

6 - 5 最近 20 年間の水準・潮位・GPS 観測による東海地域の地殻変動とプレート間カップリング - 1980 ~ 2003 年 -

Ground Deformation and Estimated Inter Plate Coupling in Tokai region Detected by Leveling, Tide Gage Measurements and GPS Measurements for last 20 years since 1980 to 2003

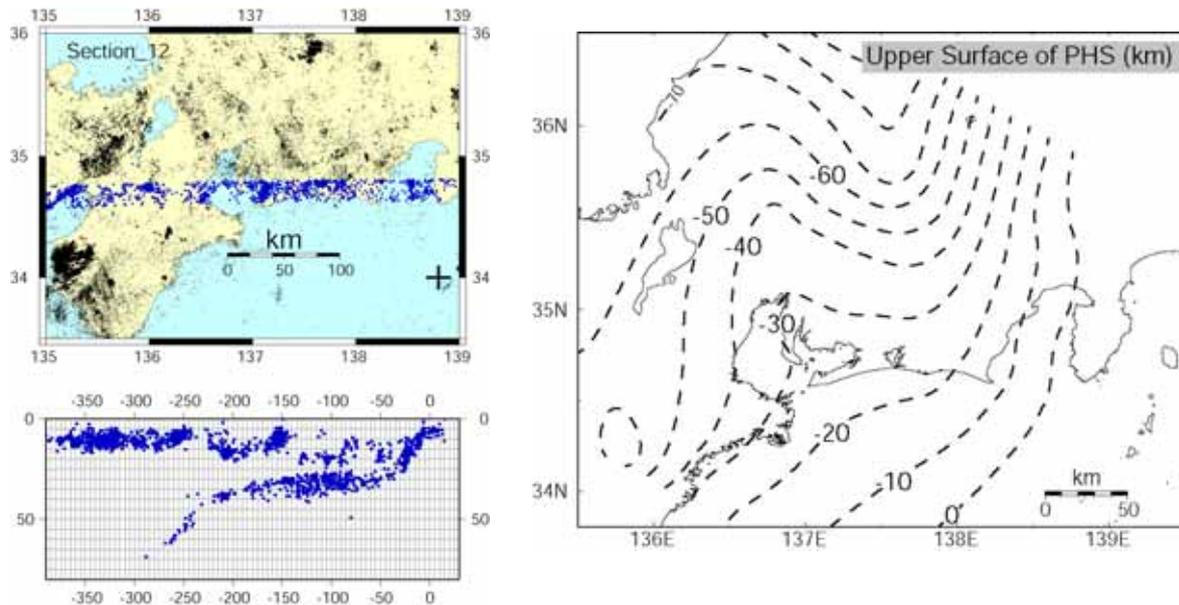
名古屋大学 環境学研究科

Graduate School of Environmental studies, Nagoya University

1980 年以降の東海地域における地殻変動と推定されるプレート間カップリングについて、以下に述べるデータと手法に基づき検討した。1)1980~2003 年について、国土地理院による水準測量と気象庁・国土地理院による潮位観測を結合し、静岡県西部域における上下変動を 1 年ごとに算出した。2) 東海地域に沈み込むフィリピン海プレートとの境界を 1998 年以降の気象庁一元化震源データから推定した。3)1997 年以降について、GEONET による GPS 観測データを地理院とは異なる GPS 解析ソフト GIPSY で再解析し、解析結果から 2000 年までとそれ以降の二期間について地殻変動を算出し、プレート間カップリングを滑り欠損(バックスリップ)モデルから推定した。

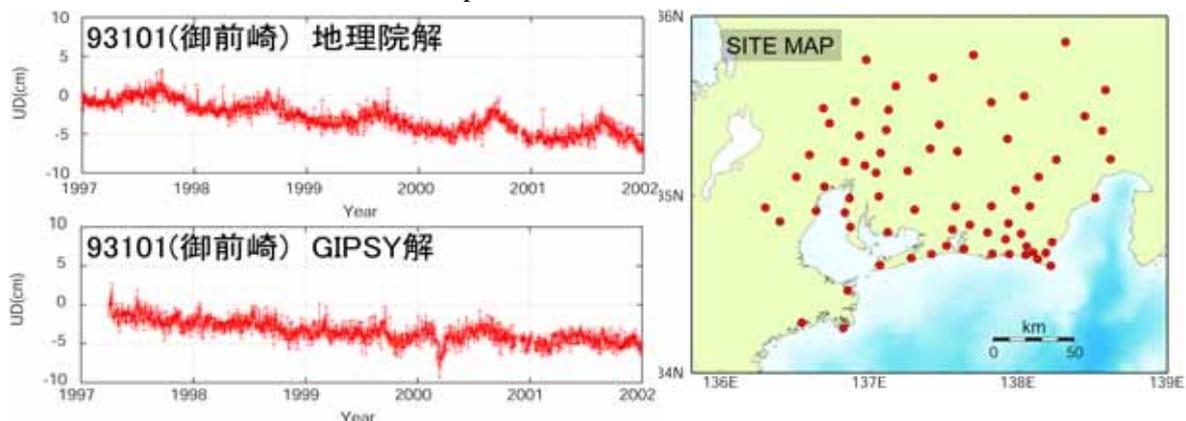
その結果、以下のことが明確となった。

- 1)1997 - 2000 年間の GPS 観測結果による地殻水平・上下変動から推定した東海地域における滑り欠損モデルは、固着度 100%の地域が遠州灘から遠州灘沿岸域に広がる。
- 2)2001 年東海スロースリップイベントモデルとして、浜名湖周辺域で南西方向へ 3cm/yr のフォワードスリップが推定される。フォワードスリップは深さ 25~30 km のプレート境界で発生し、より内陸側の深部で深部低周波微動が気象庁や防災科技研などにより観測されている。
- 3)1980 年以降に観測された上下変動から、スロースリップイベントは 1988~1989 年と 1980~1982 年にも同じ浜名湖周辺域で発生し、2~3 年間継続していたと推測される。観測された変動量は 2001 年イベントと比較し小規模である。この時期は、光波測距で観測された辺長短縮の緩和期に相当する。



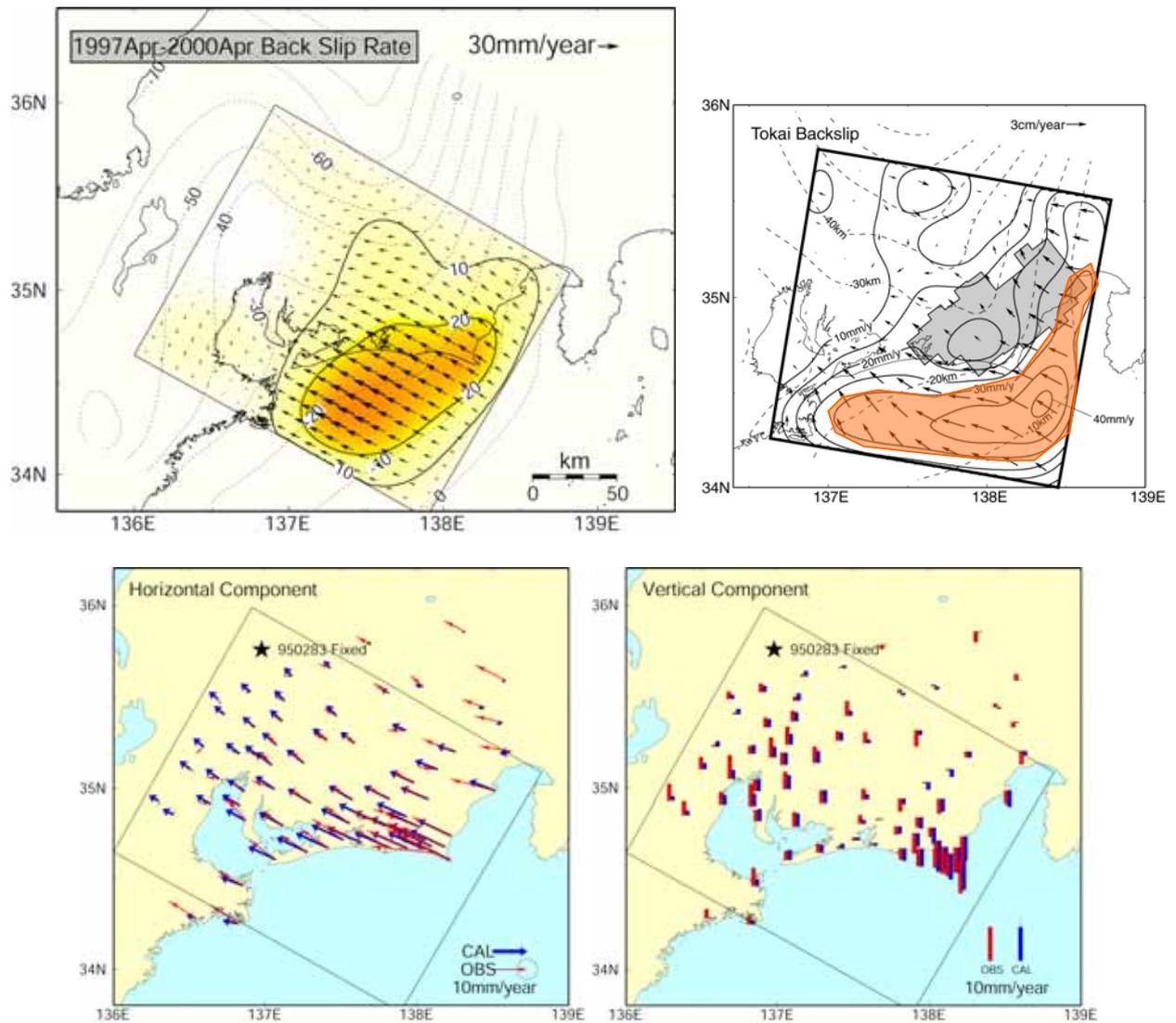
第 1 図 東海地域における震源分布と沈み込むフィリピン海プレートの形状 (Ohta et al.,2004)。震源は気象庁一元化データによる。同じデータを利用した青木((2003)の結果と概して一致する。Yamazaki et al.(1989)によるスラブ内地震発生場と比較し概し、駿河湾沿岸域では深く、伊勢湾域では浅くなる。浜名湖周辺で 25km の深さとなる。

Fig.1 Hypocentral distribution and configuration of the subducting Philippine Sea Plate(Ohta et al.,2004) . The hypocenters are determined by Japan Meteorological Agency. The configuration of the subducting plate is shown as depth counters of plate boundary. It is almost same as Aoki (2003) using the same hypocenter data. Comparing with the result by Yamazaki et al.(1989), plate boundary configuration is deeper on Suruga Bay coast and shallow in the Ise Bay area in general, and it is almost about 25 km depth at Lake Hamana.



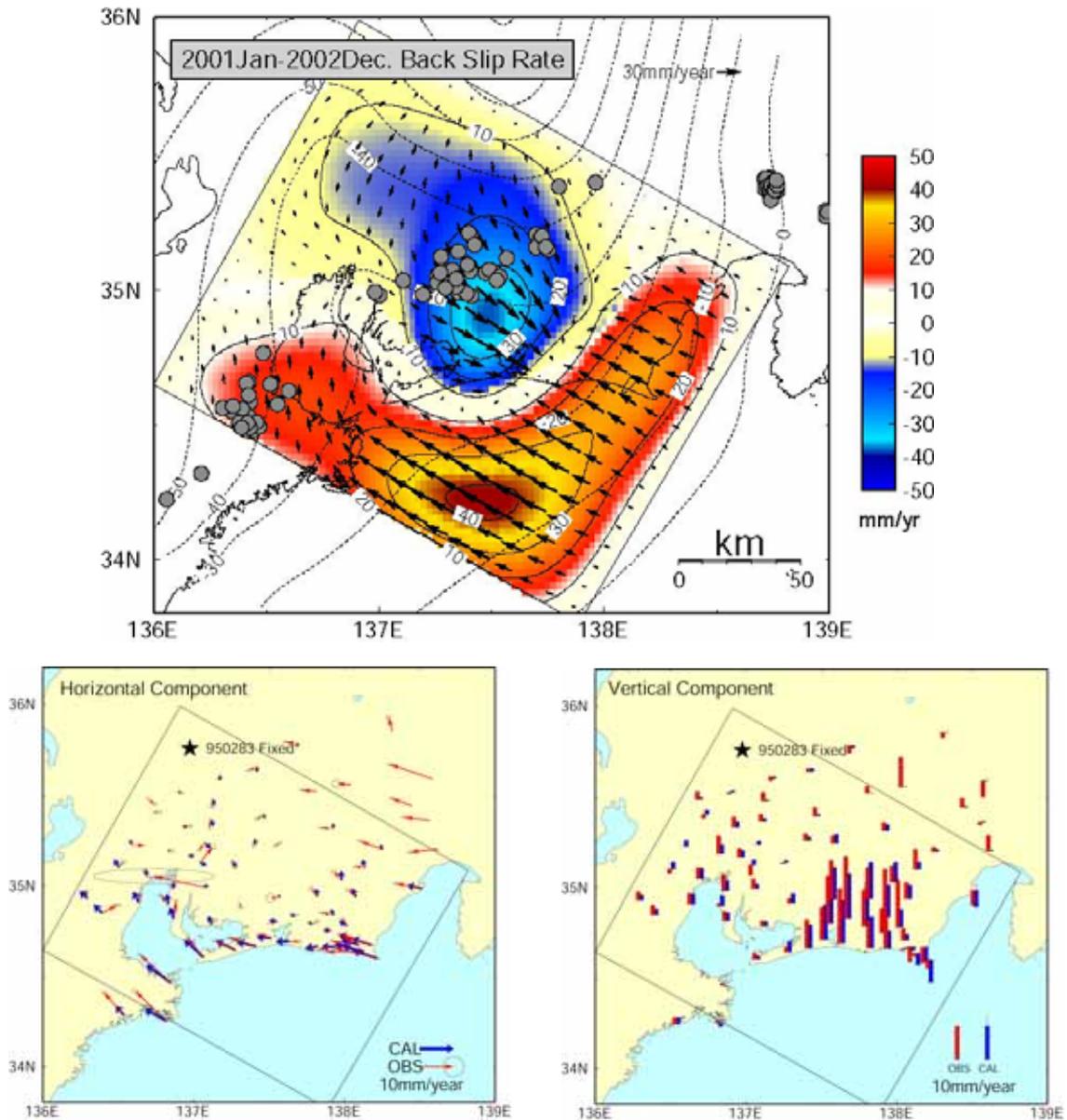
第 2 図 GPS 解析ソフト GIPSY による再解析結果の一例(左)と再解析した観測点(右)。左：93101 点(御前崎)における上下成分の時系列(1997 - 2001)を、地理院による解析結果と今回の再解析結果で示す。上下成分では再解析により年周成分の振幅が小さくなる。右：再解析した観測点を赤丸で示す((Ohta et al.,2004)。

Fig.2 Example of GPS re-solutions and location map of resolution stations (Ohta et al., 2004). Left; Vertical GPS coordinates at station 93101, Omazaki. Upper time series is processed by GSI, and lower one is re-resolution using with GPS analysis soft GIPSY. It is clear that the amplitude of annual changes becomes small by processing with GIPSY.



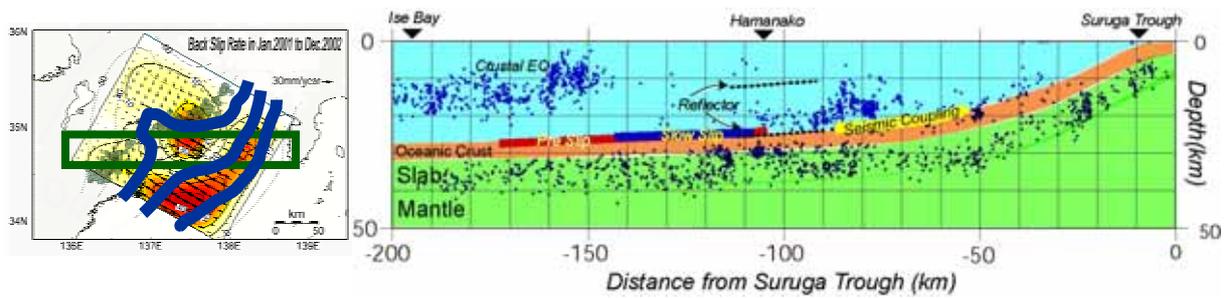
第3図 1997 - 2000 年間の GPS 観測から得られた地殻変動と推定された滑り欠損分布、観測結果とモデルから計算される変動の比較、既存のプレート間固着域モデル(Ohta et al.,2004)。左上：1997-2000 年の滑り欠損モデル、右上：Matsumura et al.,(1996)と Sagiya (1999)により推定されたプレート固着域、左下)観測および推定された水平変動、右下)観測および推定された上下変動。

Fig.3 Back slip distribution estimated from ground deformation detected from GPS measurements in the period 1997-2000, and horizontal displacements and vertical movements observed and calculated from back slip model (Ohta et al., 2004). Upper left: The back slip distribution estimated from ground deformation in 1997-2000. Upper right: Interplate coupling estimated by Matsumura et al.(1996) and back slip distribution estimated by Sagiya (1999). Lower left: horizontal displacements observed in 1997-2000 and calculated from the back slip distribution. Lower right: vertical movements observed in 1997-2000 and calculated from the back slip distribution.



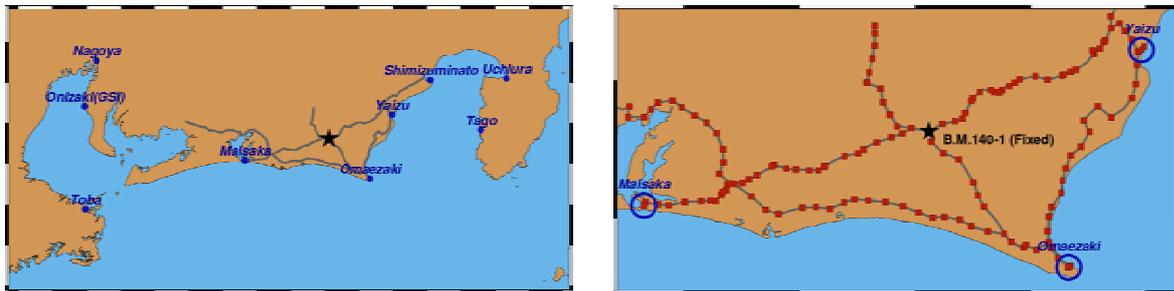
第4図 2001 - 2002年間にGEONETにより観測された地殻変動と滑り欠損分布。上)滑り欠損分布、スロースリップ域は浜名湖周辺から、岐阜県東部まで広がり、最大で4 cm/yr、一方、志摩半島沖に4 cm/yrの滑り欠損が推定される。図には気象庁により決定された深部低周波微動震源を で示す。左下)観測および計算された水平変動、右下)観測および計算された上下変動 (Ohta et al.,2003)

Fig.4 Back slip distribution estimated from ground deformation detected from GPS measurements in the period 2001-2002, and horizontal displacements and vertical movements observed and calculated from back slip model (Ohta et al., 2004). Upper: the back slip distribution estimated from ground deformation in 2001-2002. A slow slip is extending from the around Lake Hamana to the inland area, and reaches 4 cm/yr maximally. On the other hand, the back slip of 4 cm/yr is estimated off Shima Peninsula. The hypocenters of low frequency earthquakes determined by JMA are shown as gray circles. Lower left: horizontal displacements observed in 2000-2001 and calculated from the back slip distribution. Lower right: vertical movements observed in 2000-2001 and calculated from the back slip distribution.



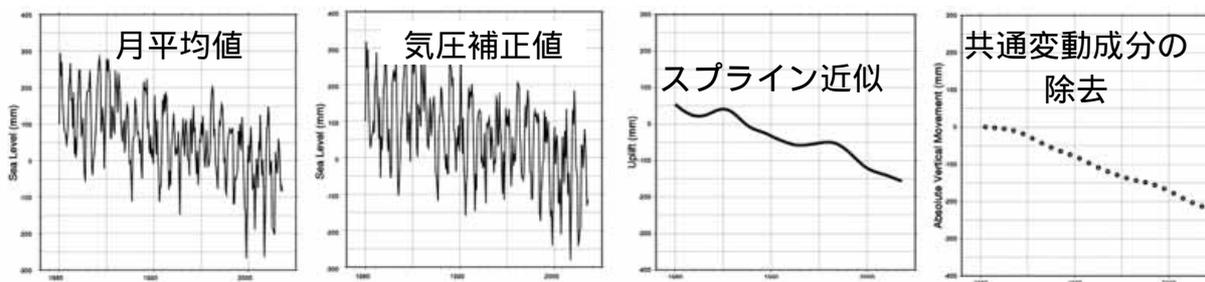
第 5 図 東海地域における震源分布とプレート境界の東西方向の断面図(Ohta et al.,2004)。左図の緑色で示す長方形の範囲を断面図で示す。気象庁による一元化处理震源を使う。Iidaka et al.(2003)による浜名湖近傍の反射面も示す。pre-slip 域は 1944 年東南海地震時の水準測量から Takano et al.(2003)による推定である。

Fig.5 Hypocenter distribution and cross section in east-west direction in Tokai region (Ohta et al., 2004). A cross section shows the range of the rectangle shown in the green in the left figure. The hypocenters are determined by JMA. The reflector beneath Lake Hamana (Iidaka, 2003) is also shown. A pre-slip of the 1944 Tonankaido Earthquake is estimated by Takano et al. (2003) from leveling of the day.



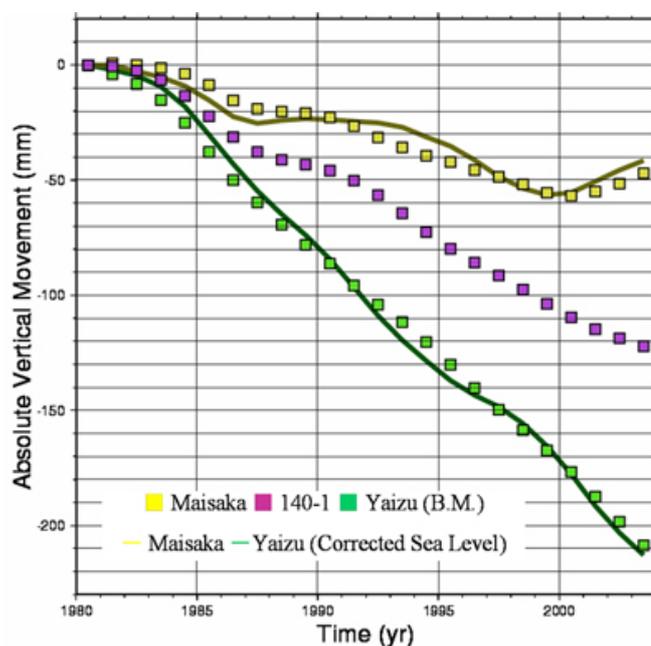
第 6 図 1980 年以降の地殻上下変動を検討した験潮所と水準点の位置。水準測量は毎年のデータを検討する。愛知県下への水準点への結合が最近実施されておらず、愛知県下の議論は見送る。Takano et al.(2003)による。

Fig.6 Location map of tide gage stations and benchmarks of precise leveling. Leveling is repeated every year in this region in the period of 1980-2003. by Takano et al.,2003.



第7図 潮位データの解析手法。1)月平均値、2)気圧補正、3)スプライン関数近似、4)焼津・御前崎・舞阪で共通する数～10年成分の除去。Takano et al.(2003)による。

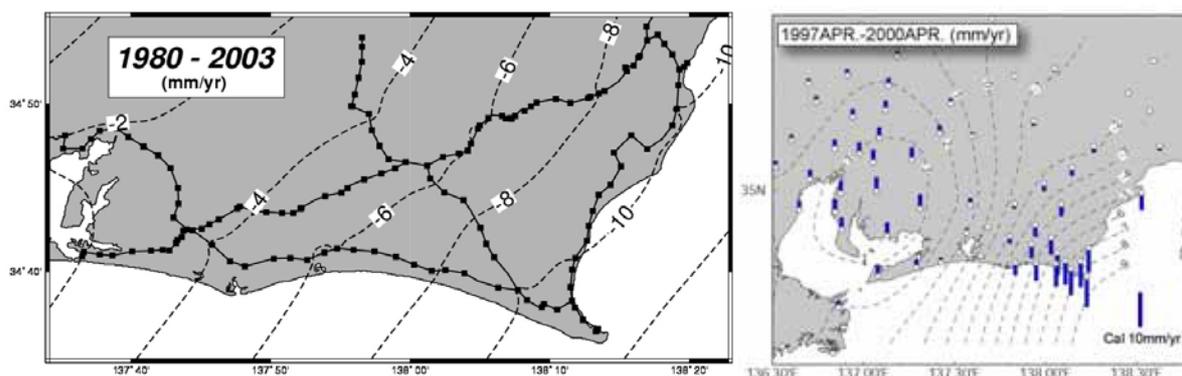
Fig. 7 The analysis technique of tide level data (Takano et al. ,2003). 1) monthly mean;2) atmospheric pressure correction;3) spline function approximation, 4)removal of the few to ten-year ingredient which is common in Yaizu, Omaezaki, and Maisaka tide stations.



第8図 潮位観測データと水準測量データの結合による舞阪と焼津験潮所、および水準点140-1(掛川)における上下変動の時間変化。白い四角が水準測量による上下変動、実線が潮位データによる上下変動を意味する。両者の残差は数mmに収まる。舞阪が概して沈降し、詳細に検討すれば2000年以降は隆起を、1980年と1988年の2-3年間にわたり沈降が緩和することが明らかになる。Takano et al.(2003)による。

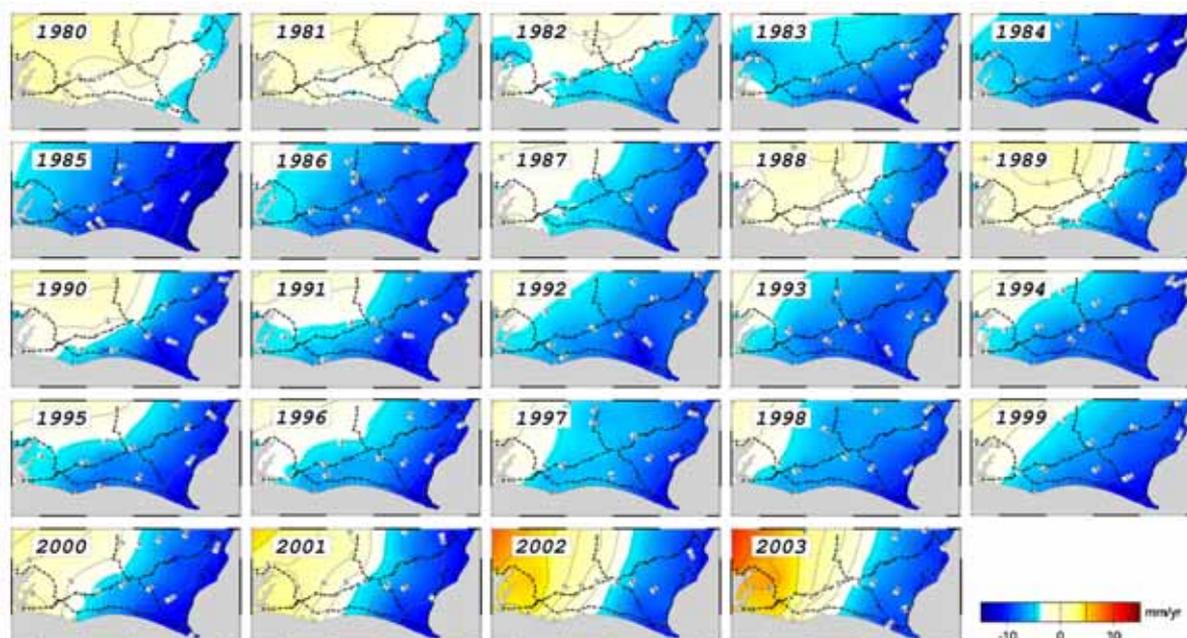
Fig.8 Time series of vertical movements combined the data by tide level measurements and precise leveling at Maisaka and Yaizu tide stations, and at Benchmark 140-1 at Kakegawa. Open squares and solid lines mean vertical deformations by precise leveling and tide level measurements, respectively. Differences between deformations are settled in several mm. In general, subsidence is observed at Maisaka, and the subsidence is episodic. A distinguished upheaval is observed in 2000, and relaxed subsidences are observed for two or three years in 1980 and 1988. (by Takano et al.,2003)

第 9 図 水準測量と潮位データによる 1980-2003 年間の上下変動(Takano et al.,2003)と GPS 観測から



推定した滑り欠損モデルで計算される 1997 - 2000 年間の上下変動 (Ohta et al.,2003), 上下変動は年間速度で表示する。

Fig.9 Vertical movements in Tokai regions calculated from combination between tide level measurements and precise leveling in the period of 1980-2003 (Takano et al., 2003) and back slip model of plate coupling estimated from GPS measurements in the period of 1997-2000 (Ohta et al., 2004). Vertical movements are showed as annual speed.



第 10 図 1980 - 2003 年の年間上下変動。2001 - 2003 年に観測された浜名湖周辺域を中心とする隆起の上下変動は 1988-1990 年と 1980-1982 年にも観測される。Takano et al.(2003)による。

Fig.10 Vertical movements calculated from the combination of precise leveling and tide gauge measurements in the period from 1980 to 2003. Same as ground uplifts around Lake Hamana area detected in 2001-2003 are observed also in the periods of 1988-1990 and 1980-1982. (by Takano et al., 2003).