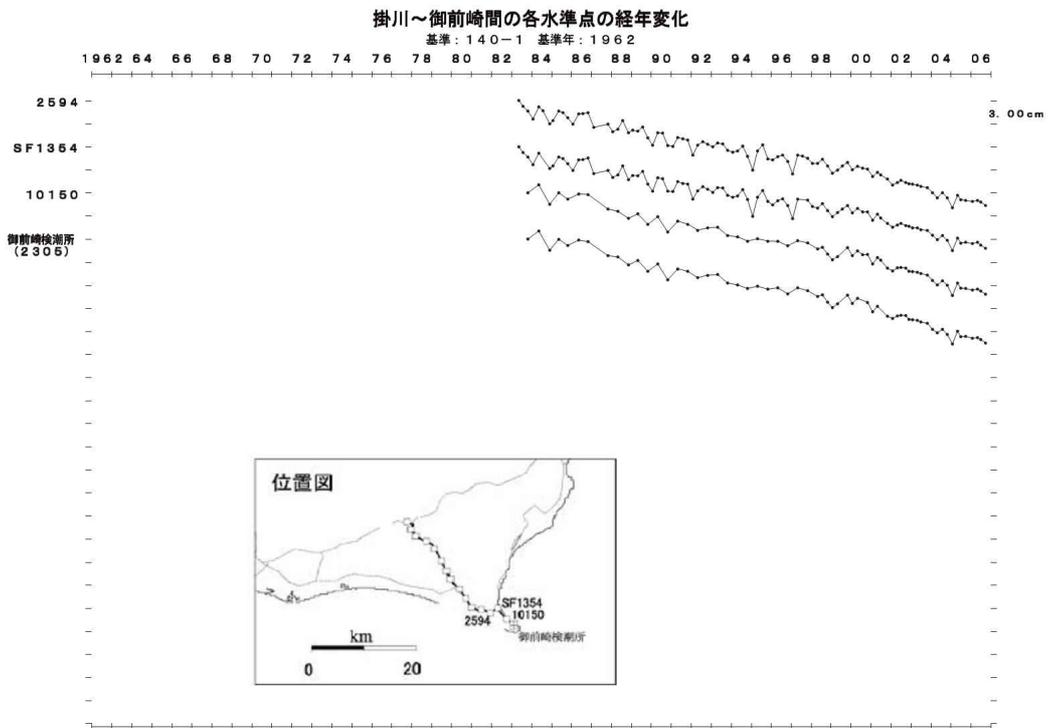
水準点（140-1・2595）の経年変化



第3図 水準点5268（森）を基準とした140-1（掛川）と2595（御前崎市浜岡）の上下変動時系列
 Fig. 3 Time series of height change from BM 5268 (Mori) to BM140-1 (Kakegawa) and BM2595 (Hamaoka)

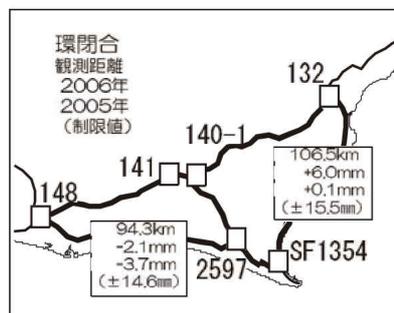
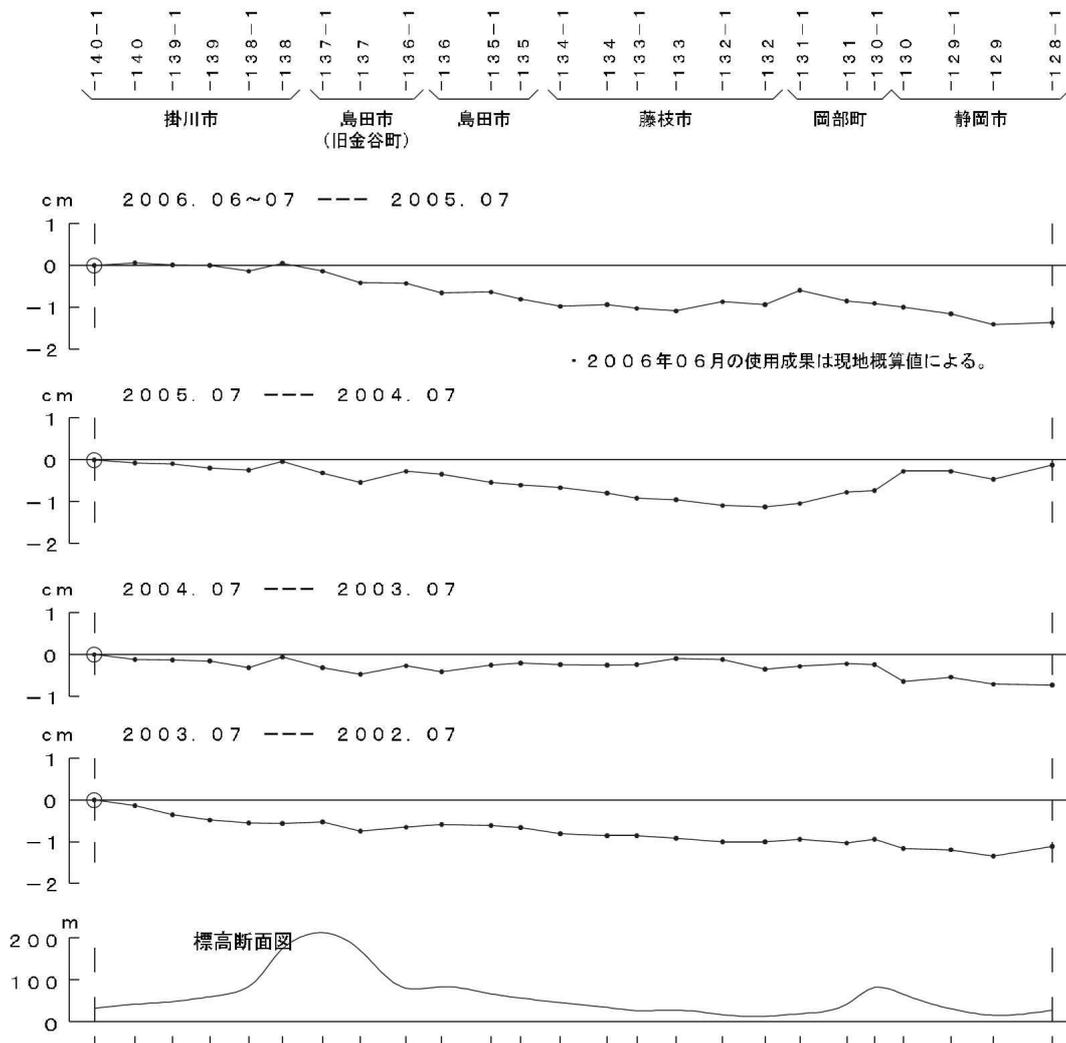


第4図 水準点 140-1（掛川市）を基準とした掛川～御前崎間の各水準点の高さの経年変化
Fig. 4 Time series of height changes of benchmarks along the route between Kakegawa and Omaezaki as referred to BM1401 (Kakegawa).



第5図 水準点 140-1（掛川市）を基準とした掛川～御前崎間の各水準点の高さの経年変化
Fig. 5 Time series of height changes of benchmarks along the route between Kakegawa and Omaezaki as referred to BM1401 (Kakegawa).

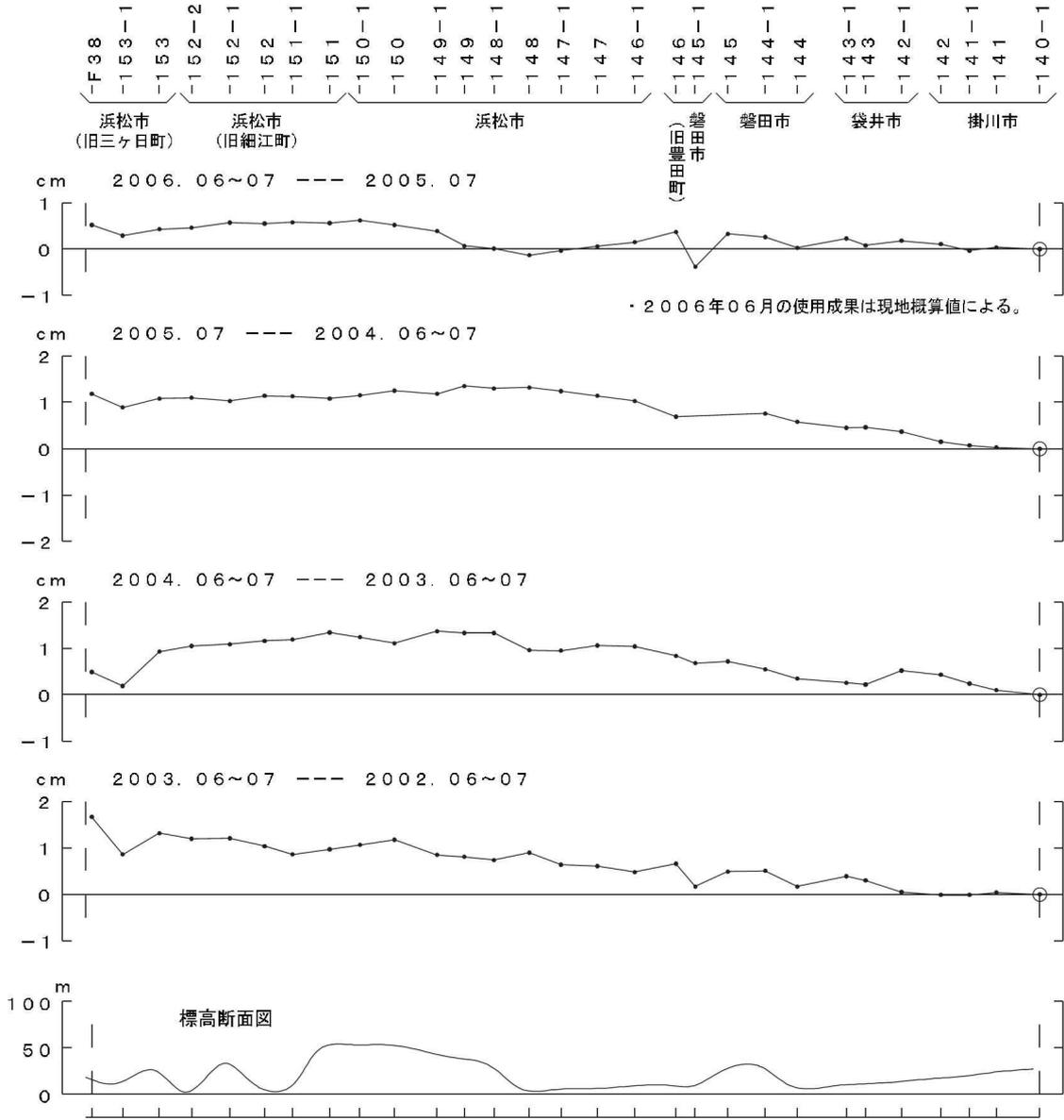
静岡～掛川 間の上下変動



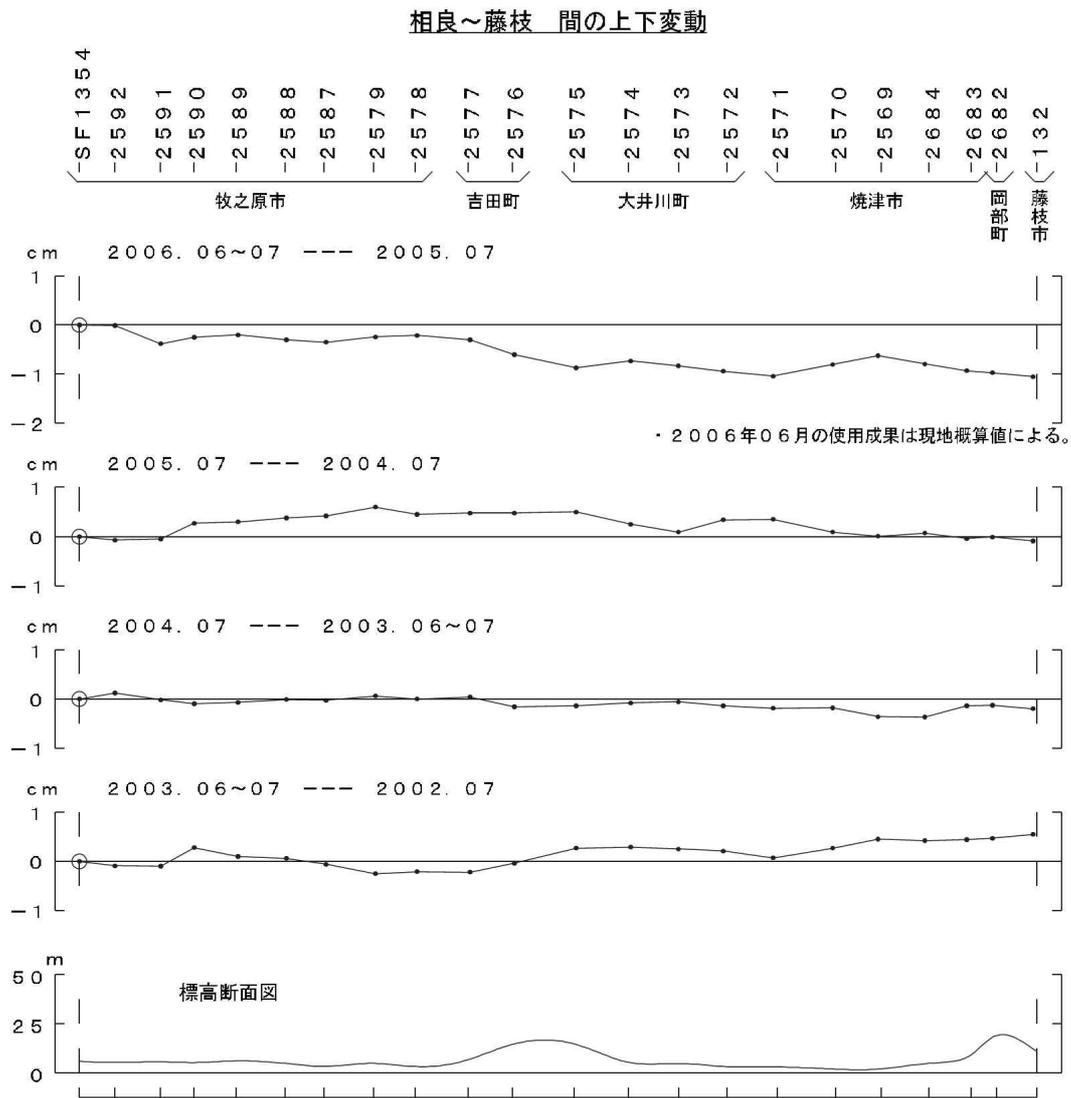
第6図 静岡市～掛川市間における上下変動

Fig. 6 Vertical Crustal Movement between Shizuoka city and Kakegawa city

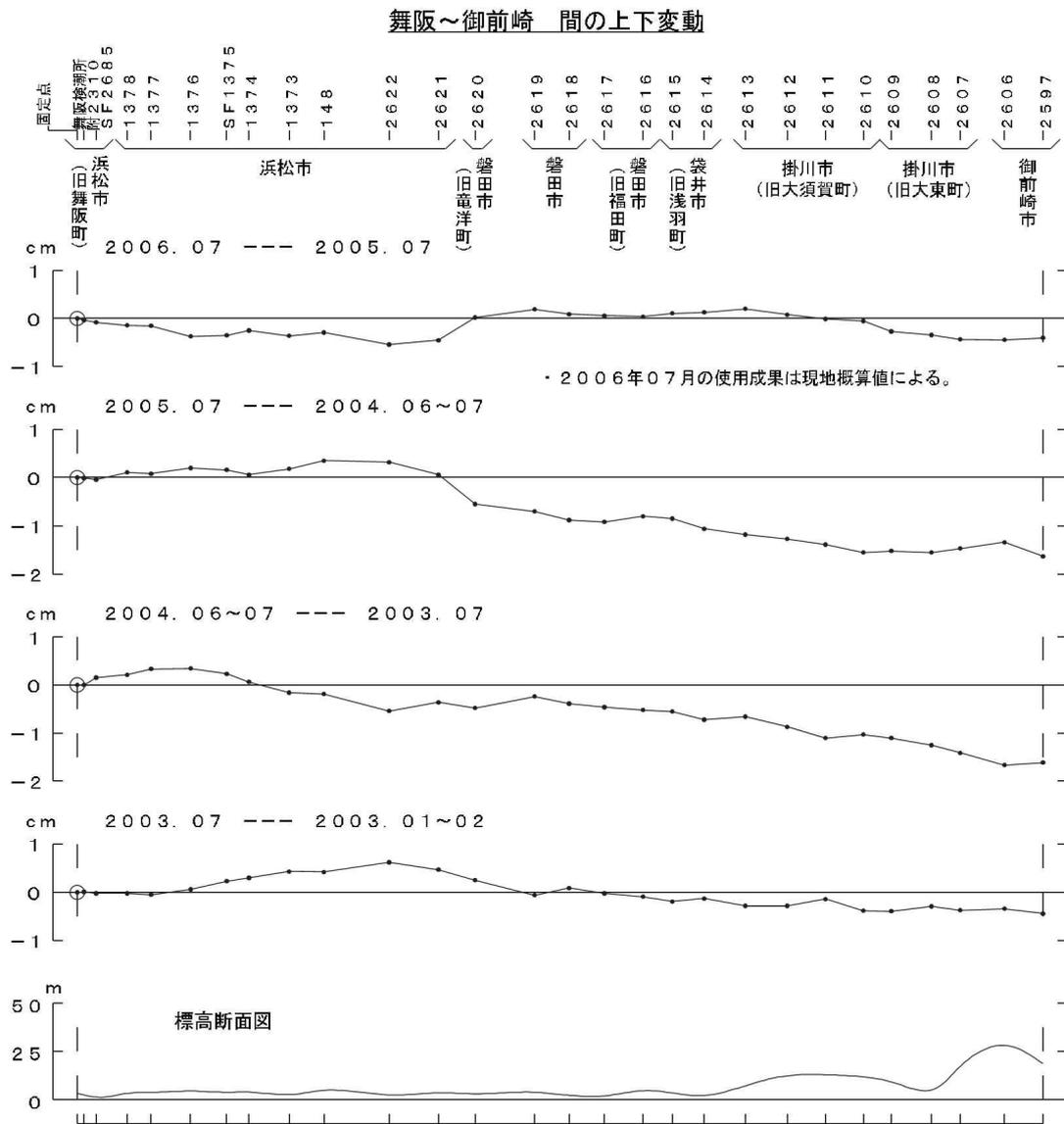
三ヶ日～掛川 間の上下変動



第7図 三ヶ日町～掛川市間における上下変動
 Fig. 7 Vertical Crustal Movement between Mikkabi town and Kakegawa city

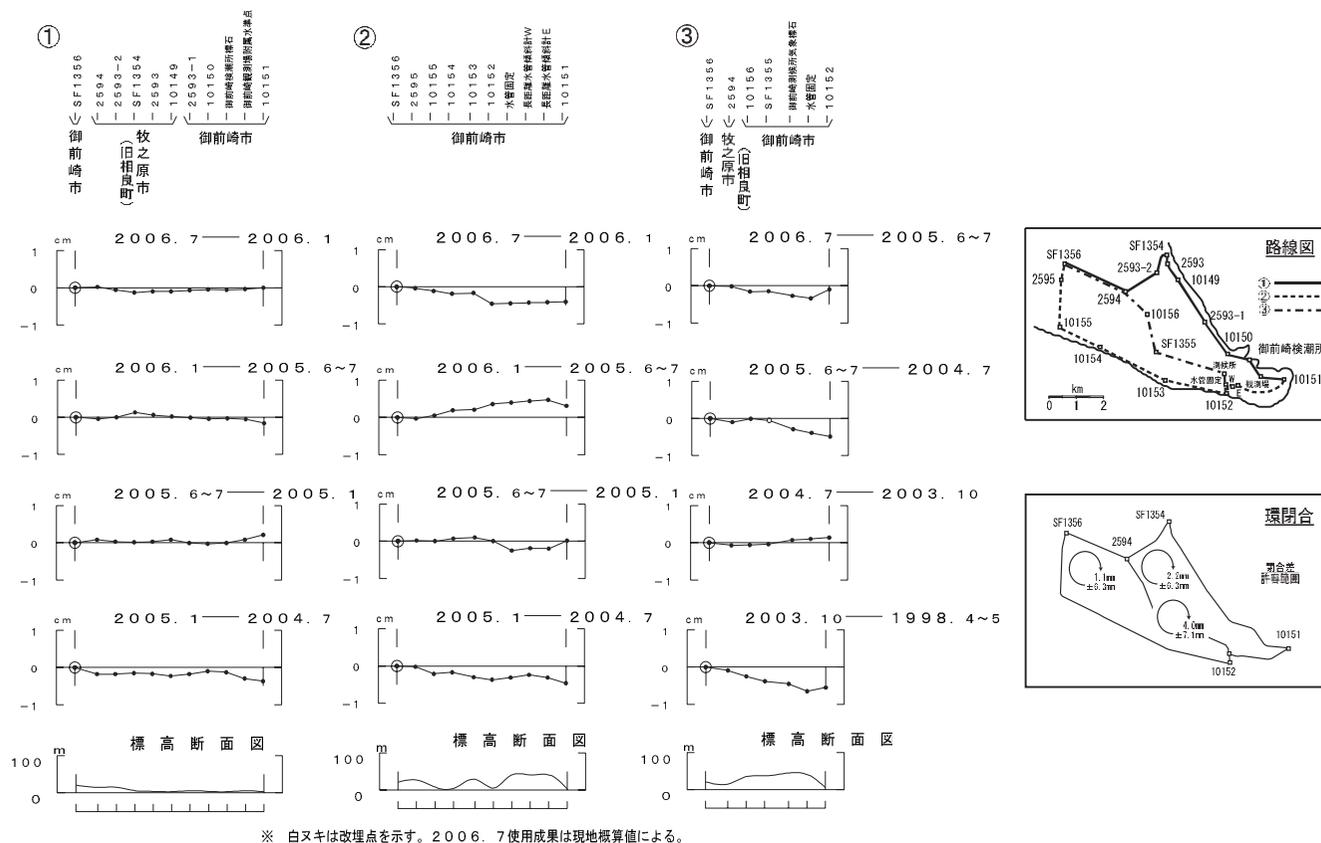


第8図 相良町～藤枝市間における上下変動
 Fig. 8 Vertical Crustal Movement between Sagara town and Fujieda city



第9図 舞阪町～御前崎市間における上下変動
 Fig. 9 Vertical Crustal Movement between Maisaka town and Omaezaki city

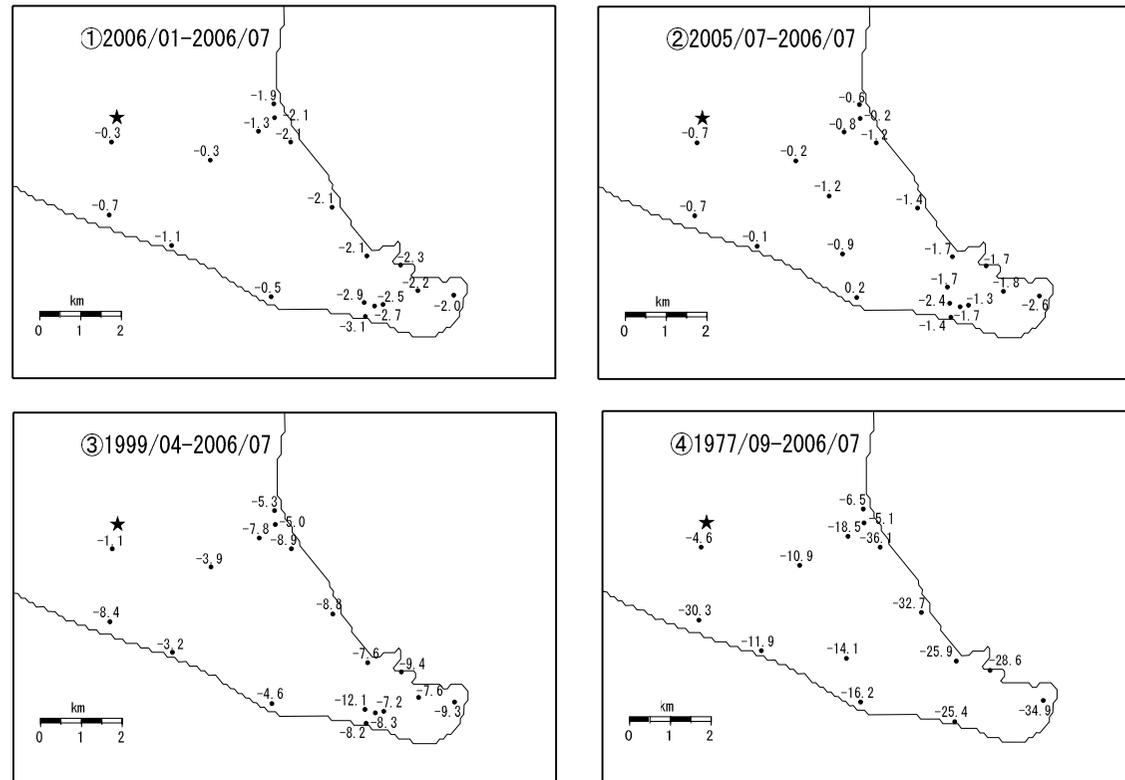
御前崎地方の上下変動



第10図 水準測量による御前崎先端部の上下変動
 Fig. 10 Vertical crustal deformation by the precise leveling survey around Omaezaki

御前崎地方の上下変動

基準：★SF1356
単位：mm

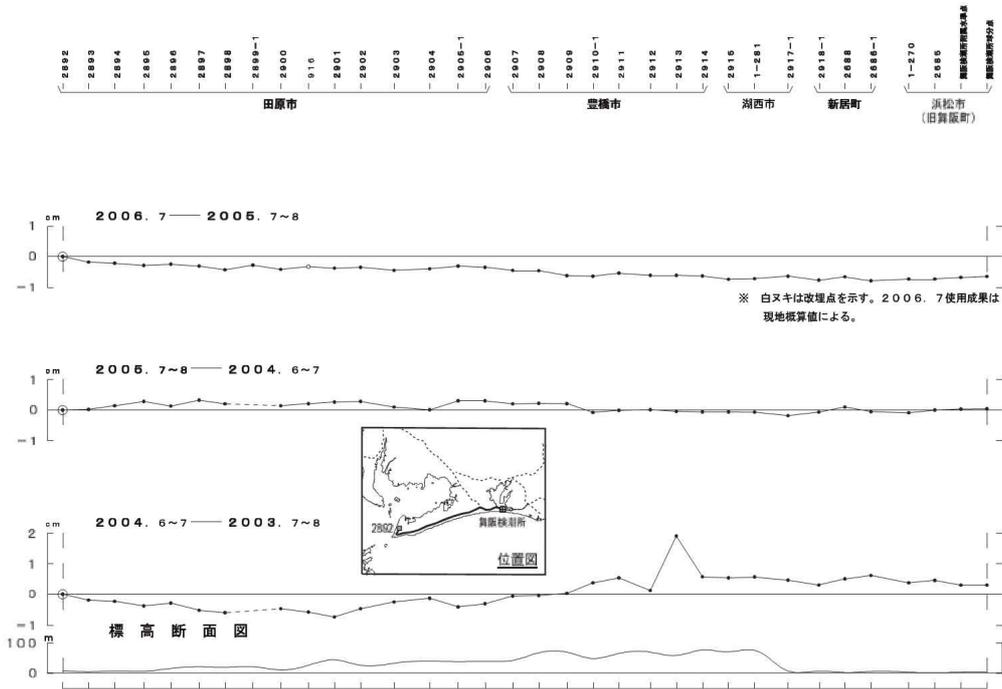


国土地理院資料

第 11 図 水準測量による御前崎先端部の上下変動

Fig. 11 Vertical crustal deformation by the precise leveling survey around Omaezaki

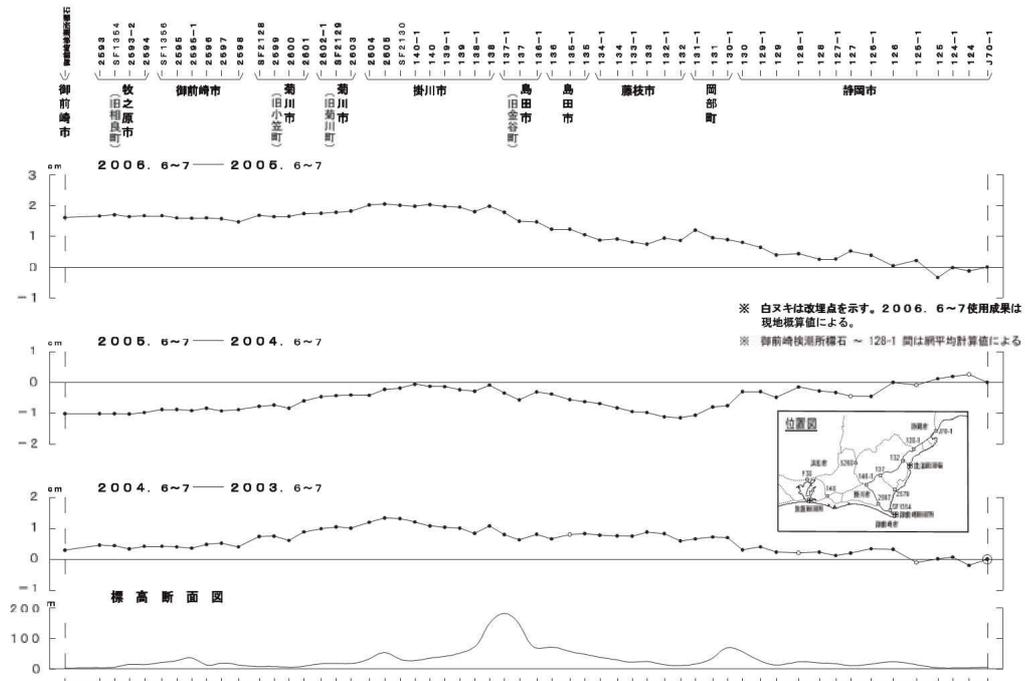
渥美半島の上下変動



第12図 渥美半島における上下変動

Fig. 12 Vertical Crustal Movement in Atsumi Peninsula

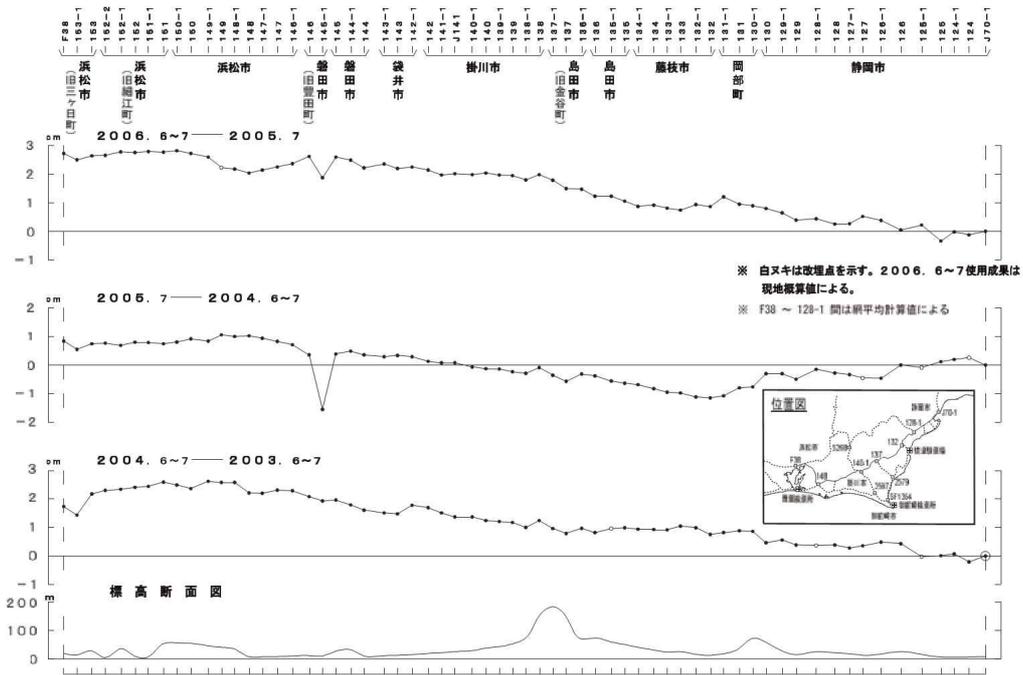
御前崎～掛川～静岡間の上下変動



第13図 御前崎市～掛川市～静岡市間の上下変動

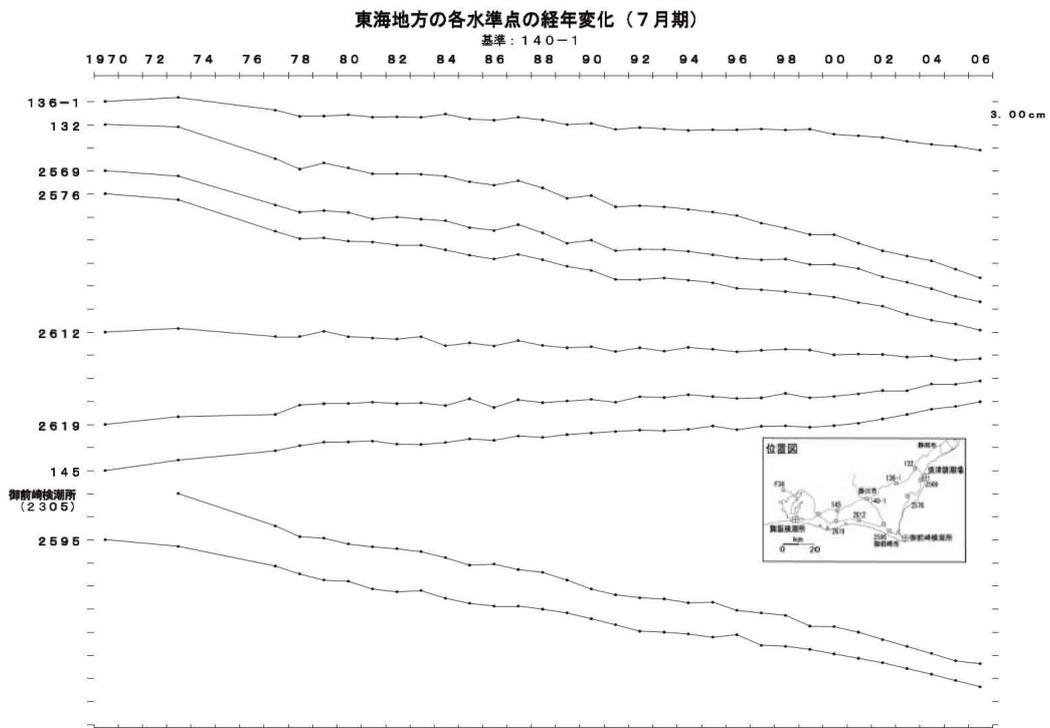
Fig. 13 Vertical Crustal Movement from Omaezaki city to Shizuoka city via Kakegawa city

三ヶ日～掛川～静岡間の上下変動



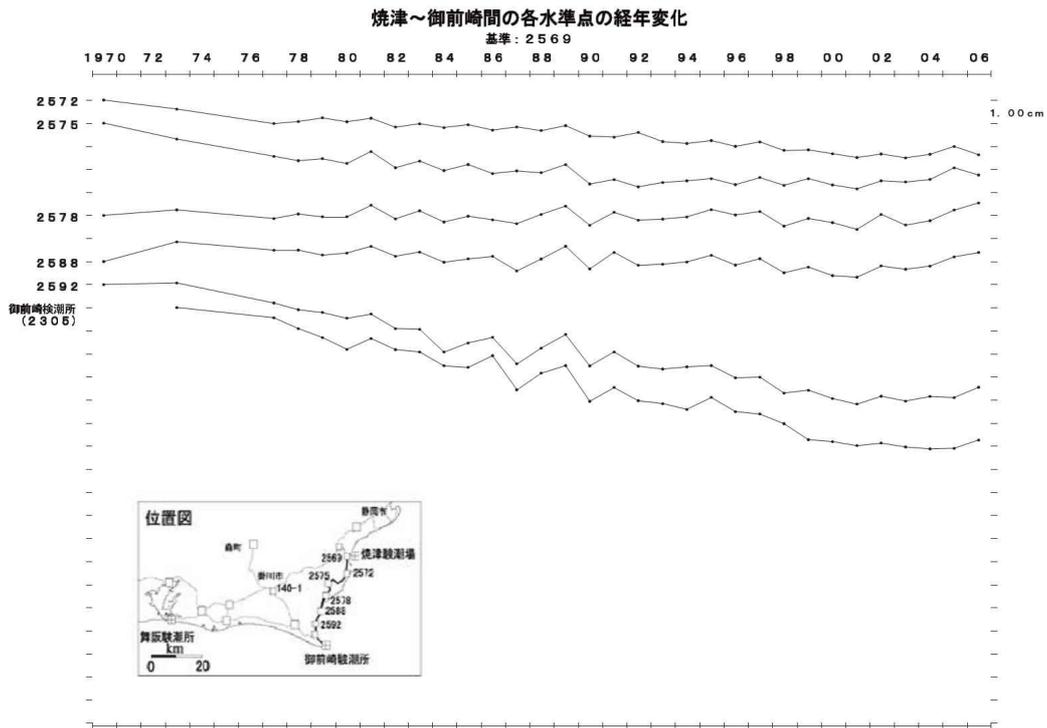
第16図 三ヶ日町～掛川市～静岡市間の上下変動

Fig. 16 Vertical Crustal Movement from Mikikabi town to Shizuoka city via Kakegawa city



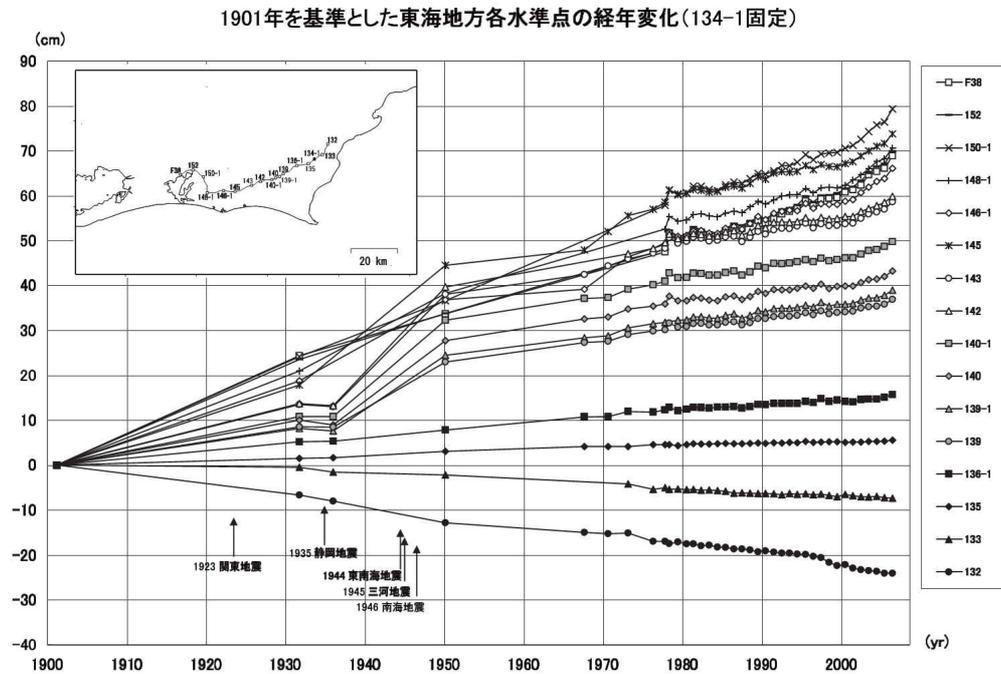
第17図 水準点140-1（掛川市）を基準とした東海地方の各水準点の高さの経年変化

Fig. 17 Time series of height changes of benchmarks along the leveling routes in Tokai region referred to BM1401 (Kakegawa).



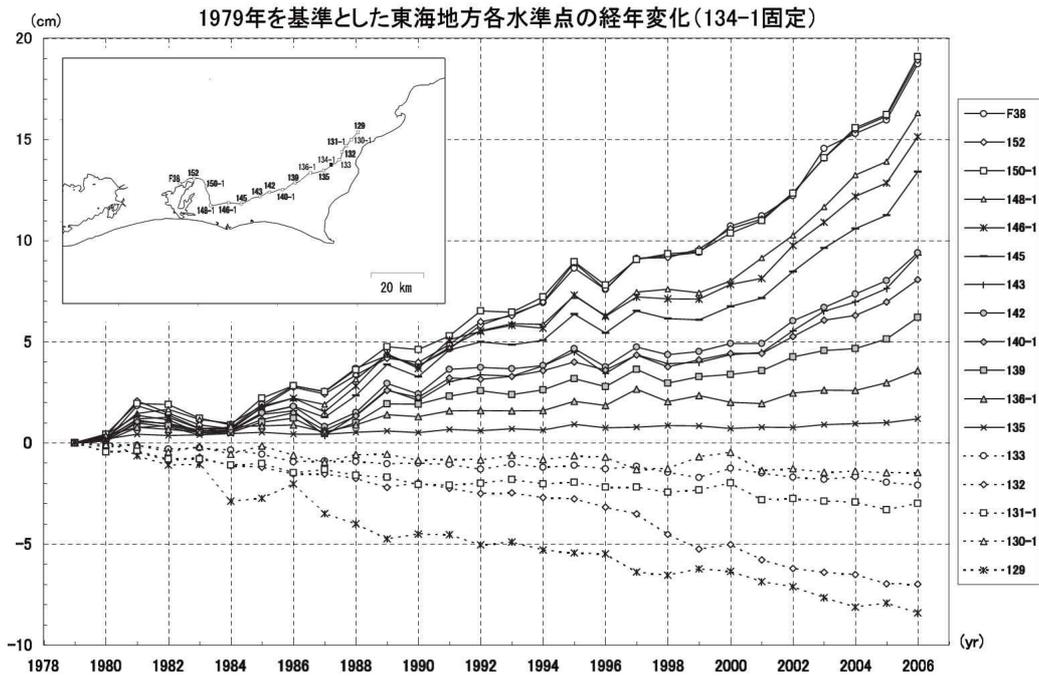
第 18 図 水準点 140-1 (掛川市) を基準とした焼津～御前崎の路線における各水準点の高さの経年変化

Fig. 18 Time series of height changes of benchmarks along the leveling route from Yaizu to Omaezaki referred to BM1401 (Kakegawa)

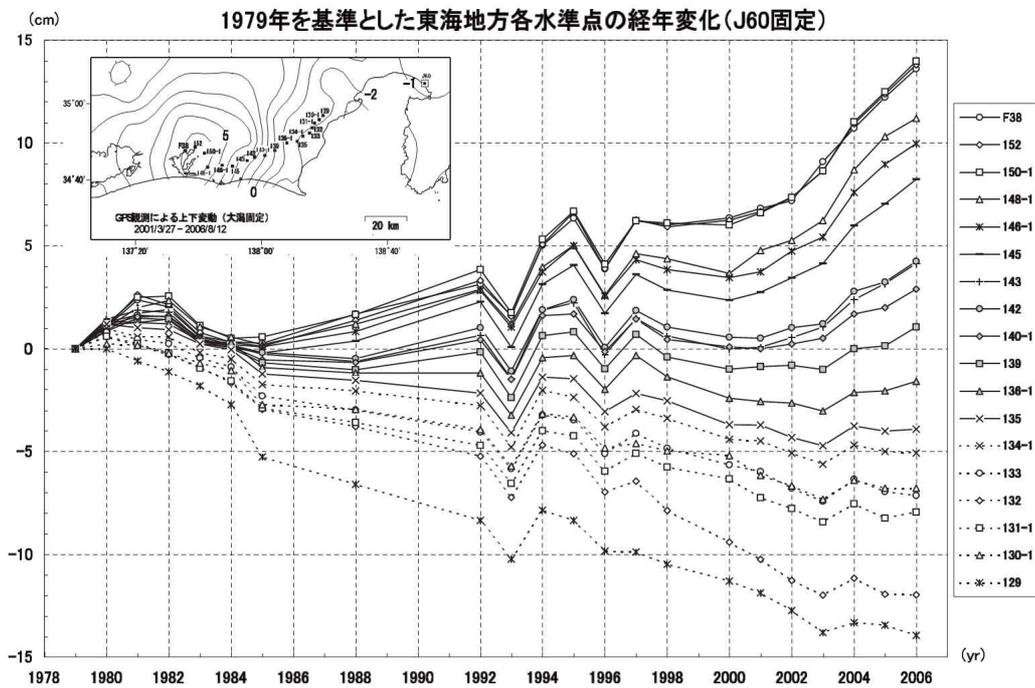


第 19 図 東海地方の水準点の上下変動経年変化 (1901 年基準・134-1 固定)

Fig. 19 Time series of vertical movement from 1901 on the benchmarks along the leveling route in Tokai region referred to BM 134-1



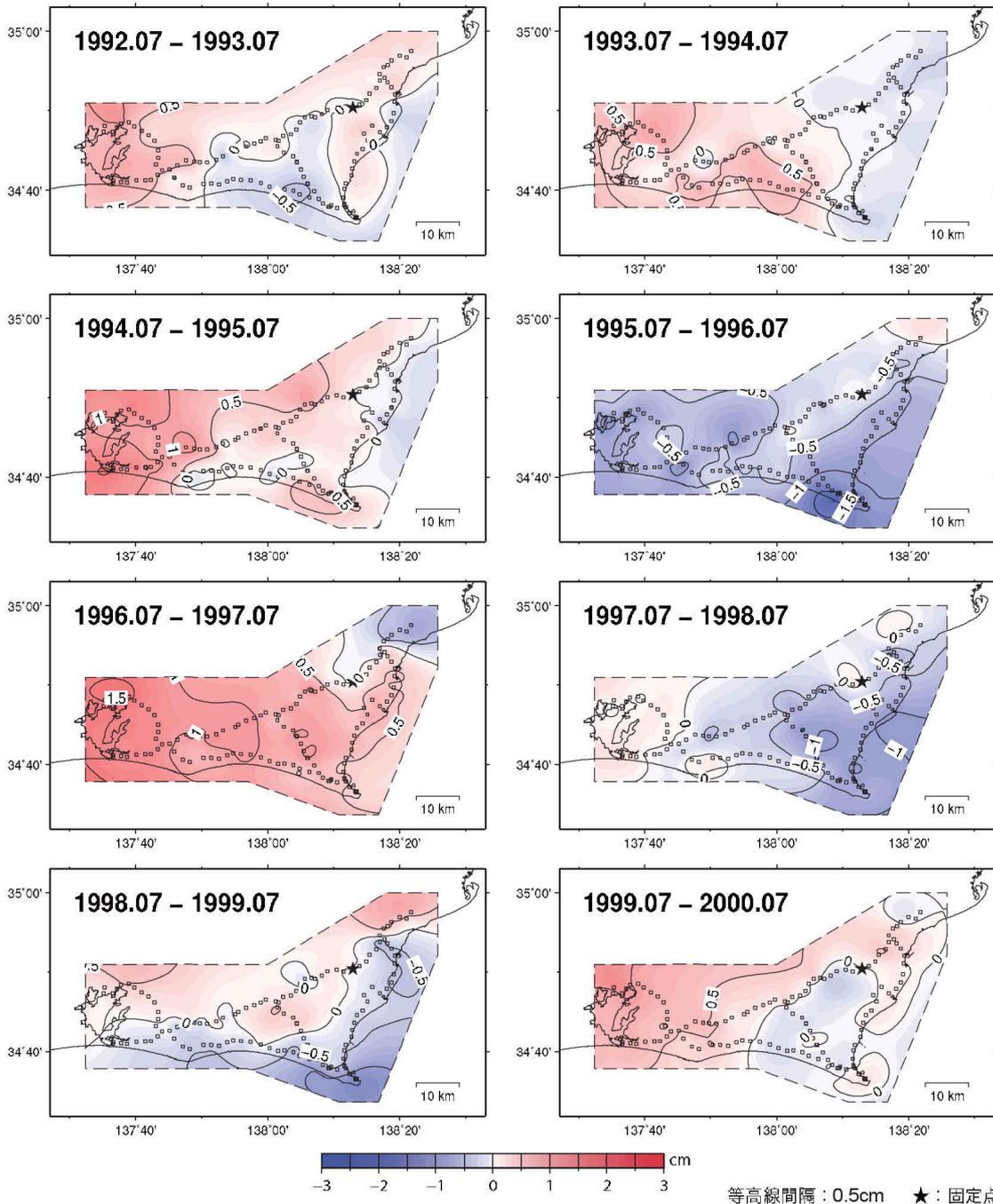
第 20 図 東海地方の水準点の上下変動経年変化 (1979 年基準・134-1 固定)
 Fig. 20 Time series of vertical movement from 1979 on the bench marks along the leveling route in Tokai region referred to BM 134-1



第 21 図 東海地方の水準点の上下変動経年変化 (1979 年基準・J60 固定)
 Fig. 21 Time series of vertical movement from 1979 on the bench marks along the leveling route in Tokai region referred to BM J61

水準測量による東海地方の上下変動（1年毎）(1)

固定点：134-1（藤枝市）



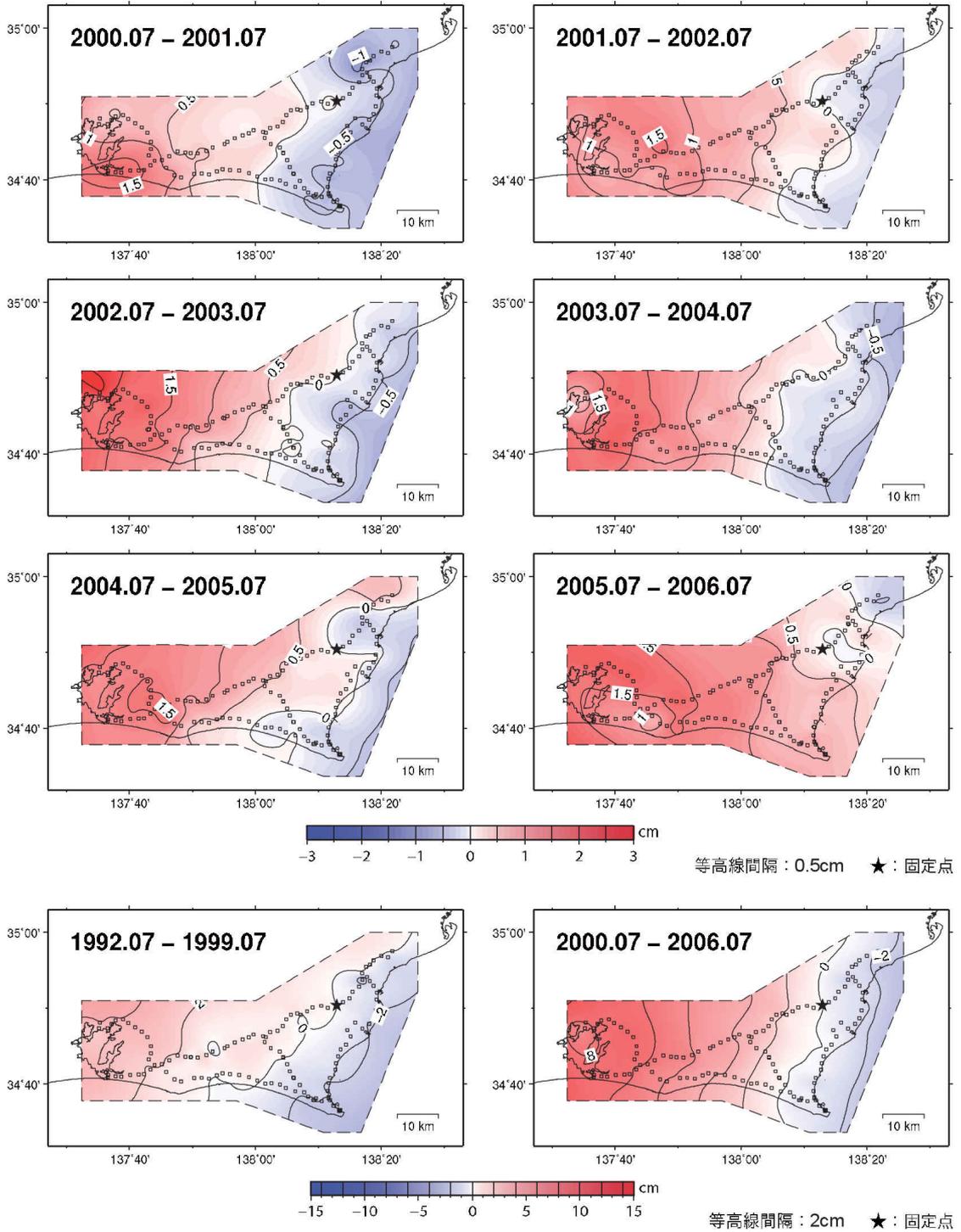
国土地理院資料

第 22 図 水準測量による東海地方の上下変動空間分布

Fig. 22 Snapshot of vertical movement distribution by the precise leveling survey in Tokai region

水準測量による東海地方の上下変動（1年毎）(2)

固定点：134-1（藤枝市）



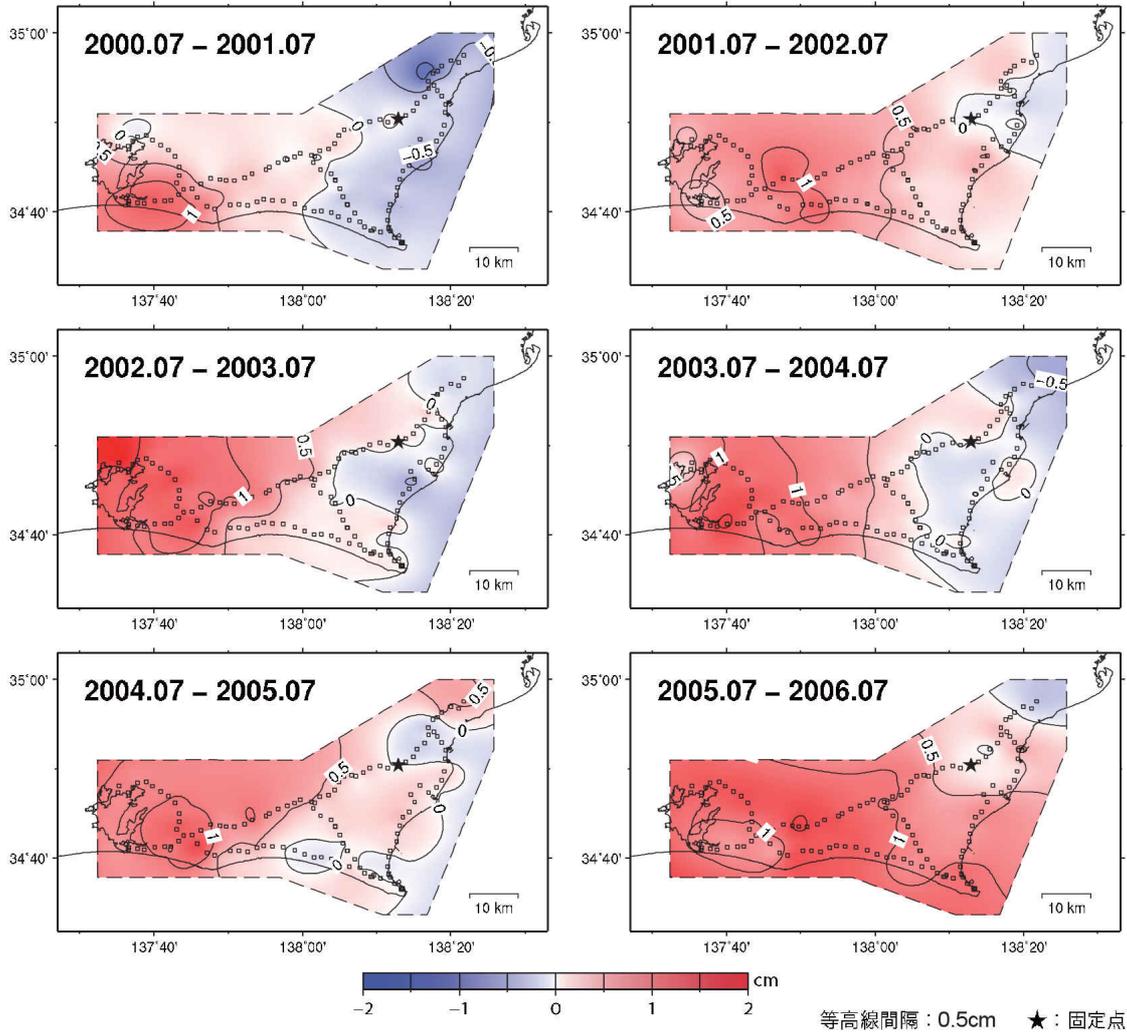
国土地理院資料

第 23 図 水準測量による東海地方の上下変動空間分布

Fig. 23 Snapshot of vertical movement distribution by the precise leveling survey in Tokai region

水準測量による東海非定常地殻変動（1年毎）

固定点：134-1（藤枝市）



- 網平均計算値による。
- 1992年7月～1999年7月のデータから平均的な地殻変動を求め、それを元に時系列データから除去している。

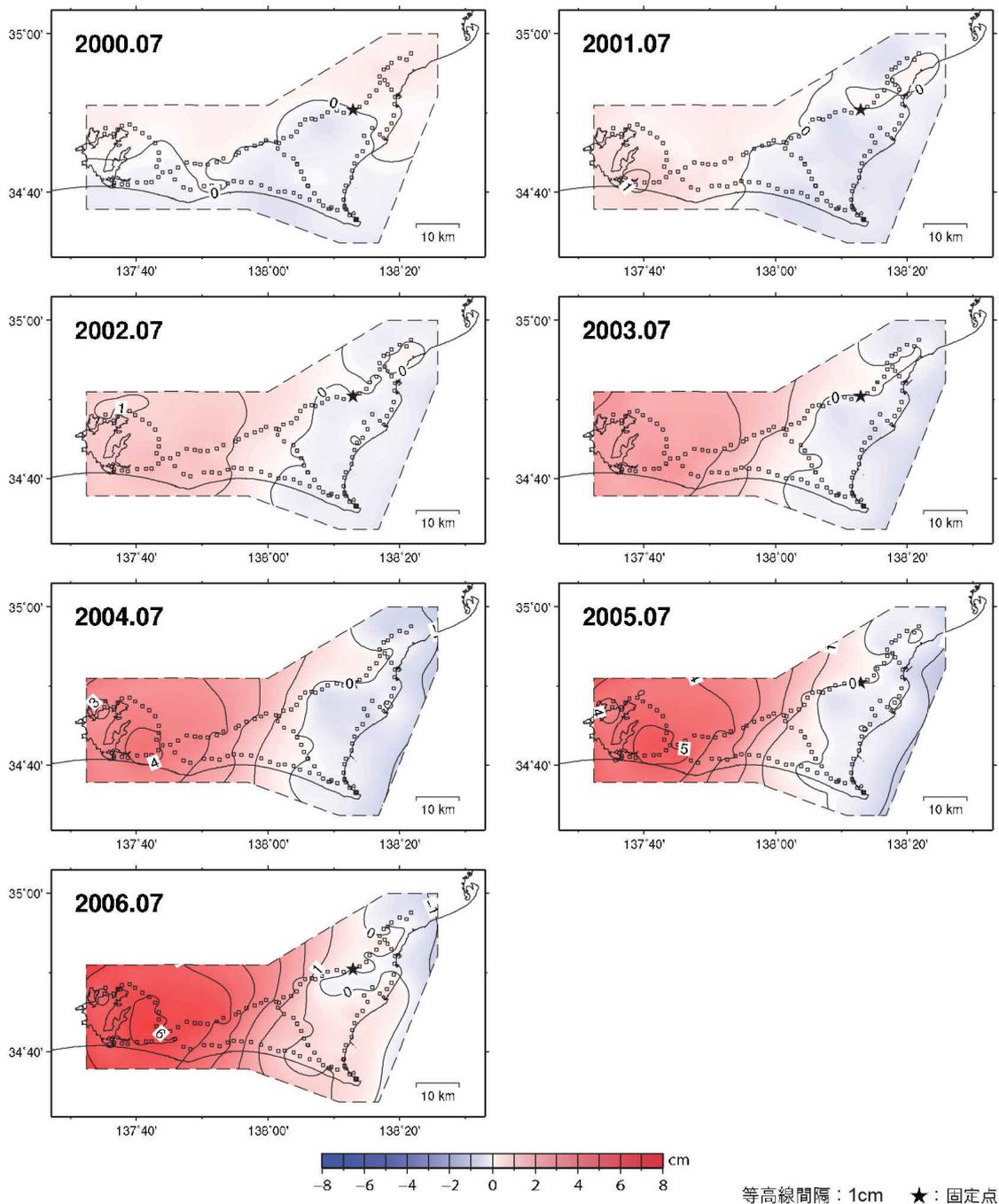
国土地理院資料

第24図 水準測量による東海非定常地殻変動

Fig. 24 Transient crustal deformation by the precise leveling survey in Tokai region

水準測量による東海非定常地殻変動（積算）

固定点：134-1（藤枝市）



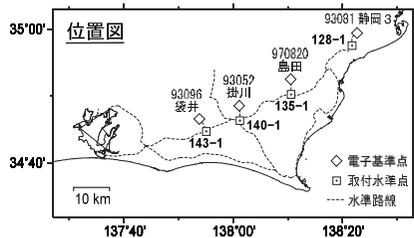
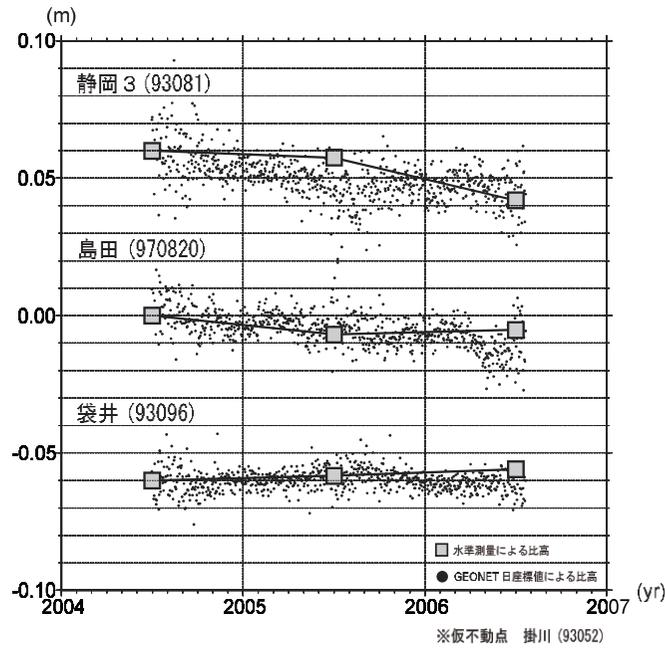
- 網平均計算値による。
- 1992年7月～1999年7月のデータから平均的な地殻変動を求め、それを元に時系列データから除去している。

国土地理院資料

第25図 水準測量による東海非定常地殻変動（積算）

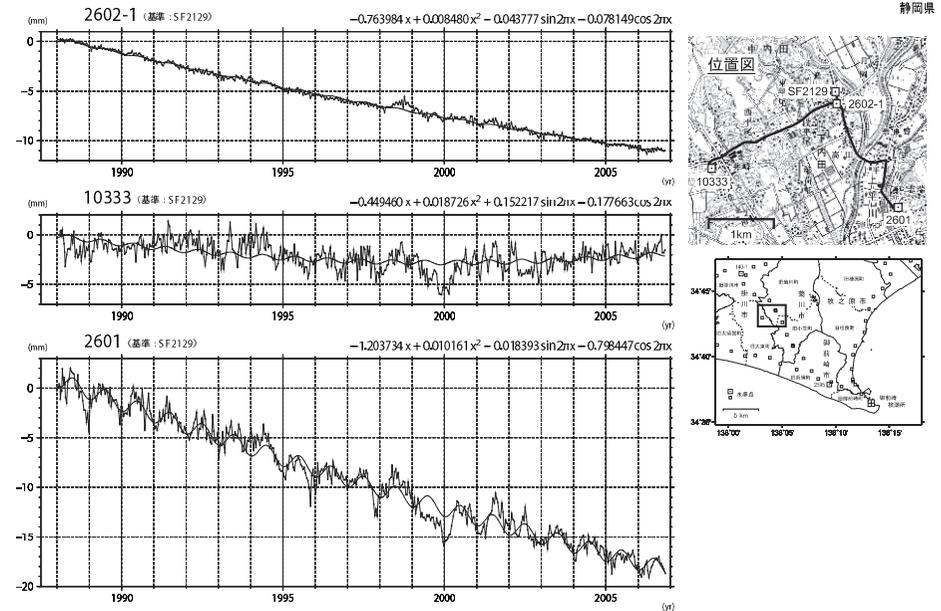
Fig. 25 Accumulation of the transient crustal deformation by the precise leveling survey in Tokai region

水準測量による標高取付観測と電子基準点の比高変化



第 26 図 水準測量による標高取付観測と電子基準点の比高変化
Fig. 26 Comparison of heights between the leveling survey and GPS

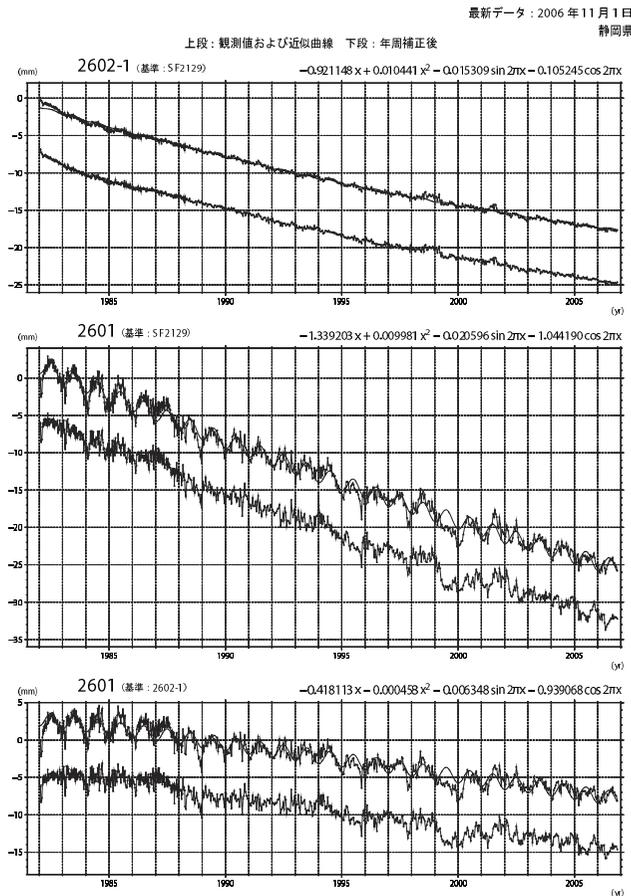
水準点 2602-1 と 10333 及び 2601 の経年変化



第 27 図 静岡県による短距離水準測量結果 (1) : 準基 2129 を基準とした 2602-1, 10333 及び 2601 の高さの経年変化

Fig. 27 Results of short distance leveling (1): Time series of height changes of BM26021, BM10333 and BM2601 as referred to SF2129. Original data are provided by the Prefectural Government of Shizuoka.

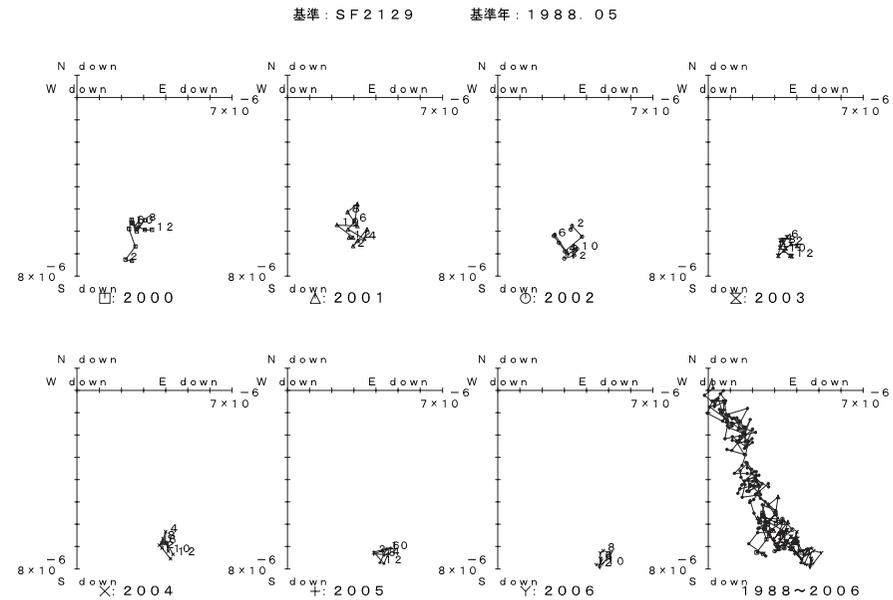
水準点2602-1と2601の経年変化



第28図 静岡県による短距離水準測量結果(2): 準基2129, 2602-1及び2601間の比高の経年変化

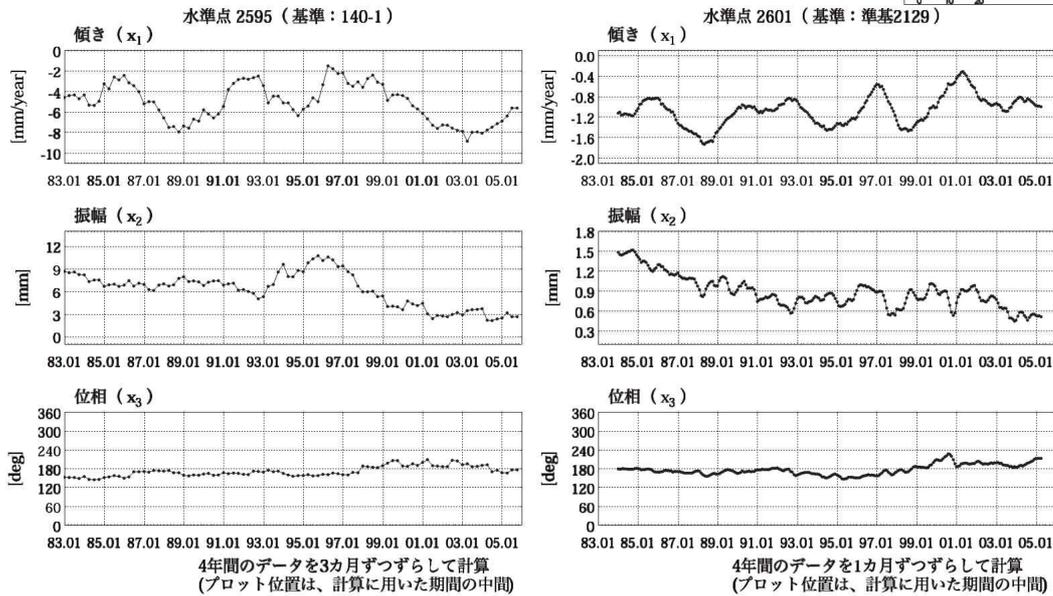
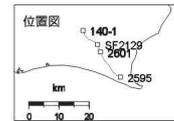
Fig. 28 Results of short distance leveling (2): Time series of height changes of benchmarks, SF2129, BM26021 and BM2601 as referred to SF2129. Original data are provided by the Prefectural Government of Shizuoka.

水準測量(10333及び2601)による傾斜ベクトル(月平均値)

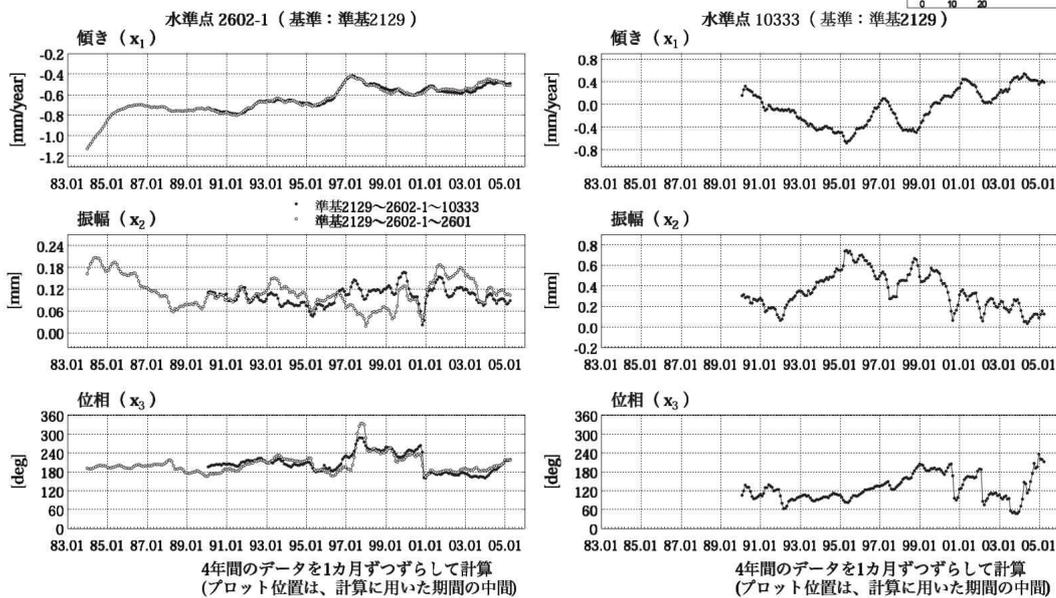
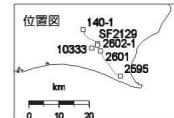


第29図 静岡県による短距離水準測量結果(3): 月平均傾斜ベクトル
Fig. 29 Results of short distance leveling (3): Vector representations of time series of monthly means of tilt derived from leveling data in (1) and (2). Original data are provided by the Prefectural Government of Shizuoka

水準点の比高変化に対する近似曲線の係数変化グラフ
 近似曲線： $f = x_0 + x_1 \cdot (t/365) + x_2 \cdot \cos(2\pi \cdot t/365 - \phi)$, $\phi = 2\pi \cdot x_3/360$

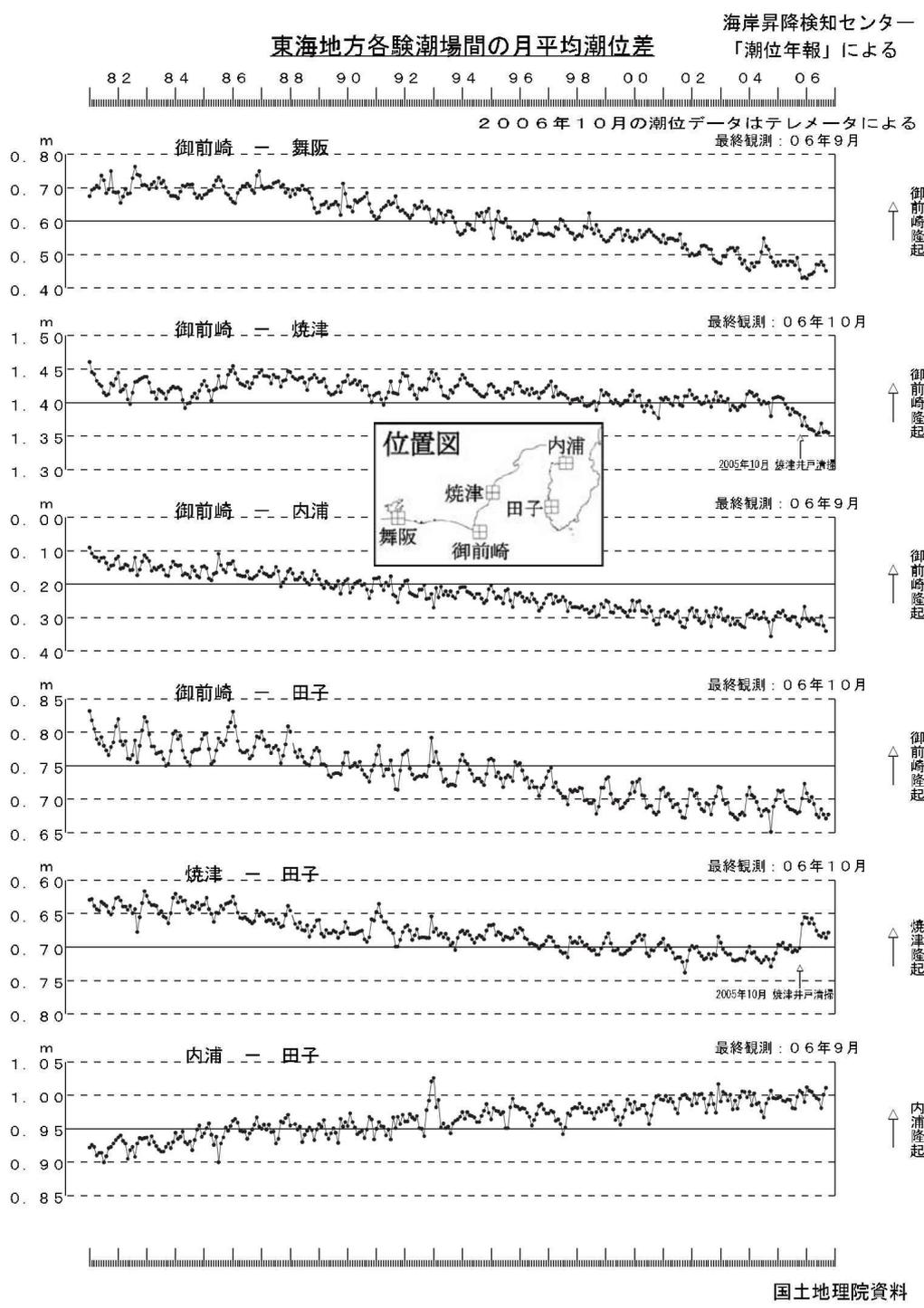


水準点の比高変化に対する近似曲線の係数変化グラフ
 近似曲線： $f = x_0 + x_1 \cdot (t/365) + x_2 \cdot \cos(2\pi \cdot t/365 - \phi)$, $\phi = 2\pi \cdot x_3/360$



第 30 図 水準測量データによる上下変動の時間変化

Fig. 30 Temporal variations of rates of subsidence and amplitudes of periodic components of leveling results in the Omazaki region.



第 31 図 東海地方各験潮場間の月平均潮位差
Fig. 31 Plots of differences between monthly mean values at tidal gauges in the Tokai region.

焼津験潮場井戸内と外海の海水比重差による潮位への影響について

焼津験潮場において昨年10月に井戸内の海水を排除し清掃を行ったところ、清掃後の潮位が清掃前と比べ4cm程度低くなる変化(別紙参照)が発生した。この変化の原因について調査検討を進めるなかで、井戸内と外海の海水比重に大きな違いがあることが判明したため、比重差による潮位への影響について考察した。

1. 海水比重の測定

日本周辺の海水比重は、場所と季節により多少異なるが概ね1.024前後である。海水比重は従来から験潮業務として測定してきており、現在は月2回の原子測定時に測定しているが、測定している海水は外海のものであり井戸内の海水は測定していない。焼津験潮場の潮位低下調査のなかで本年1月に井戸内の海水比重を測定したところ、外海の比重と比べ1%以上低く(淡水化)になっていた。

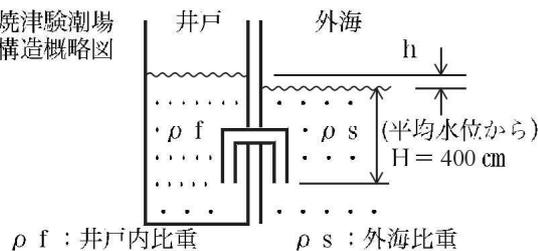
今回、この比重差について注目し、比重差が潮位低下に影響を与える可能性について検討を行うため、7月に再度測定したところその差が更に拡大していた。

◎測定値

・平成18年2月21日	外海 = 1.0235	井戸 = 1.0120 (表面)	差 = 0.0115
・平成18年7月7日	外海 = 1.0206	井戸 = 1.0040 (表面)	差 = 0.0166
		井戸 = 1.0071 (中層)	差 = 0.0135
		7日平均 = 1.0056	

2. 焼津験潮場で発生した外海と井戸内の比重差の影響

焼津験潮場
構造概略図



・井戸内と外海の潮位の関係は、次式で表すことができる。(導水管出口の深さまでの比重を一様とする)

$$\rho f (H+h) = \rho s H$$

$$\therefore h = \frac{\rho s - \rho f}{\rho f} H$$

* 井戸内の海水が低比重になると潮位は外海よりh高く測定される。

* 7月7日の状況を考察すると、比重 $\rho f = 1.0056$ (平均値) の海水が導水管出口(外海水位から400cm)まで満たされていたと仮定すると以下のようなになる。

$$h = (1.0206 - 1.0056) \times 400 / 1.0056 = 6 \quad * \text{ 約6cm 井戸の潮位が高くなる。}$$

以上の概算から、今年に入ってから潮位上昇(別紙参照)は、測定された比重値が示すように淡水化が徐々に進んでいることで説明できそうである。また、昨年10月の井戸清掃に伴う潮位低下は、清掃前が淡水化された状態にあったため潮位が高めに測定され、清掃作業による水の入替えによって外海と井戸の比重差がなくなったため外海との潮位差が解消されたと考えれば辻褄があう。ただし、清掃前の井戸内の海水比重は測定していないため確認はない。

3. まとめ

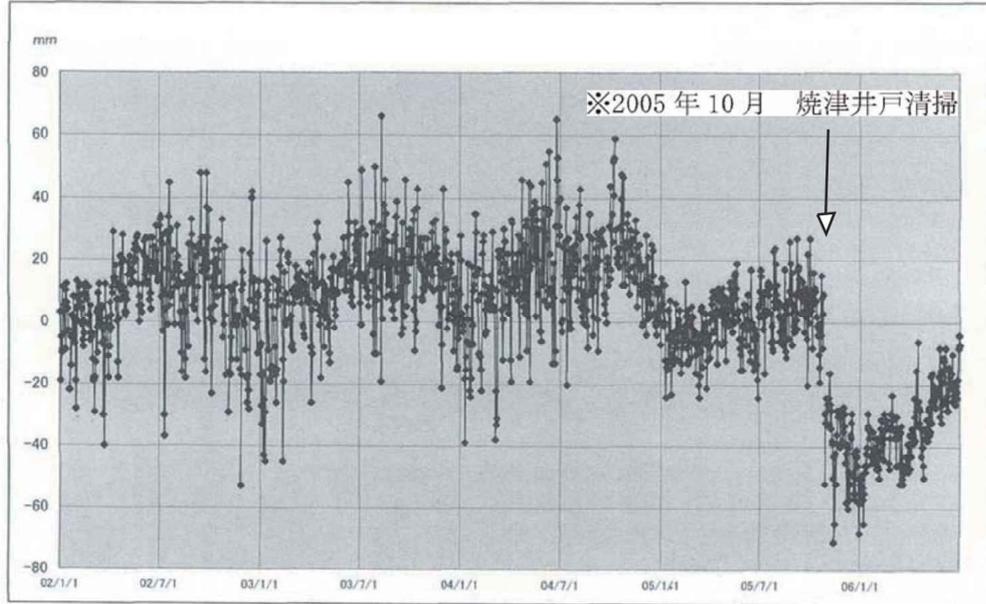
今回、潮位低下の原因調査の過程で見つかった験潮場井戸内と外海の海水比重の大きな差は、これまで国土地理院では報告されたことがなく想定外の現象であった。これが潮位の変化の原因である可能性が示唆される。焼津験潮場が設置された焼津港は水路が2本流れ込み、過去の外海表面の比重測定によると夏期の降雨が多い時期には比重が低くなっており、導水管がサイフォン状に屈曲していることも井戸内の海水比重低下に関係している可能性があるが、淡水化の原因は特定されていない。今後、井戸内の海水比重低下の原因特定と対処方法を早急に調査検討したい。また、他の験潮場についても近日中に井戸内海水比重を測定し調査を行いたい。

第32図 焼津験潮場井戸内と外海の海水比重差による潮位への影響について

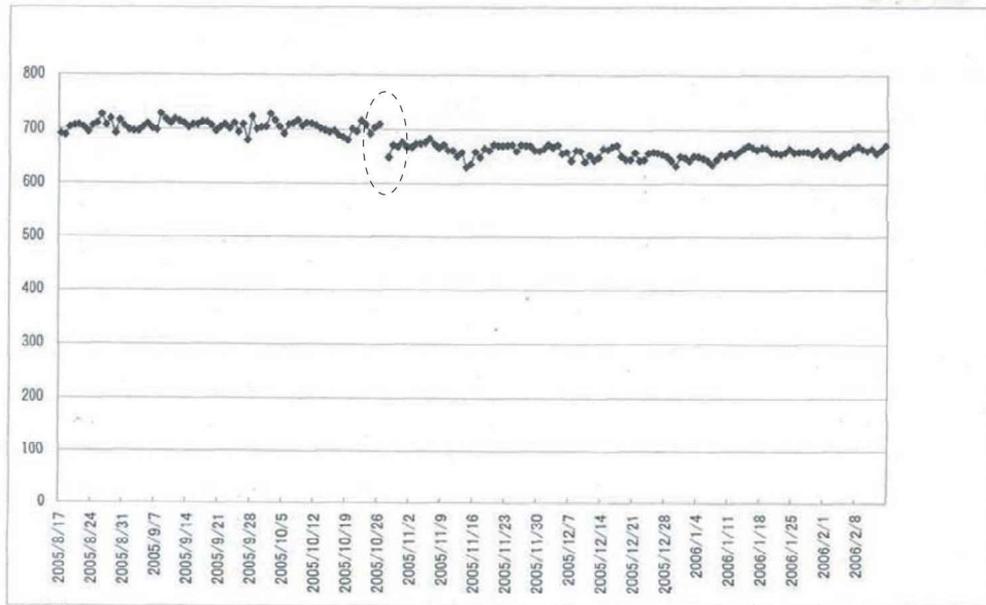
Fig. 32 Effect of salinity difference between well and outer sea on tide level in Yaizu tide station (July 14, 2006).

焼津一田子 日平均潮位差

(2000/1/1 ~)



(2005/8/17 ~)



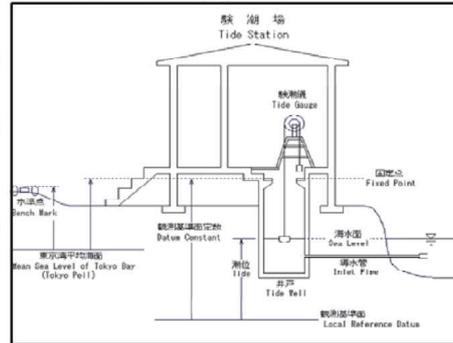
第32図 つづき
Fig. 32 Continued

焼津験潮場井戸内と外海の海水比重差による潮位への影響について（第2報）

前回報告した験潮場井戸内と外海の比重差による潮位への影響を実証するため、焼津験潮場において、海水比重と潮位の詳細な測定を行い検討を行ったので報告する。

また、全国の験潮場でも比重低下発生を確認するため、井戸内海水の比重測定を行ったので、その結果についても併せて報告する。

図1. 験潮場構造図



1. 験潮場の構造と潮位観測方法

最初に験潮場の構造（図1）と潮位の測定方法について簡単に説明する。

潮位は、導水管を通して井戸に出入りする海水の昇降を井戸に浮かべたフロートの上下量として、験潮場内に設置した固定点を基準に測定している。測定した値が常に正の符号となるように固定点から下に観測基準面を定め、海面までの高さを mm 単位で記録している。

2. 焼津験潮場の潮位変化

焼津験潮場の田子験潮場に対する潮位差をグラフ1に示す。昨年10月に発生した約4cmの潮位変化は、潮位差に明瞭に見られる。その後の変化を前年の同時期と比較すると、12月末頃まで前年と同様の変化を示した後、1月から7月頃まで元の潮位差に戻るような大きな変化を示し、その後の変化は小さい。本年10月末の井戸清掃でも潮位変化が見られ、前年の清掃直後と同じ潮位差に戻っているように見える。

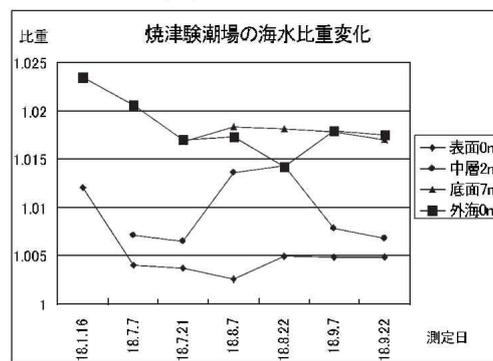
グラフ1



3 焼津験潮場の定期比重測定

外海の表面と井戸内の表面及び深さ約2mの中層と、約7mの低層の測定を行った（グラフ2）。外海の比重は1月に比べて7月は低く、それ以降は変化が小さい。井戸内の比重はどの深さにおいても外海に比べ低く、特に表面は1月と7月の間に比重が大きく低くしたが、それ以降は変化していない。中層は変動が大きい。これは、海水の採取位置が測定時の潮位によって変化し、導水管の深さに近くなり、海水の出入りの影響を受けたためと思われる。底面の比重は外海とほぼ同じであ

グラフ2



第33図 焼津験潮場井戸内と外海の海水比重差による潮位への影響について（第2報）

Fig. 33 Effect of salinity difference between well and outer sea on tide level in Yaizu tide station (November 20, 2006).

った。2. で示した潮位差変化と井戸内の表面比重の時間変化は、よく対応しているように見える。

4. 焼津験潮場の詳細調査

潮位変化と比重低下の関係を確認するため、本年10月末の井戸清掃による井戸海水の入れ替え前後で、井戸と外海の比重及び潮位測定を行い両者の比較を行った。

4. 1 比重測定

井戸及び外海について、蓋付き取水瓶の深さを水面から正確に50cmごとに変更し比重測定を行った(表1、2)。

表1. 10月24日15:50 井戸海水入れ替え前

水面 (m)	導水管から の高さ(m)	外海比重	井戸比重	比重差 井戸-外海
0.0	2.8	1.0145	1.0047	-0.0098
0.5	2.3	1.0172	1.0050	-0.0122
1.0	1.8	1.0206	1.0063	-0.0143
1.5	1.3	1.0212	1.0072	-0.0140
2.0	0.8	1.0214	1.0201	-0.0013
2.5	0.3	1.0215	1.0201	-0.0014
3.0	-0.2	1.0217	1.0201	-0.0016
3.5	-0.7	1.0222	1.0203	-0.0019
4.0	-1.2	1.0223	1.0208	-0.0015
4.5	-1.7		1.0216	

表2. 10月25日12:06 井戸海水入れ替え後

水面 (m)	導水管から の高さ(m)	外海比重	井戸比重	比重差 井戸-外海
0.0	2.3	1.0113	1.0225	0.0112
0.5	1.8	1.0183	1.0225	0.0042
1.0	1.3	1.0210	1.0225	0.0015
1.5	0.8	1.0216	1.0225	0.0009
2.0	0.3	1.0222	1.0225	0.0003
2.5	0.2	1.0225	1.0225	0.0000
3.0	0.7	1.0225	1.0225	0.0000
3.5	1.2	1.0223	1.0225	0.0002
4.0	1.7		1.0225	

海水入れ替え前の井戸内の比重は表面が最も低く、外海に比べ全ての深さが低くなっている。深さごとに比較すると導水管の深さを境に比重は大きく異なり、比重低下は主に導水管よりも上の部分で発生している。外海は井戸内と同様に表面が最も低く、表面からおおよそ3mの深さに達するとほぼ均一になる。海水入れ替え直後の井戸内は、導水管から海水を流入したため、導水管の深さに相当する外海比重に全て変わり、外海表面に比べ比重が高くなった。井戸海水の入れ替えをしても比重差は解消されず、海水入れ替え前と差が逆転した状態となった。

4. 2 潮位測定

外海と井戸の潮位を比較するため、験潮場すぐ横の外海の潮位を量水標方式と音波験潮儀による2種類の方式で測定し、井戸内の験潮儀による潮位と差を取った。量水標方式は、水準測量用の標尺を海水に垂直に立て固定し、変化する潮位を目測で測定した。音波験潮儀は、AQUATRAX社製のMODEL 4100 高精度音波式水位計を量水標のすぐ隣に設置して測定を行い、バイアスは海水入れ替え後の潮位に合わせるよう補正した(表3)。

表3. 潮位差測定結果(井戸潮位-外海潮位)

井戸潮位-外海潮位	量水標方式	音波式	差
井戸海水入れ替え前	+ 25mm	+ 25mm	0mm
井戸海水入れ替え後	- 3mm	- 3mm	0mm
潮位変化量	- 28mm	- 28mm	0mm

両方式の潮位変化量はよく一致し、海水入れ替え前の井戸内は外海よりも潮位が高く、入れ替え後に潮位が低下し外海とほぼ同じになることが確認された。

4. 3 潮位変化と比重変化の相関

海水入れ替えによる潮位変化と比重変化の相関を実証するため、潮位測定値と測定された海水比重差により潮位への影響量を算出し比較した。潮位の算出には、50cmごとに上層の比重差と

第33図 つづき

Fig. 33 Continued.

の平均値により潮位差を算出し、導水管の深さまで合計した（表4）。

表4. 潮位測定値と比重差による計算値の比較

井戸潮位－外海潮位	測定値	計算値	差
井戸海水入れ替え前	+ 25mm	+ 24mm	- 1mm
井戸海水入れ替え後	- 3mm	- 6mm	- 3mm
潮位変化量	- 28mm	- 30mm	2mm

潮位測定で実測された潮位差と、測定された比重差から計算で求めた値はよく整合した。したがって、外海と井戸内の潮位差の直接の原因がその比重差であることが確認された。

5. 全国験潮場の比重調査

全国の験潮場でも比重測定を行った。測定は井戸と外海の表面を測定し、その結果（表5）数箇所の験潮場でも井戸内の海水比重が低下していることが判明した。ただし、河口等に位置する験潮場では、外海比重の方が井戸内よりも低い場合もある。表には、井戸内の導水管から最低潮位高までの海水比重と、外海比重との差が一樣に測定値に等しいと仮定して、大雑把な潮位差の予想値を試算し載せてある。

表5. 全国験潮場の井戸内と外海の海水比重とその差 * 空欄は未調査

	験潮場名	測定日	外海比重	井戸比重	差	導水管から最低潮位高(cm)	予想潮位差(cm)
1	油壺(新)	18.8.23	1.0180	1.0228	-0.0048	167	-0.8
	油壺(旧)	18.8.23	1.0180	1.0036	0.0144	114	1.6
2	細島	18.7.20	1.0200	1.0000	0.0200	79	1.6
3	輪島	18.10	1.0245	1.0046	0.0199	107	2.1
4	忍路	18.7.19	1.0170	1.0190	-0.0020	184	-0.4
5	南海					102	
6	浅虫	18.10.25	1.0250	1.0175	0.0075	81	0.6
7	鼠ヶ関	18.11.9	1.0120	1.0098	0.0022	153	0.3
8	柏崎	18.11.8	1.0246	1.0238	0.0008	187	0.1
9	鬼崎	18.10.26	1.0196	1.0152	0.0044	127	0.6
10	田後					162	
11	勝浦					90	
12	三国	18.10	1.0230	1.0190	0.0040	197	0.8
13	久礼	18.9.12	1.0100	1.0195	-0.0095	100	-1.0
14	男鹿	18.10.26	1.0244	1.0232	0.0012	150	0.2
15	阿久根					142	
16	須佐	18.7.7	1.0210	1.0140	0.0070	152	1.1
17	飯屋	18.7.21	1.0010	1.0205	-0.0195	107	-2.1
18	相馬	18.9.7	1.0220	1.0176	0.0044	143	0.6
19	伊東	18.9.27	1.0225	1.0240	-0.0015	88	-0.1
20	小木	18.7.28	1.0210	1.0190	0.0020	251	0.5
21	沖縄	18.9.6	1.0220	1.0120	0.0100	93	0.9
22	田子					61	
23	焼津	18.7.7	1.0206	1.0040	0.0166	174	2.9
24	奥尻	18.10.24	1.0250	1.0146	0.0104	125	1.3
25	飛島	18.8.30	1.0214	1.0211	0.0003	217	0.1

6. まとめ

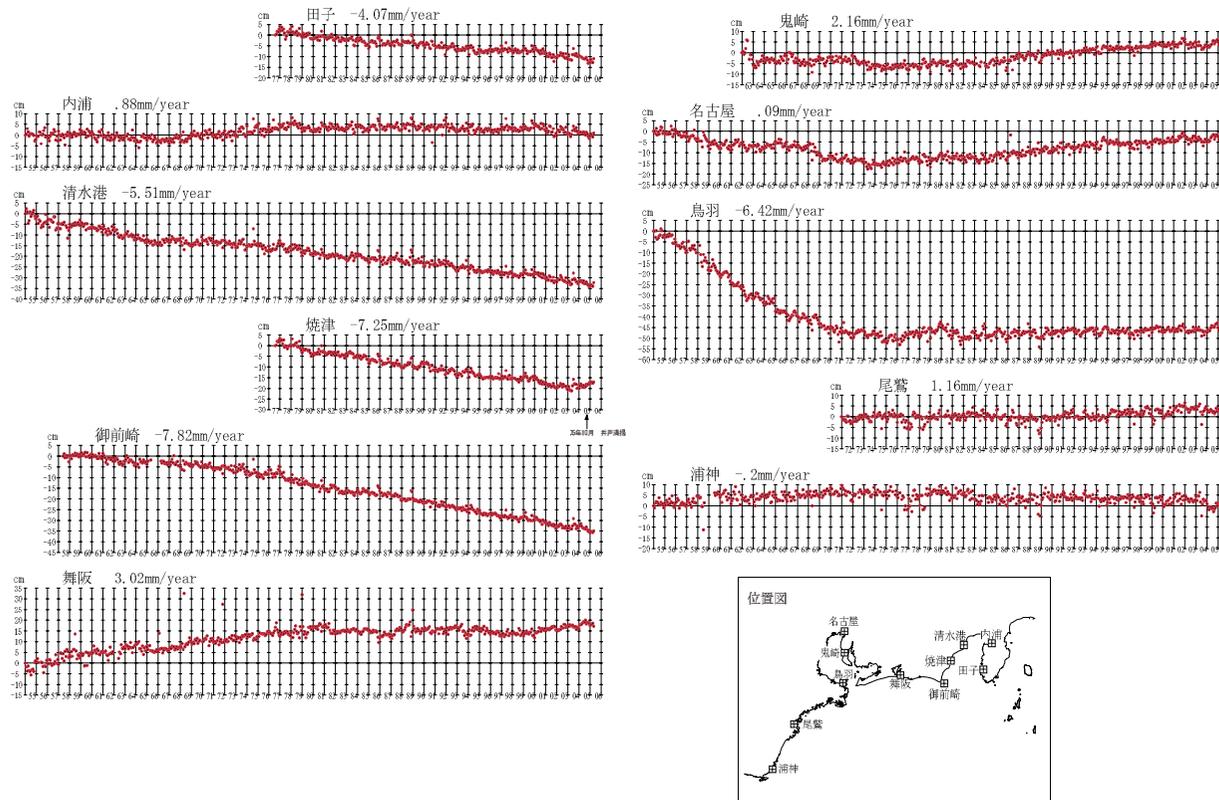
今回の調査により験潮場井戸内と外海との海水比重差によって、潮位差が発生することが確認された。井戸内海水の比重低下による外海との比重差は、全国の験潮場で発生し、潮位に影響が出ている可能性があることがわかった。しかしながら、比重低下の原因は、まだ特定されていない。比重低下の防止策を考察するためにも、今後、原因究明についての調査を進める必要がある。

第33図 つづき

Fig. 33 Continued

加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動

最終データ：2006年05月



第 34 図 加藤・津村 (1979) の方法による各験潮場の上下変動

Fig. 34 Vertical movements of the tide stations in Tokai derived with the method by Kato and Tsumura (1979).

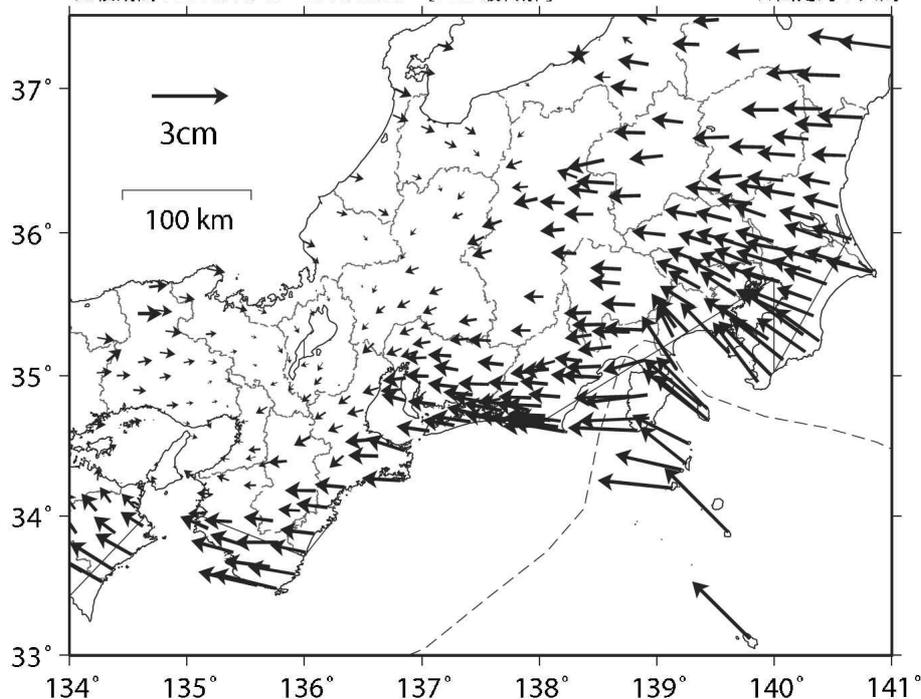
東海地方の最近の地殻変動（水平変動）

（2005年10月～2006年10月）

基準期間：2005/10/18～2005/10/27 [F2：最終解]

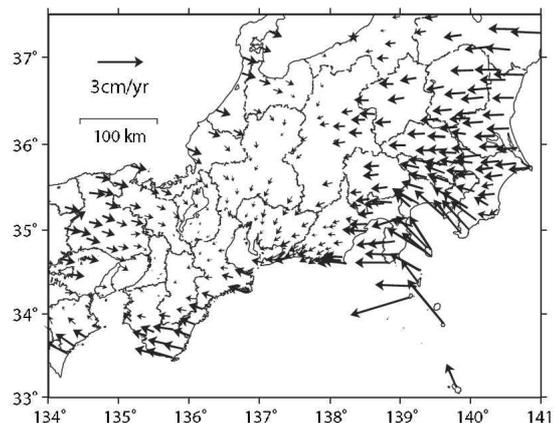
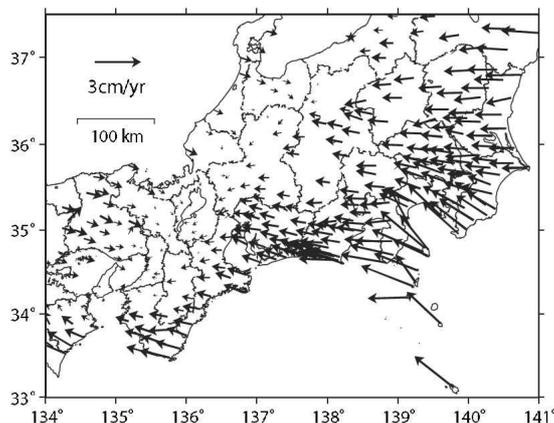
比較期間：2006/10/18～2006/10/27 [F2：最終解]

★固定局：大湊



スロースリップ開始以前の地殻変動速度
(1998年1月～2000年1月)

スロースリップ進行期の地殻変動速度
(2001年1月～2004年1月)



国土地理院資料

第 35 図 GPS 観測による東海地方の最近 1 年間の水平変動及びスロースリップ開始前・進行期との比較

Fig. 35 Horizontal Movements of Tokai Region by GPS Continuous Measurements (1 year) with the comparison of before (lower left) and during (lower right) the slow slip.

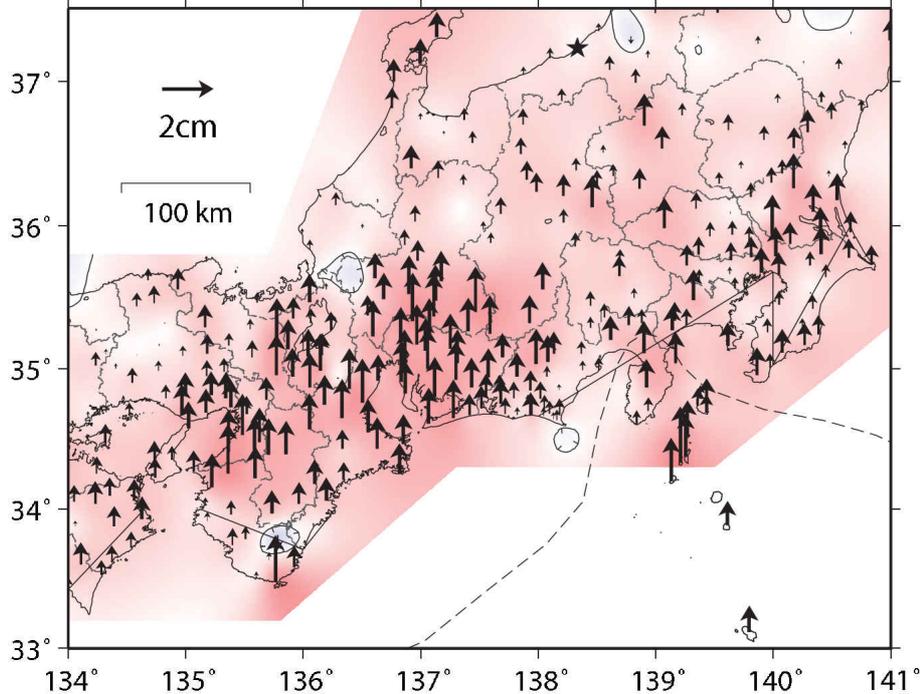
東海地方の最近の地殻変動（上下変動）

（2005年10月～2006年10月）

基準期間：2005/10/18～2005/10/27 [F2：最終解]

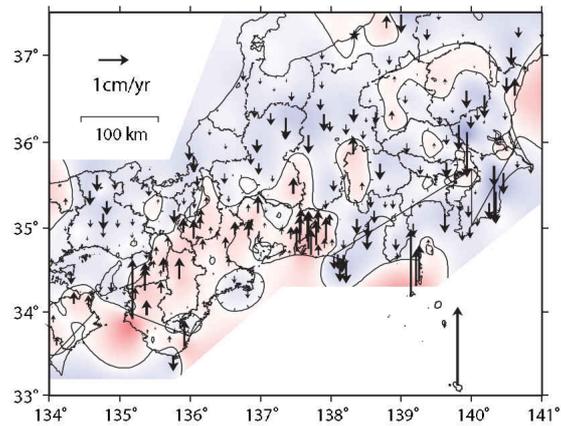
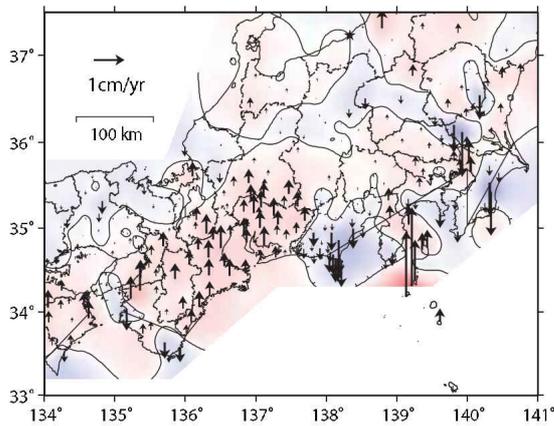
比較期間：2006/10/18～2006/10/27 [F2：最終解]

★固定局：大湊



スロースリップ開始以前の地殻変動速度
(1998年1月～2000年1月)

スロースリップ進行期の地殻変動速度
(2001年1月～2004年1月)



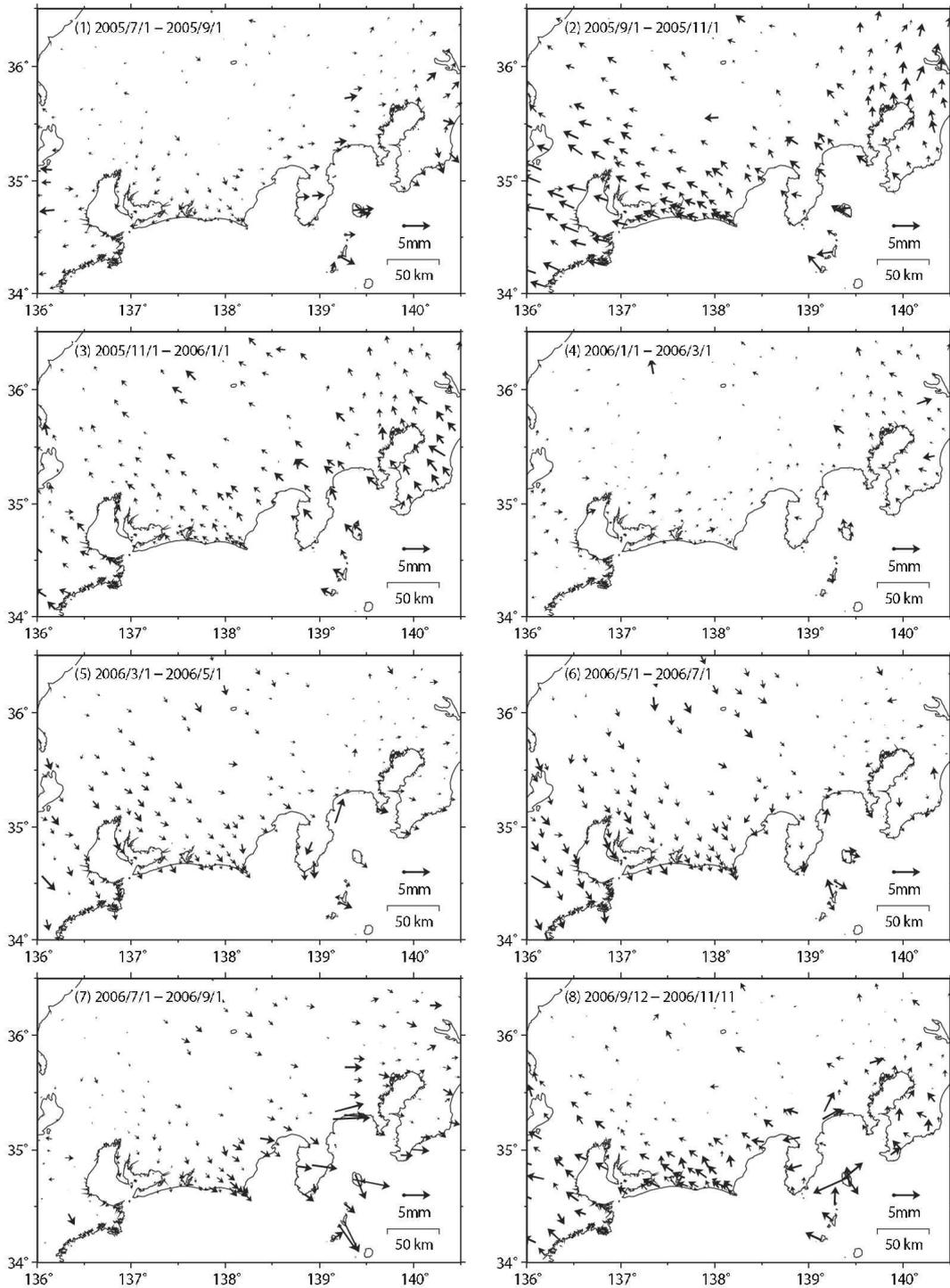
国土地理院資料

第 36 図 GPS 観測による東海地方の最近 1 年間の上下変動及びスロースリップ開始前・進行期との比較

Fig. 36 Vertical Movements of Tokai Region by GPS Continuous Measurements (1 year) with the comparison of before (lower left) and during (lower right) the slow slip.

最近2ヶ月ごとの東海非定常地殻変動（水平変動）大瀨固定

○平滑化した非定常地殻変動について、2ヶ月ごとの変動量を表示している。

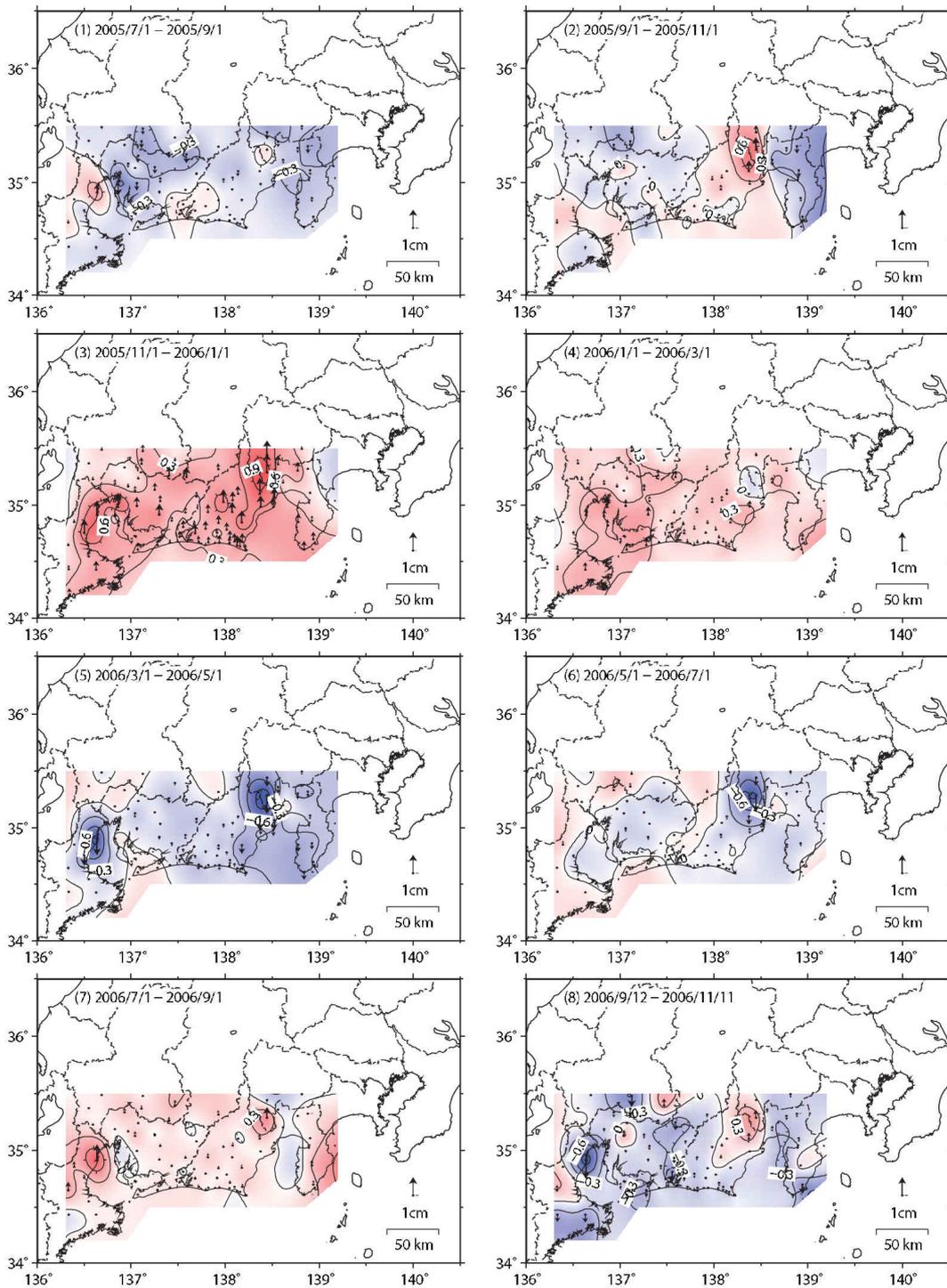


第 37 図 最近 2 ヶ月ごとの東海地方非定常地殻変動（水平変動）（大瀨固定）

Fig. 37 Horizontal Movements by the Slow Slip in Tokai Region for every two months (Ohgata fixed).

最近 2 ヶ月ごとの東海非定常地殻変動（上下変動）大渦固定

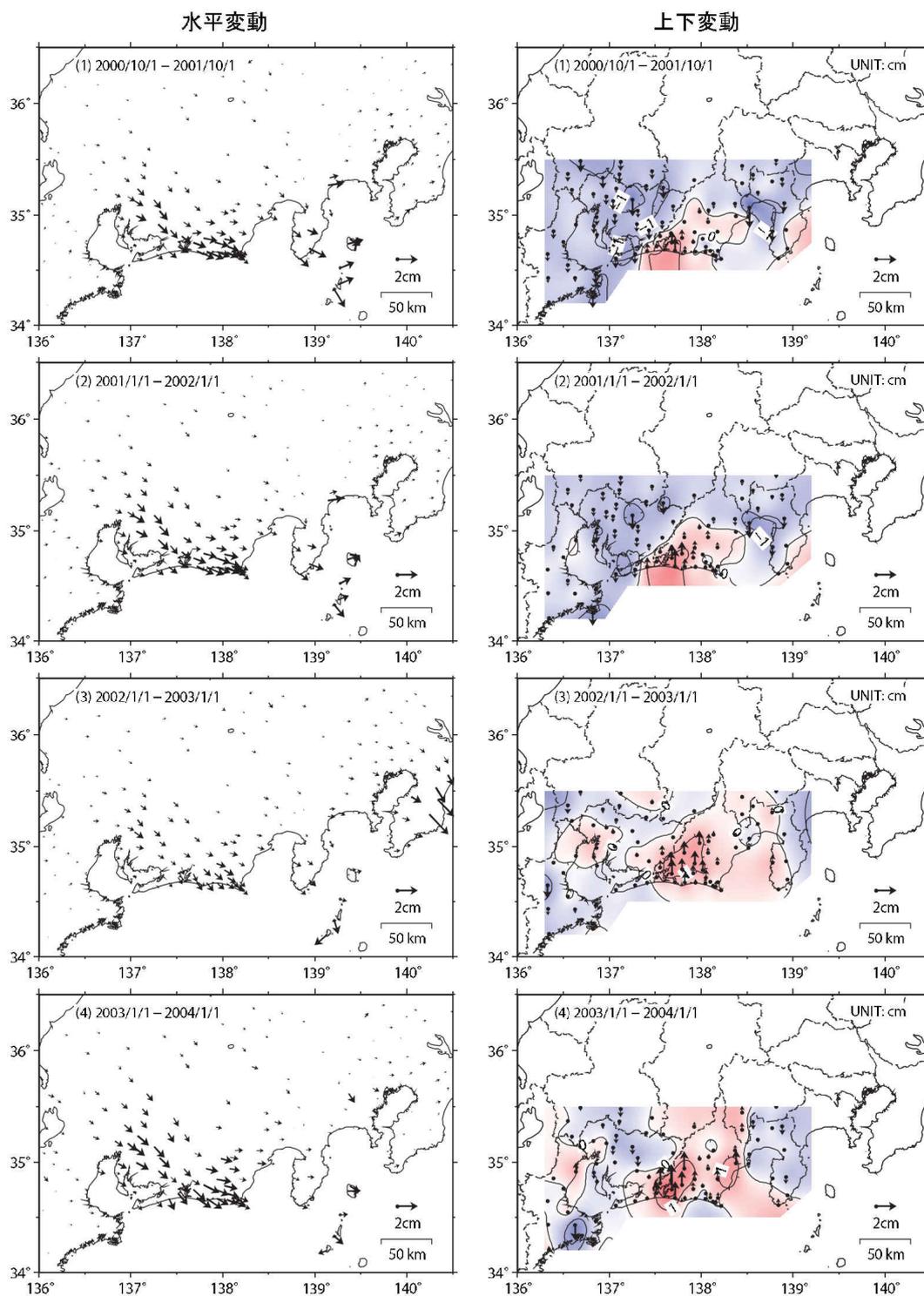
○平滑化した非定常地殻変動について、2ヶ月ごとの変動量を表示している。



第 38 図 最近 2 ヶ月ごとの東海地方非定常地殻変動（上下変動）（大渦固定）

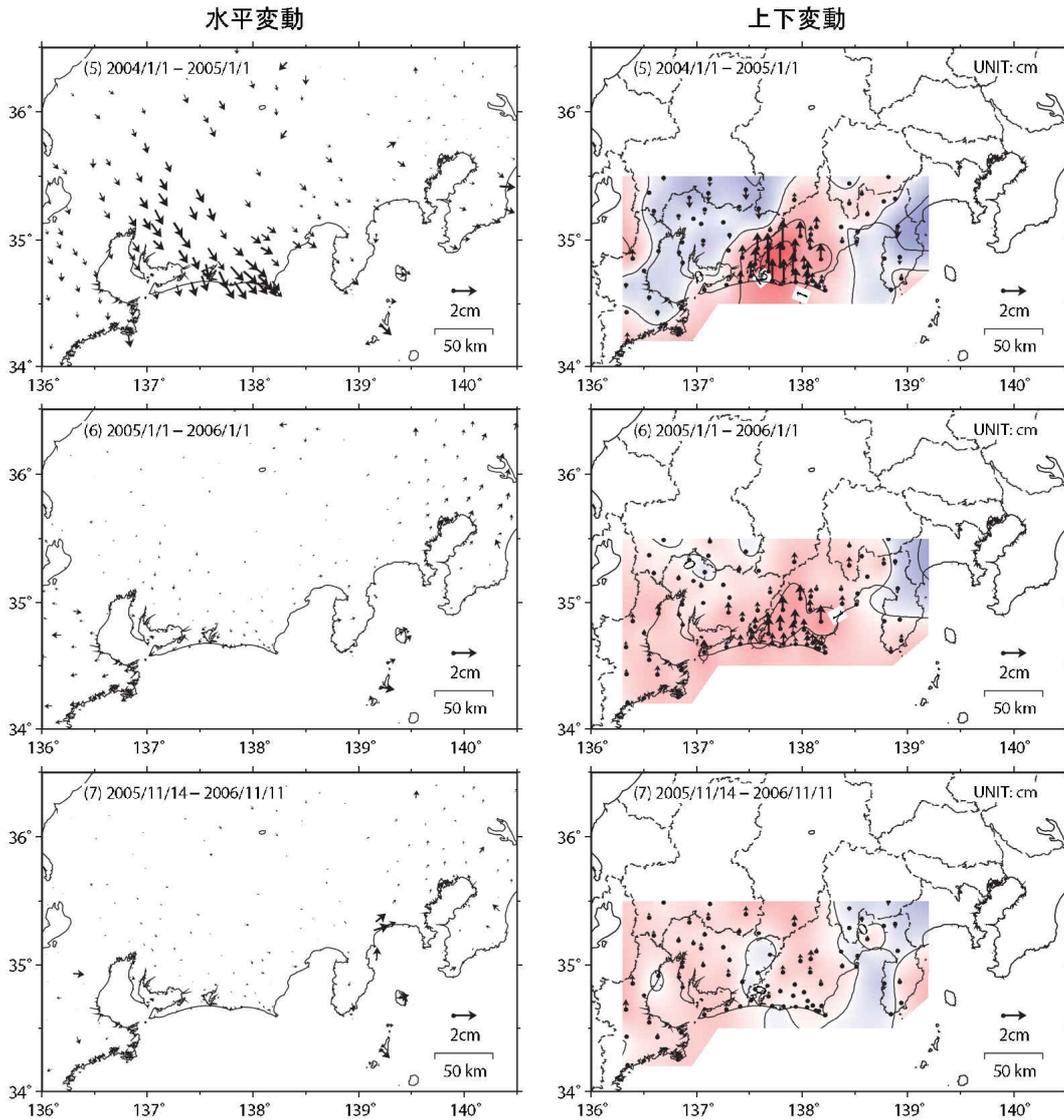
Fig. 38 Vertical Movements by the Slow Slip in Tokai Region for every two months (Ohgata fixed).

1年間で見た東海非定常地殻変動（1）大潟固定



第 39 図 1 年間で見た東海地方非定常地殻変動（大潟固定, 左:水平変動, 右:上下変動）
 Fig. 39 Crustal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for one year (Ohgata fixed, left: Horizontal, right: Vertical). (1/2)

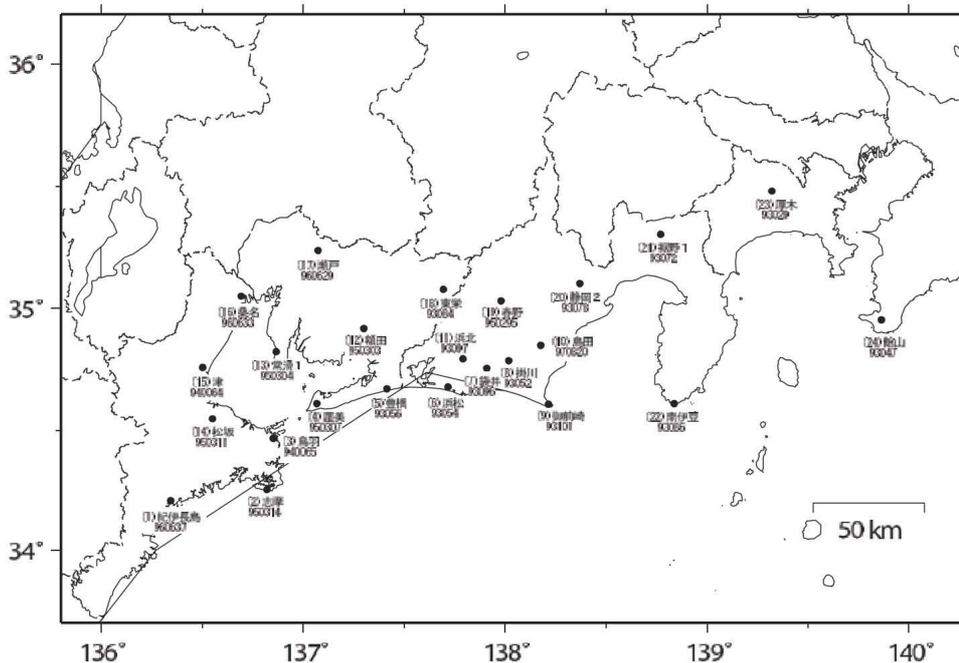
1年間で見た東海非定常地殻変動（2）大渦固定



(5)は、2004年9月5日に発生した紀伊半島南東沖の地震および同年10月23日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響を取り除いています。
2004年9月～2005年初めのデータには、2004年9月5日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれると考えられます。

第40図 1年間で見た東海地方非定常地殻変動（大渦固定，左：水平変動，右：上下変動）
Fig. 40 Crustal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for one year (Ohgata fixed, left: Horizontal, right: Vertical). (2/2)

GPS 連続観測基線図



各観測局情報

点番号	点名	アンテナ交換	レドーム設置	アンテナ高変更	周辺伐採
93029	厚木	2003/2/26	2003/2/26	2003/5/12	
93047	館山	2003/3/10	2003/2/13		
93052	掛川	2003/5/12	2003/2/12		
93054	浜松	2003/5/14	2003/5/14		
93056	豊橋	2003/2/13	2003/2/12		
93072	裾野1	2003/6/2	2003/6/21		
93078	静岡2	2003/2/26	2003/3/4	2003/3/4	
93084	東栄	2003/3/6	2003/2/16	2003/5/19	
93086	南伊豆2	2003/2/25	2003/2/25	2003/5/15	
93096	袋井	2003/3/3	2003/2/15	2003/5/20	2003/11/21
93097	浜北	2003/2/28	2003/2/14		
93101	御前崎	2003/2/28	2003/2/11		
940064	津	2003/2/18			
940065	鳥羽	2003/2/14			
950295	春野	2003/5/28			
950303	額田	2003/2/20			
950304	常滑1	2003/3/5			
950307	渥美	2003/3/7			
950311	松坂	2003/2/17			
950314	志摩	2003/2/13			
960629	瀬戸	2003/5/26		2003/6/26	
960633	桑名	2003/6/4			
960637	紀伊長島	2003/2/13			
970820	鳥田	2003/2/25			

※2003/3/5に基準局92110（つくば1）のアンテナおよびレドーム交換を実施し、解析値に補正をしています。

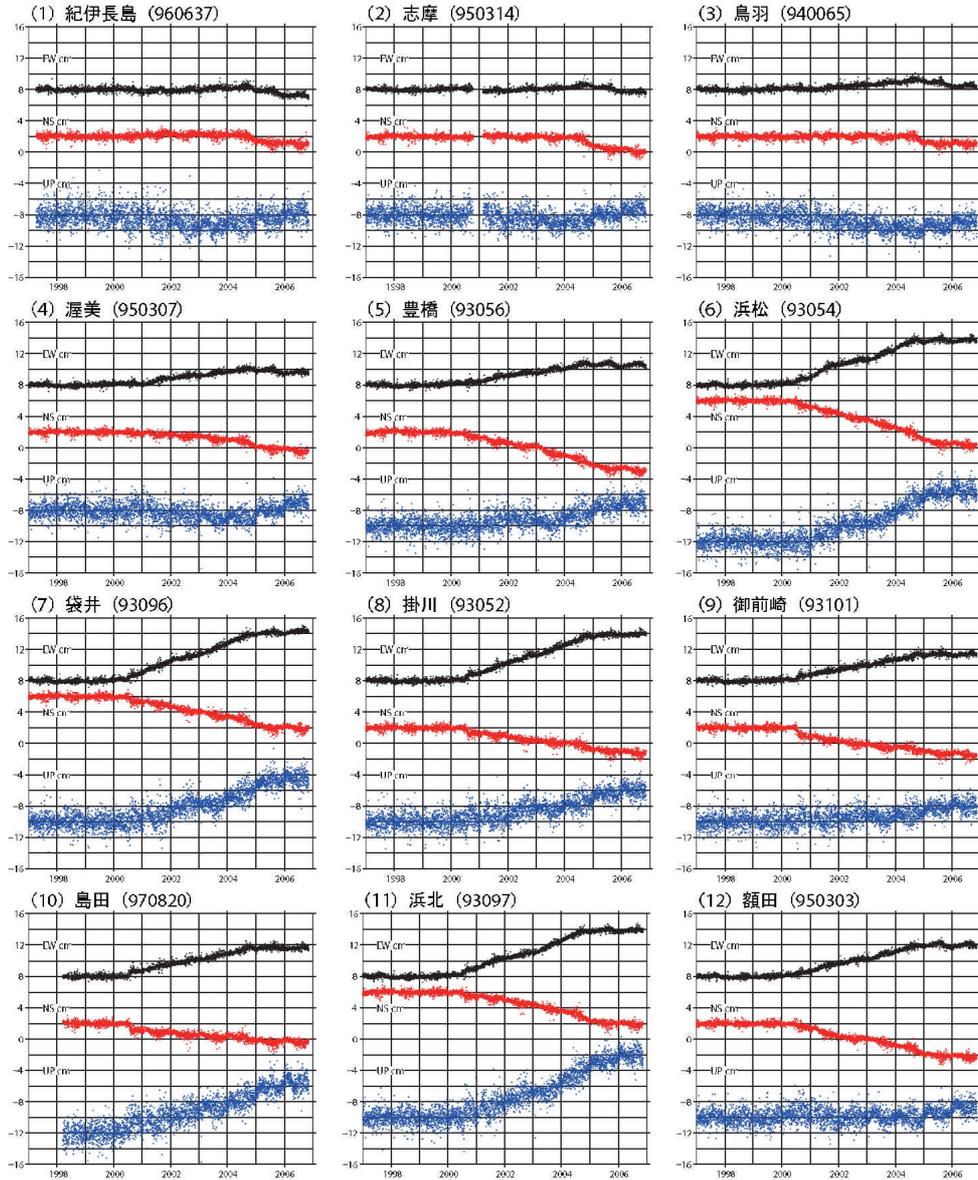
第41図 2001年初頭から継続している東海地方のスロースリップによる地殻変動の時間変化（配点図）

Fig. 41 Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region. (Site location map)

東海非定常地殻変動（１）大潟固定

最終解 1997/1/1 - 2006/10/27
速報解 2006/10/28 - 2006/11/11

- 1998年1月～2000年1月のデータから平均速度および年周変化を推定して平均的な地殻変動を求め、それを元の時系列データから除去している。
- 2003年以降の上下成分は年周補正を行っていない。
- 2004年9月5日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響は取り除いている。
- 2004年10月23日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響は取り除いている。
- 2004年9月から2005年初頭までは、2004年9月5日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれていると考えられる。



国土地理院資料

第 42 図 2001 年初頭から継続している東海地方のスロースリップによる地殻変動の時間変化

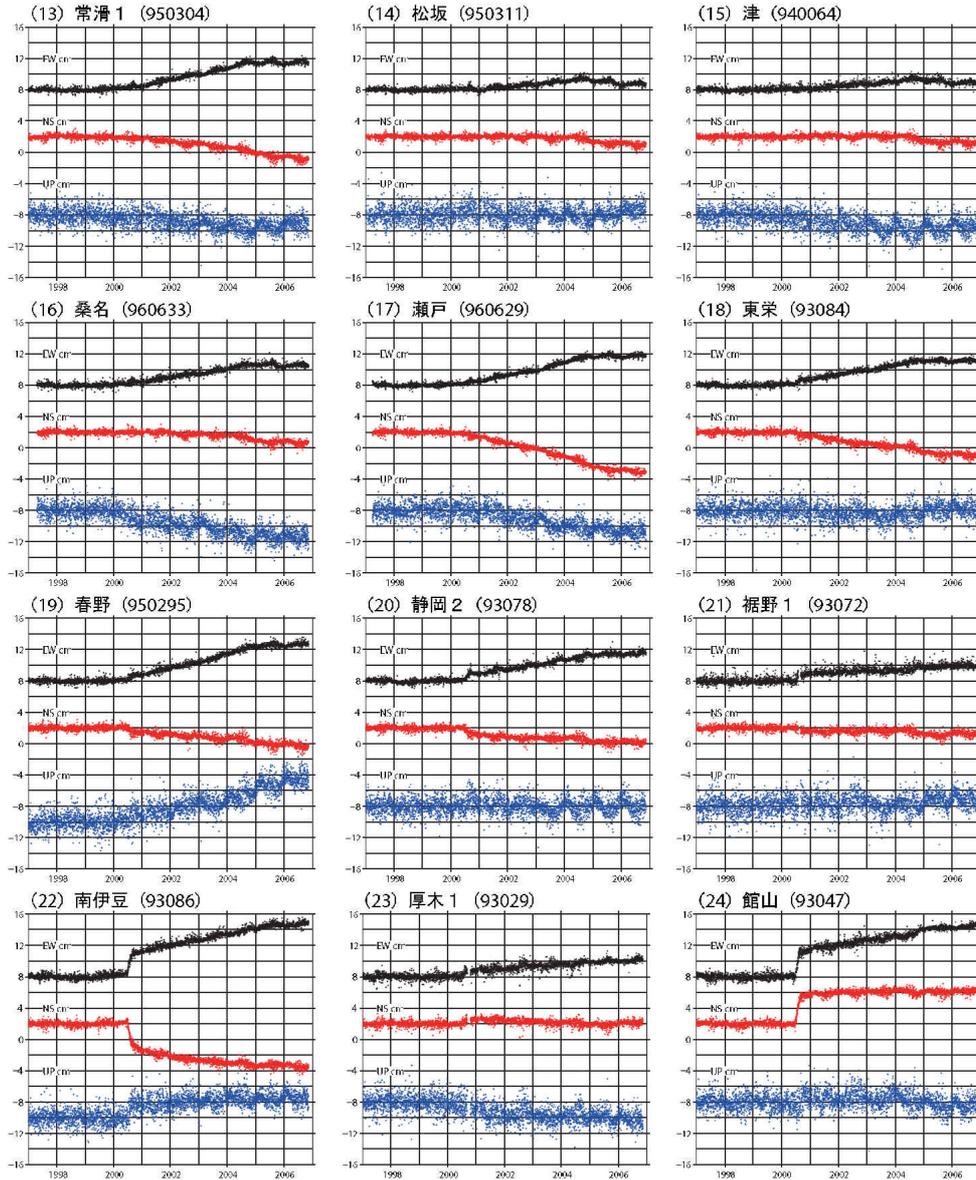
Fig. 42 Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region. (1/2)

東海非定常地殻変動（２）大潟固定

最終解 1997/1/1 - 2006/10/27

速報解 2006/10/28 - 2006/11/11

- 1998年1月～2000年1月のデータから平均速度および年周変化を推定して平均的な地殻変動を求め、それを元の時系列データから除去している。
- 2003年以降の上下成分は年周補正を行っていない。
- 2004年9月5日に発生した紀伊半島南東沖の地震による地殻変動の影響は取り除いている。
- 2004年10月23日に発生した新潟県中越地震による地殻変動の影響は取り除いている。
- 2004年9月から2005年初頭までは、2004年9月5日に発生した紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれていると考えられる。

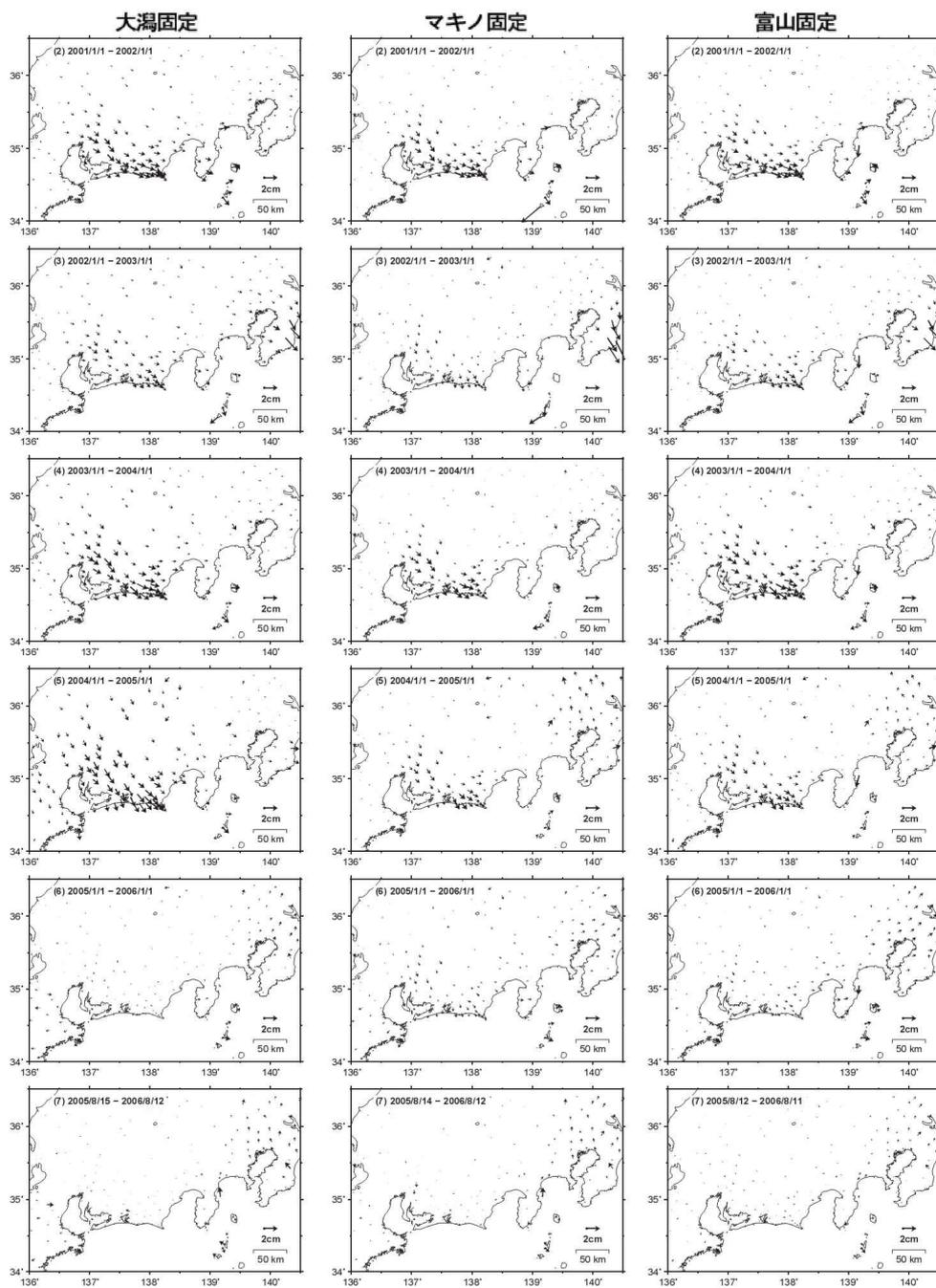


国土地理院資料

第 43 図 2001 年初頭から継続している東海地方のスローリップによる地殻変動の時間変化

Fig. 43 Time Series Plots of GPS Displacement Associated with the Slow Slip Occurring from the beginning of 2001 in the Tokai Region. (2/2)

1年間で見た東海非定常地殻変動（水平変動）

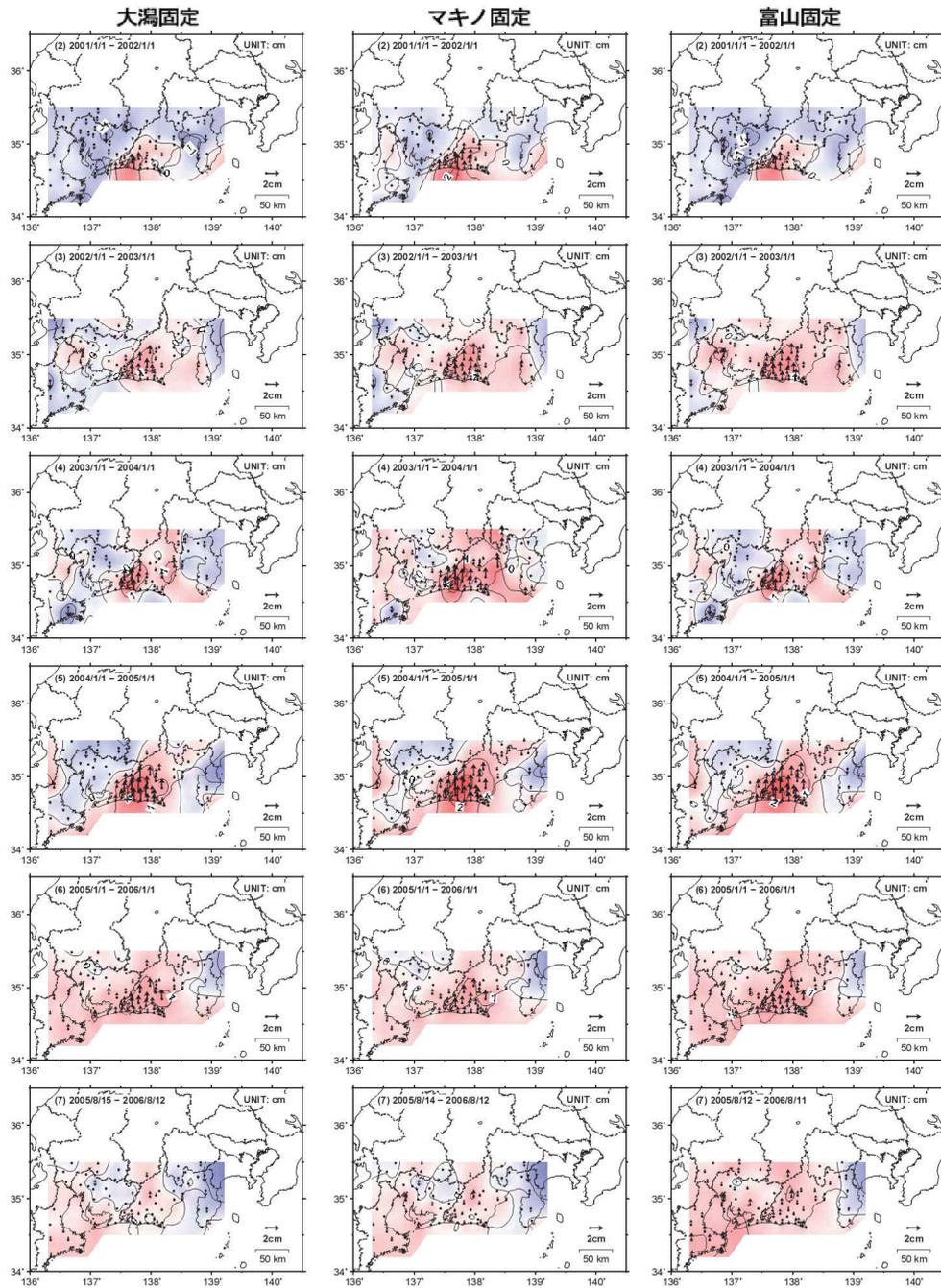


国土地理院資料

第 44 図 1年間で見た東海地方非定常地殻水平変動（左：大潟固定，中央：マキノ固定，右：富山固定）

Fig. 44 Horizontal Movement by the Slow Slip in Tokai Region for one year (left: Ohgata fixed, center: Makino fixed, right: Toyama fixed)

1年間で見た東海非定常地殻変動（上下変動）



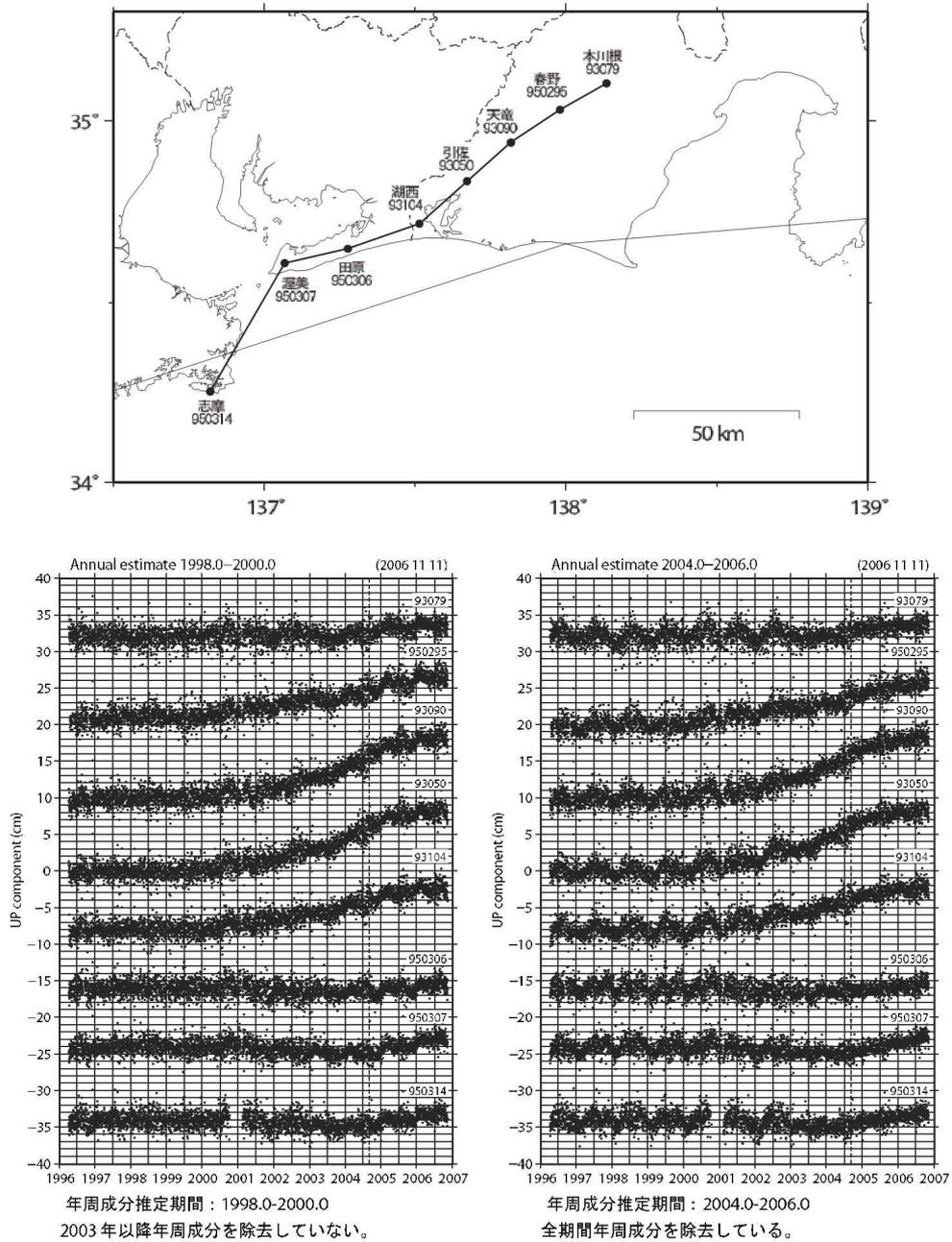
国土地理院資料

第 45 図 1年間で見た東海地方非定常地殻上下変動（左：大湊固定，中央：マキノ固定，右：富山固定）

Fig. 45 Vertical Movement by the Slow Slip in Tokai Region for one year (left: Ohgata fixed, center: Makino fixed, right: Toyama fixed)

異なる年周成分推定期間による比較（上下成分）大潟固定

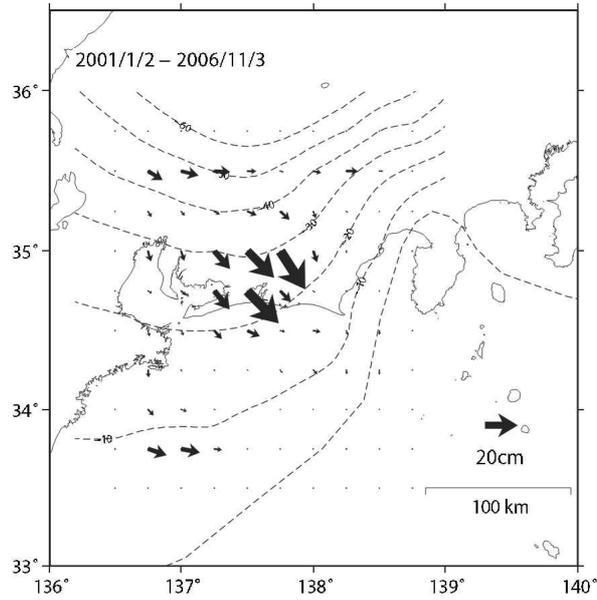
GPS 連続観測基線図



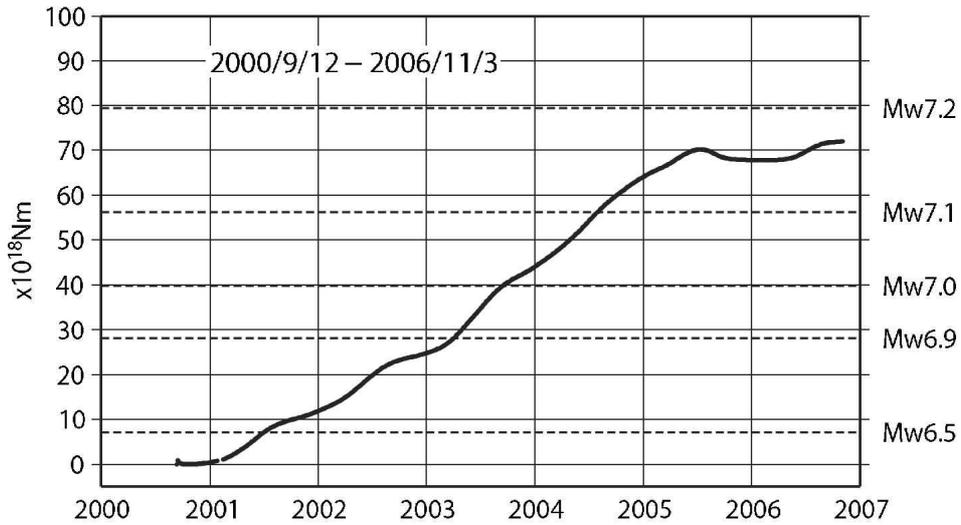
第 46 図 異なる年周成分補正による上下成分の比較（上図：GPS 観測基線図，下段：年周成分補正後の時系列）

Fig. 46 Comparison of corrections for the seasonal variation of GEONET vertical movements (upper: Baseline map, lower left: Time series with the correction using data from 1998 to 2000, lower right: Time series with the correction using data from 2004 to 2006)

累積の推定すべり分布（大湊固定）



推定モーメントの時間変化（大湊固定）



○2004年9月から2005年初頭までは、紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれると考えられます。

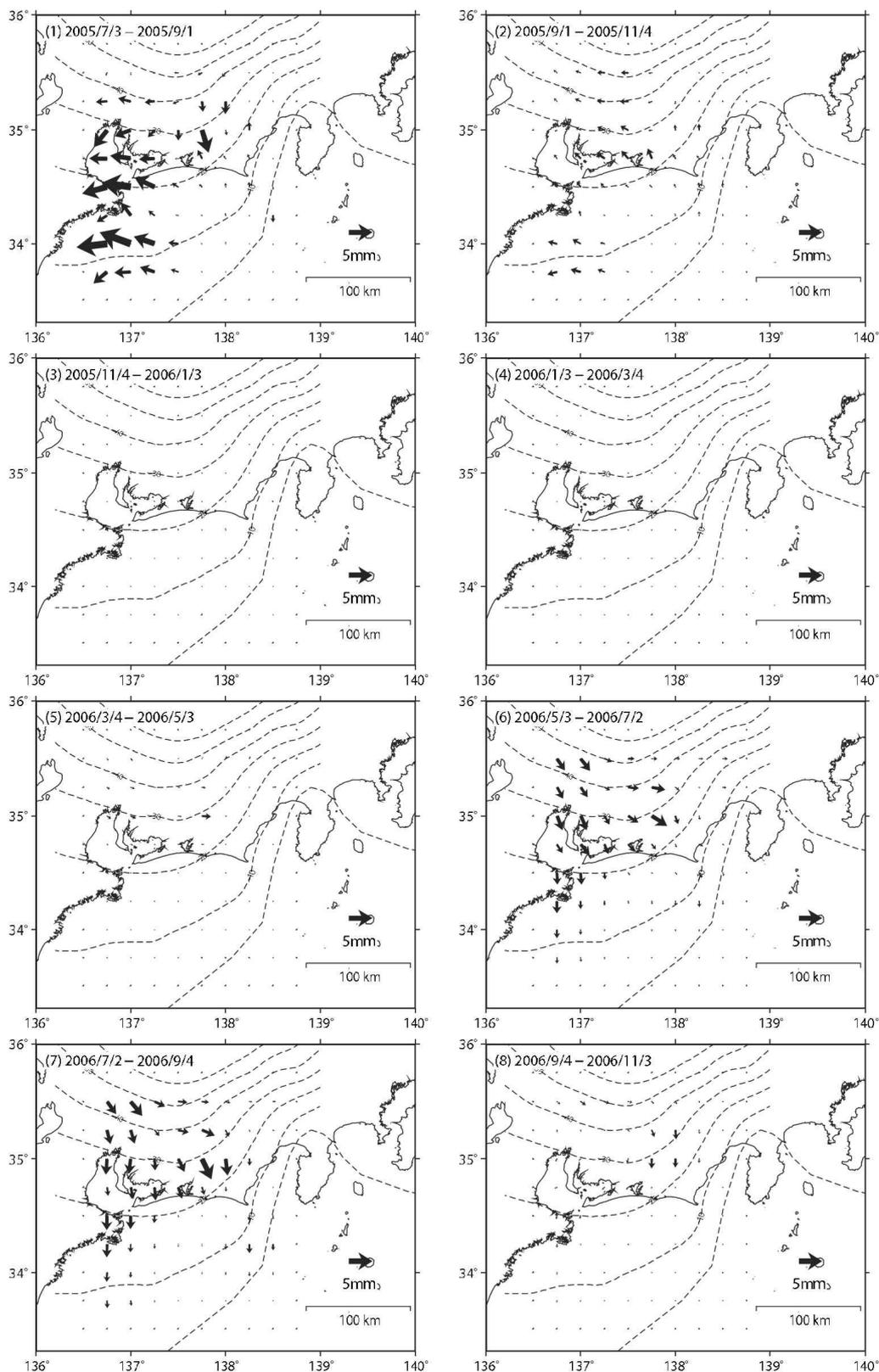
（速度拘束）

国土地理院資料

第 47 図 東海地方スロースリップの滑り分布（上段）と推定モーメントの時間変化（下段）（大湊固定）

Fig. 47 (upper) Slip Distribution on the Plate Boundary for the Slow Slip Event in Tokai Region. (lower) Development of Estimated Moment along the Slow Slip (Ohgata fixed)

最近2ヶ月ごとの推定すべり分布【大湊固定】暫定



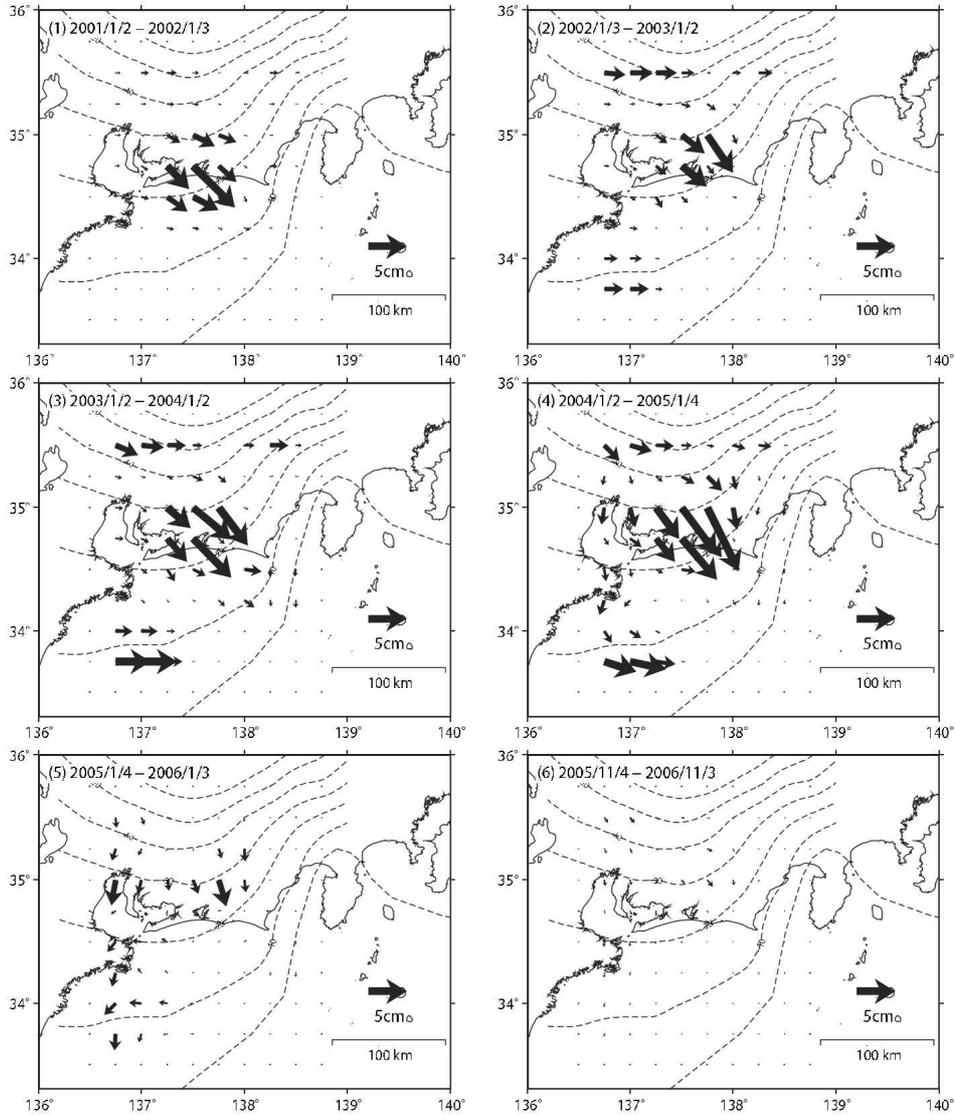
(速度拘束)

第48図 時間発展インバージョン解析による2ヶ月ごとの東海地方スロースリップの滑り分布(大湊固定)

Fig. 48 Slip on the plate boundary per two months in 2005 and 2006 estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)

1年間の推定すべり分布の時間変化（暫定）大潟固定

○2004年9月から2005年初頭までは、紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれると考えられます。

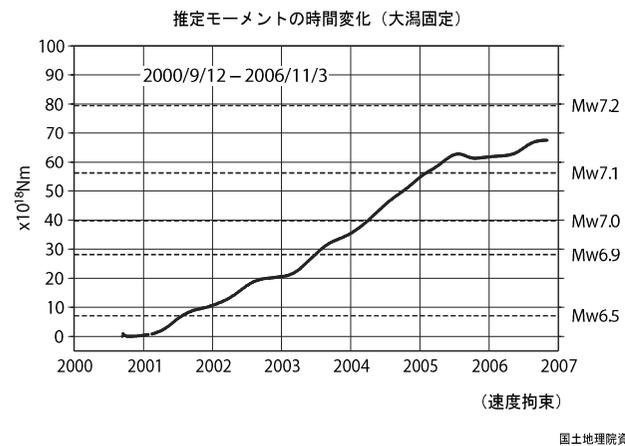
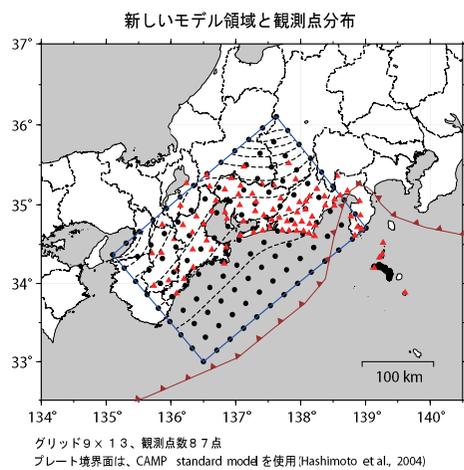
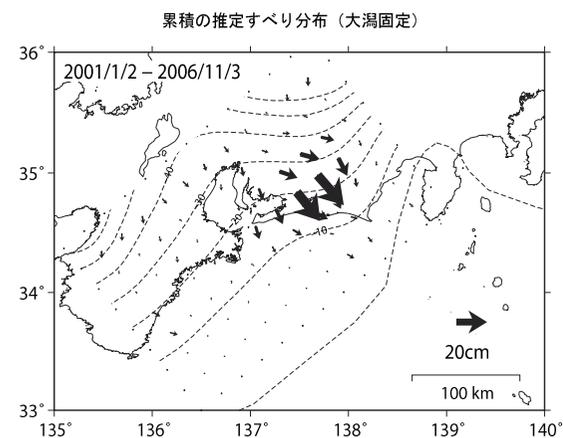
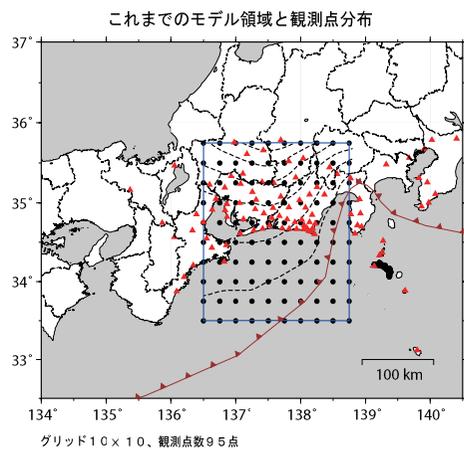


(速度拘束)

国土地理院資料

第 49 図 時間発展インバージョン解析による 1 年ごとの東海地方スロースリップの滑り分布 (大潟固定)

Fig. 49 Slip on the plate boundary for every year from 2001 to 2006 estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)



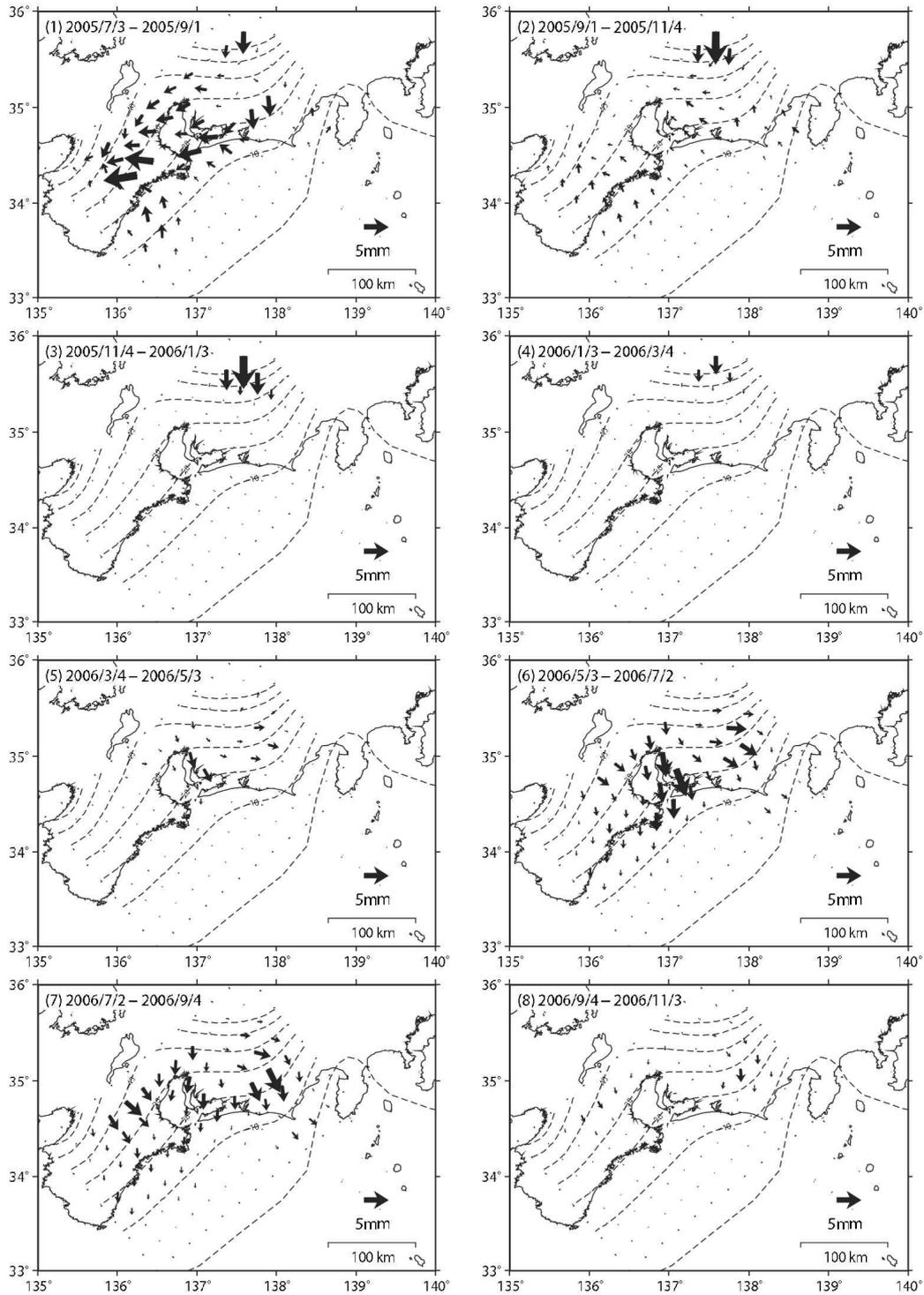
第 50 図 時間発展インバージョン解析を行ったモデル領域と観測点分布 (上段: 従来, 下段: 新規)

Fig. 50 Model region and site location for time dependent inversion for the slow slip event. (upper) before, (lower) new.

第 51 図 東海地方スロースリップの滑り分布 (上段) と推定モーメントの時間変化 (下段) (大潟固定)

Fig. 51 (upper) Slip Distribution on the Plate Boundary for the Slow Slip Event in Tokai Region. (lower) Development of Estimated Moment along the Slow Slip (Ohgata fixed)

最近2ヶ月ごとの推定すべり分布【大湊固定】暫定



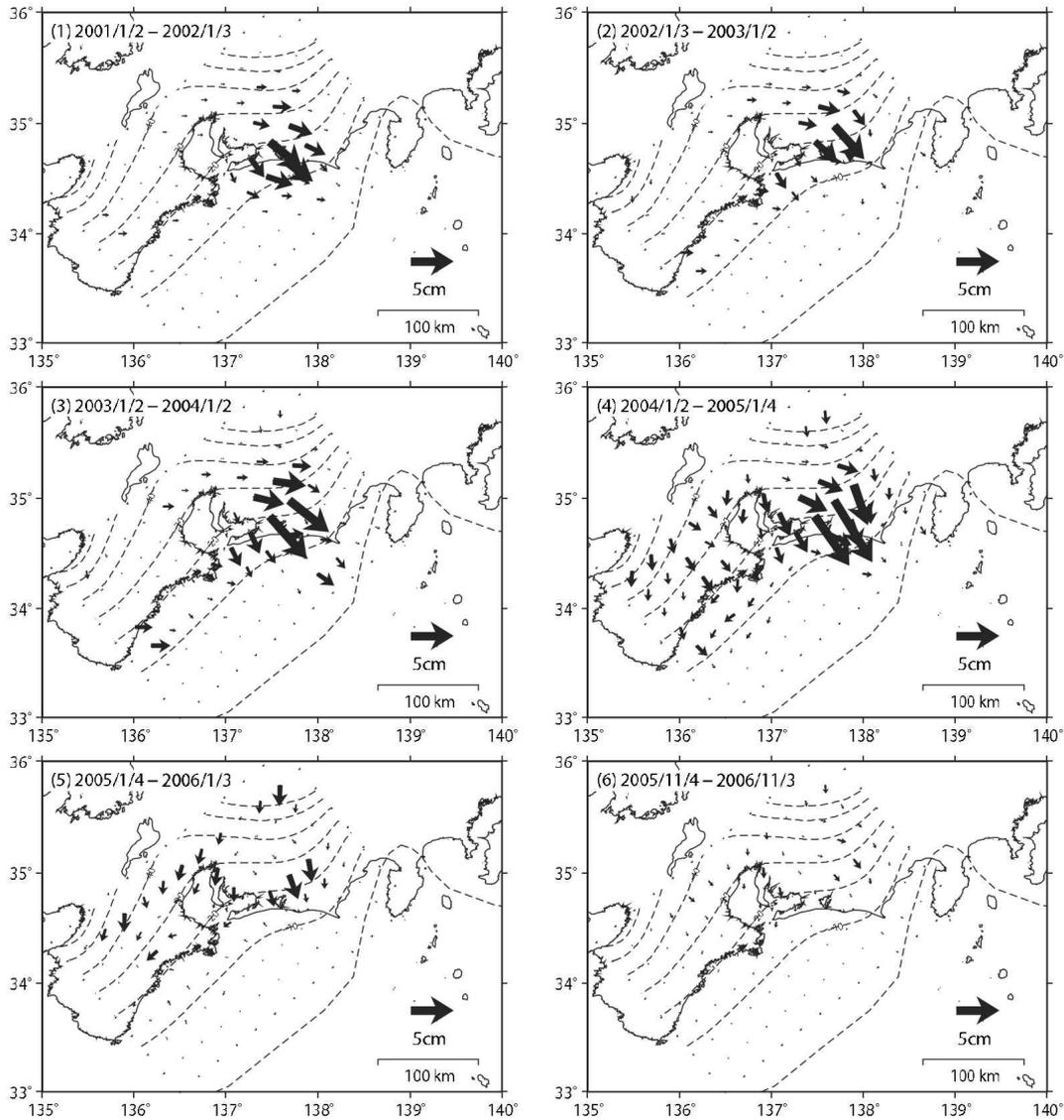
(速度拘束)

第 52 図 時間発展インバージョン解析による2ヶ月ごとの東海地方スロースリップの滑り分布 (大湊固定)

Fig. 52 Slip on the plate boundary per two months in 2005 and 2006 estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)

1年間の推定すべり分布の時間変化（暫定）大潟固定

○2004年9月から2005年初頭までは、紀伊半島南東沖の地震の余効変動の影響が含まれると考えられます。



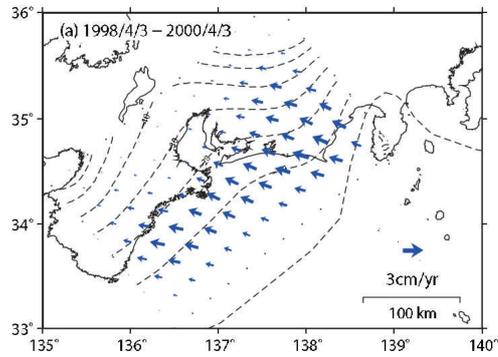
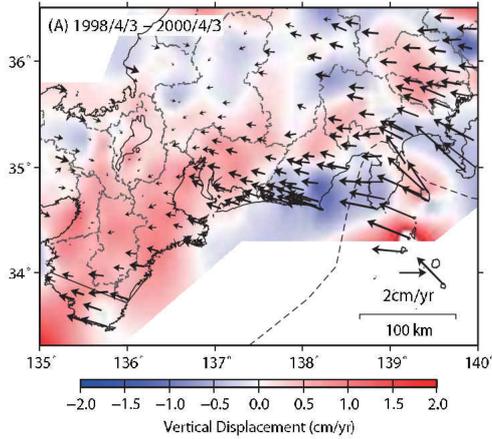
(速度拘束)

第53図 時間発展インバージョン解析による1年ごとの東海地方スロースリップの滑り分布（大潟固定）

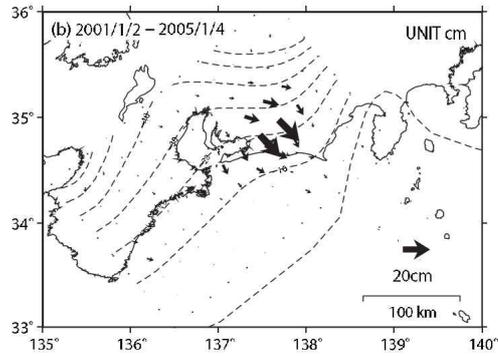
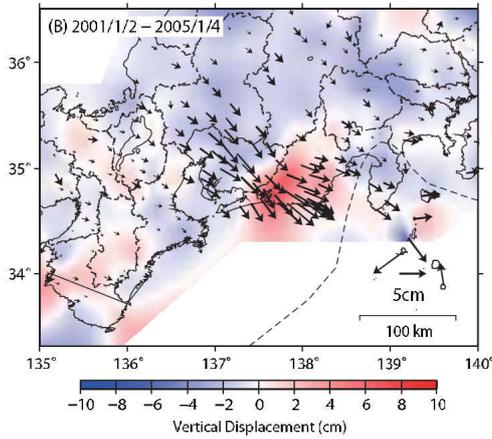
Fig. 53 Slip on the plate boundary for every year from 2001 to 2006 estimated by time dependent inversion for the slow slip event in Tokai region. (Ohgata fixed)

東海地方の地殻変動とプレート境界面上のすべり分布（大潟固定）

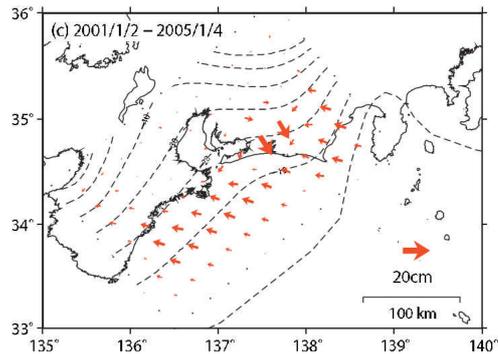
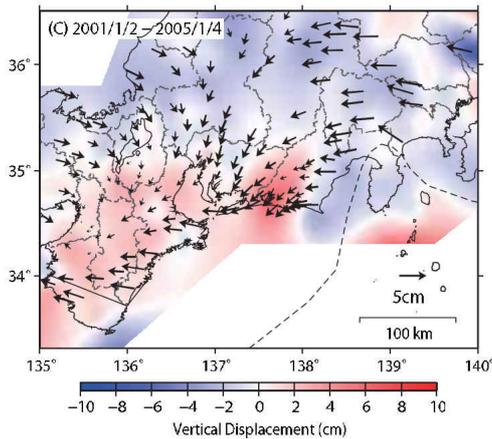
定常状態（1998年4月～2000年4月）



スロースリップ進行期（2001年1月～2005年1月）：非定常成分のみ



スロースリップ進行期（2001年1月～2005年1月）：定常+非定常



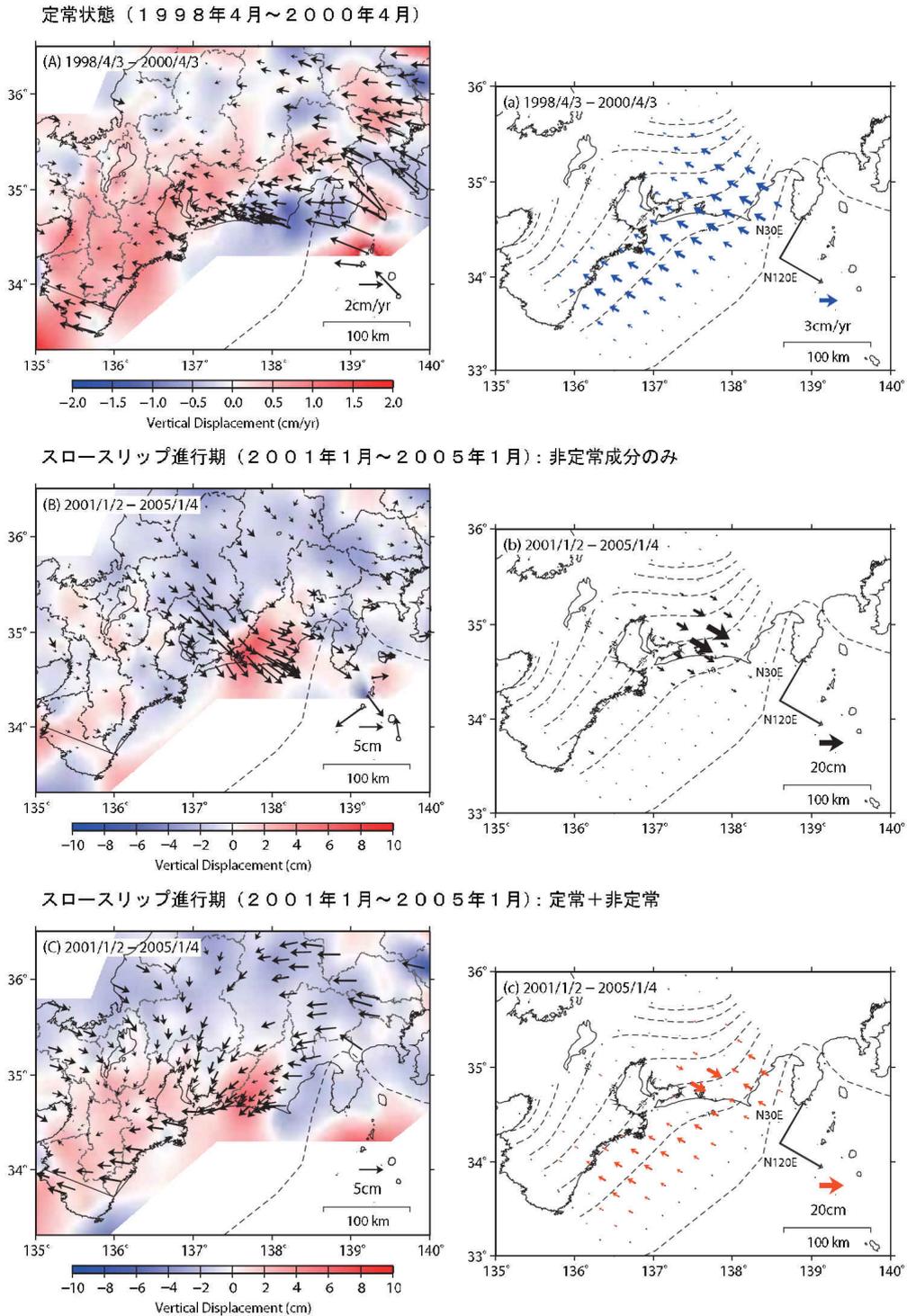
（左図）GPS による観測値。（右図）プレート境界面上のすべり分布。最下段のすべり分布は、中段のすべり分布図と最上段のすべり速度分布の和から求めたもの。

（速度拘束） 国土地理院資料

第 54 図 東海地方の地殻変動とプレート境界面上のすべり分布（大潟固定）

Fig. 54 (left) Crustal movements and (right) slip on the plate boundary in Tokai region (Ohgata fixed). (upper) steady state, (middle) slow slip component only, (lower) slow slip phase = steady state + slow slip component.

東海地方の地殻変動とプレート境界面上のすべり (N120E 方向) 分布 (大湊固定)



(左図) GP S による観測値. (右図) プレート境界面上のすべり分布. すべり分布はN120E 方向の成分のみを表示している. 最下段のすべり分布は, 中段のすべり分布図と最上段のすべり速度分布の和から求めたもの.

(速度拘束) 国土地理院資料

第 55 図 東海地方の地殻変動とプレート境界面上のすべり分布の N120° E 成分 (大湊固定)

Fig. 55 (left) Crustal movements and (right) slip in N120E direction on the plate boundary in Tokai region (Ohgata fixed). (upper) steady state, (middle) slow slip component only, (lower) slow slip phase = steady state + slow slip component.

すべりの解放量と蓄積、解放の履歴（大潟固定）

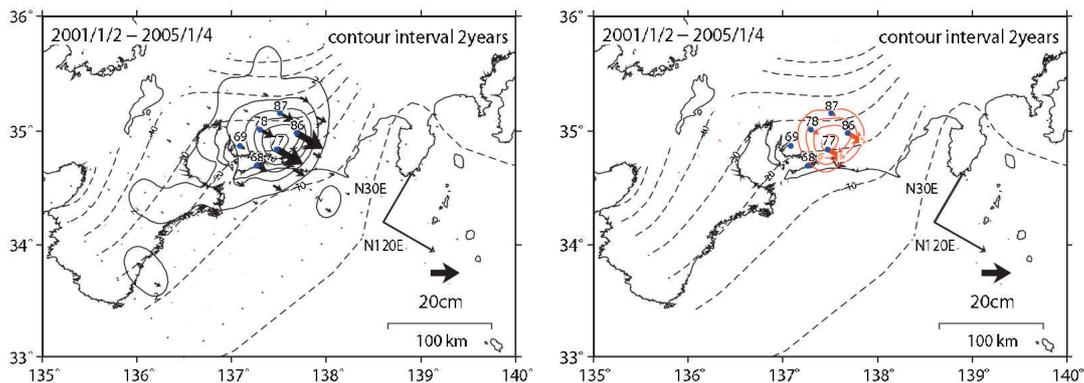


図 1: プレート境界面上のすべり分布. すべり量は N120E 方向に投影している. 矢印は、(左図) スロースリップによって解放されたすべり量. (右図) プレート境界面上での正味のすべり量. ただしフォワードスリップのみを表示している. コンタ (間隔 2 年) は、このすべり量が何年分の蓄積量に相当するかを表す. 青丸は下図のすべりの履歴を示す点.

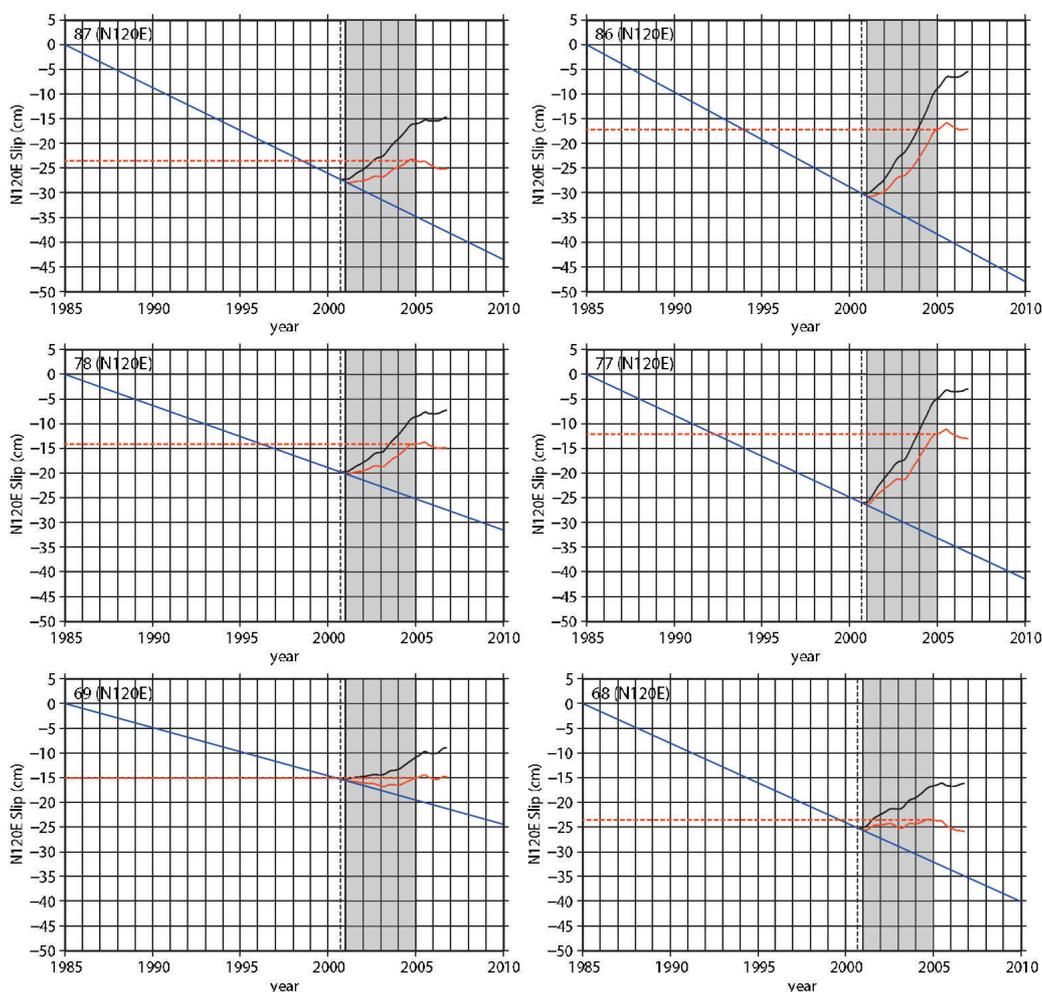


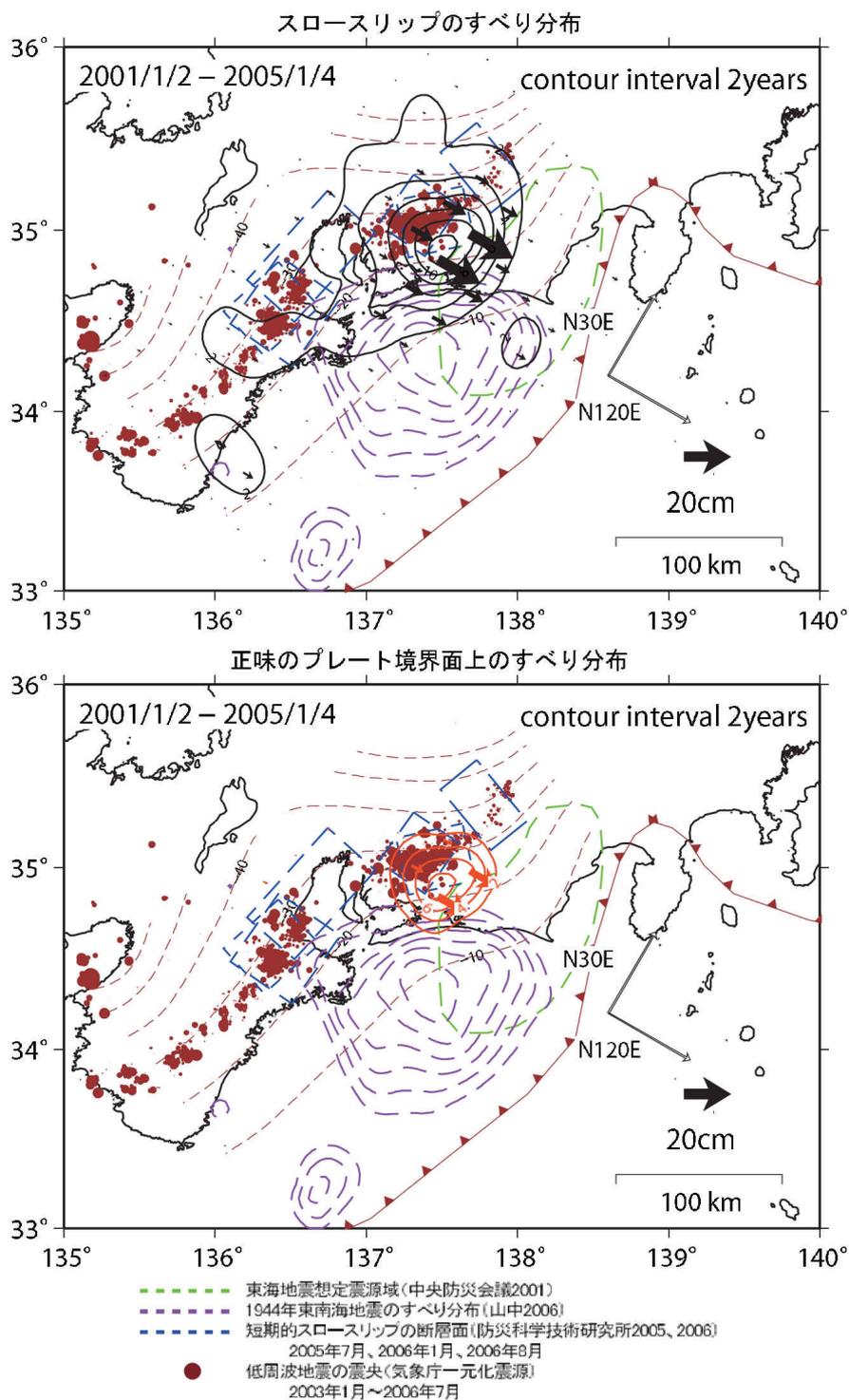
図 2: グリッドにおけるすべりの蓄積、解放の履歴. 各グリッドの位置は上図の青丸. 横軸は時間. 縦軸はすべり量. N120E 方向が正. 黒の縦の点線はスロースリップ計算開始時期 (2000年9月12日). 薄黒い領域は上図のベクトル図の期間. 青線はバックスリップによるすべり量. 黒線はスロースリップによるすべり量. オレンジ線は正味のすべり量.

(速度拘束) 国土地理院資料

第 56 図 すべりの解放量と蓄積、解放の履歴（大潟固定）

Fig. 56 (upper) Slip release, (lower) records of accumulation and release of slip.

長期・短期スロースリップとアスペリティの分布

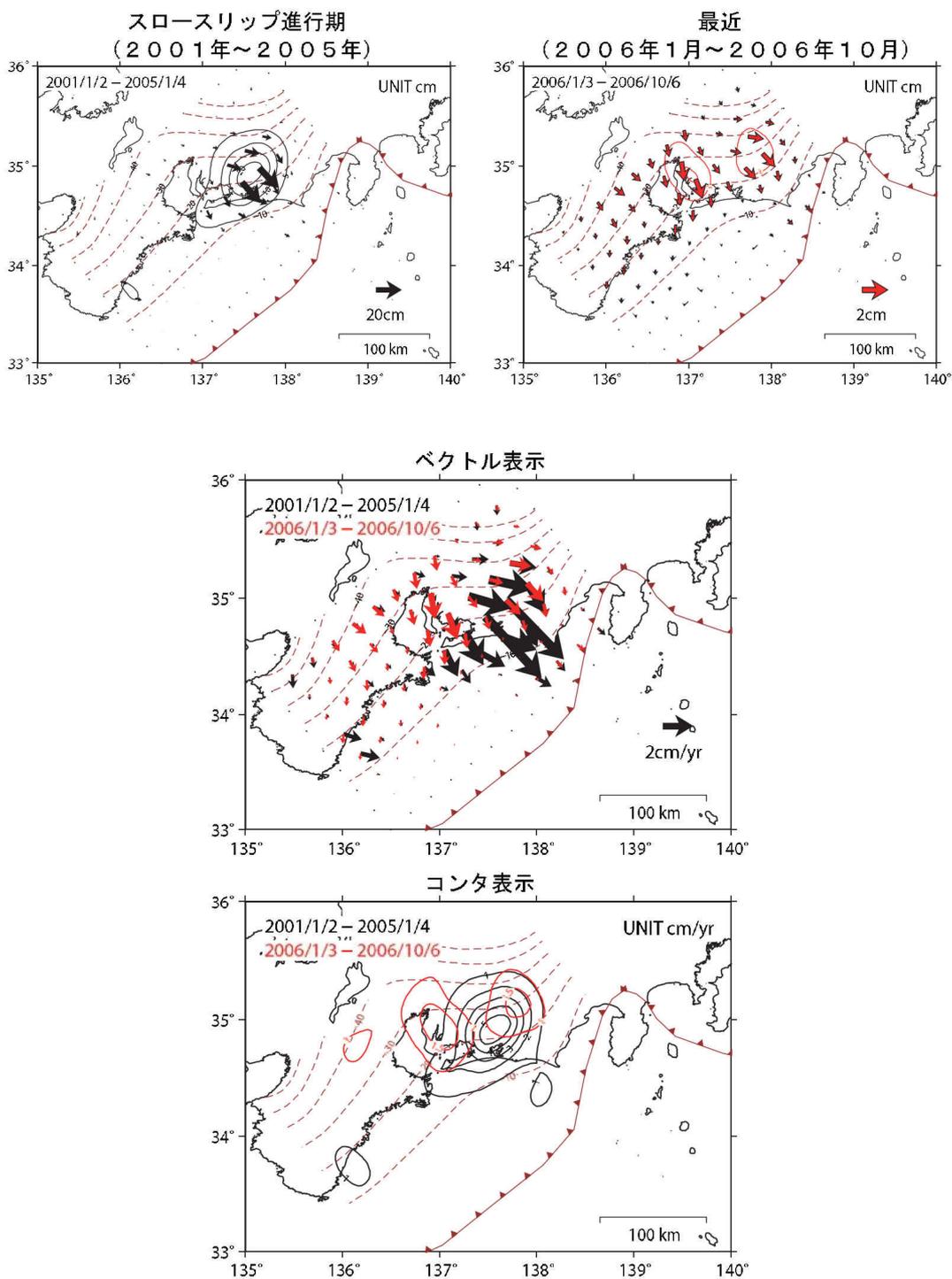


すべり量はN120E 方向に投影している。矢印:すべり分布. コンタ(間隔2年)は、このすべり量が何年分の蓄積量に相当するかを表す。

(速度拘束) 国土地理院資料

第 57 図 長期・短期スロースリップとアスペリティの分布
Fig. 57 Distribution of long- and short-term slow slip and asperity.

スロースリップ進行期と最近のすべり分布の比較

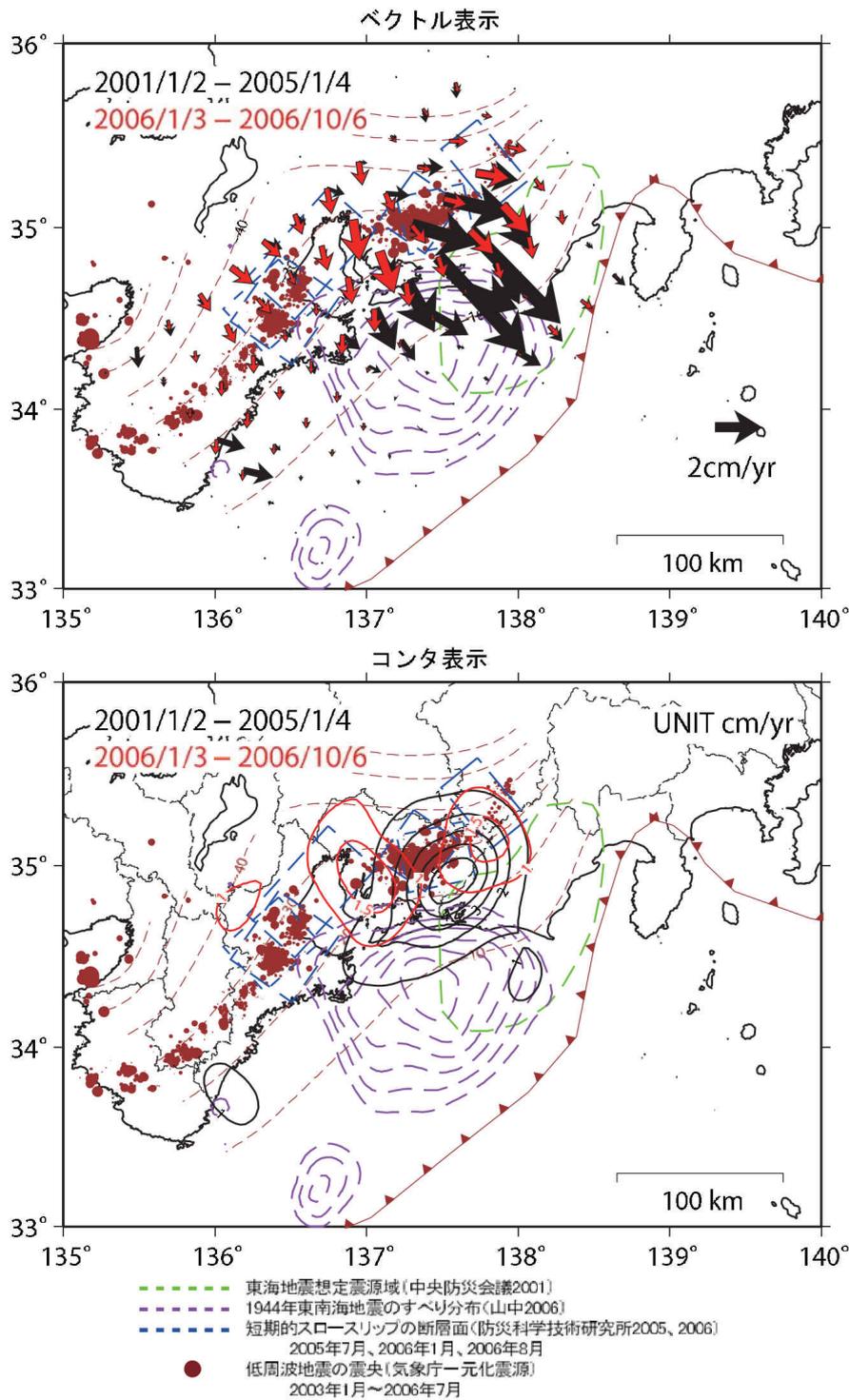


黒矢印および黒線スロースリップ進行期（2001年～2005年）赤矢印および赤線最近（2006年1月～2006年10月）それぞれ速度（cm/yr）に換算して表示している。

（速度拘束） 国土地理院資料

第 58 図 スロースリップ進行期と最近のすべり分布の比較
 Fig. 58 Comparison of slip distribution on the plate boundary in between slow slip phase and after the slow slip (recent).

長期・短期スロースリップとアスペリティの分布



黒矢印および黒線:スロースリップ進行期(2001年~2005年)。赤矢印および赤線:最近(2006年1月~2006年10月)。それぞれ速度(cm/yr)に換算して表示している。

(速度拘束) 国土地理院資料

第 59 図 最近 10 ヶ月のすべりを重ねた長期・短期スロースリップとアスペリティの分布
Fig. 59 Distribution of long- and short- term slow slip and asperity overlaid by slip of most recent 10 months.

2004年9月5日紀伊半島南東沖の地震の余効変動の見積り
(1) 粘性緩和

(A) 構造モデル:

粘弾性体の上に弾性体がある水平2層モデルを仮定。弾性体の厚さは30 km。

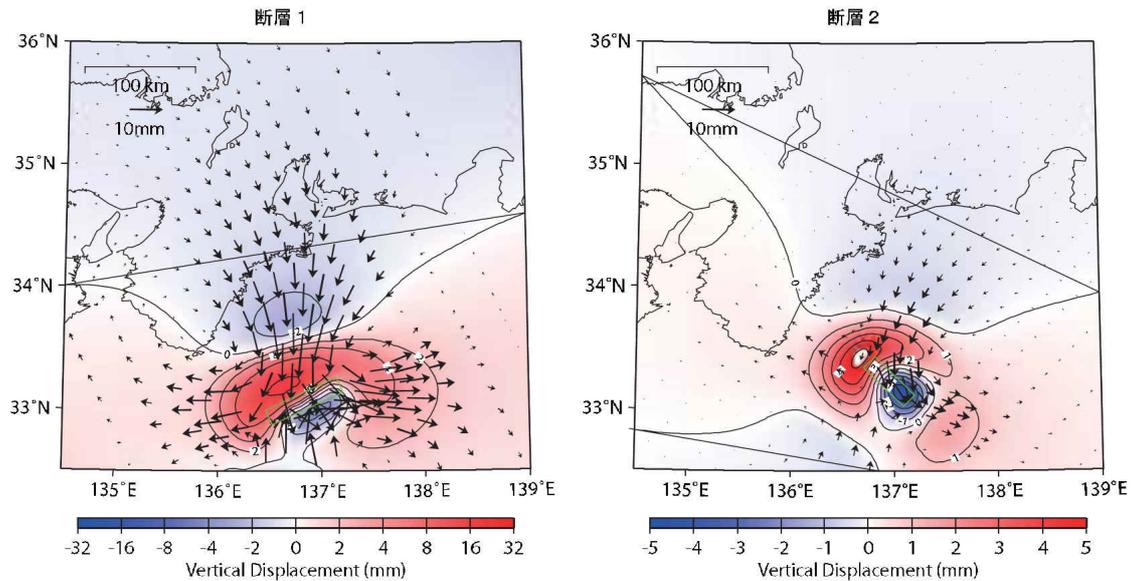
	剛性率 Pa	ポアソン比	粘性率 Pa·s
弾性体	3.30×10^{10}	0.226	—
粘弾性体	5.89×10^{10}	0.273	9.3×10^{18}

(B) 地震時の断層モデル:

国土地理院 (2005) 中部・近畿地方の地殻変動, 427-463, 地震予知連絡学会報第73巻。

	緯度 deg	経度 deg	深さ km	走向 deg	傾斜 deg	すべり角 deg	長さ km	幅 km	すべり量 m
断層1	33.14	137.21	6.3	245	57	61	66.4	23.6	3.27
断層2	33.49	136.84	10.6	135	40	131	46.4	13.9	2.14

(C) 地震発生後2年間の変動量:

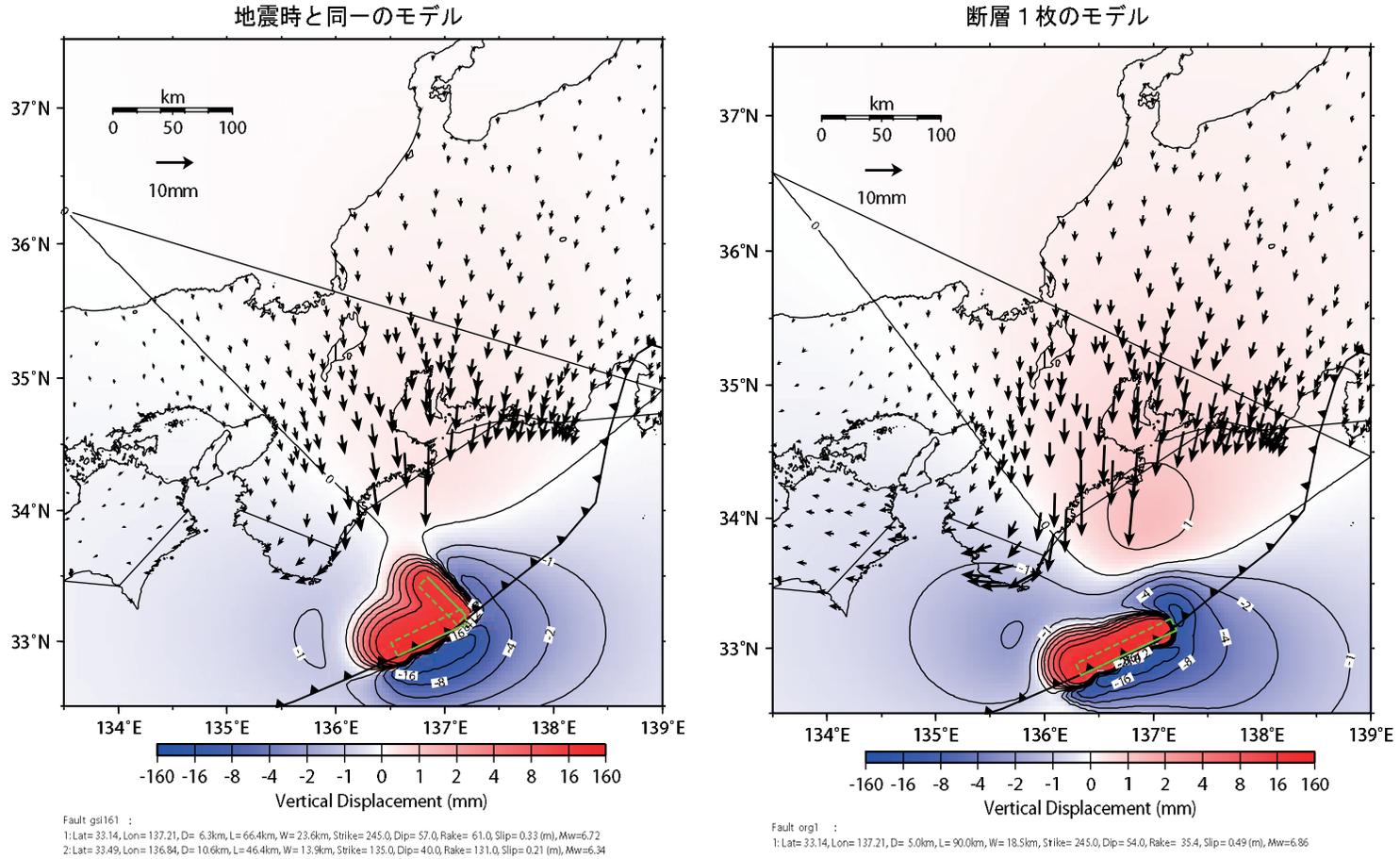


国土地理院資料

第60図 2004年9月5日紀伊半島南東沖の地震の余効変動の見積もり (1) 粘性緩和
Fig. 60 Estimation of postseismic deformation of the September 5, 2004 southeast off-Kii Peninsula earthquake. (1) Viscoelastic

2004年9月5日紀伊半島南東沖の地震の余効変動の見積り
(2) 余効すべり

(A) 変動量 :



第 61 図 2004 年 9 月 5 日紀伊半島南東沖の地震の余効変動の見積り (2) 余効すべり

Fig. 61 Estimation of postseismic deformation of the September 5, 2004 southeast off-Kii Peninsula earthquake. (2) Afterslip

2004年9月5日紀伊半島南東沖の地震の余効変動の見積り
(3) 間隙弾性緩和

(A) 状態の変化：

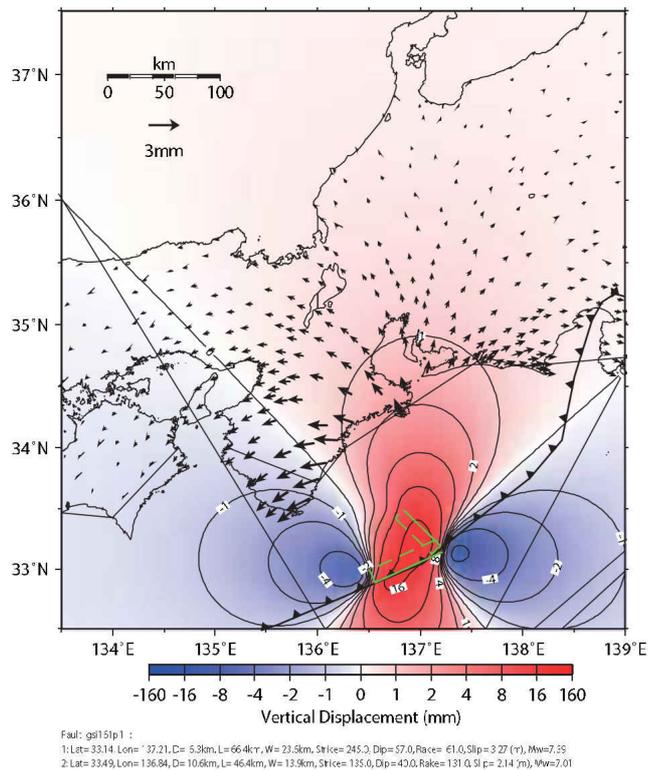
ポアソン比	
非排水条件 (地震直後)	0.31
排水条件 (地震後)	0.27

(B) 地震時の断層モデル：

国土地理院 (2005) 中部・近畿地方の地殻変動, 427-463, 地震予知連絡会会報第73巻.

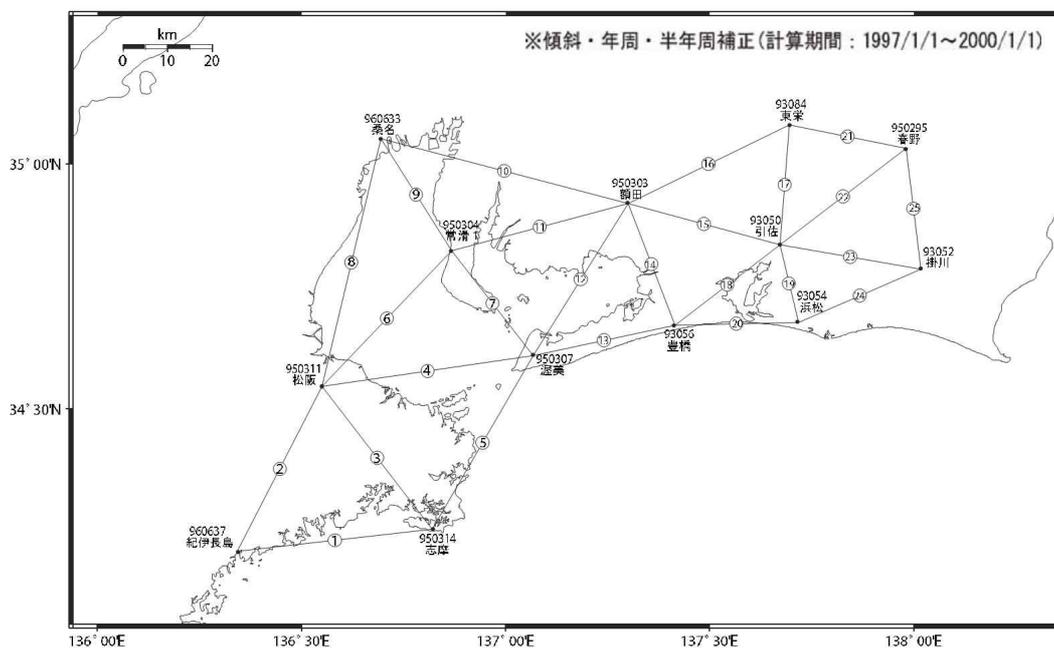
	緯度	経度	深さ	走向	傾斜	すべり角	長さ	幅	すべり量
	deg	deg	km	deg	deg	deg	km	km	m
断層 1	33.14	137.21	6.3	245	57	61	66.4	23.6	3.27
断層 2	33.49	136.84	10.6	135	40	131	46.4	13.9	2.14

(C) 変動量：



第 62 図 2004 年 9 月 5 日紀伊半島南東沖の地震の余効変動の見積り (3) 間隙弾性緩和
 Fig. 62 Estimation of postseismic deformation of the September 5, 2004 southeast off-Kii Peninsula earthquake. (3) Poroelastic

伊勢湾および浜名湖周辺 GPS連続観測基線図

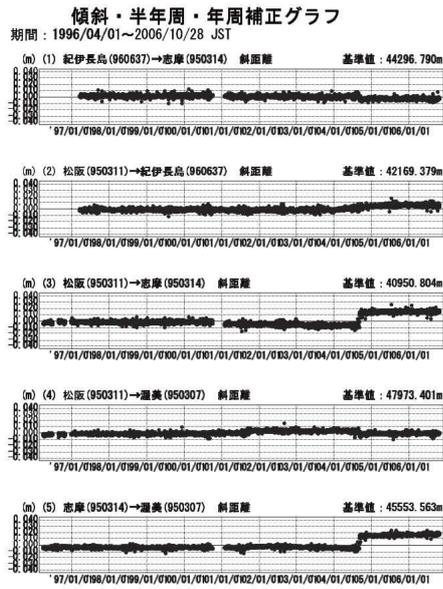


伊勢湾および浜名湖周辺の各観測局情報

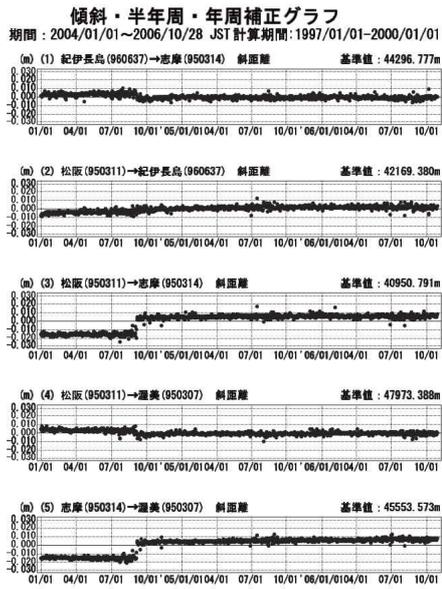
点番号	点名	アンテナ交換	レドーム設置	アンテナ高変更	周辺伐採
93050	引佐	2003/5/19	2003/2/15		
93052	掛川	2003/5/12	2003/2/12		
93054	浜松	2003/5/14	2003/5/14		
93056	豊橋	2003/2/13	2003/2/12		
93084	東栄	2003/3/6	2003/2/16	2003/5/19	
950295	春野	2003/5/28			
950303	額田	2003/2/20			
950304	常滑1	2003/3/5			
950307	渥美	2003/3/7			
950311	松阪	2003/2/17			
950314	志摩	2003/2/13			
960633	桑名	2003/2/13			
960637	紀伊長島	2003/2/13			

※2003/3/5に基準局92110(つくば1)のアンテナおよびレドームの交換を実施し、解析値に補正をしています。

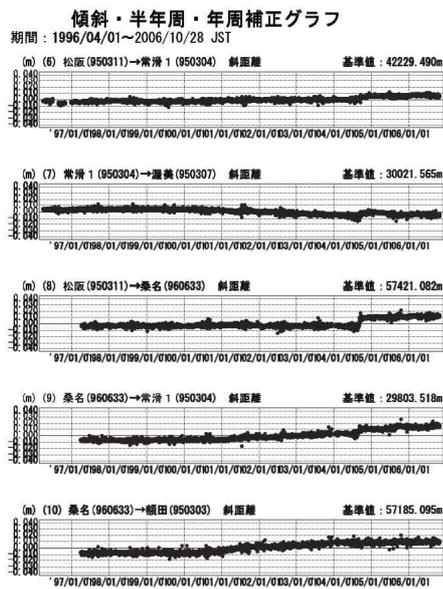
第 63 図 伊勢湾および浜名湖周辺 GPS 連続観測点観測結果(基線図および保守状況)
 Fig. 63 Results of continuous GPS measurements around the Ise bay and Hamana lake.
 (Baseline map and history of maintenance)



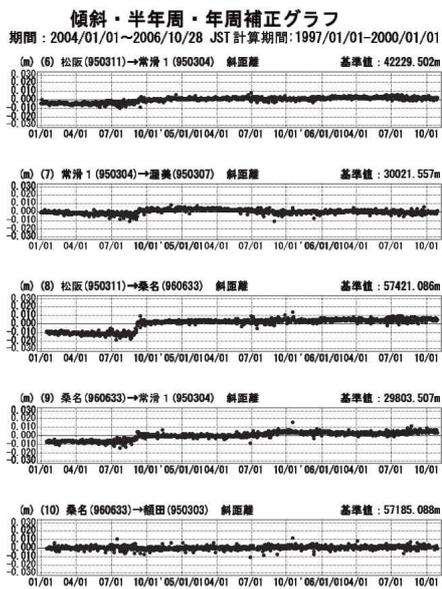
●—[F2:最終解]



国土地理院

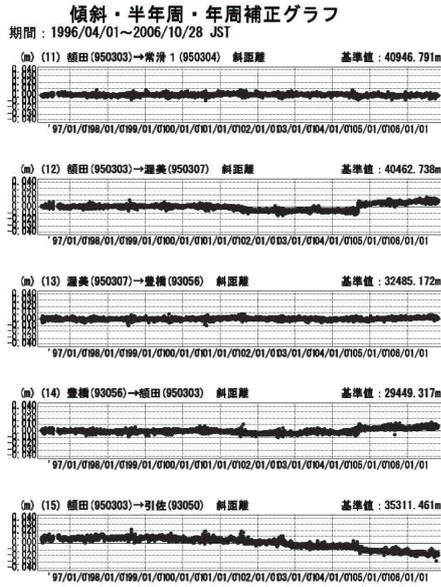


●—[F2:最終解]

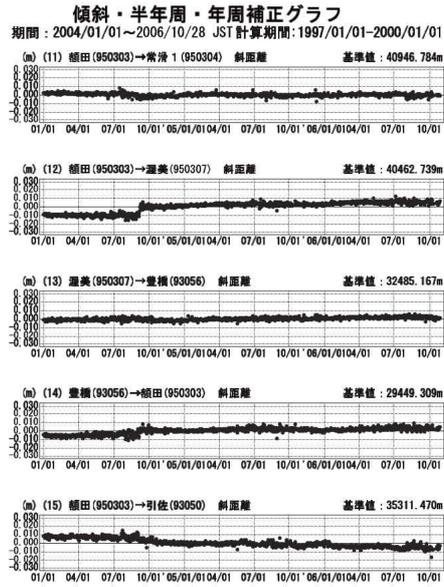


国土地理院

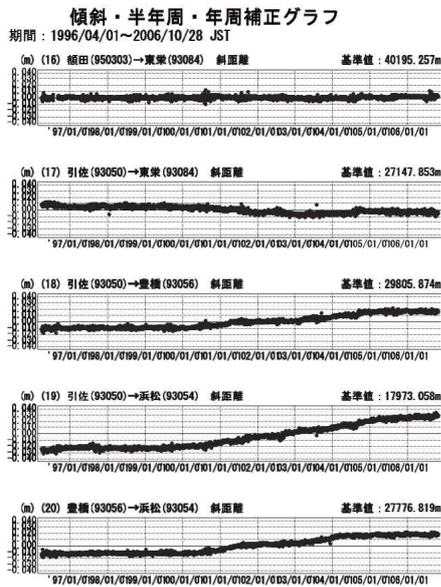
第 64 図 伊勢湾および浜名湖周辺 G P S 連続観測点観測結果 (斜距離 1/3)
 Fig. 64 Time series of slant distance from continuous GPS measurements around the Ise bay and Hamana lake with the correction of secular trend, one year cycle and half year cycle variation. (1/3)



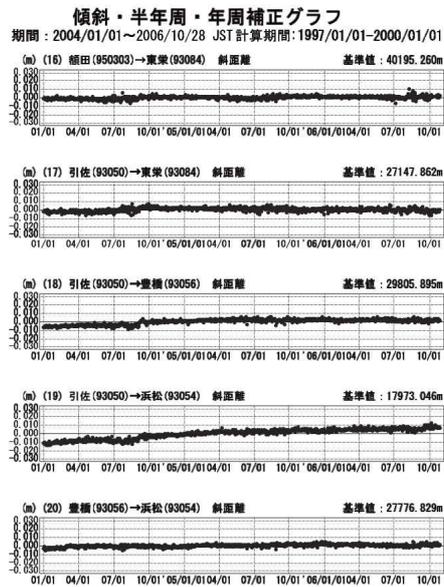
●—[F2:最終解]



国土地理院



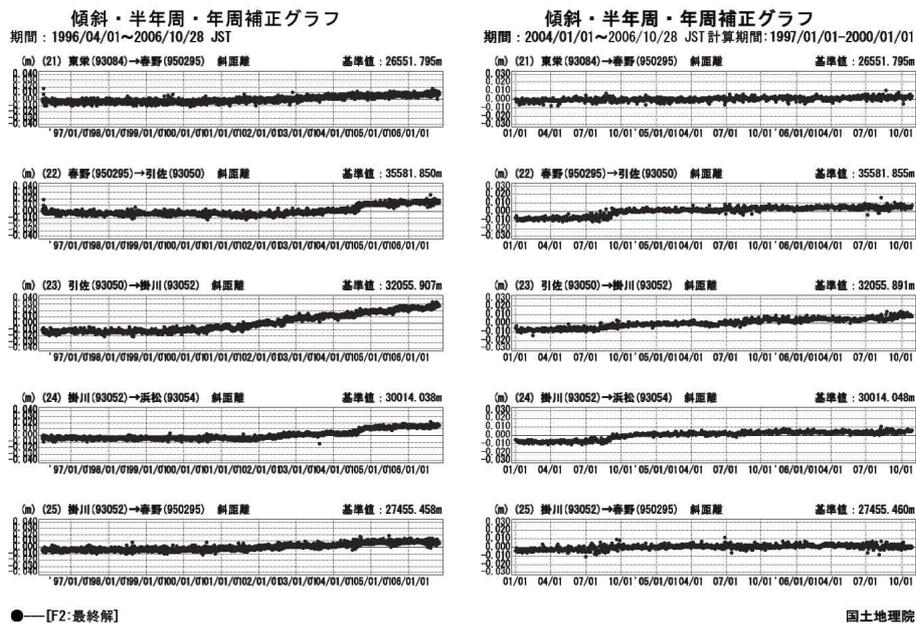
●—[F2:最終解]



国土地理院

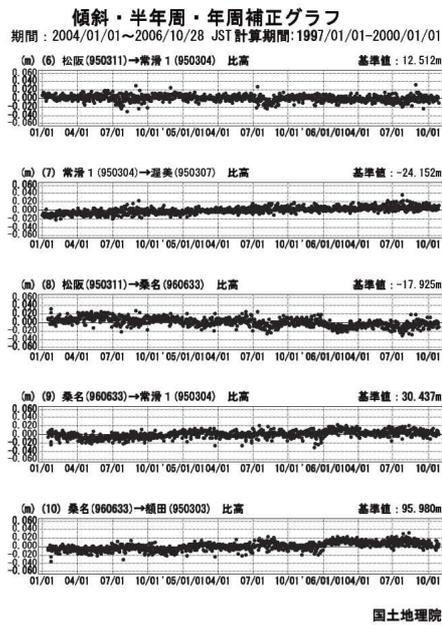
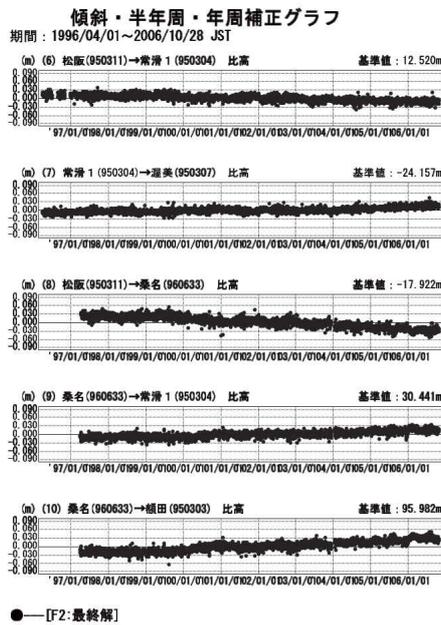
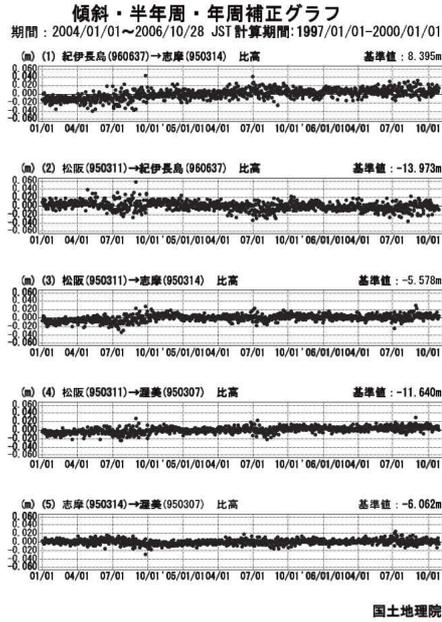
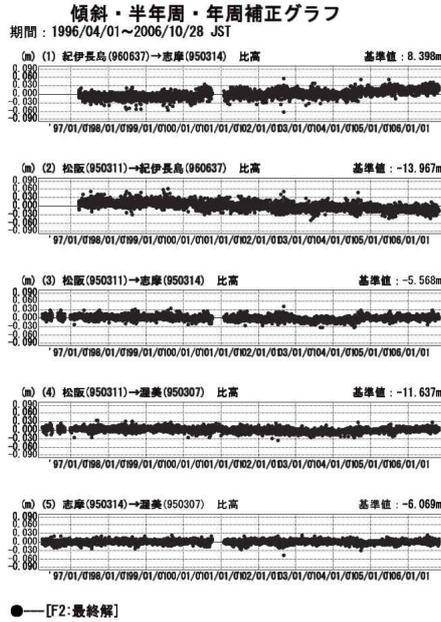
第 65 図 伊勢湾および浜名湖周辺 G P S 連続観測点観測結果 (斜距離 2/3)

Fig. 65 Time series of slant distance from continuous GPS measurements around the Ise bay and Hamana lake with the correction of secular trend, one year cycle and half year cycle variation. (2/3)

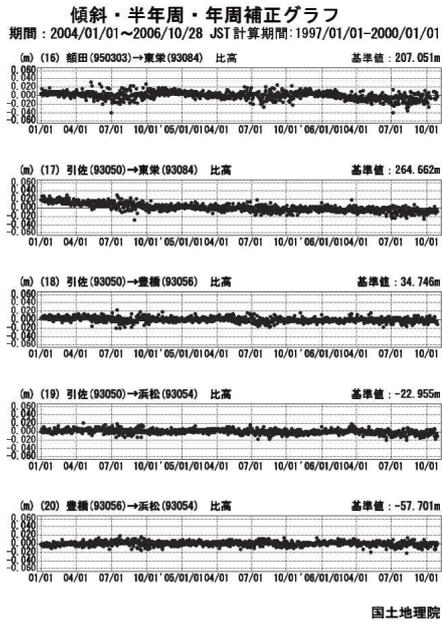
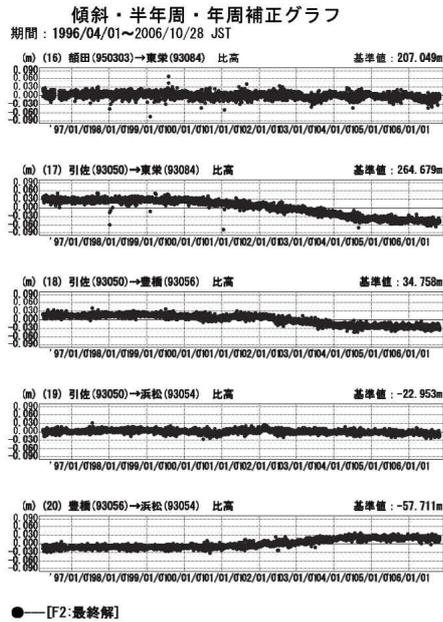
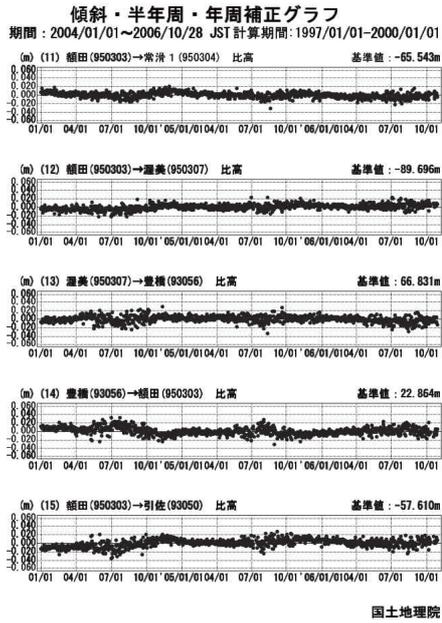
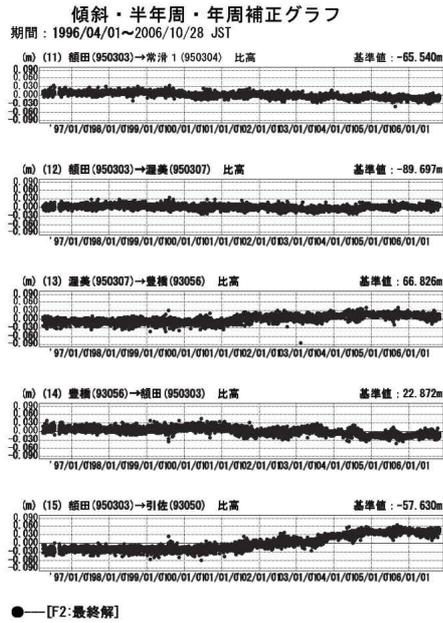


第 66 図 伊勢湾および浜名湖周辺 G P S 連続観測点観測結果 (斜距離 3/3)

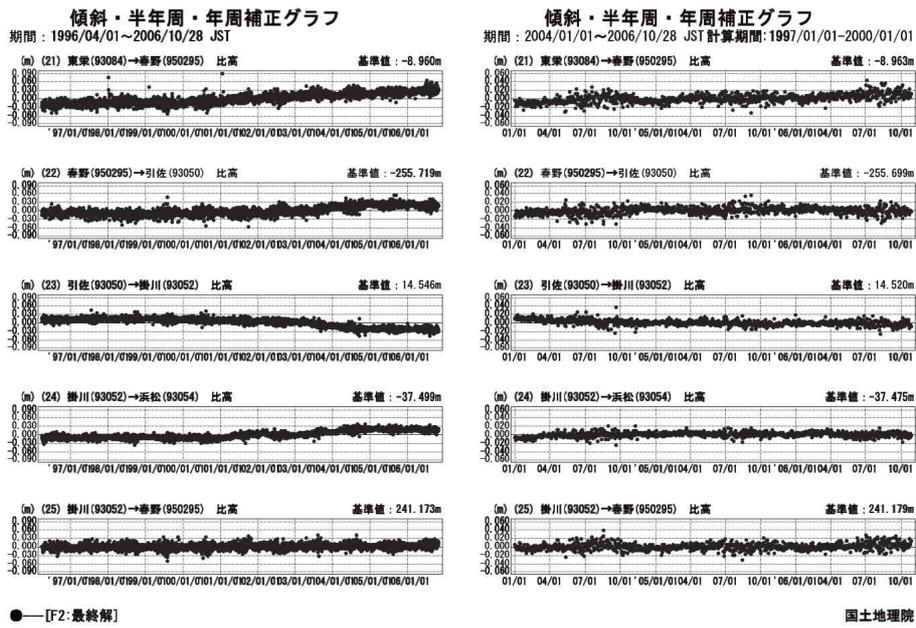
Fig. 66 Time series of slant distance from continuous GPS measurements around the Ise bay and Hamana lake with the correction of secular trend, one year cycle and half year cycle variation. (3/3)



第 67 図 伊勢湾および浜名湖周辺 G P S 連続観測点観測結果（比高 1/3）
 Fig. 67 Time series of relative height from continuous GPS measurements around the Ise bay and Hamana lake with the correction of secular trend, one year cycle and half year cycle variation. (1/3)

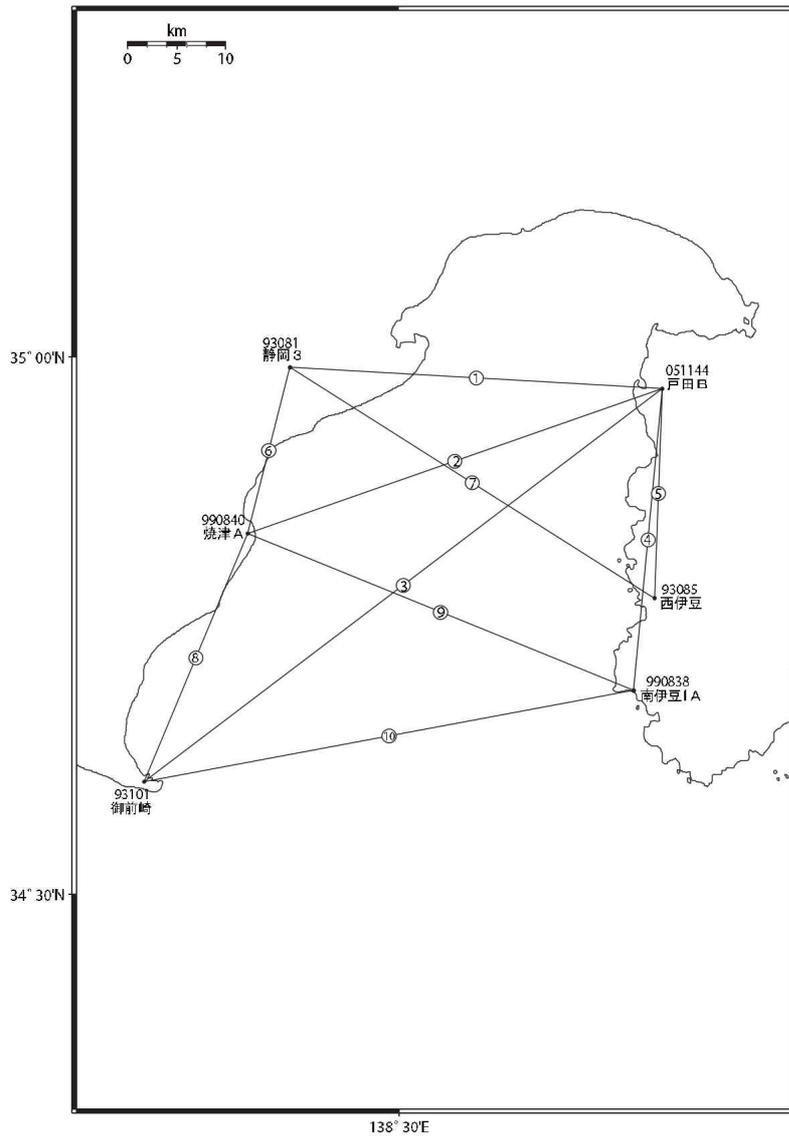


第 68 図 伊勢湾および浜名湖周辺 G P S 連続観測点観測結果 (比高 2/3)
 Fig. 68 Time series of relative height from continuous GPS measurements around the Ise bay and Hamana lake with the correction of secular trend, one year cycle and half year cycle variation. (2/3)



第 69 図 伊勢湾および浜名湖周辺 G P S 連続観測点観測結果 (比高 3/3)
 Fig. 69 Time series of relative height from continuous GPS measurements around the Ise bay and Hamana lake with the correction of secular trend, one year cycle and half year cycle variation. (3/3)

駿河湾周辺 GPS連続観測基線図



駿河湾周辺の各観測局情報

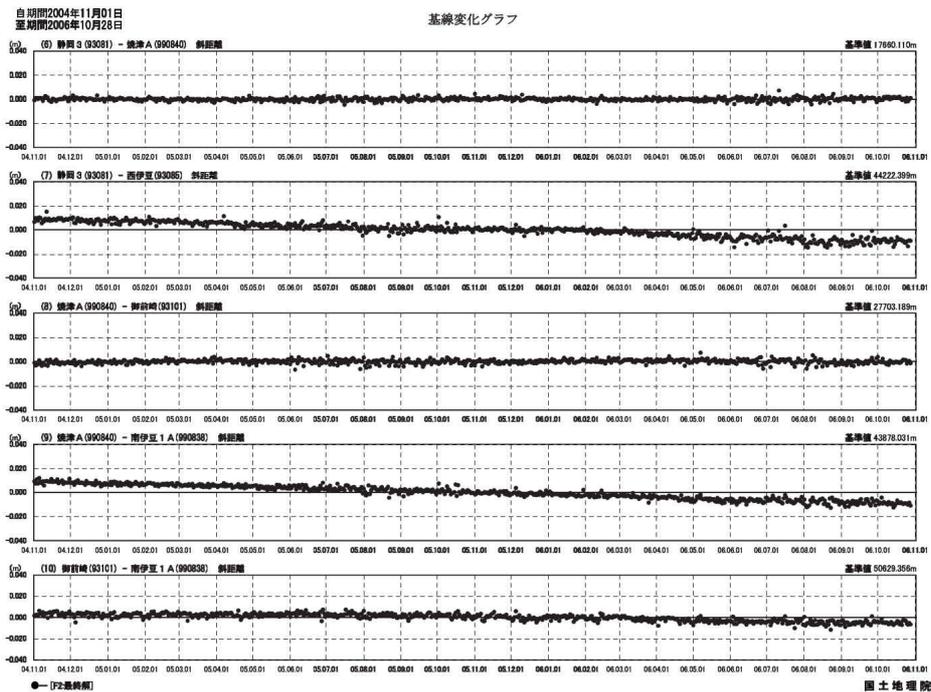
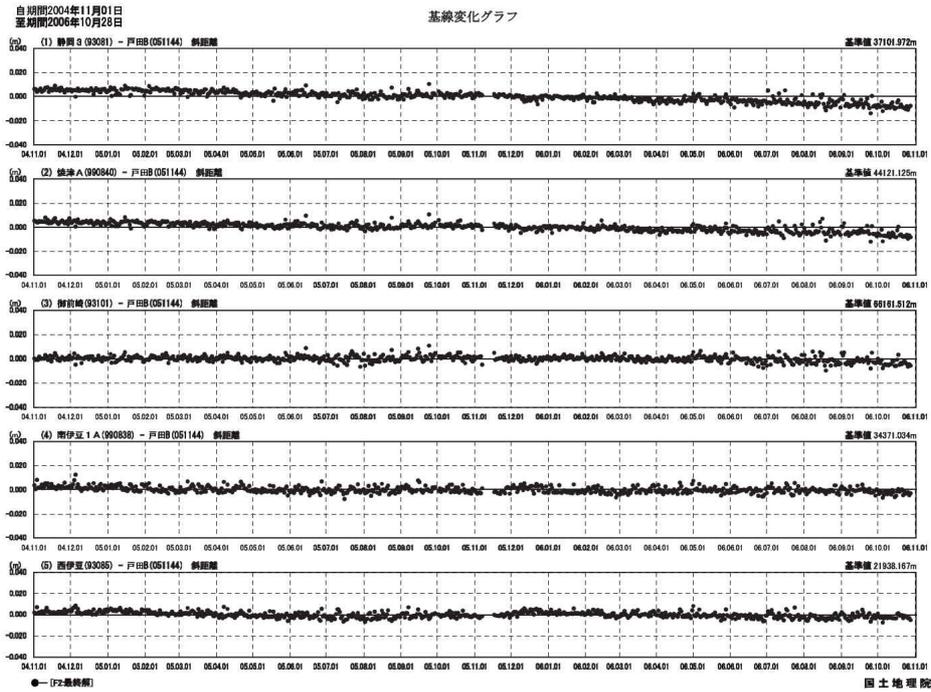
点番号	点名	アンテナ交換		レドーム 取り付け	アンテナ高 変更	周辺伐採
93081	静岡3	2001/3/20	2003/3/20	2003/3/13		2002/6/21 2003/10/24
93085	西伊豆	2001/3/19	2003/2/26	2003/2/26	2003/5/22	
93101	御前崎		2003/2/28	2003/2/11		
990838	南伊豆1A		2003/3/12			
051144	戸田B					
990840	焼津A		2003/6/18			

※2003/3/5に基準局92110（つくば1）のアンテナおよびレドームの交換を実施し、解析値に補正をしています。

※戸田Bは2005/11/15移転（戸田A→戸田B）。戸田Aアンテナ交換：2003/5/20

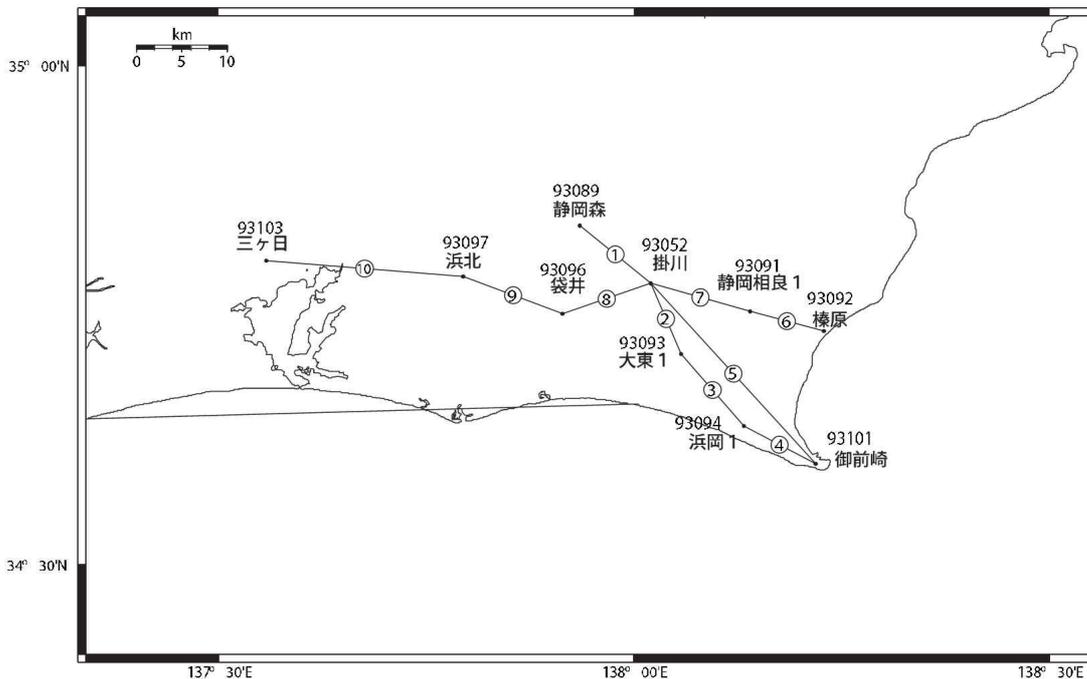
第70図 駿河湾周辺GPS連続観測点観測結果（基線図および保守状況）

Fig. 70 Results of continuous GPS measurements around the Suruga bay. (Baseline map and history of maintenance)



第 71 図 駿河湾周辺 G P S 連続観測点観測結果
Fig. 71 Results of continuous GPS measurements around the Suruga bay.

御前崎周辺地区 GPS連続観測基線図

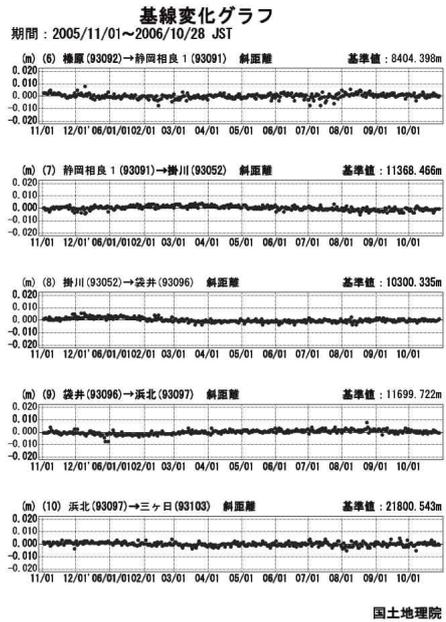
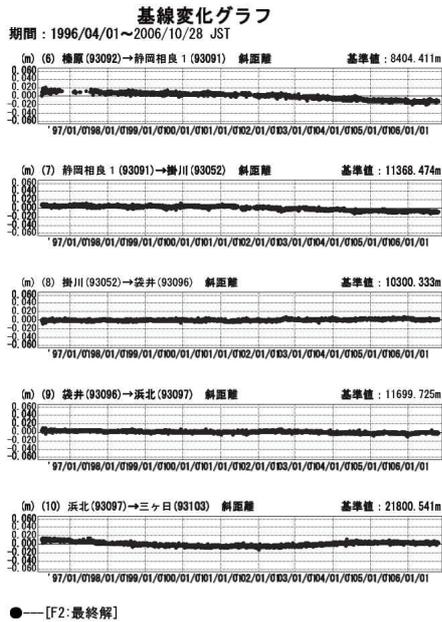
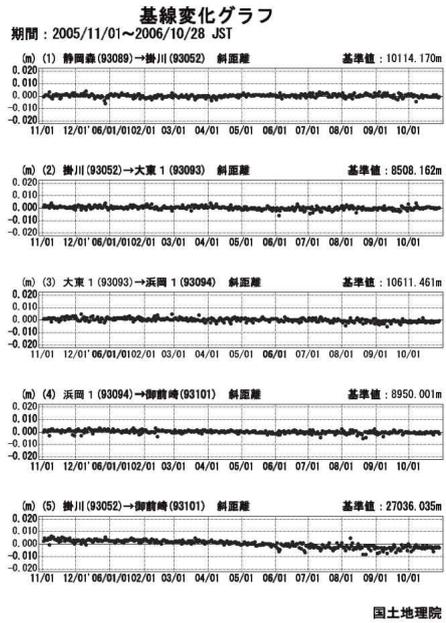
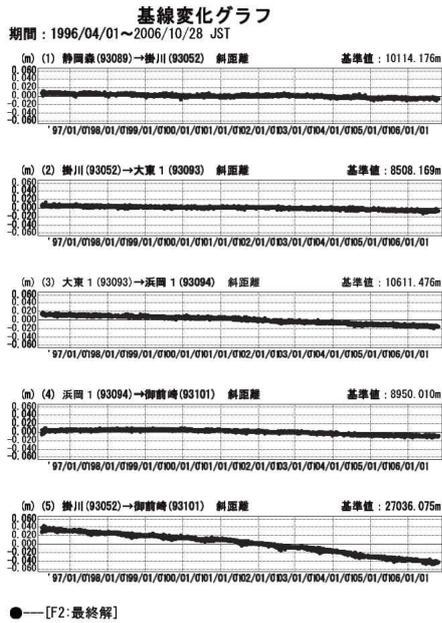


御前崎周辺地区の各観測局情報

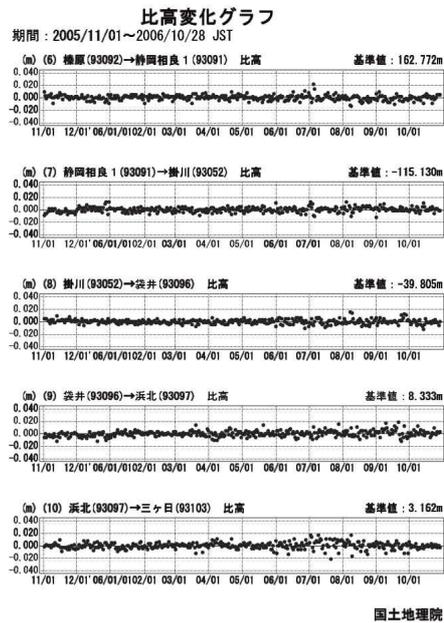
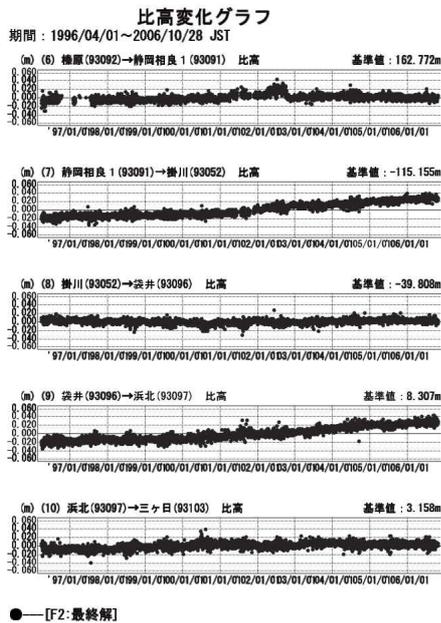
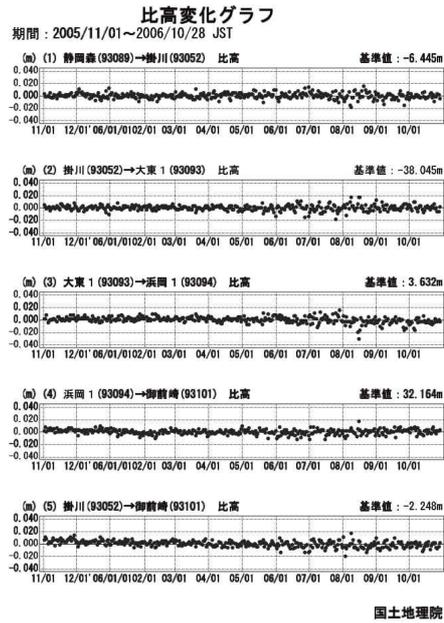
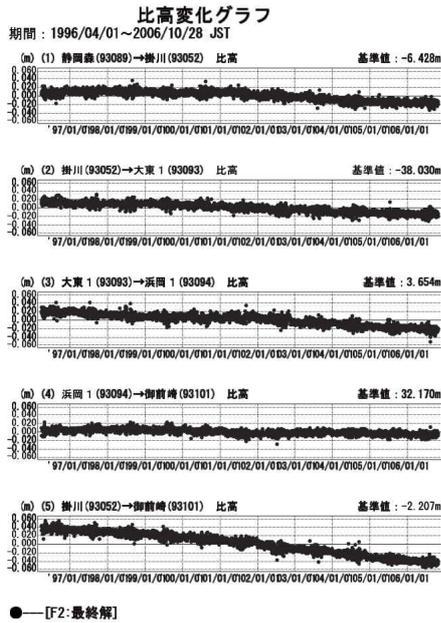
点番号	点名	アンテナ交換		レドーム設置	アンテナ高変更	周辺伐採
93052	掛川		2003/5/12	2003/2/12		
93089	静岡森		2003/5/15	2003/2/13		2003/9/9
93091	静岡相良 1	2001/3/21	2003/3/6	2003/2/12		
93092	榛原	2001/3/21	2003/3/3	2003/2/11		2002/10/7 2003/9/9
93093	大東 1		2003/3/4	2003/2/10		
93094	浜岡 1		2003/5/16	2003/2/10		
93096	袋井		2003/3/3	2003/2/15	2003/5/20	2003/11/21
93097	浜北		2003/2/28	2003/2/14		
93101	御前崎		2003/2/28	2003/2/11		
93103	三ヶ日		2003/5/19	2003/2/15		

※2003/3/5に基準局92110(つくば1)のアンテナおよびレドームの交換を実施し解析値に補正をしています。

第 72 図 御前崎周辺GPS連続観測点観測結果(基線図および保守状況)
 Fig. 72 Results of continuous GPS measurements in the Omaezaki region.
 (Baseline map and history of maintenance)

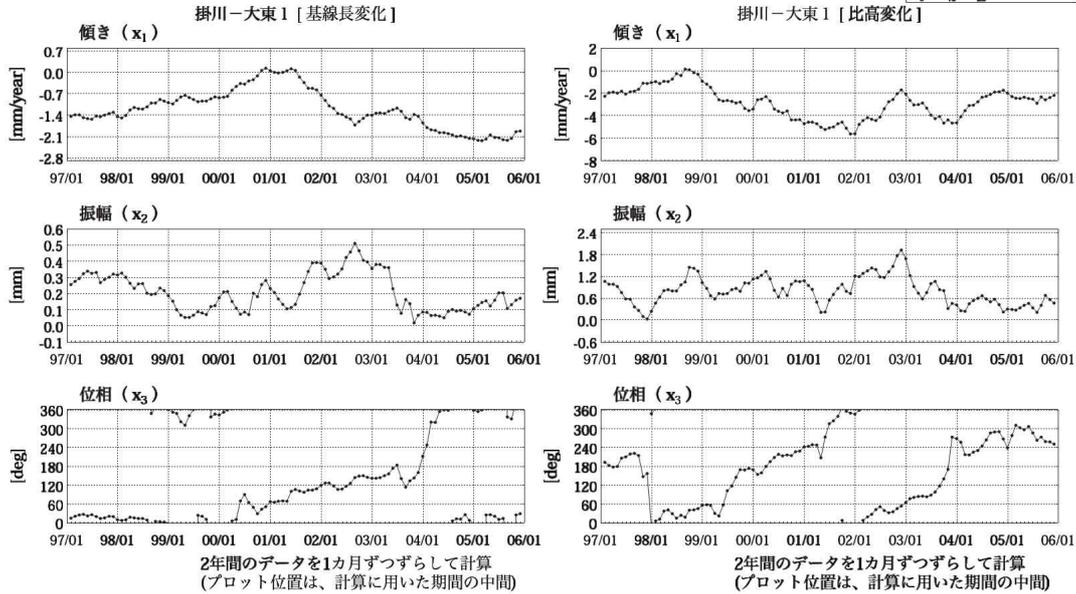
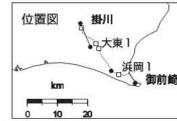


第 73 図 御前崎周辺 G P S 連続観測点観測結果 (斜距離 1/2)
 Fig. 73 Results of continuous GPS measurements in the Omaezaki region. (1/2)

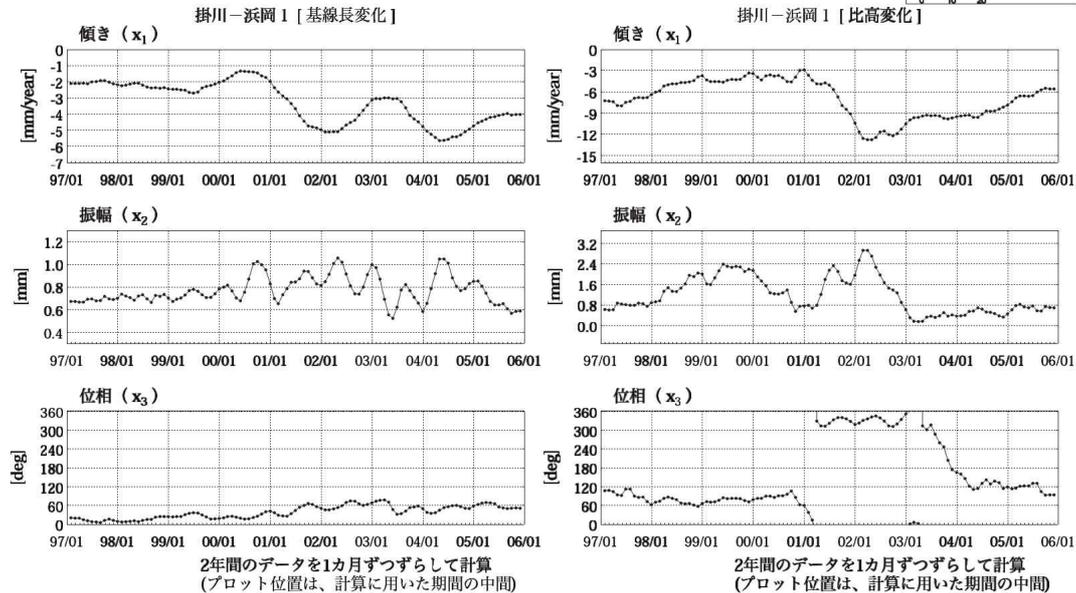
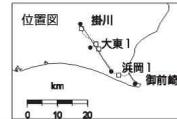


第 74 図 御前崎周辺 G P S 連続観測点観測結果 (比高 2/2)
 Fig. 74 Results of continuous GPS measurements in the Omazeki region. (2/2)

GPS連続観測による基線長・比高変化に対する近似曲線の係数変化グラフ
 近似曲線： $f = x_0 + x_1 \cdot (t/365) + x_2 \cdot \cos(2\pi \cdot t/365 - \phi)$, $\phi = 2\pi \cdot x_3/360$



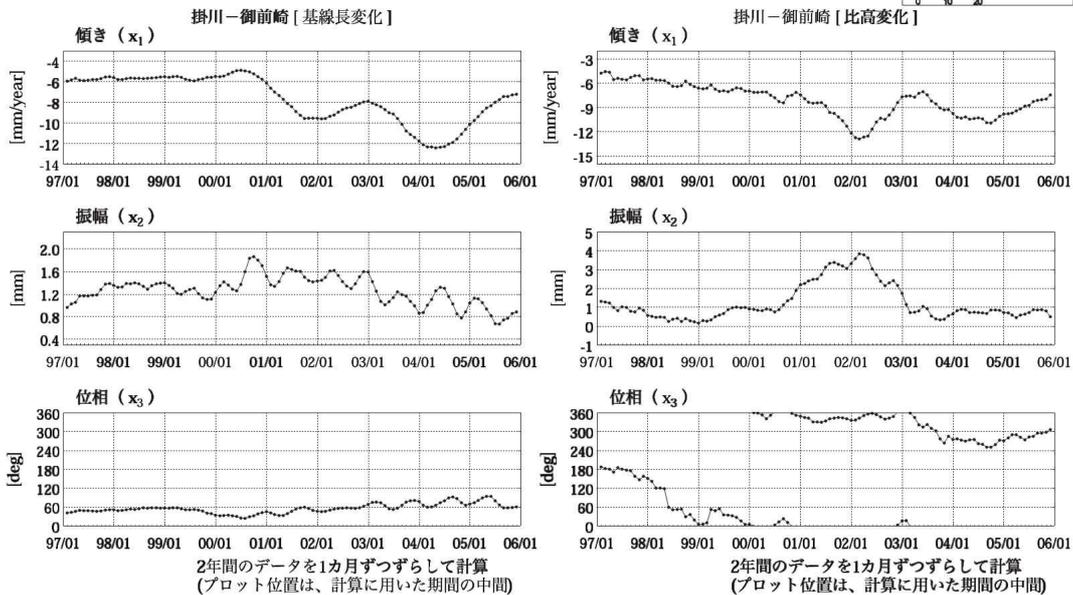
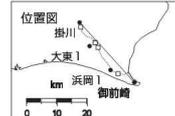
GPS連続観測による基線長・比高変化に対する近似曲線の係数変化グラフ
 近似曲線： $f = x_0 + x_1 \cdot (t/365) + x_2 \cdot \cos(2\pi \cdot t/365 - \phi)$, $\phi = 2\pi \cdot x_3/360$



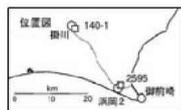
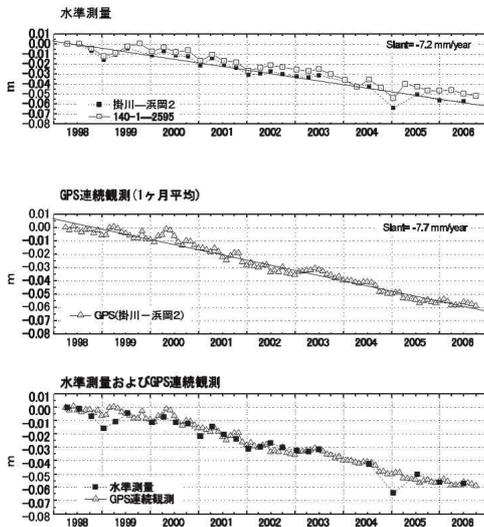
第 75 図 東海地方の GPS 観測結果及び水準測量結果の時間変化 (1/3)

Fig. 75 Temporal variation the crustal deformation measured by GPS and precise leveling in Omaezaki region. (1/3)

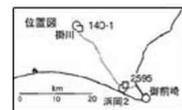
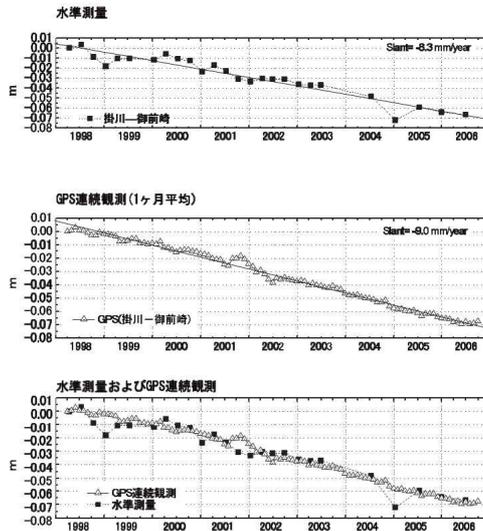
GPS連続観測による基線長・比高変化に対する近似曲線の係数変化グラフ
 近似曲線: $f = x_0 + x_1 \cdot (t/365) + x_2 \cdot \cos(2\pi \cdot t/365 - \phi)$, $\phi = 2\pi \cdot x_3/360$



GPS連続観測および水準測量による
 掛川-浜岡2間の比高変化



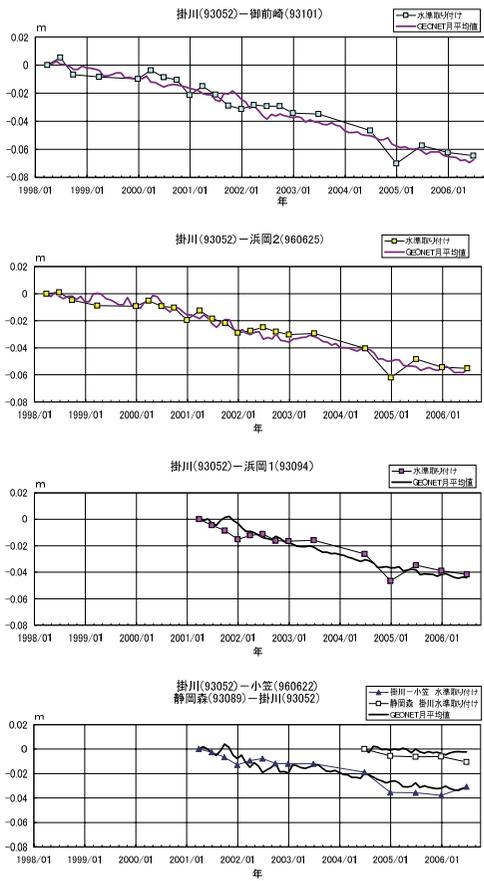
GPS連続観測および水準測量による
 掛川-御前崎間の比高変化



第 76 図 東海地方の GPS 観測結果及び水準測量結果の時間変化 (2/3)

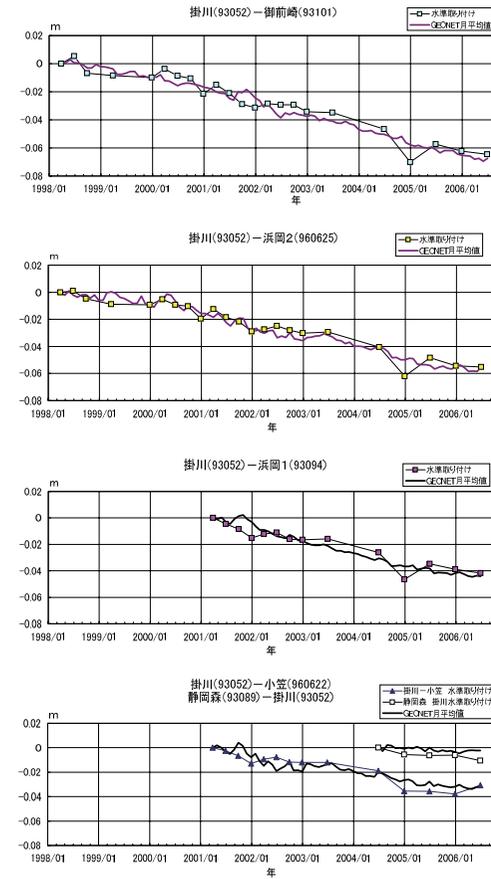
Fig. 76 Temporal variation the crustal deformation measured by GPS and precise leveling in Omaezaki region. (2/3)

水準測量による取付観測と電子基準点の比高変化



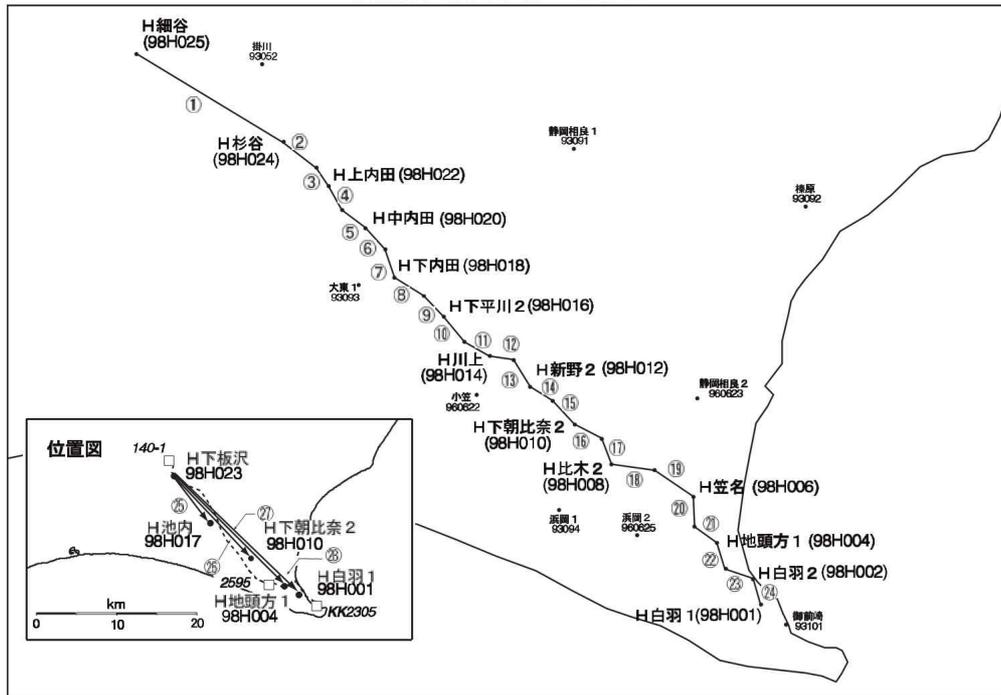
第 77 図 東海地方の GPS 観測結果及び水準測量結果の時間変化 (3/3)
Fig. 77 Temporal variation the crustal deformation measured by GPS and precise leveling in Omaezaki region. (3/3)

水準測量による取付観測と電子基準点の比高変化



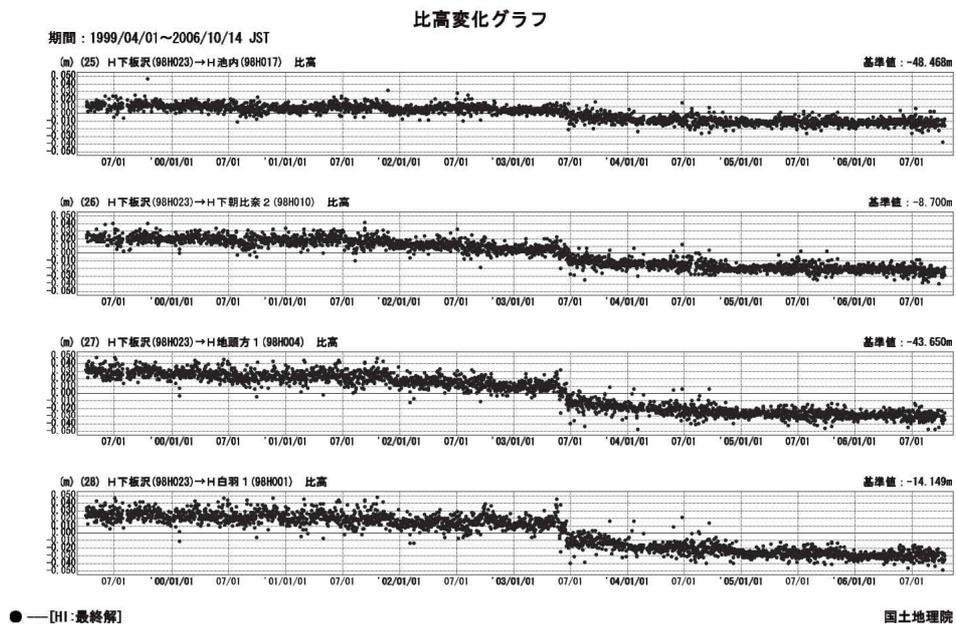
第 78 図 水準測量による取付観測と電子基準点の比高変化
Fig. 78 Comparison between leveling and GPS height.

高精度比高観測点 基線図



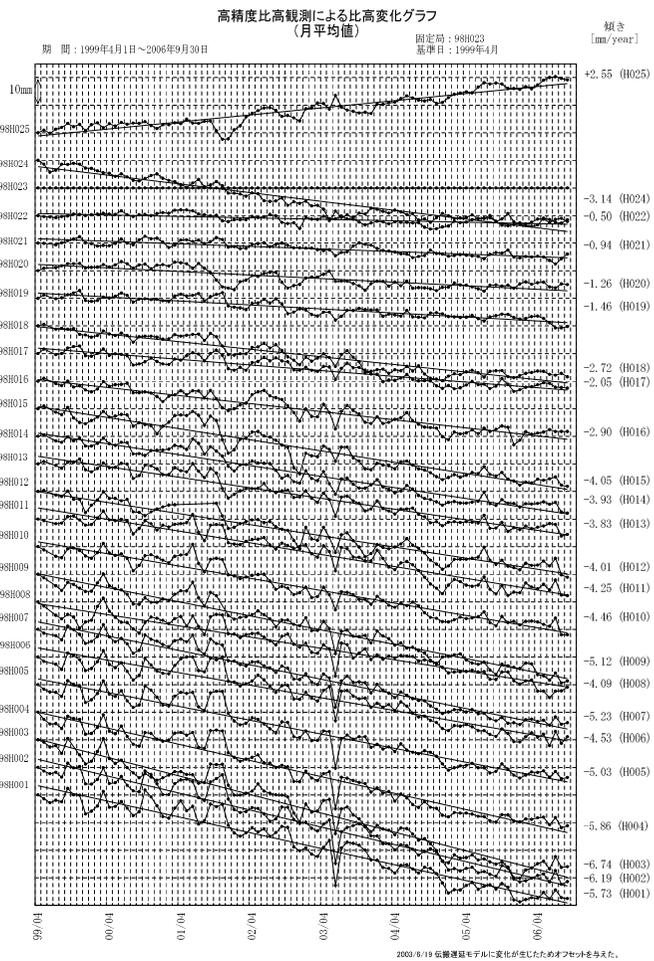
第 79 図 a (上図) 御前崎地域の高精度比高観測 GPS 観測結果 (基線図)

Fig. 79a (upper) Results of high precision vertical GPS measurements in Omaezaki region. (Baseline map)

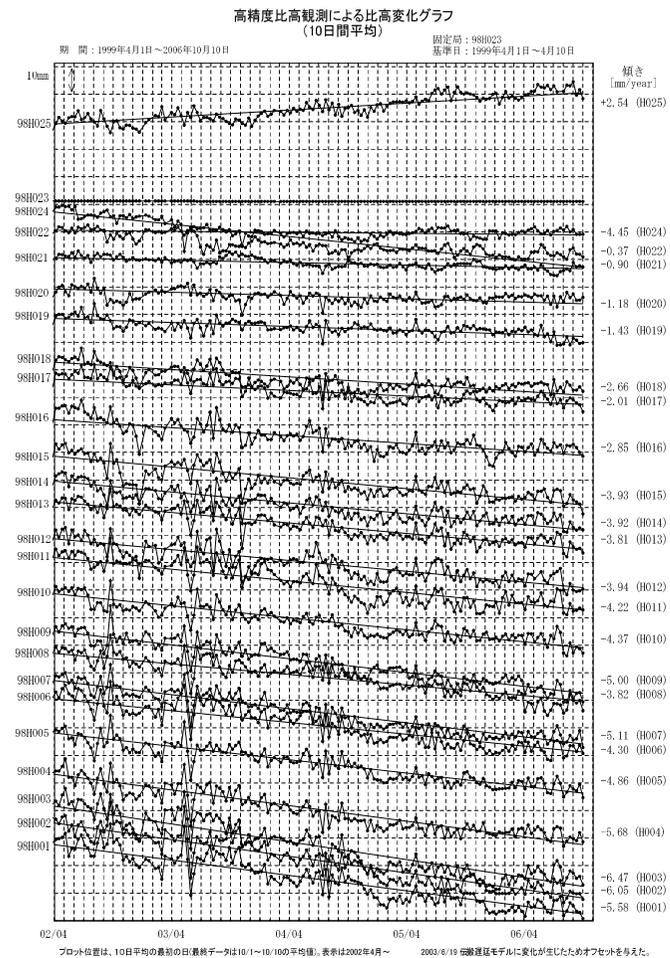


第 79 図 b (下図) 御前崎地域の高精度比高観測 GPS 観測結果

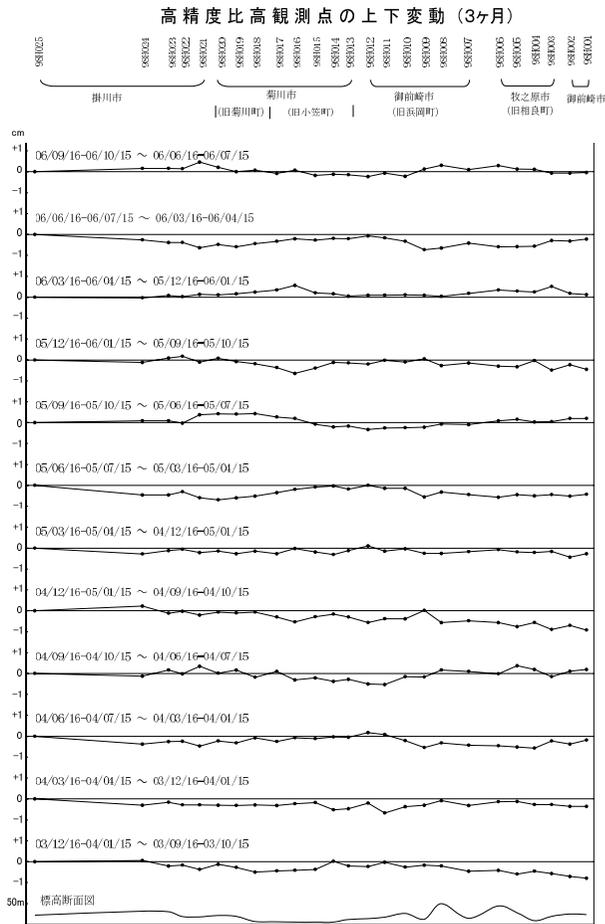
Fig. 79b (lower) Time series of the height change in precision vertical GPS measurements sites in Omaezaki region.



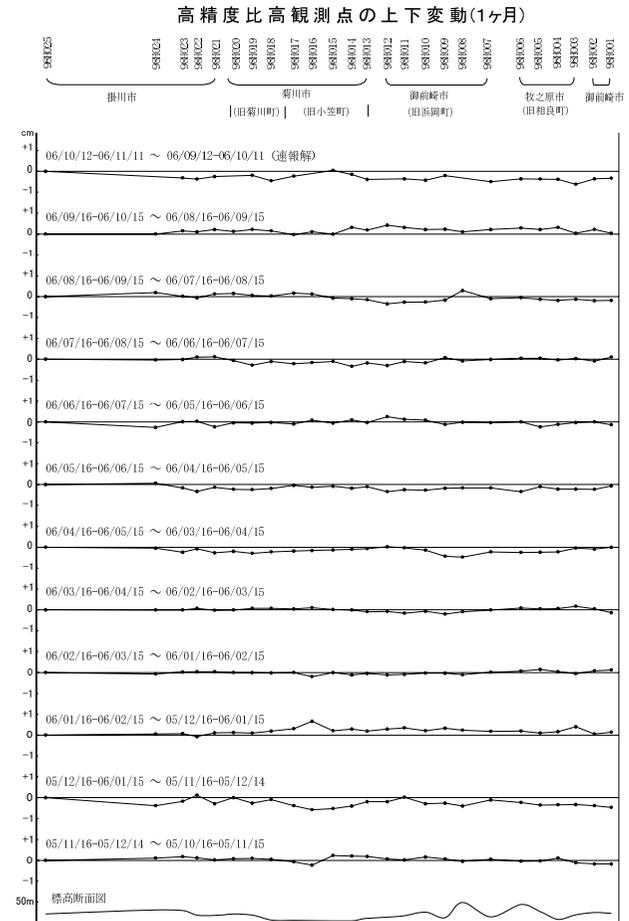
第 80 図 御前崎地域の高精度比高観測 GPS 観測結果（1ヶ月間移動平均・時系列）
Fig. 80 Results of high precision vertical GPS measurements in Omaezaki region. (Time series of 1 month running mean)



第 81 図 御前崎地域の高精度比高観測 GPS 観測結果（10日間移動平均・時系列）
Fig. 81 Results of high precision vertical GPS measurements in Omaezaki region. (Time series of 10 days running mean)

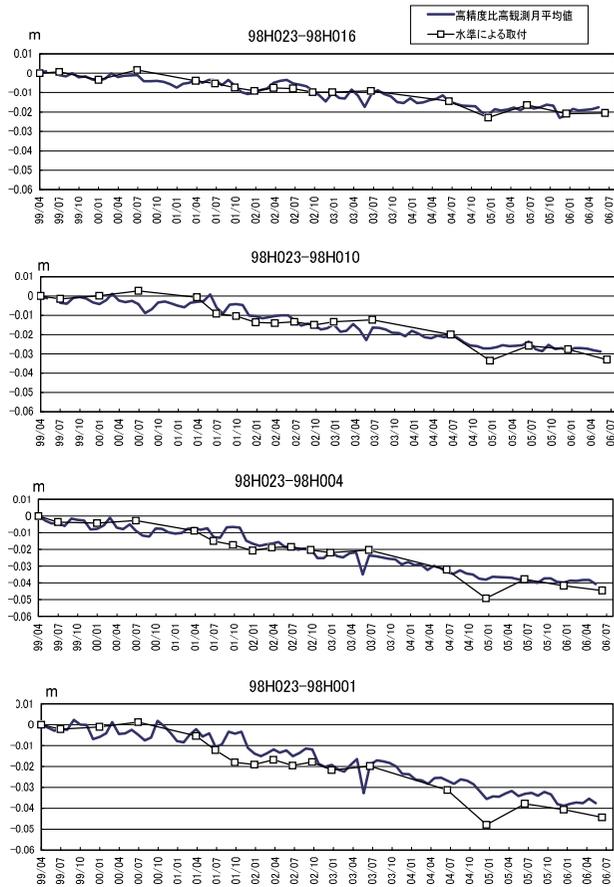


第 82 図 御前崎地域の高精度比高観測 GPS 観測結果 (点毎の 3 ヶ月間の変動量)
 Fig. 82 Results of high precision vertical GPS measurements in Omaezaki region. (Height change per 3 months at each site)



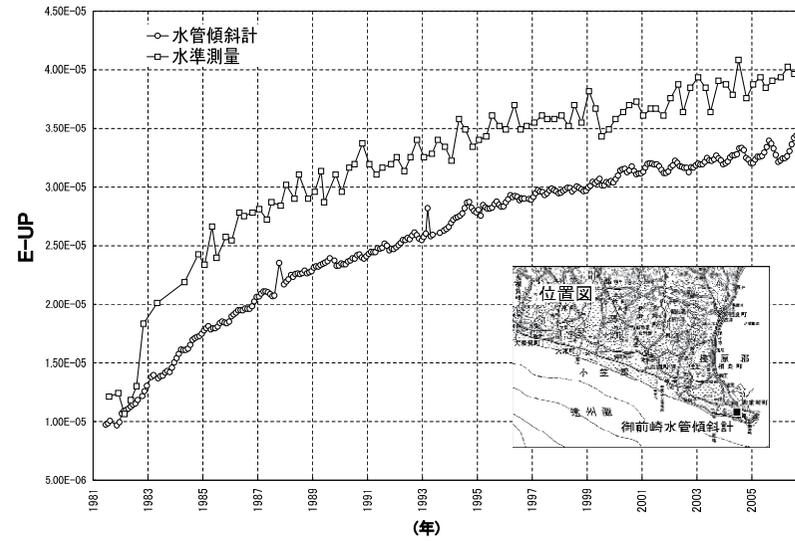
第 83 図 御前崎地域の高精度比高観測 GPS 観測結果 (点毎の 1 ヶ月間の変動量)
 Fig. 83 Results of high precision vertical GPS measurements in Omaezaki region. (Height change per month at each site)

水準測量による取付観測と高精度比高観測点の比高変化



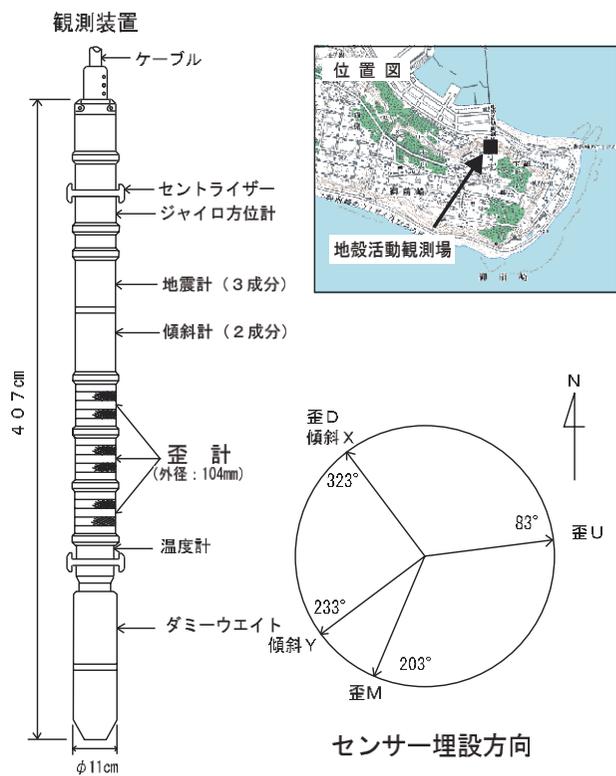
第 84 図 水準測量による取付観測と高精度比高観測点の比高変化
Fig. 84 Comparison between leveling and high precision vertical GPS measurements.

御前崎長距離水管傾斜計月平均 (E-W)

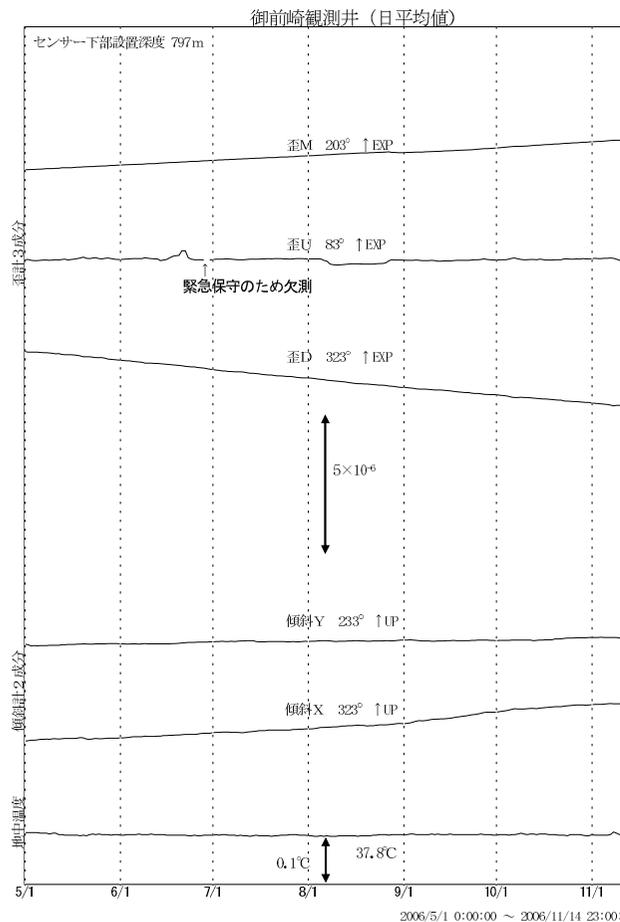


第 85 図 御前崎長距離水管傾斜計による傾斜観測結果
Fig. 85 Results of tilt observation by long water tube tiltmeter at Omazaki

御前崎地中地殻活動観測施設



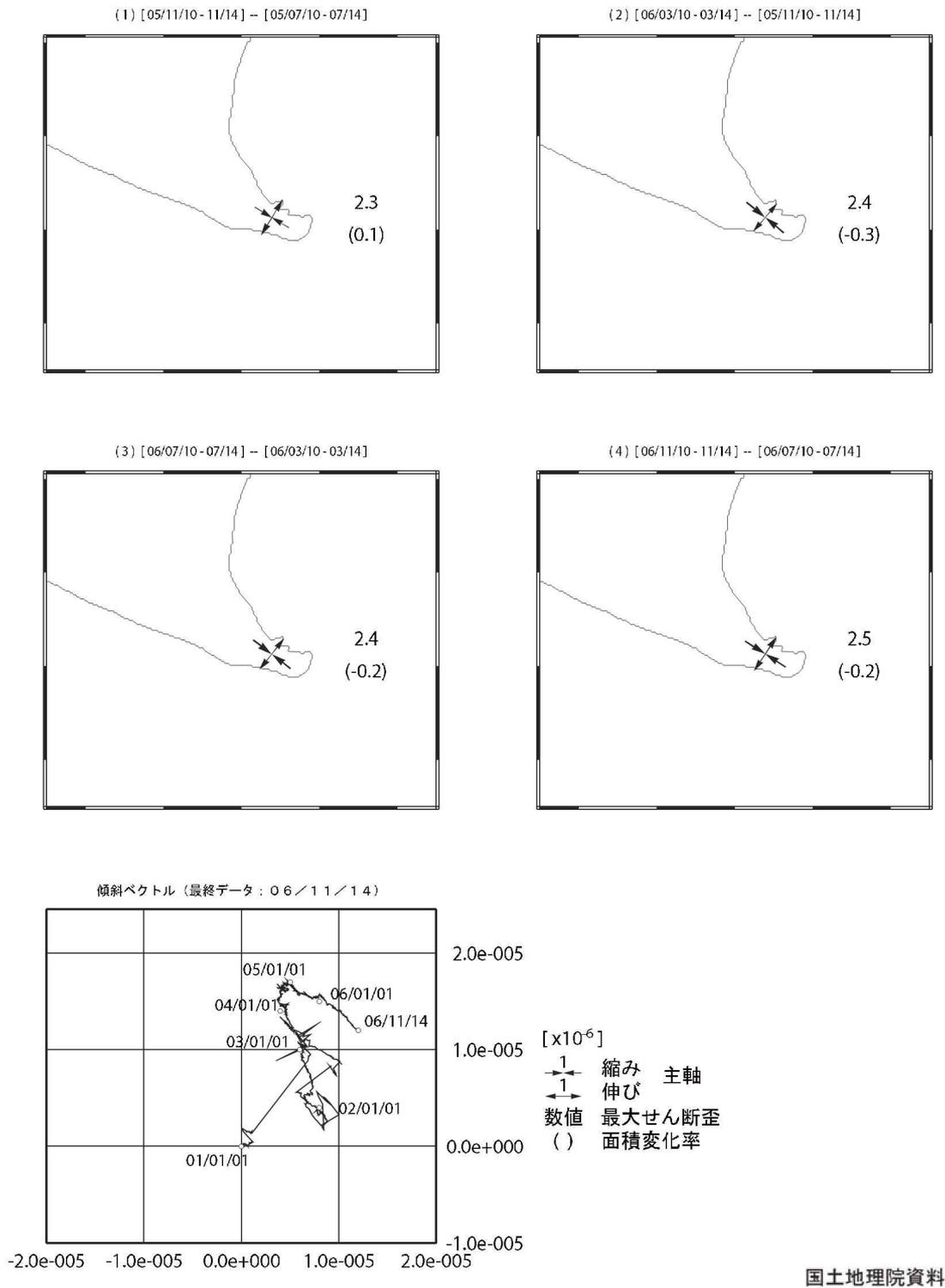
第 88 図 御前崎地中地殻活動監視装置による連続観測結果（観測点概観）
 Fig. 88 Results of continuous measurements of tilt and strain in the Omaezaki deep borehole. (General view of observation site and sensor)



国土地理院

第 89 図 御前崎地中地殻活動監視装置による連続観測結果（日平均値）
 Fig. 89 Results of continuous measurements of tilt and strain in the Omaezaki deep borehole. (Daily mean value)

御前崎地中地殻観測施設による水平歪および傾斜ベクトル



第 90 図 御前崎地中地殻活動監視装置による連続観測結果(水平歪および傾斜ベクトル)
 Fig. 90 Results of continuous measurements of tilt and strain in the Omaezaki deep borehole.
 (Horizontal strain and tilt vector)