

5 - 8 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図は、年4回繰り返し実施されている水準測量による、森～掛川～御前崎間の上下変動である。今回の観測（2000年10月）と前回（2000年7月）との比較の結果では、森町に対して御前崎はほとんど変化していない。

第2図は、森町の水準点5268を基準とした掛川市の140-1、浜岡町の2595両水準点の標高の経年変化である。最新の2000年10月の結果は、従来からの長期的な傾向にほぼ沿ったものである。1999年頃から年周の振幅が小さくなっているように見えるが、その原因はよくわからない。

第3図は、掛川市の140-1を基準とした浜岡町の2595の高さの経年変化である。95年頃から97年頃にかけては、それまでと比べて年周振幅が大きくなっていたが、最近では、むしろやや小さくなっているように見える。年周を補正したグラフ（第3図下段）をみると、多少のばらつきはあるものの、長期的には御前崎の沈降が続いているように見える。

第4図は、掛川～御前崎間の各水準点の標高の経年変化である。第3図と同様に、最近、年周変化の振幅が小さくなる傾向が各点に見られる。今回の年周からのずれは路線の全体的な傾向であり、特定の区間だけで発生したわけではないことがわかる。路線全体でほぼ同じパターンで沈降している。全体的な傾向に大きな変化は見られない。

第5～7図は、静岡県で実施している短距離水準測量の結果である。2129を基準とした南北路線端の2601の上下変動は、1997年までは、年周的な変化をほぼ正確に繰り返してきたが、1998、1999年はそれからやや外れていた。2000年になって、また以前からの都トレンドの延長に戻ってきたように見え、長期的な御前崎側の沈降の傾向は継続しているように見える。

第8図は、第3図の140-1を基準とした2595の比高経年変化、並びに第5図および第6図の2129を基準とした2602-1、2601および10333の比高の経年変化のそれぞれに、4年間の時間窓を3ヶ月または1ヶ月毎に移動させながら、時間窓の範囲での比高変化のトレンド成分（または沈降率、図中のX2）と年周の振幅および位相を計算し、それらを時系列として表示したものである。

トレンド成分(X2)を比較すると、2595/140-1と2129/2601が1988年、1994年、1999年にそれぞれ谷を持つ共通のパターンを示している。2129/2601は2595/140-1の路線の一部であり、これらが共通のパターンを示すことは、沈降速度の変化が路線全体で共通していることを示唆している。年周の振幅はトレンド成分ほど明確なパターンの共通性はないように見える。

第9図は、掛川市から静岡市に至る路線の水準測量による最近1年間の上下変動である。大きな変動は見られない。

第10図は、藤枝市から御前崎に至る路線の水準測量による最近1年間の上下変動である。大きい変動は見られない。藤枝市に対して御前崎側が約5mm沈降している。従来からの傾向に沿った変動である。

第11図は、三ヶ日町から掛川市に至る路線の水準測量による最近1年間の上下変動である。掛川市に対して三ヶ日町側が約1cm隆起している。従来傾向に沿った変動である。

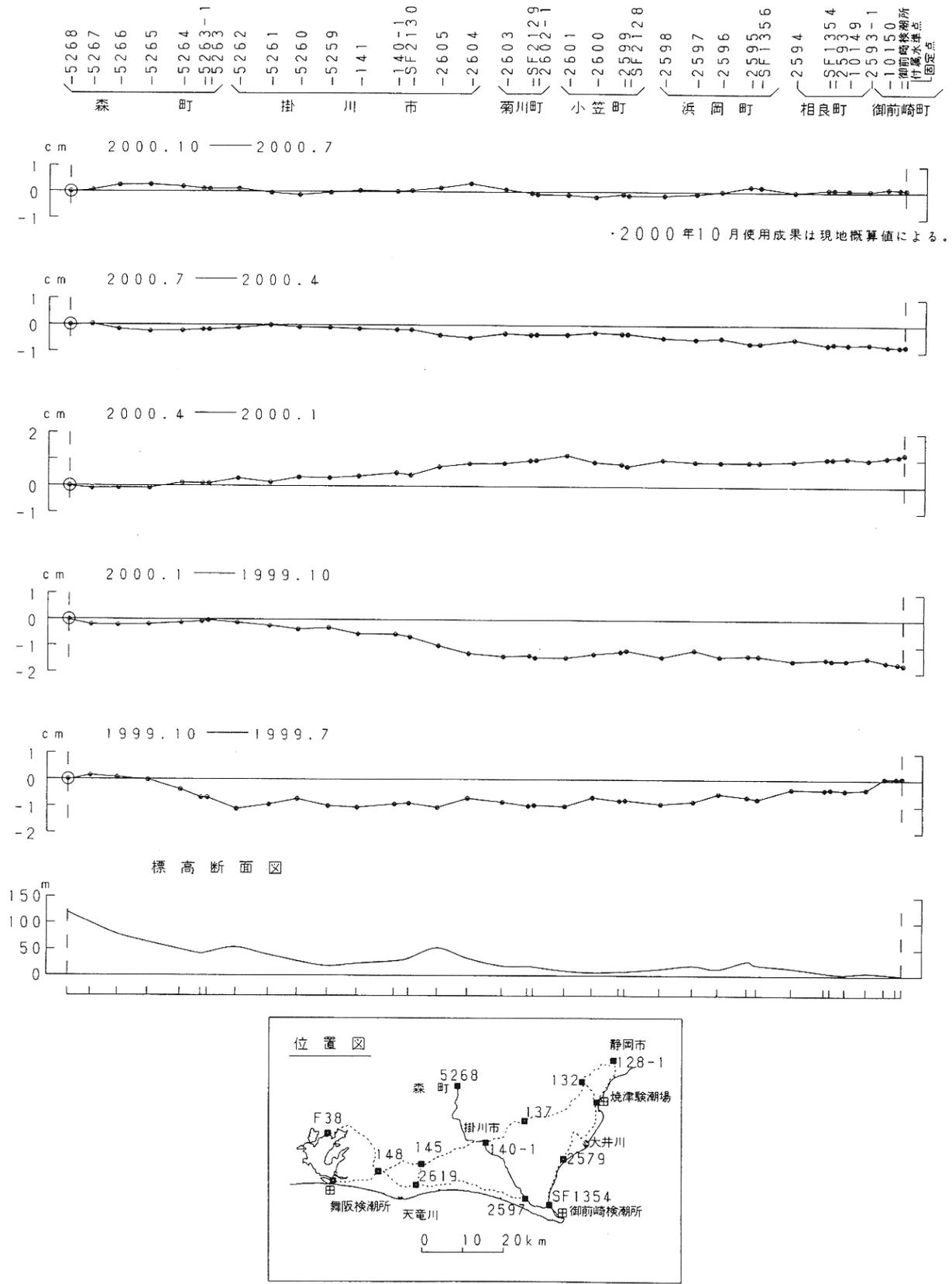
見たものである。掛川(93052)を基線の一方の端点とし、それぞれ大東 1 (93093)、浜岡 1 (93094)、および御前崎(93101)間の基線の基線長および比高について、それらの時系列に 2 年間の時間窓を 1 ヶ月毎に移動させながら、時間窓の範囲内の基線長または比高変化のトレンド成分と年周の振幅および位相の変化を求め、それらを時系列として表示したものである。第26図は、第8図に示されている水準測量の結果も加えて結果をまとめたものである。全体的に、年周の振幅が小さいこと、トレンドの変化が小さいことが特徴としてあげられる。一方、この場所で実施されている水準測量には比較的大きい振幅の年周成分があることが知られており、第26図の中段の振幅Aのグラフに示されているとおり、両者の年周の大きさは、際だった対照を見せている。また、水準測量は、トレンド成分も数年おきに変化している。GPSと水準の差異の原因は今のところよくわかっていない。

第27図は、掛川 - 浜岡 2 および掛川 - 御前崎間のGPS連続観測および水準測量による比高変化の比較である。比較期間が 2 年間と短いため、ばらつきの影響が大きく出ていると考えられ、沈降率は必ずしも一致していないが、傾向としては大きく外れていない。両者もう少し長期の比較をすれば両者はさらによく一致すると思われる。GPSの 1 ヶ月平均値のほうがばらつきが小さく、安定した値を示しているようにみえる。

第28図(1)～(6)は、静岡県西部のGPS連続観測結果である。2000年6月下旬以来の伊豆諸島の地震・地殻活動の影響で東海地域全域も南東方向に 1 から 2 cm程度移動したことがわかっているが、地域全体としての変動であるため、隣接の観測点間の距離にはその変化は見えない。なお、静岡森に係る基線に2000年 8 月頃から微小な変化が現れているようにも見えるが、量が小さく真の変動かどうかはよくわからない。

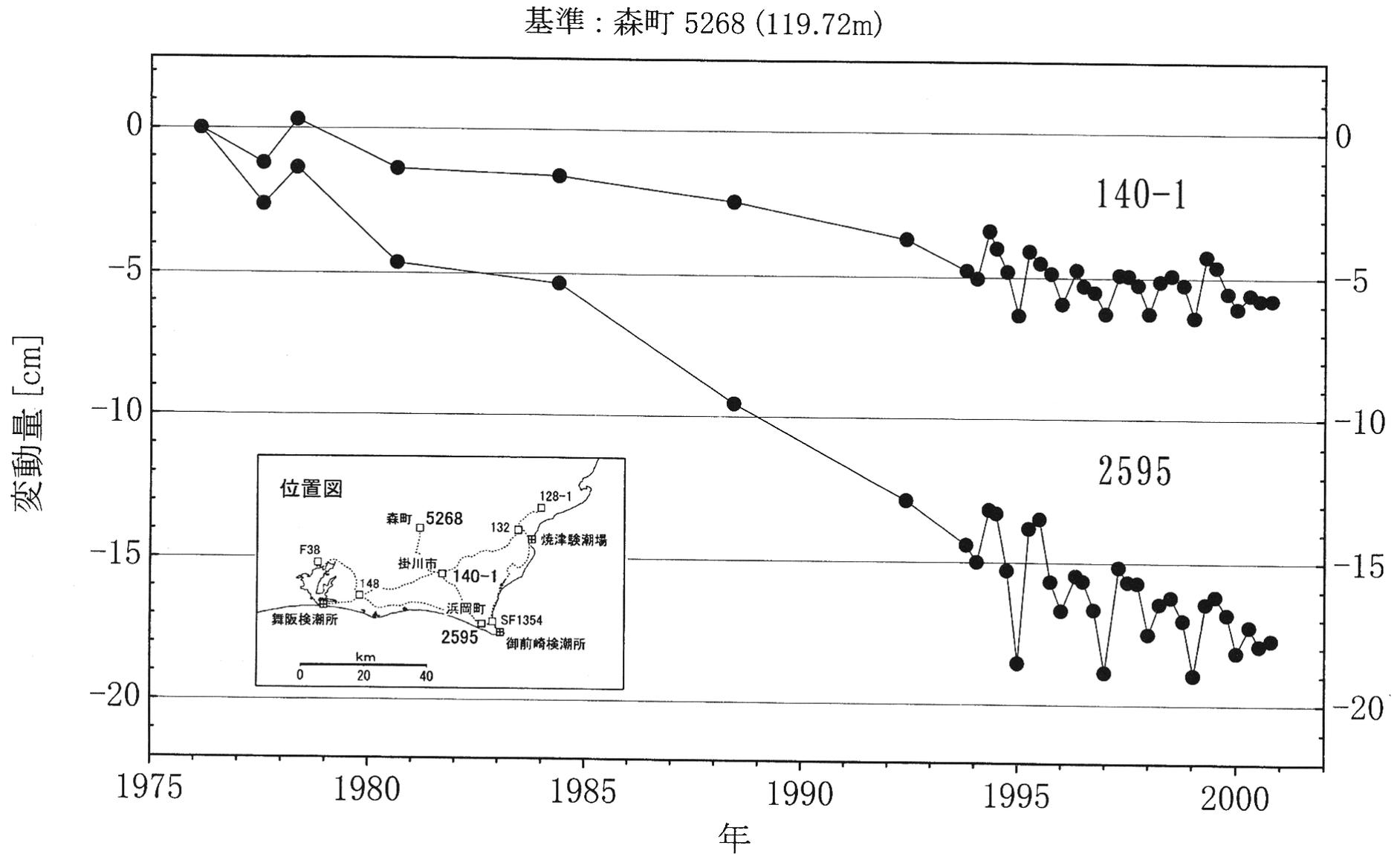
第29図は、御前崎長距離水管傾斜計による傾斜観測結果である。この傾斜計は継続して東上がりの傾動をみせており、長期的な傾向は水準測量の結果とも整合的である。

第30図は、御前崎観測場の深井戸に設置されている 3 成分歪計と傾斜計の連続観測結果である。このセンサーは設置後から安定状態へ移行する途上であると考えられる。ドリフト及び機器的な要因に起因すると見られるジャンプが断続的に時々現れる一方、7月中には伊豆諸島の地震によるコサイスマックなステップが現れている。それら以外には、この期間に特に目立った変動はない。9 月以降は、6 月以前の傾向に復帰したように見える。



第1図 森～掛川～御前崎間の上下変動

Fig.1 Result of precise leveling (repeated 4 times a year) the route between Mori and Omaezaki via Kakegawa.

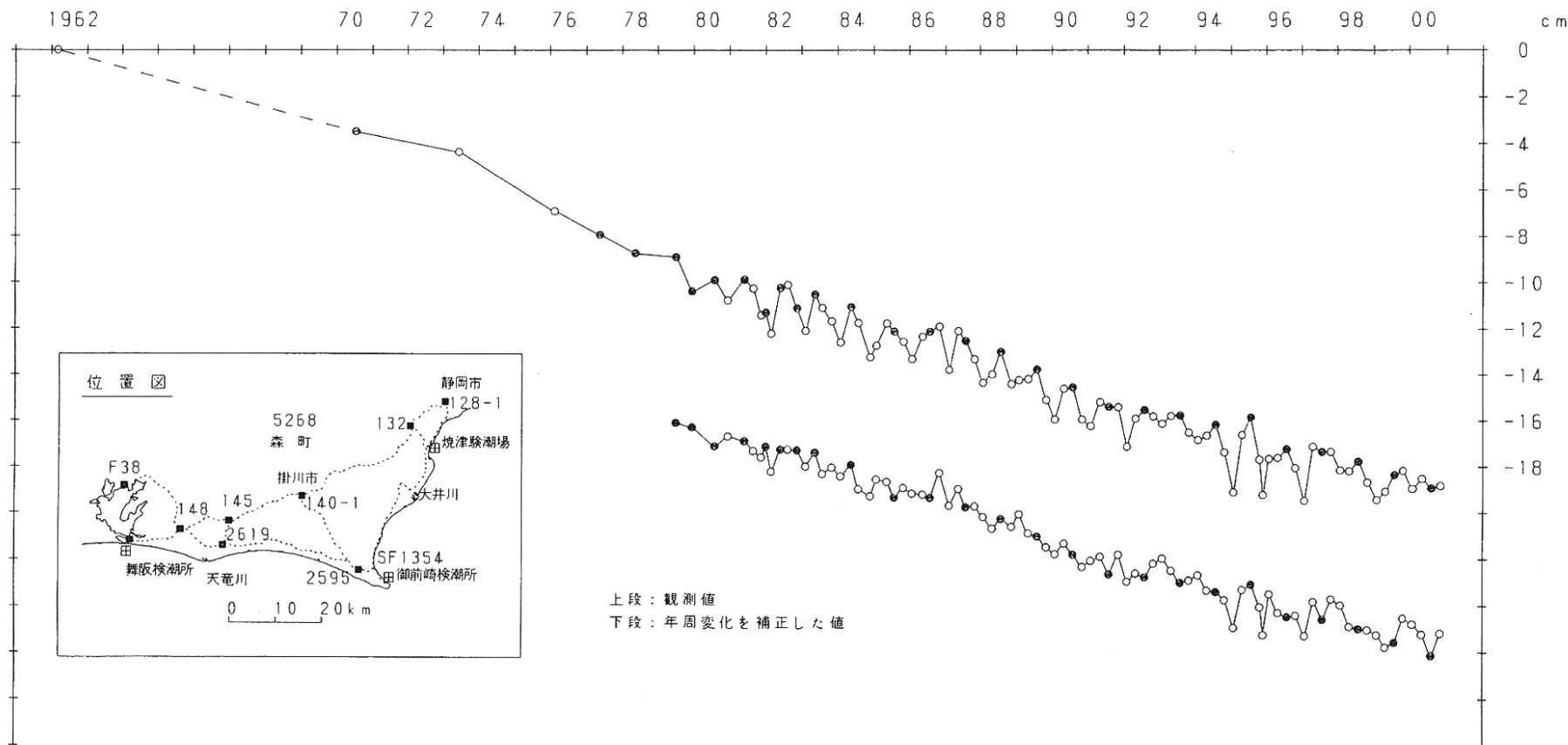


第2図 水準点5268（森町）を基準とした140-1（掛川市）及び2595（浜岡町）の標高の経年変化

Fig.2 Time series of height changes of BM140-1(Kakegawa) and BM2595 (Hamaoka) to as referenced to BM5268 (Mori).

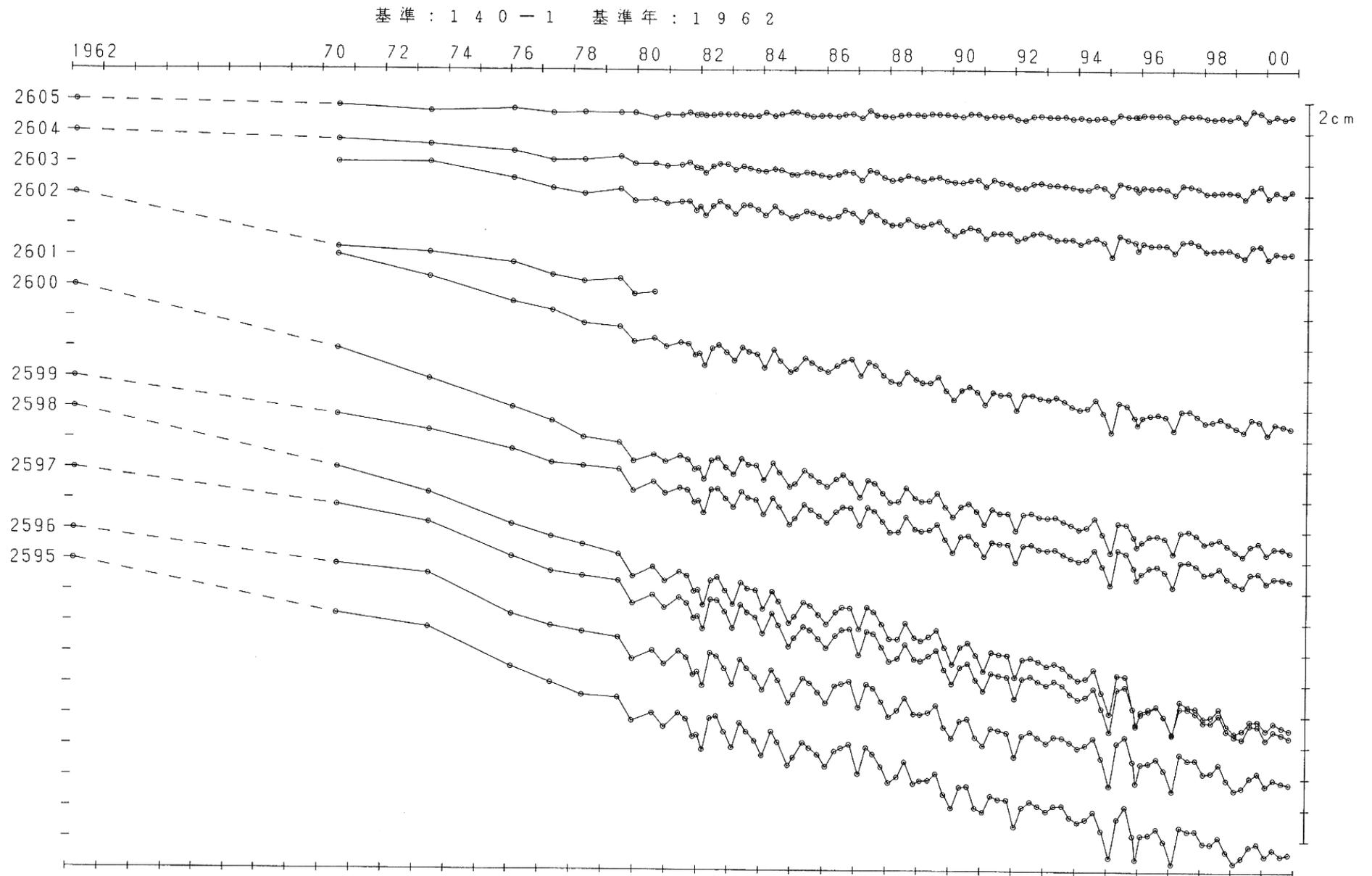
基準：140-1 基準年：1962

●：網平均計算値による。



第3図 水準点140-1(掛川市)を基準とした2595(浜岡町)の高さの経年変化

Fig.3 Time series of height change of BM2595 (Hamaoka) as referenced to BM140-1 (Kakegawa).

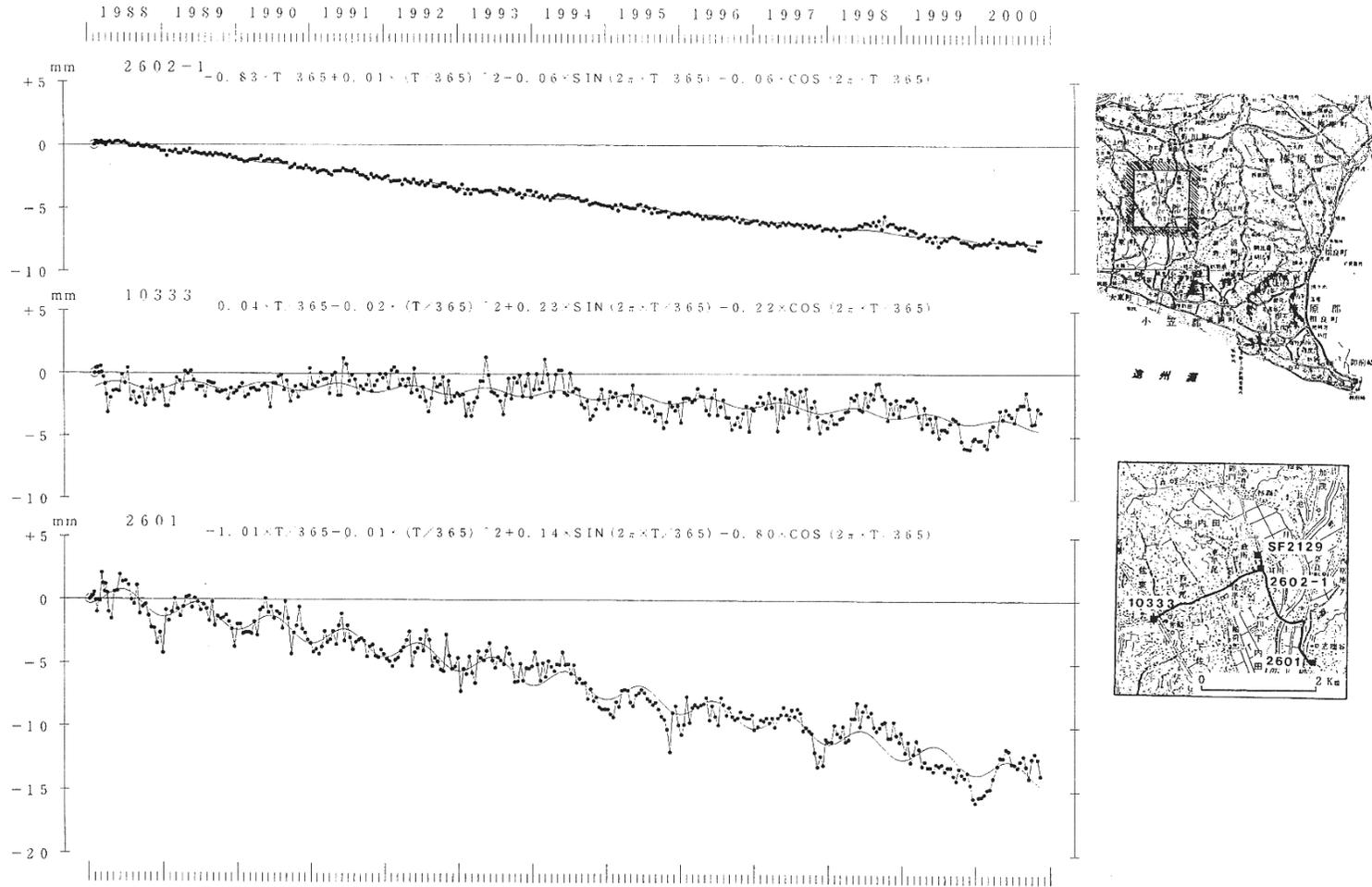


第4図 水準点140-1(掛川市)を基準とした掛川～御前崎間の各水準点の高さの経年変化

Fig.4 Time series of height changes of bench marks along the route between Kakegawa and Omaezaki as referenced to BM140-1 (Kakegawa).

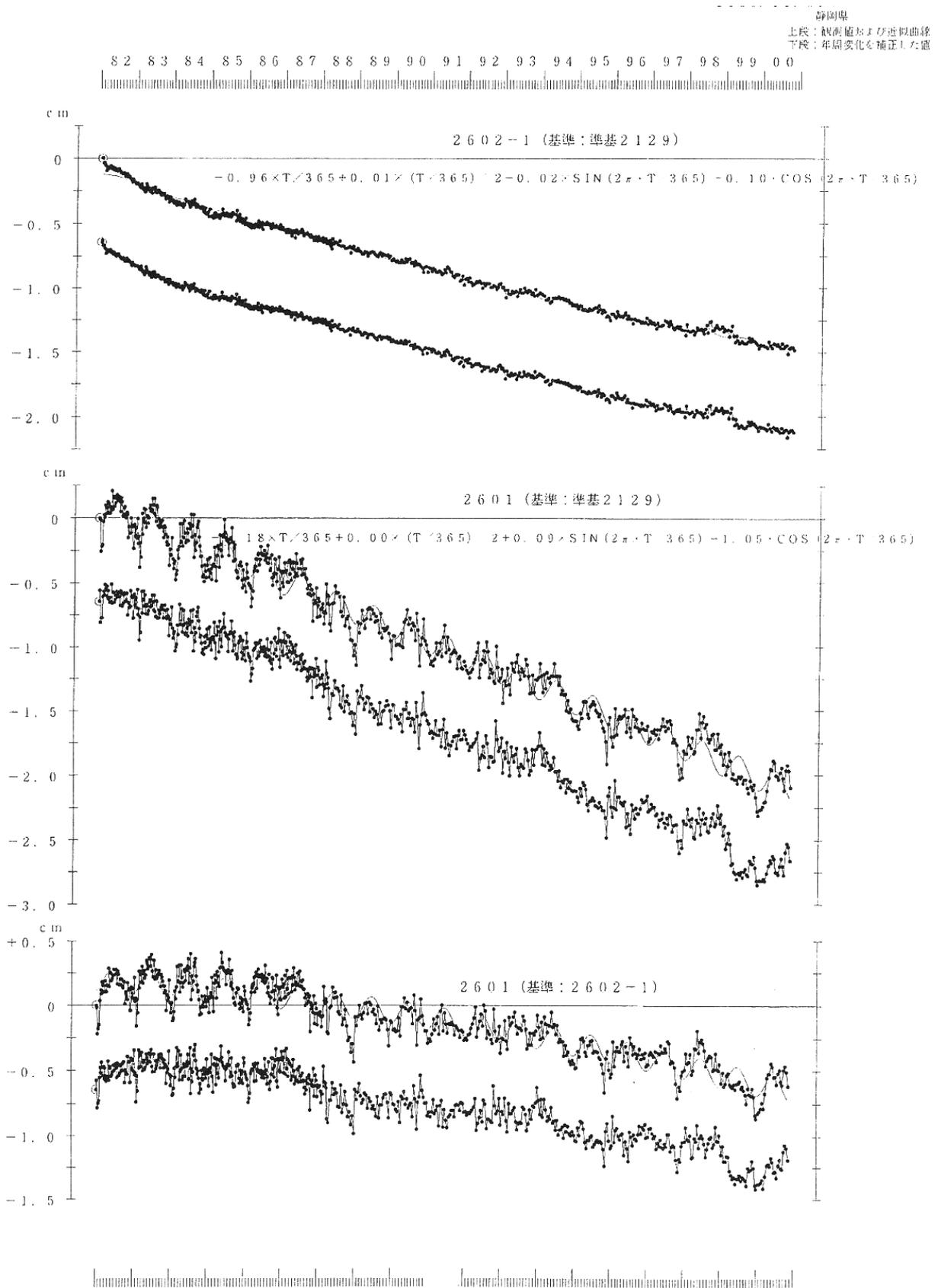
基準：2129

2000.11.08まで
静岡県



第5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.5 Results of short distance leveling(1): Time series of height changes of BM2602-1, BM10333 and BM2601 as referenced to SF2129. Original data are provided by the Prefectural Government of Shizuoka.

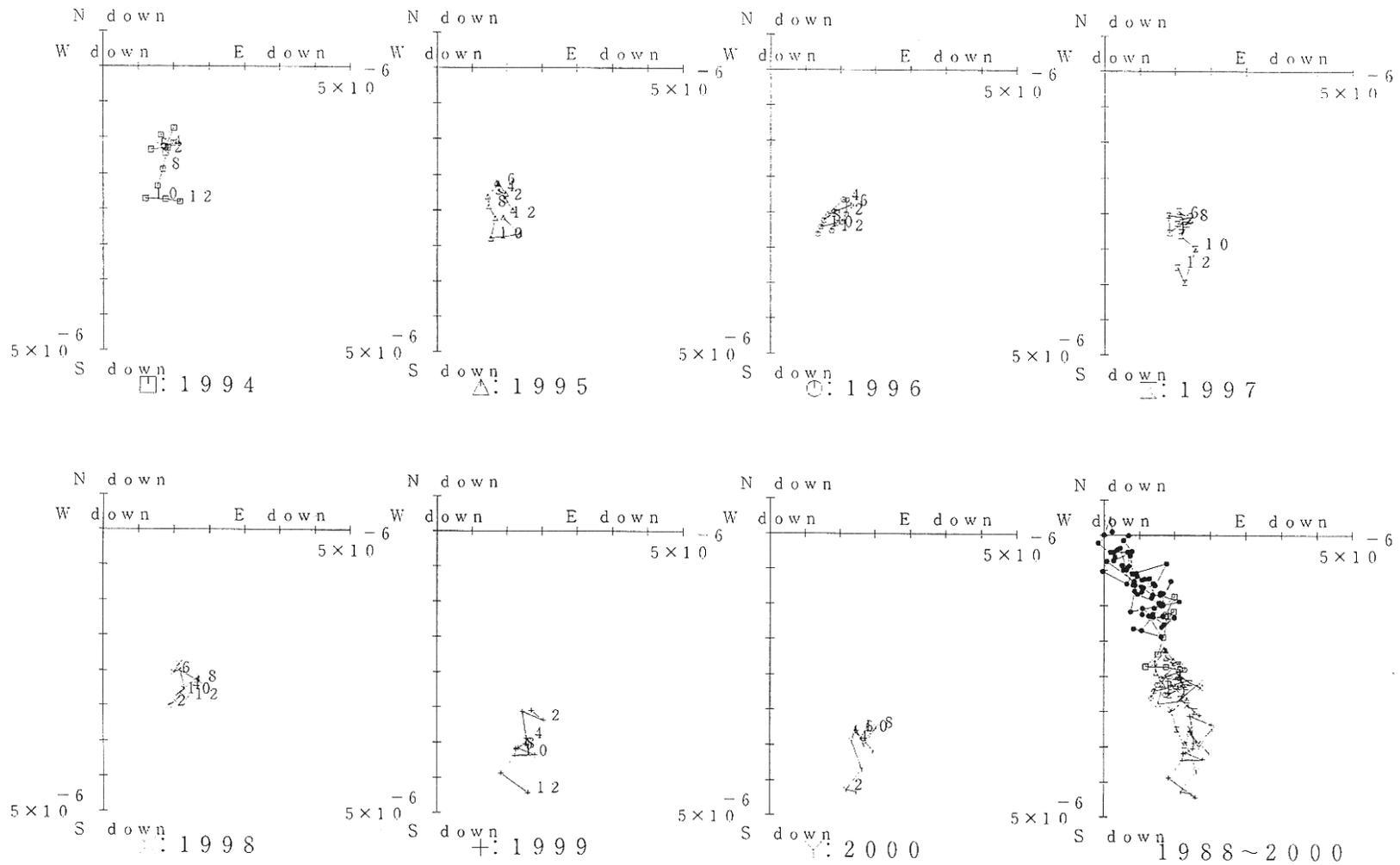


第6図 静岡県による短距離水準測量結果(2)：準基2129、2602-1及び2601間の比高の経年変化

Fig.6 Results of short distance leveling(2): Time series of height changes of bench marks, SF2129, BM2602-1 and BM2601 as referenced to SF2129. Original data are provided by the Prefectural Government of Shizuoka.

基準：SF2129

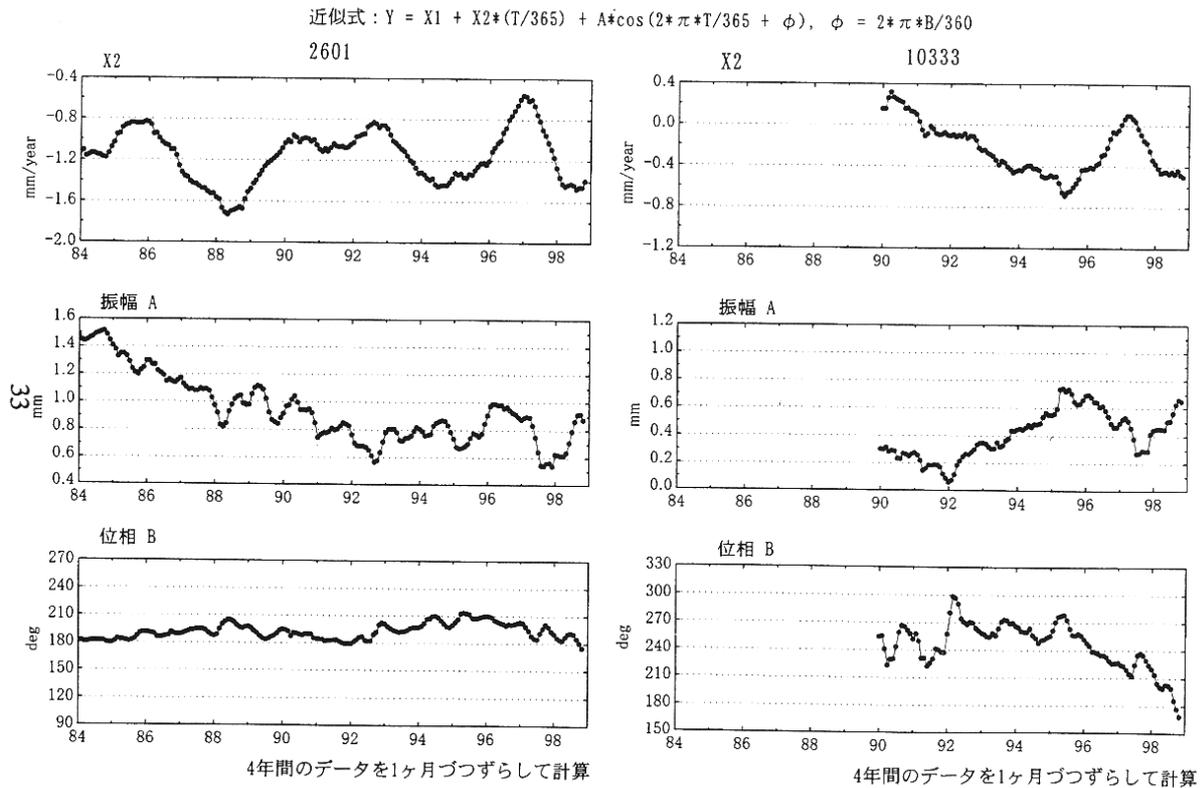
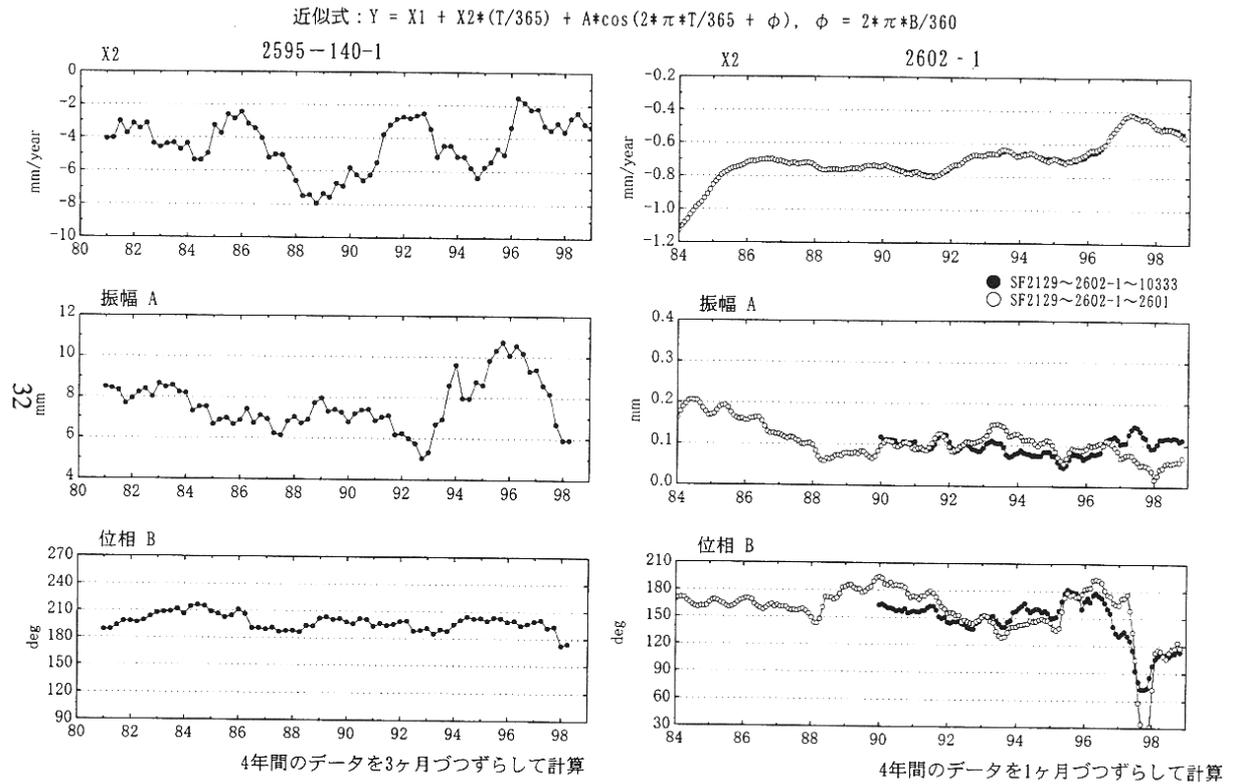
基準年：1988.05



第7図 静岡県による短距離水準測量結果(3)：第5図および第6図のデータから求めた月平均傾斜ベクトル

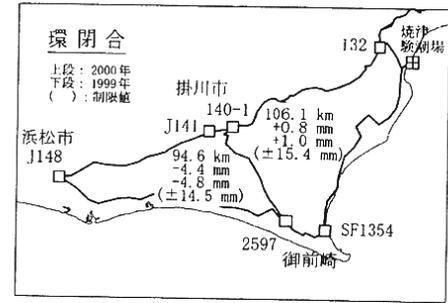
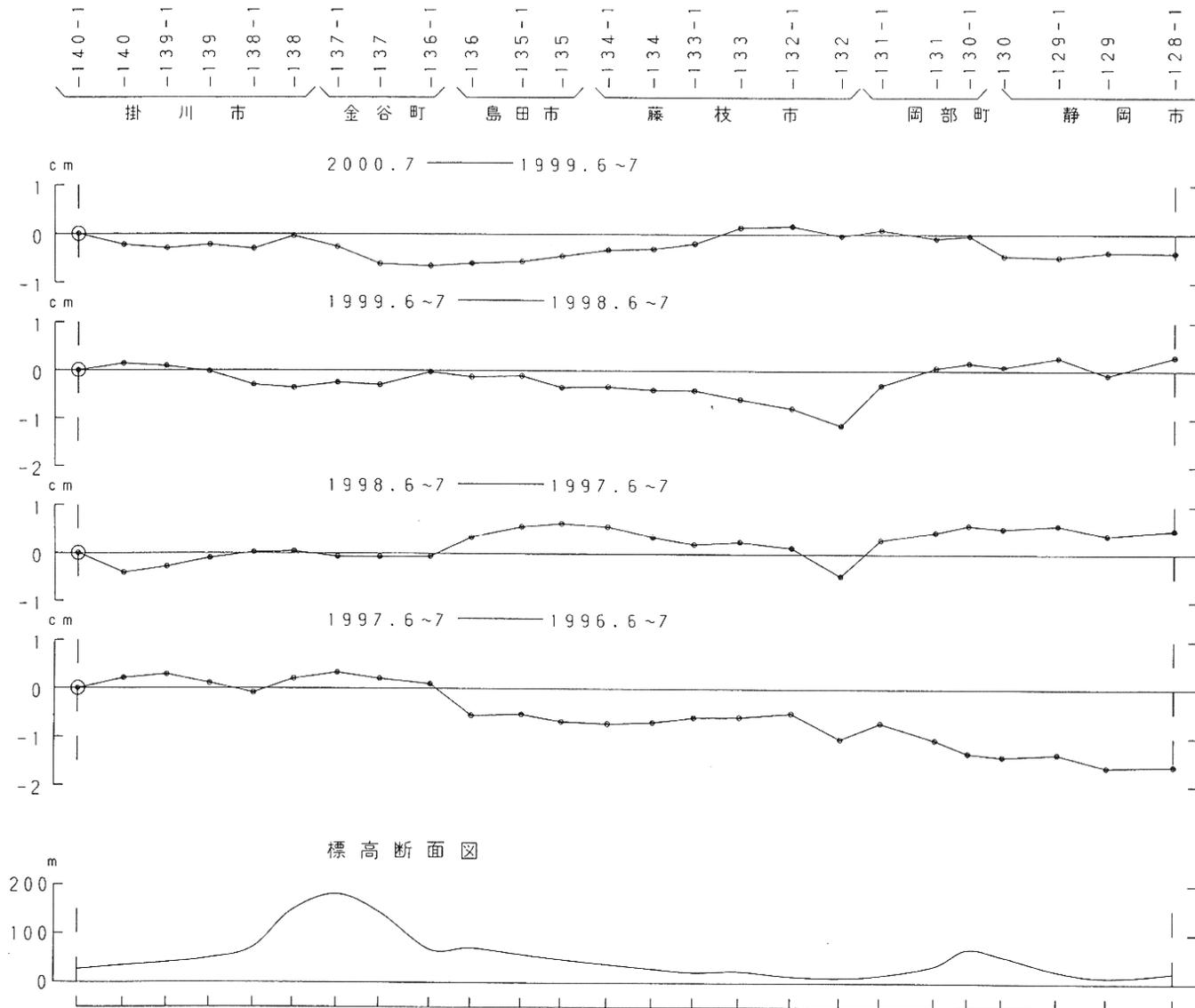
Fig.7 Results of short distance leveling(3): Vector representations of tims series of monthly means of tilt derived from leveling data in Fig.5 and Fig. 6.

Original data are provided by the Prefectural Government of Shizuoka.

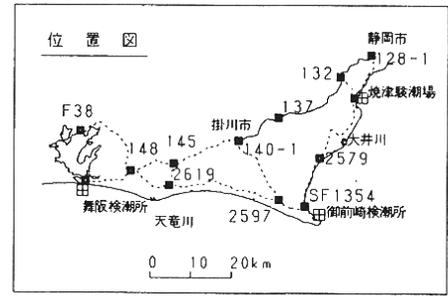


第8図 東海地方の上下変動の時間変化

Fig.8 Temporal variations of rates of subsidence and amplitudes of periodic components of leveling results in the Omaezaki region.

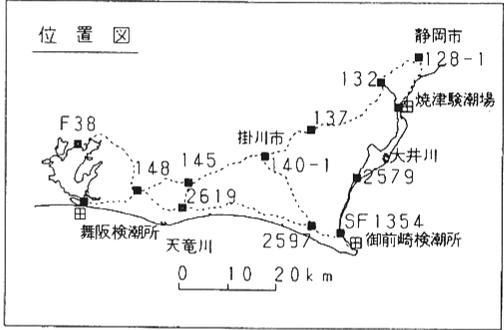
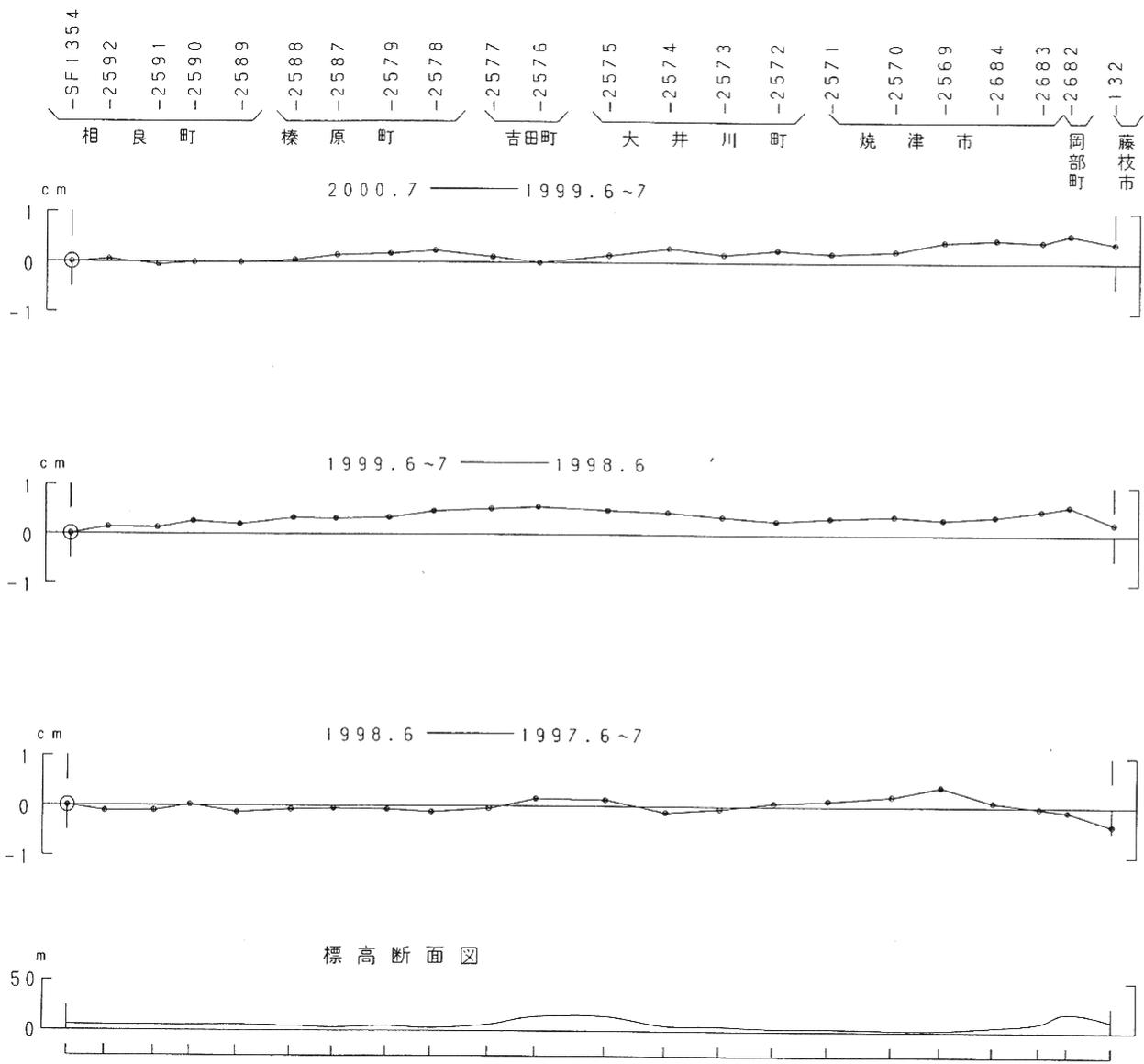


・2000年7月使用成果は
現地概算値による。
*白抜きは、改理点を示す。



第9図 東海地方の水準測量結果 (1) (掛川～静岡)

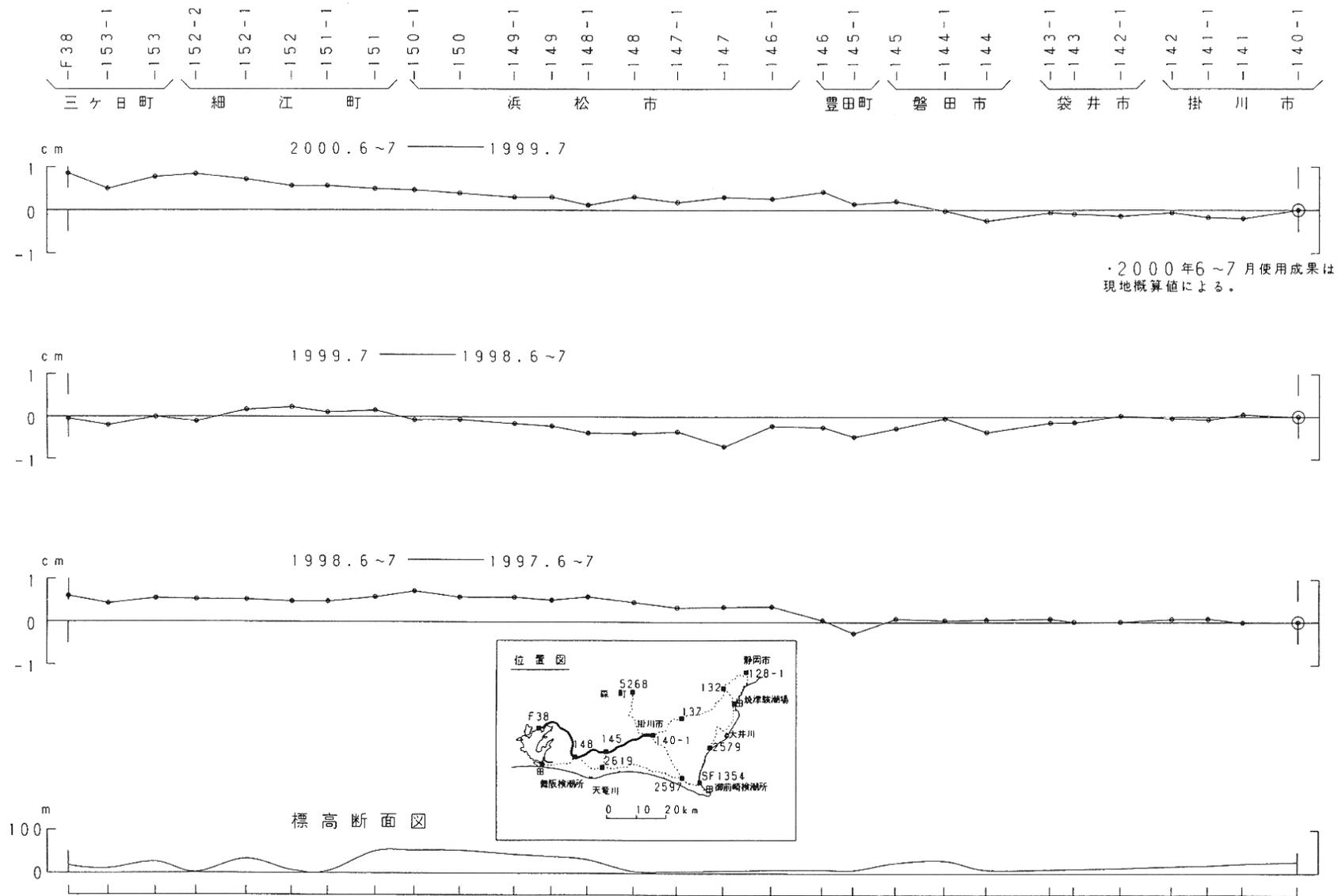
Fig.9 Results of precise leveling in the Tokai district (1) (From Kakegawa to Shizuoka).



・2000年7月使用成果は
現地概算値による。

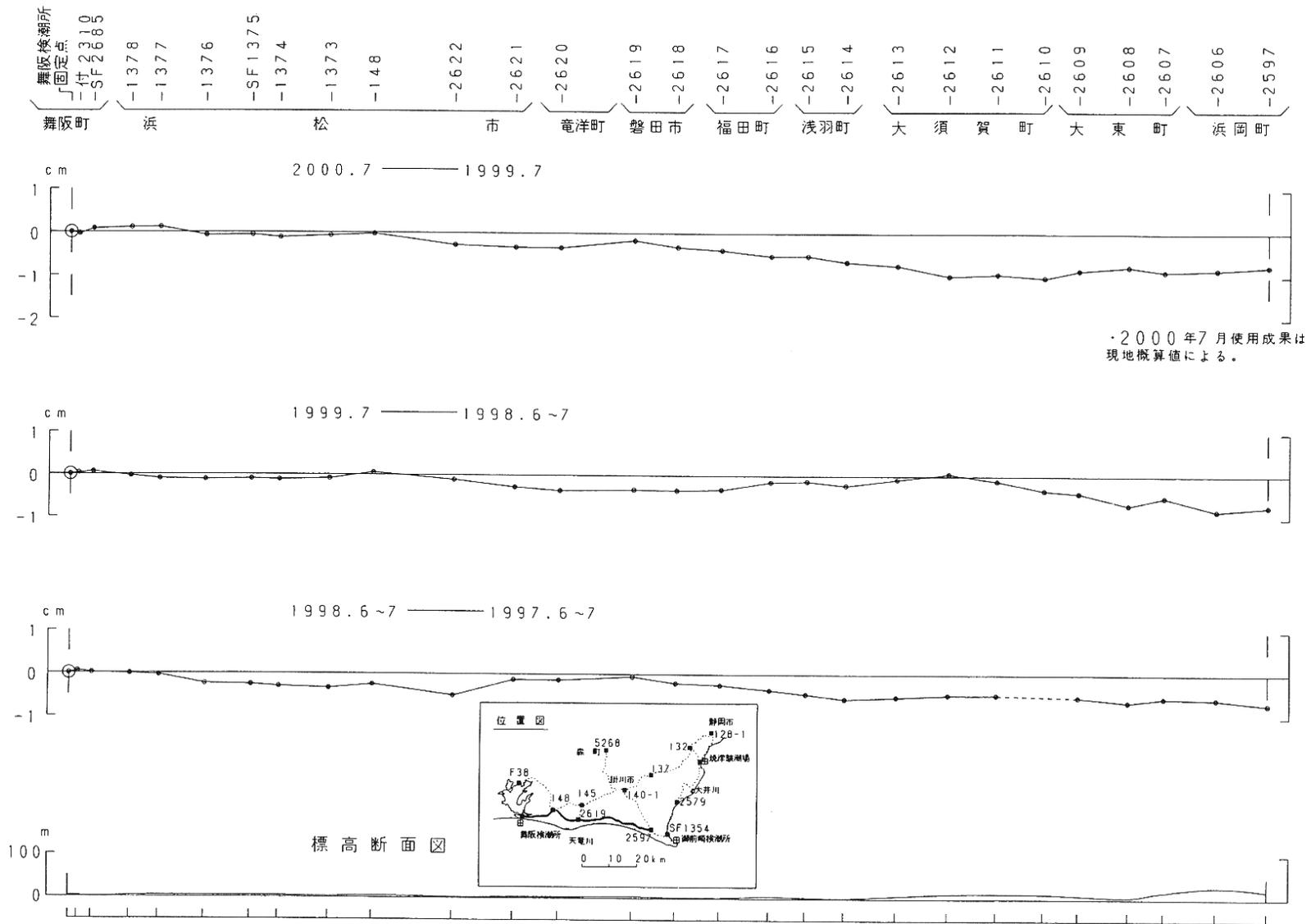
第10図 東海地方の水準測量結果 (2) (相良～藤枝)

Fig.10 Results of precise leveling in the Tokai district (2) (From Sagara to Fujieda).



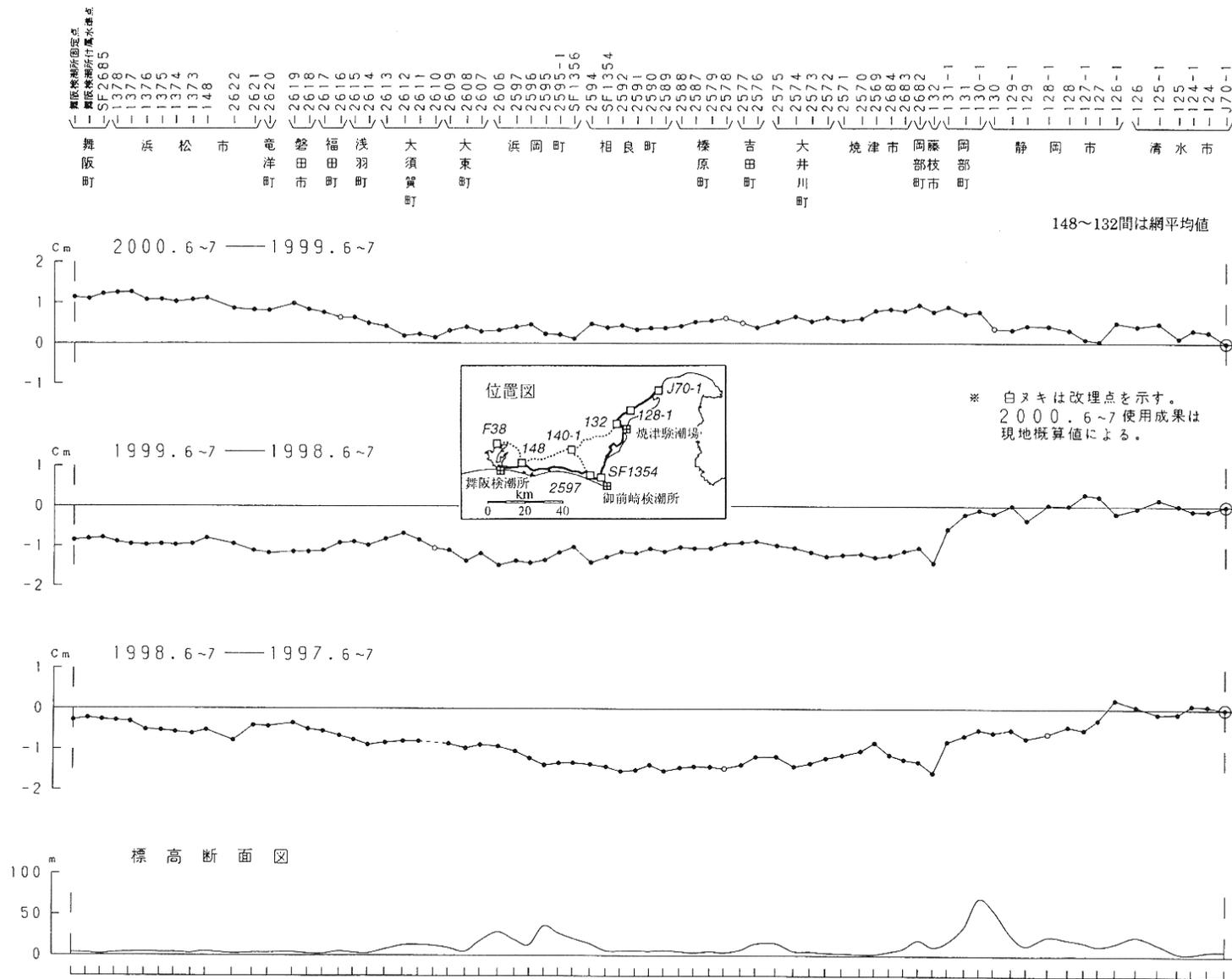
第11図 東海地方の水準測量結果 (3) (三ヶ日～掛川)

Fig.11 Results of precise leveling in the Tokai district (3) (From Mikkabi to Kakegawa).



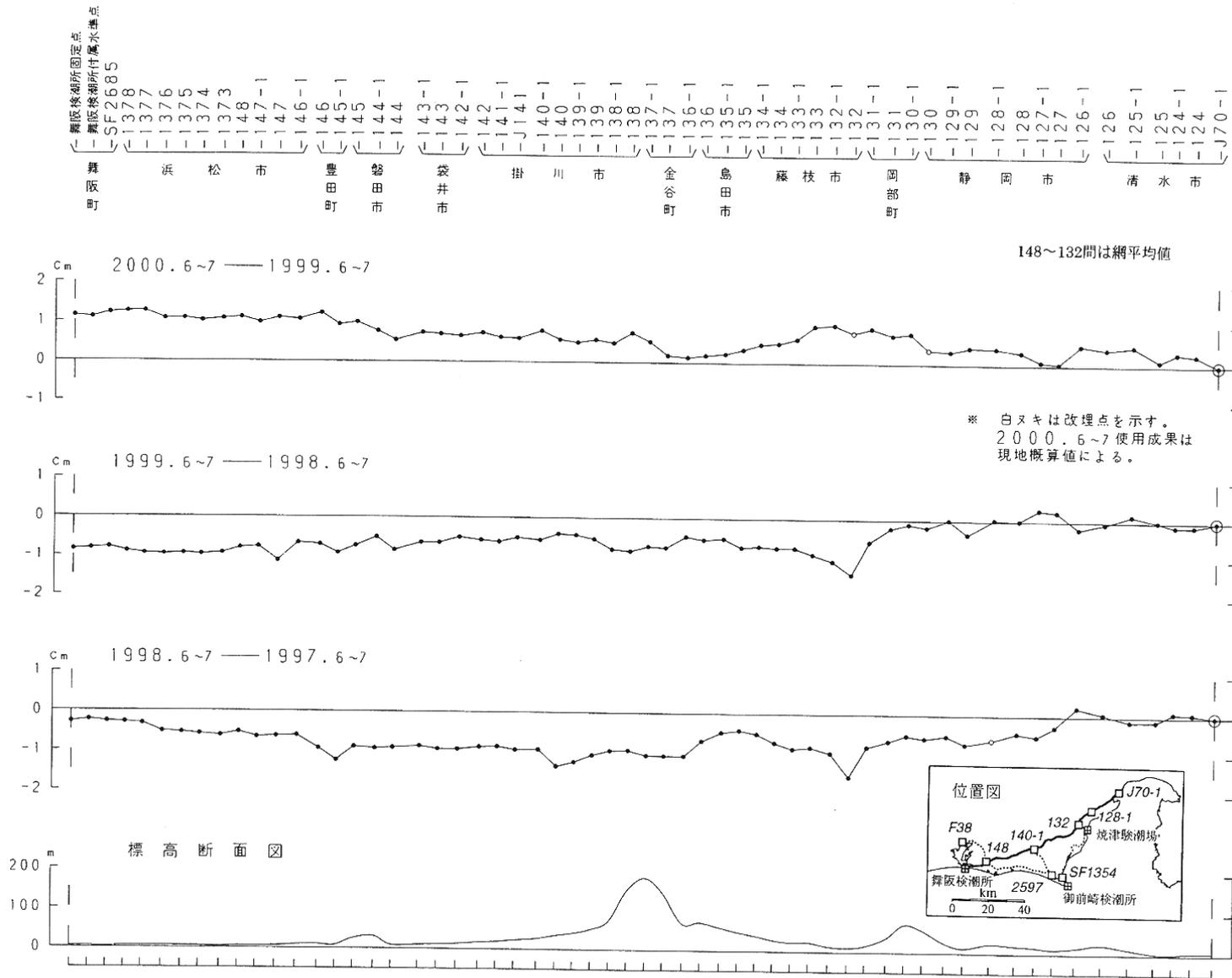
第12図 東海地方の水準測量結果 (4) (舞阪～浜岡)

Fig.12 Results of precise leveling in the Tokai district (4) (From Maisaka to Hamaoka).



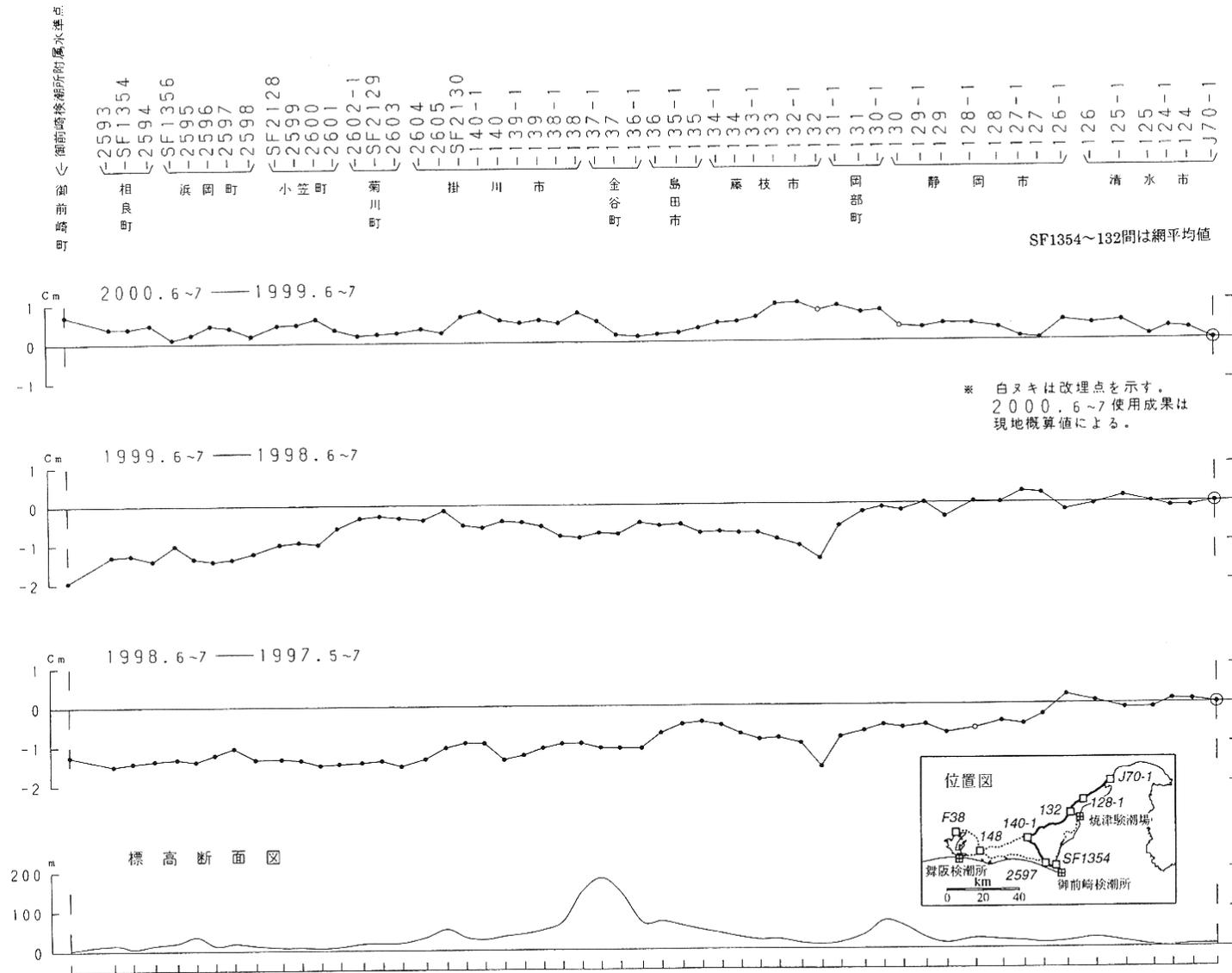
第13図 東海地方の水準測量結果 (5) (舞阪～浜岡～清水)

Fig.13 Results of precise leveling in the Tokai district (5) (From Maisaka to Shimizu via Hamaoka).



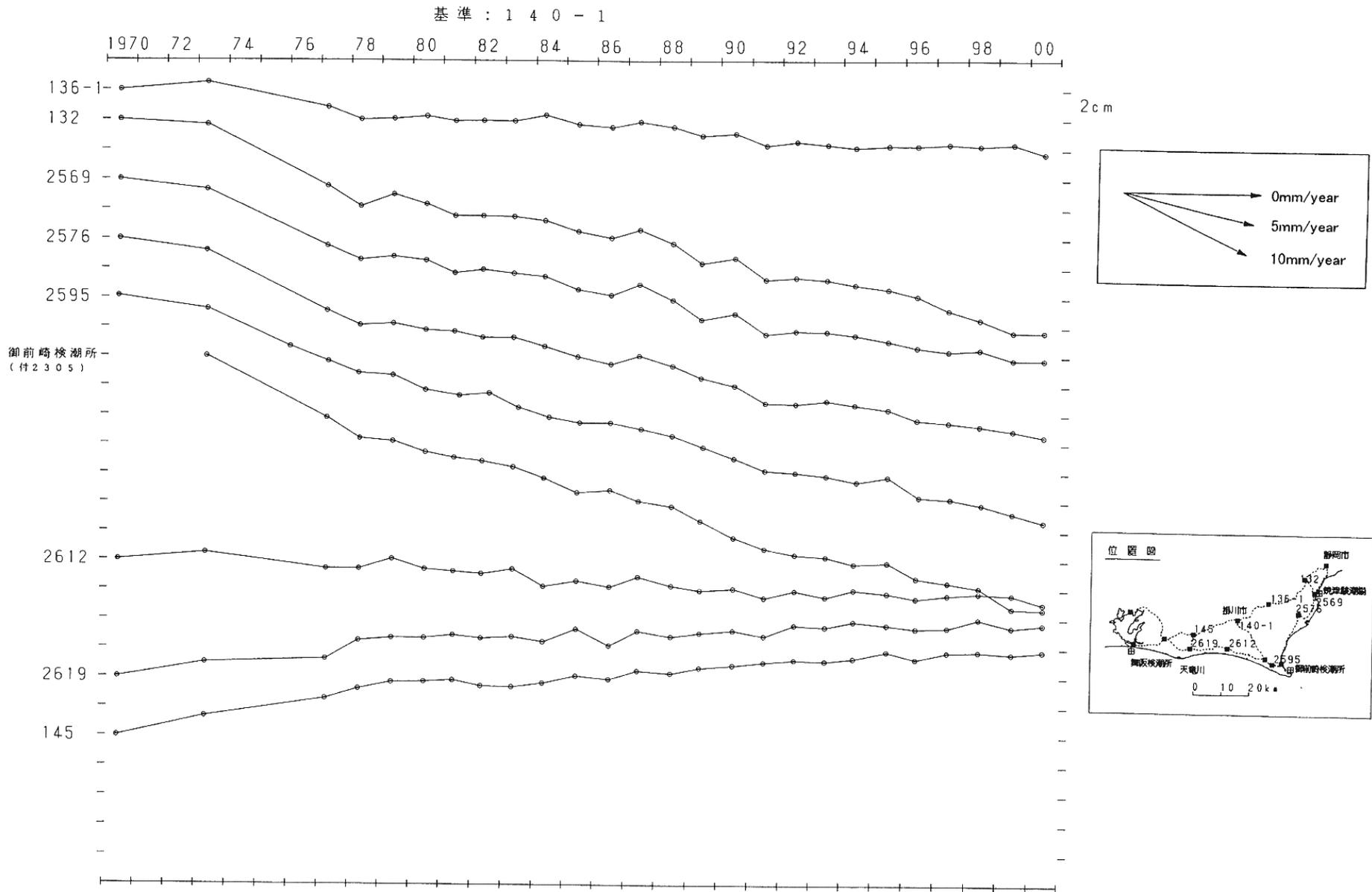
第14図 東海地方の水準測量結果 (6) (舞阪~掛川~清水)

Fig.14 Results of precise leveling in the Tokai district (6) (From Maisaka to Shimizu via Kakegawa).



第15図 東海地方の水準測量結果 (7) (御前崎～掛川～清水)

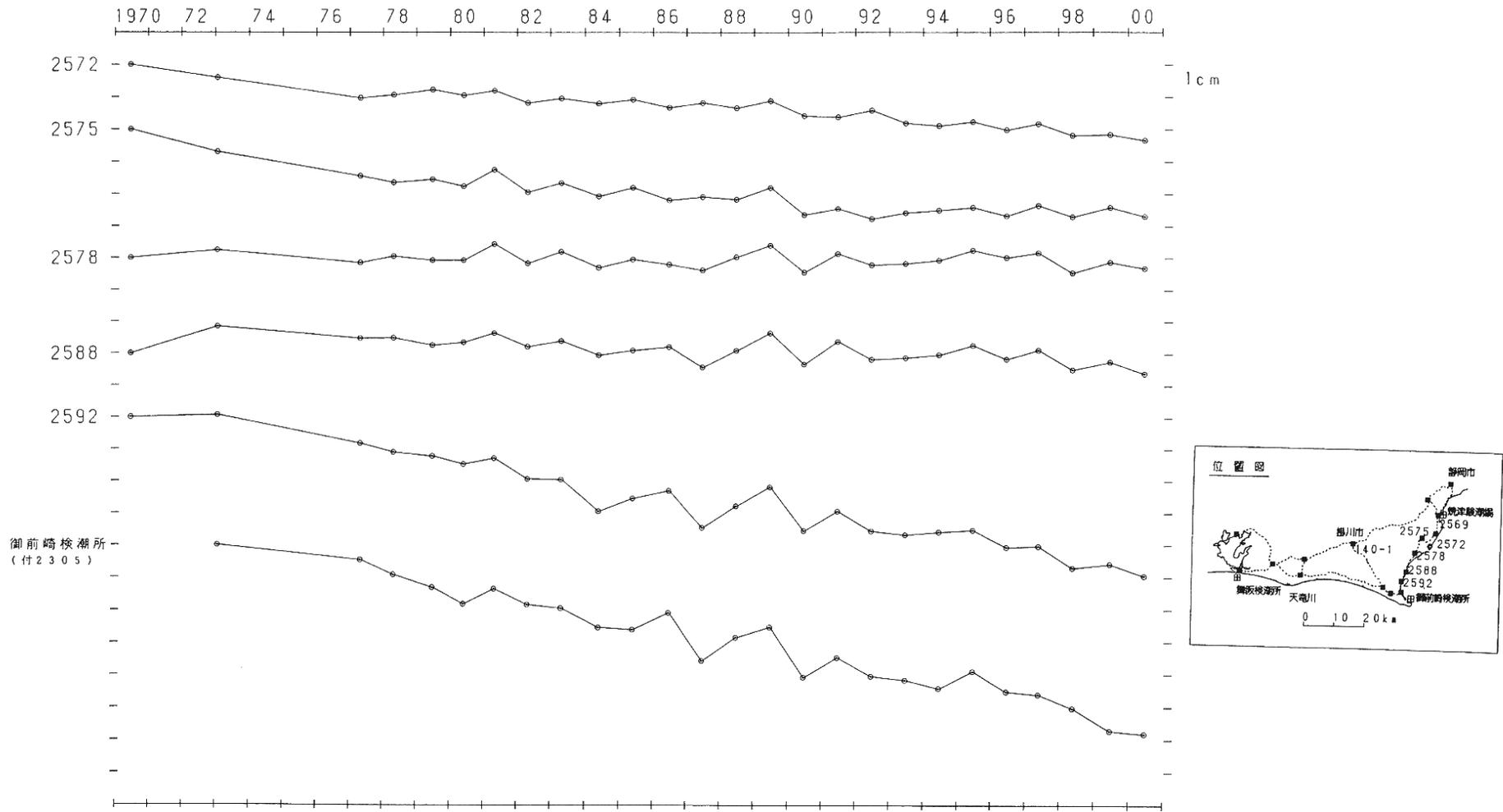
Fig.15 Results of precise leveling in the Tokai district (7) (From Omaezaki to Shimizu via Kakegawa).



第16図 東海地方の水準測量結果 (8)

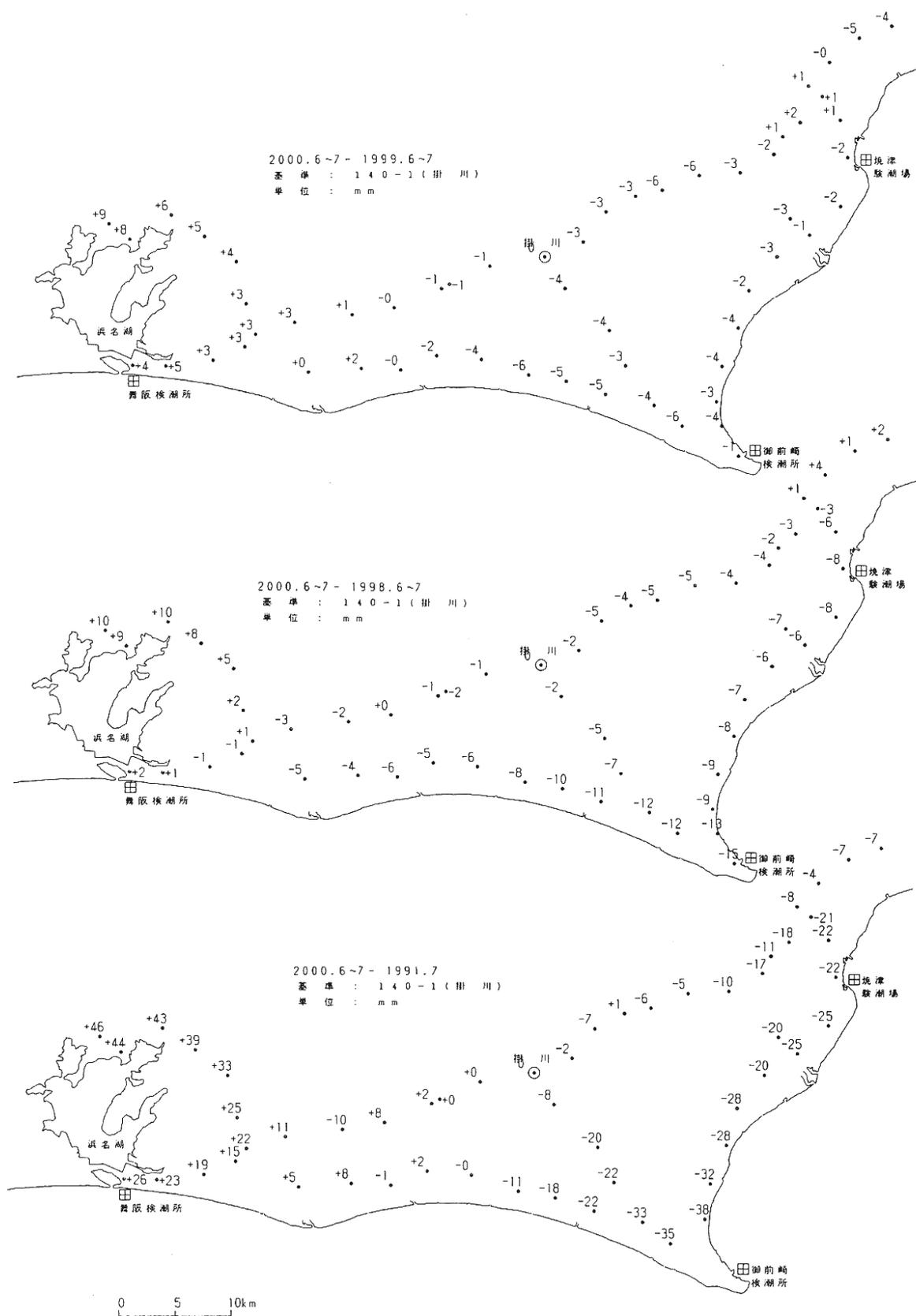
Fig.16 Results of precise leveling in the Tokai district (8).

基準： 2 5 6 9



第17図 東海地方の水準測量結果 (9)

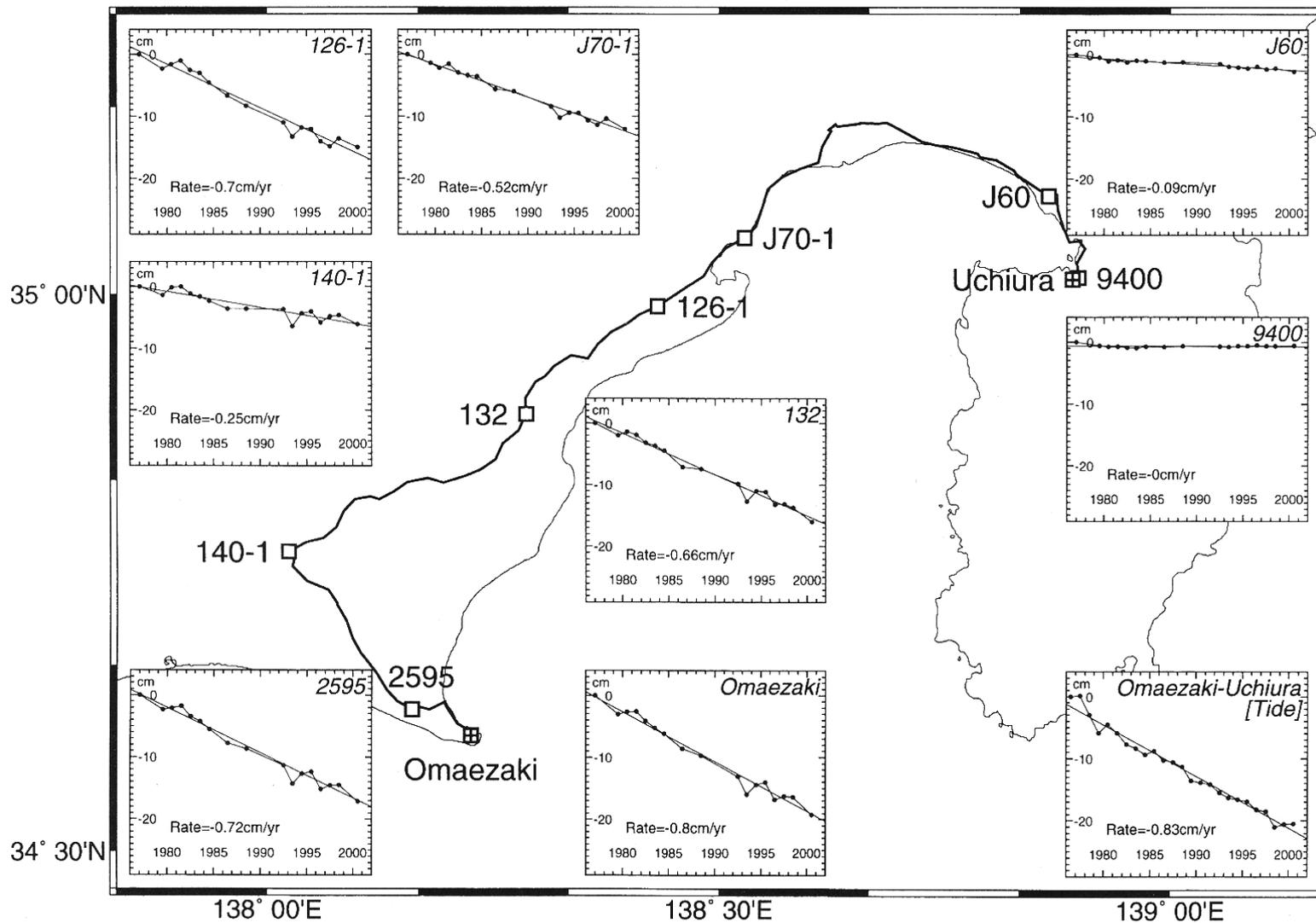
Fig.17 Results of precise leveling in the Tokai district (9).



第18図 東海地方の水準測量結果 (10)

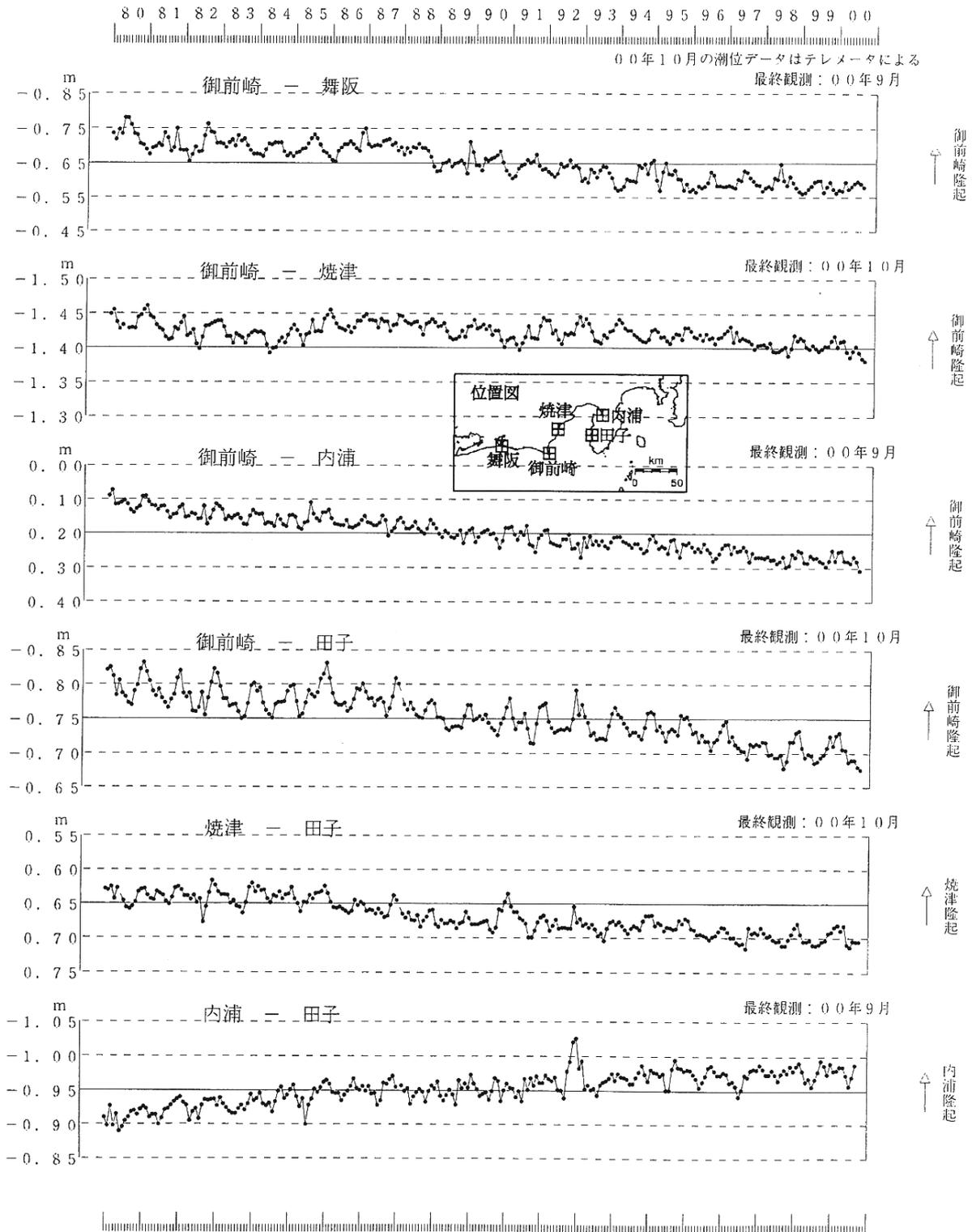
Fig.18 Results of precise leveling in the Tokai district (10).

基準：内浦検潮所
 上下変動速度は1976年以降のデータによる



第19図 水準測量および験潮による駿河湾周辺の上下地殻変動（内浦験潮場を基準）

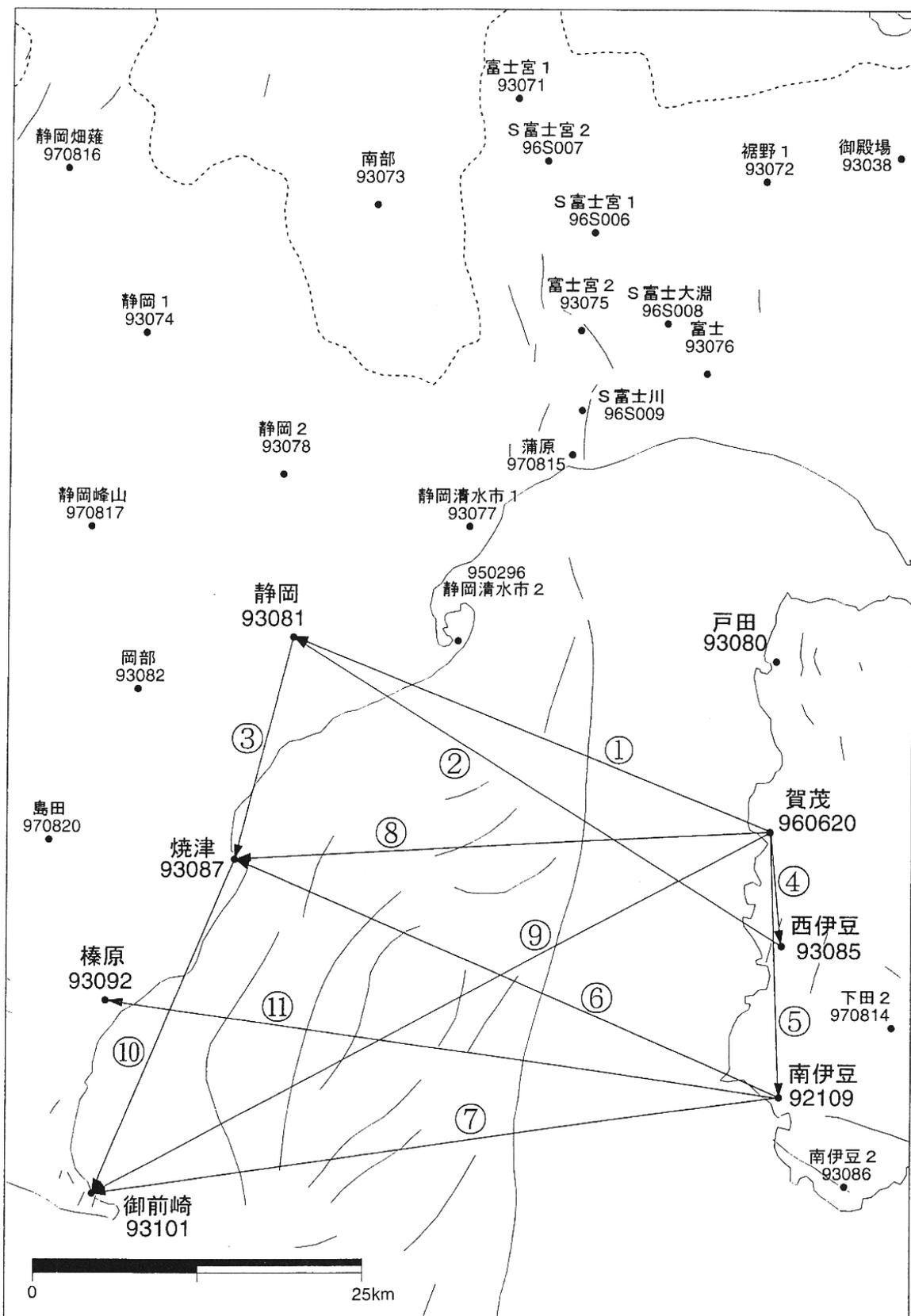
Fig.19 Vertical crustal deformation around Sagami Bay derived from leveling and tidal observation as referred to Uchiura.



第20図 東海地方各験潮場間の月平均潮位差

Fig.20 Plots of difference of montly mean values at different tidal gauges.

駿河湾GPS連続観測基線図



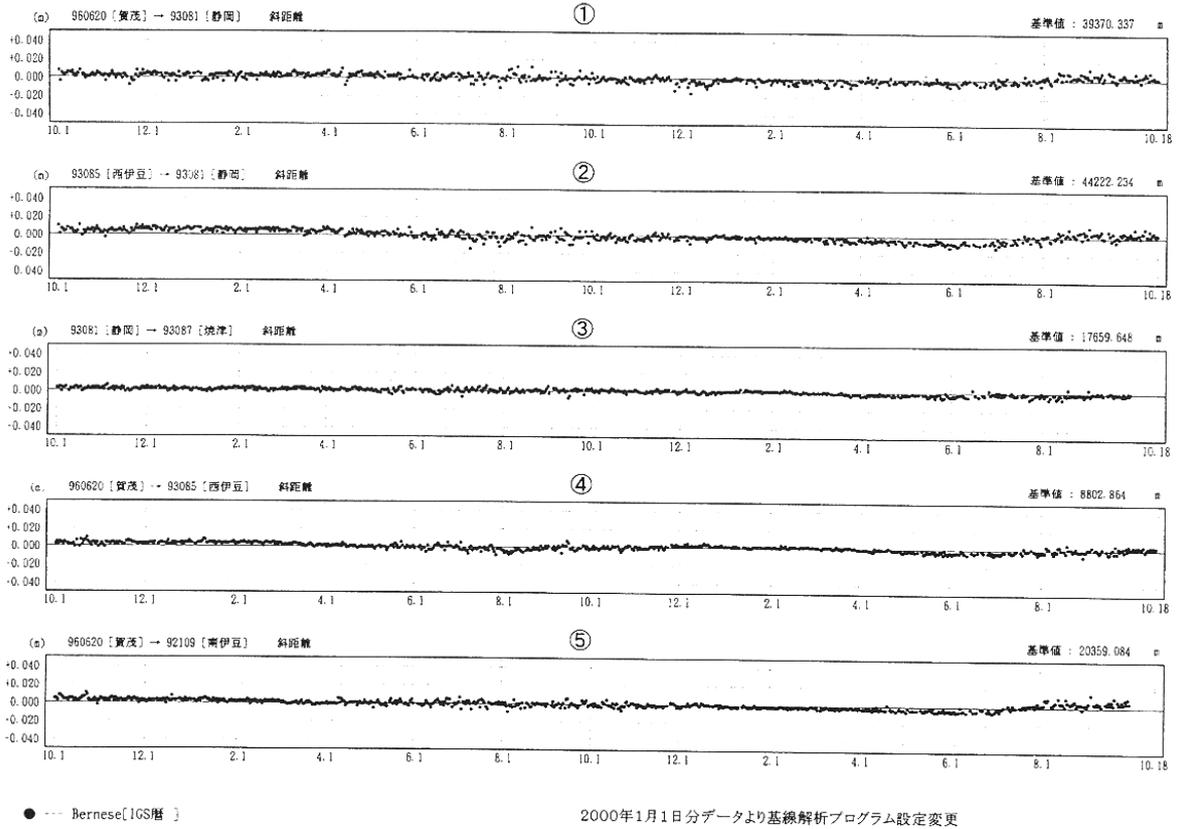
第21図-(1) 駿河湾周辺GPS連続観測点観測結果(1)

Fig.21-(1) Results of continuous GPS measurements around the Suruga bay (1 of 2).

期間：1998年10月1日～2000年10月18日
座標系：WGS84

基線長変化グラフ

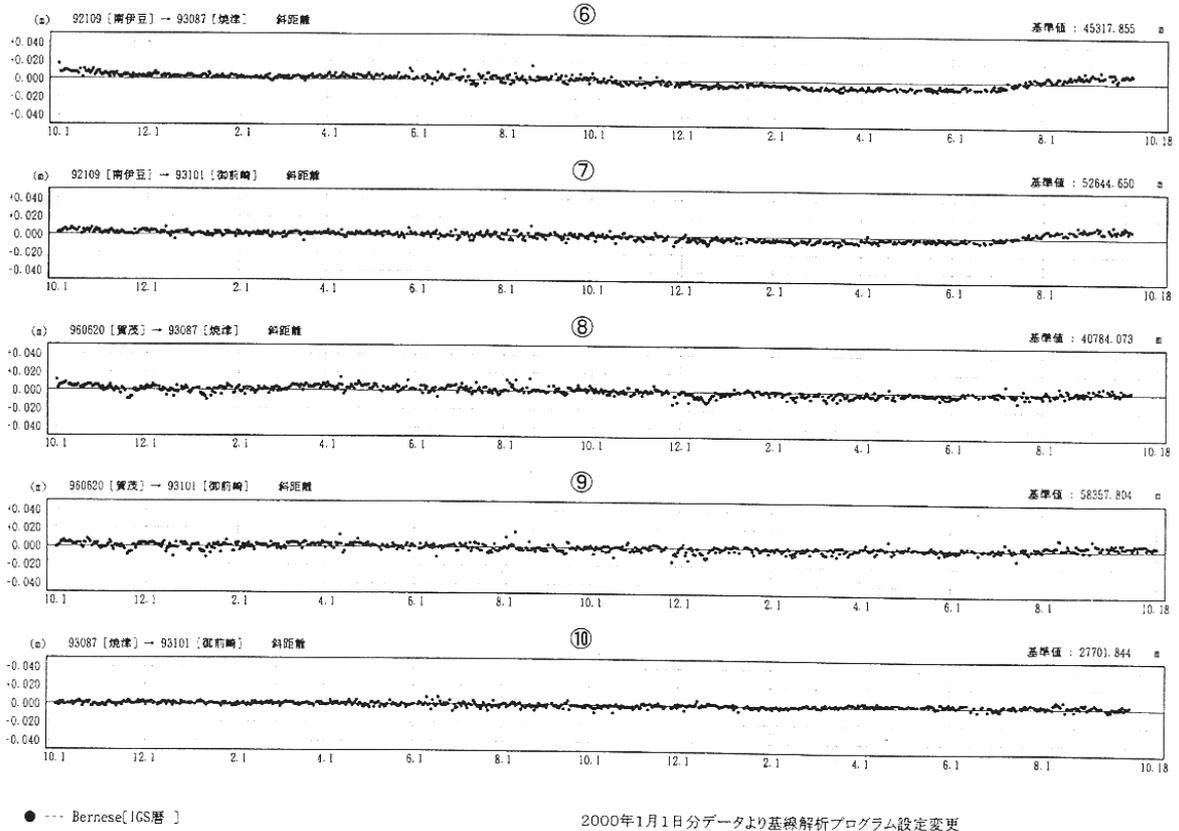
精密暦



期間：1998年10月1日～2000年10月18日

基線長変化グラフ

精密暦



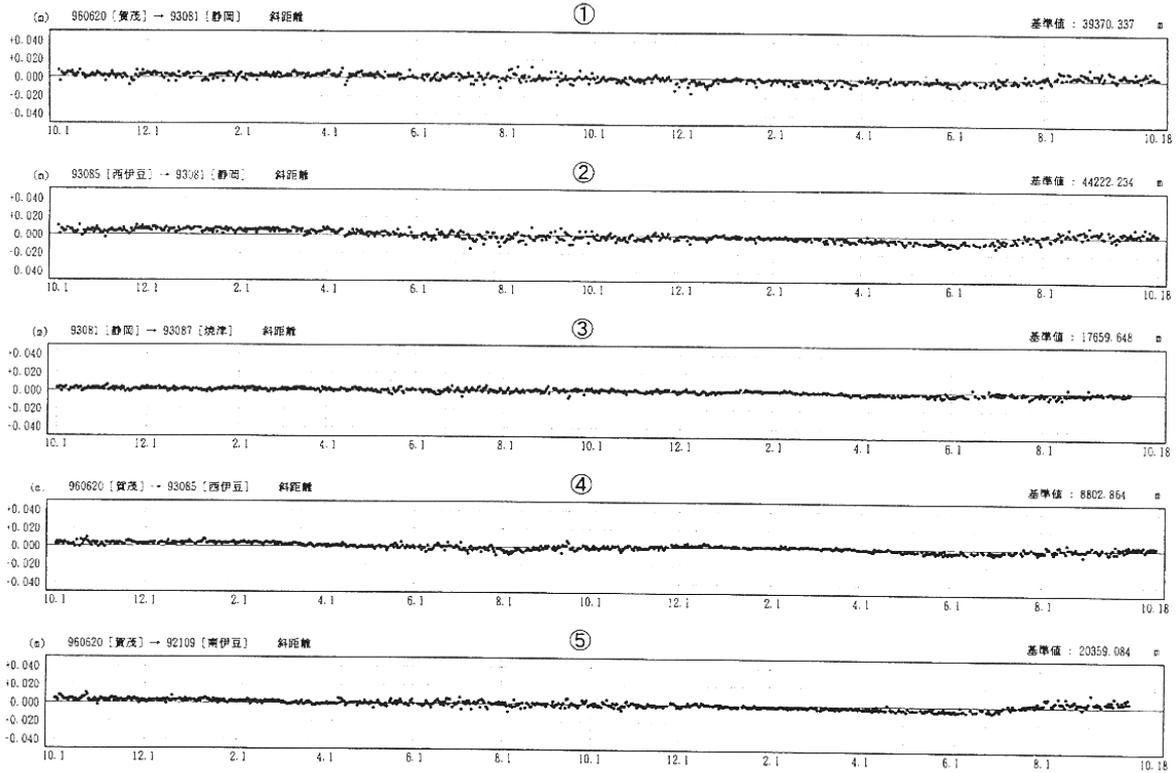
第21図-(2) 駿河湾周辺GPS連続観測点観測結果(2)

Fig.21-(2) Results of continuous GPS measurements around the Suruga bay (2 of 2).

期間：1998年10月1日～2000年10月18日
座標系：WGS84

基線長変化グラフ

精密暦



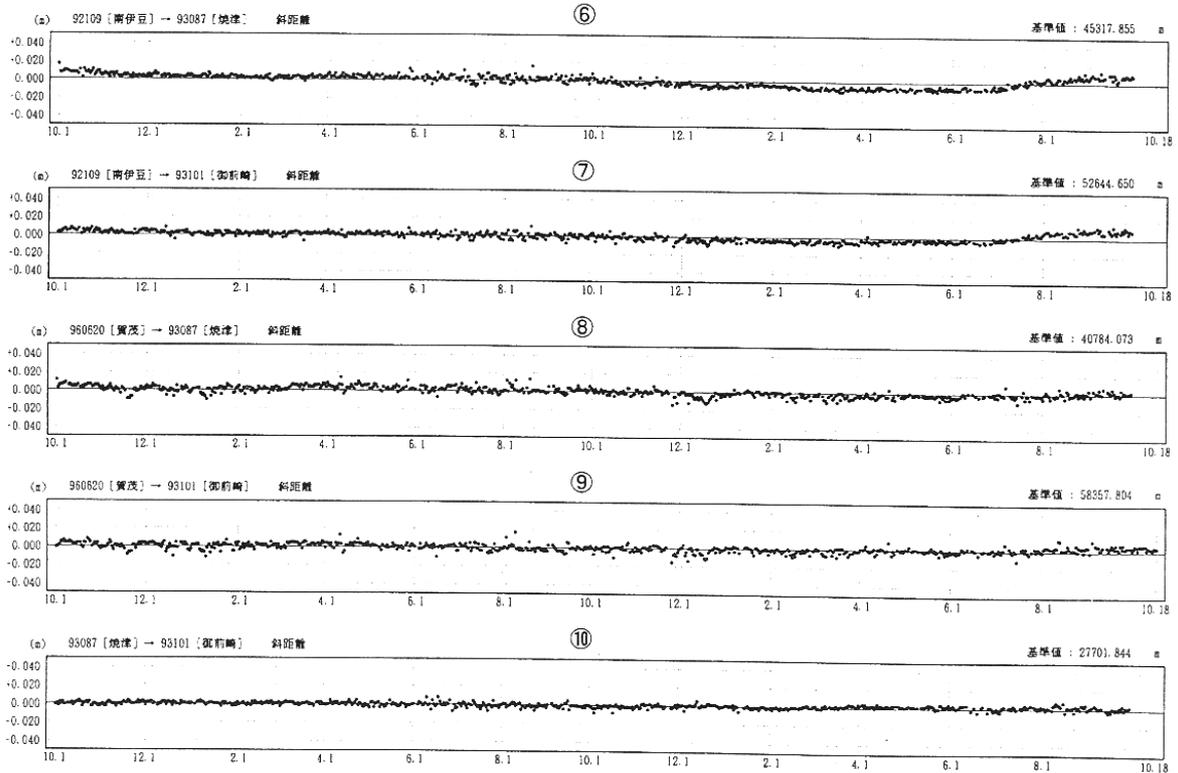
● --- Bernese[IGS暦]

2000年1月1日分データより基線解析プログラム設定変更

期間：1998年10月1日～2000年10月18日

基線長変化グラフ

精密暦



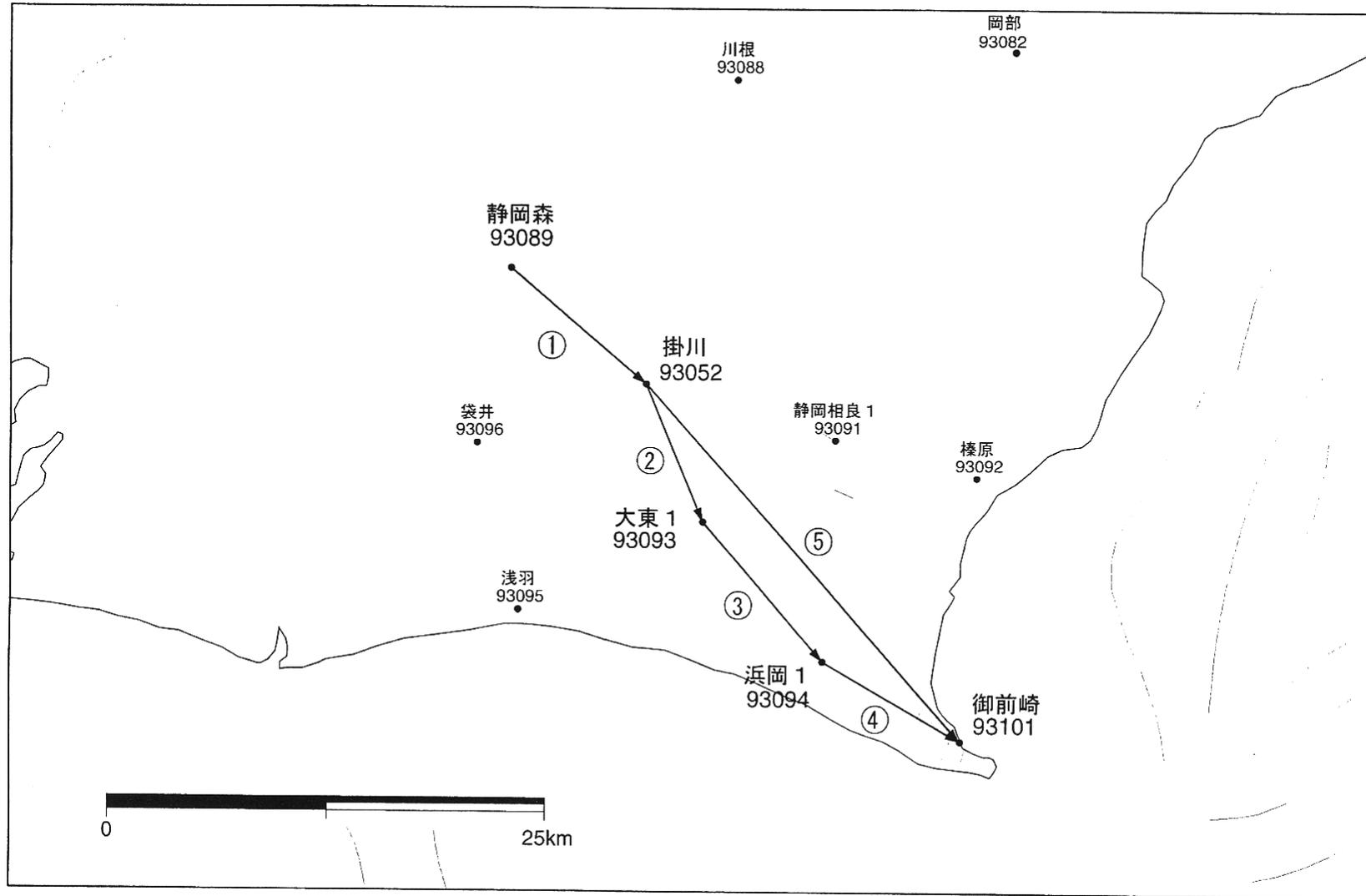
● --- Bernese[IGS暦]

2000年1月1日分データより基線解析プログラム設定変更

第22図 駿河湾周辺GPS連続観測結果時系列と変動速度

Fig.22 Results of continuous GPS measurements around the Suruga bay: time series and rates.

御前崎GPS連続観測基線図



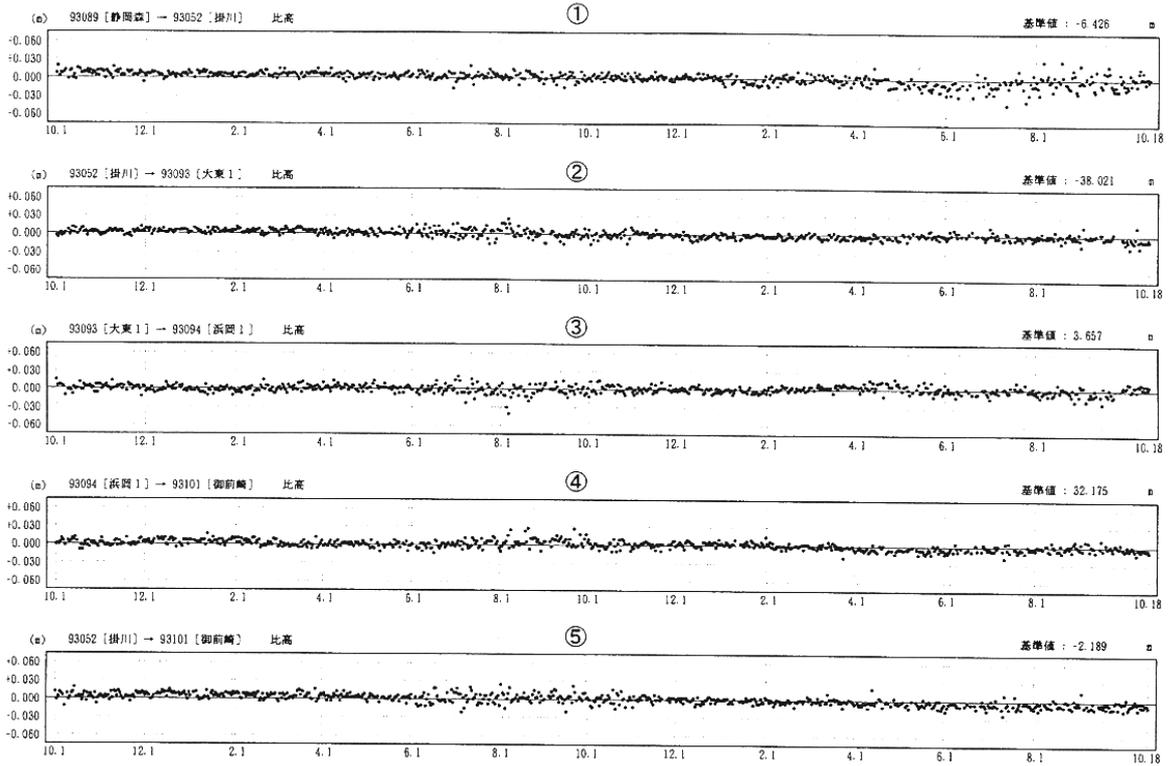
第23図-(1) 御前崎周辺GPS連続観測点観測結果(1)

Fig.23-(1) Results of continuous GPS measurements in the Omazaki district (1 of 2).

期 間: 1998年10月1日 ~ 2000年10月18日
座標系: WGS84

比高変化グラフ

精密替



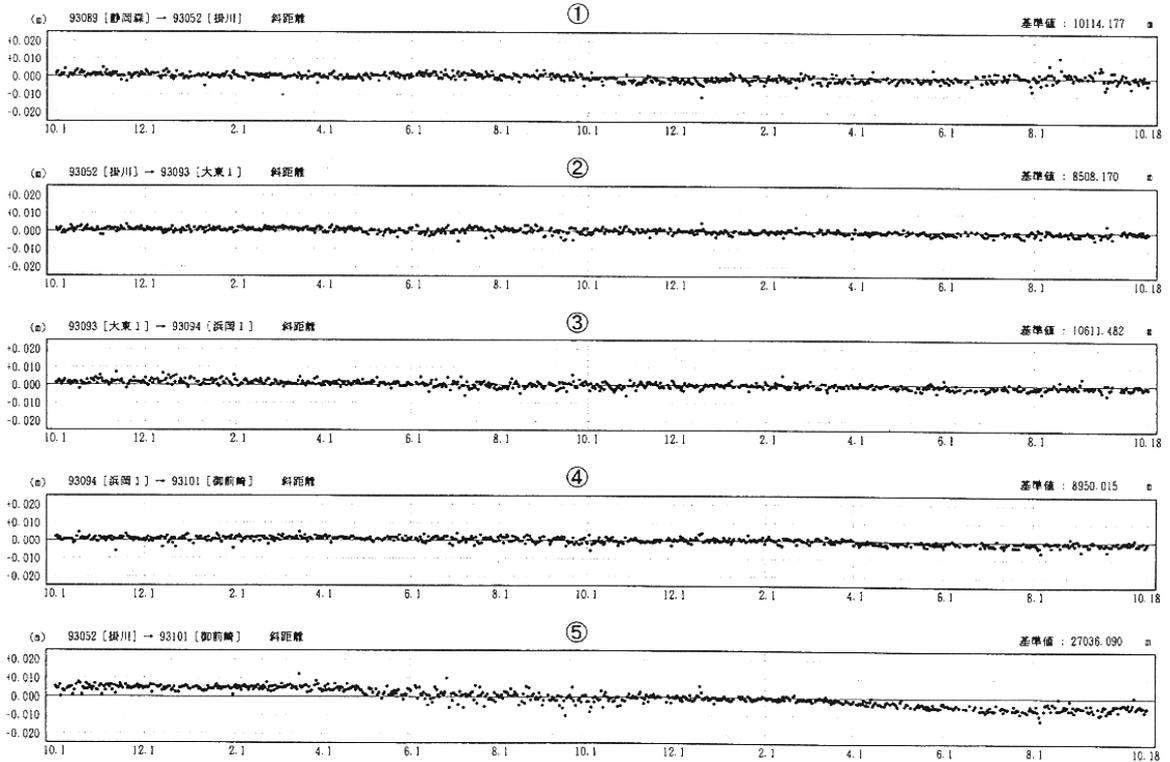
● --- Bernese[IGS暦]

2000年1月1日分データより基線解析プログラム設定変更

期 間: 1998年10月1日 ~ 2000年10月18日
座標系: WGS84

基線長変化グラフ

精密替



● --- Bernese[IGS暦]

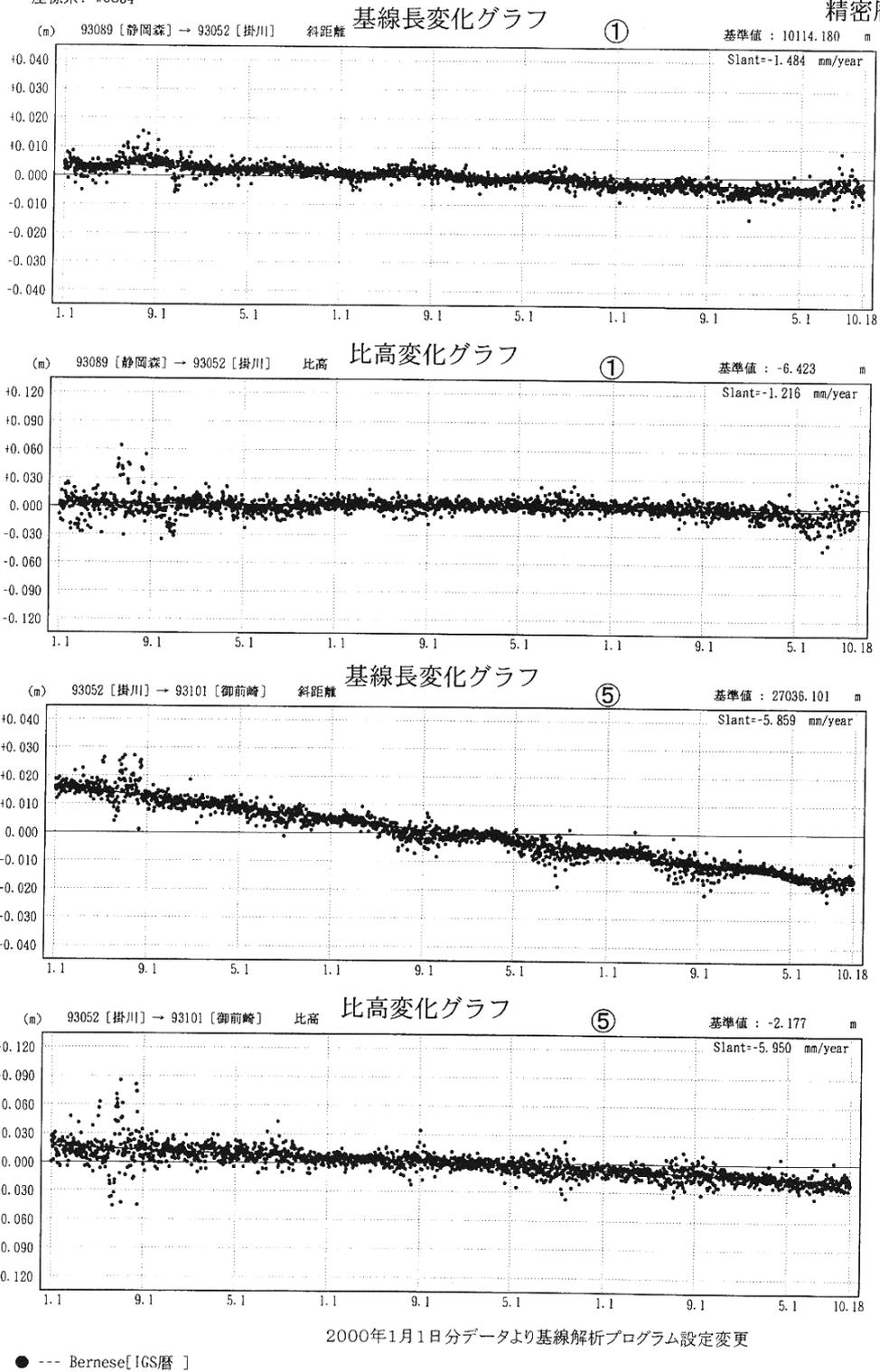
2000年1月1日分データより基線解析プログラム設定変更

第23図-(2) 御前崎周辺GPS連続観測点観測結果(2)

Fig.23-(2) Results of continuous GPS measurements in the Omaezaki district (2 of 2).

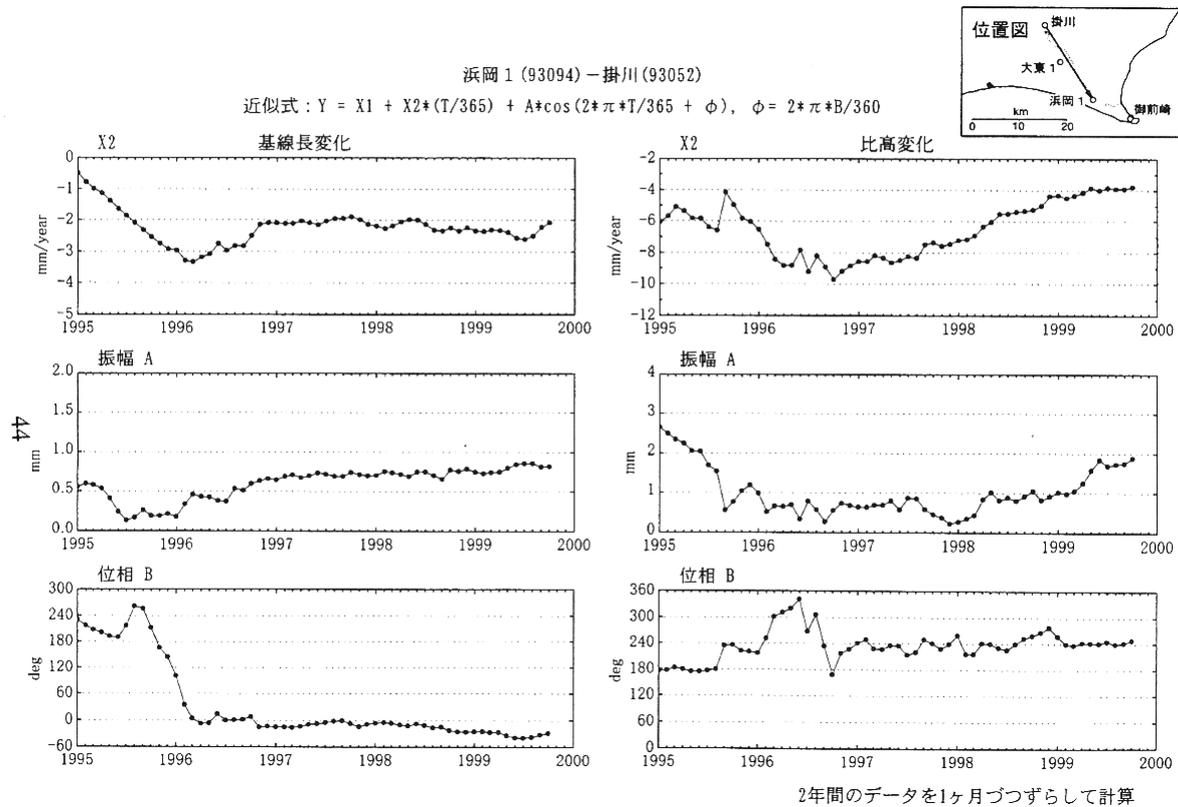
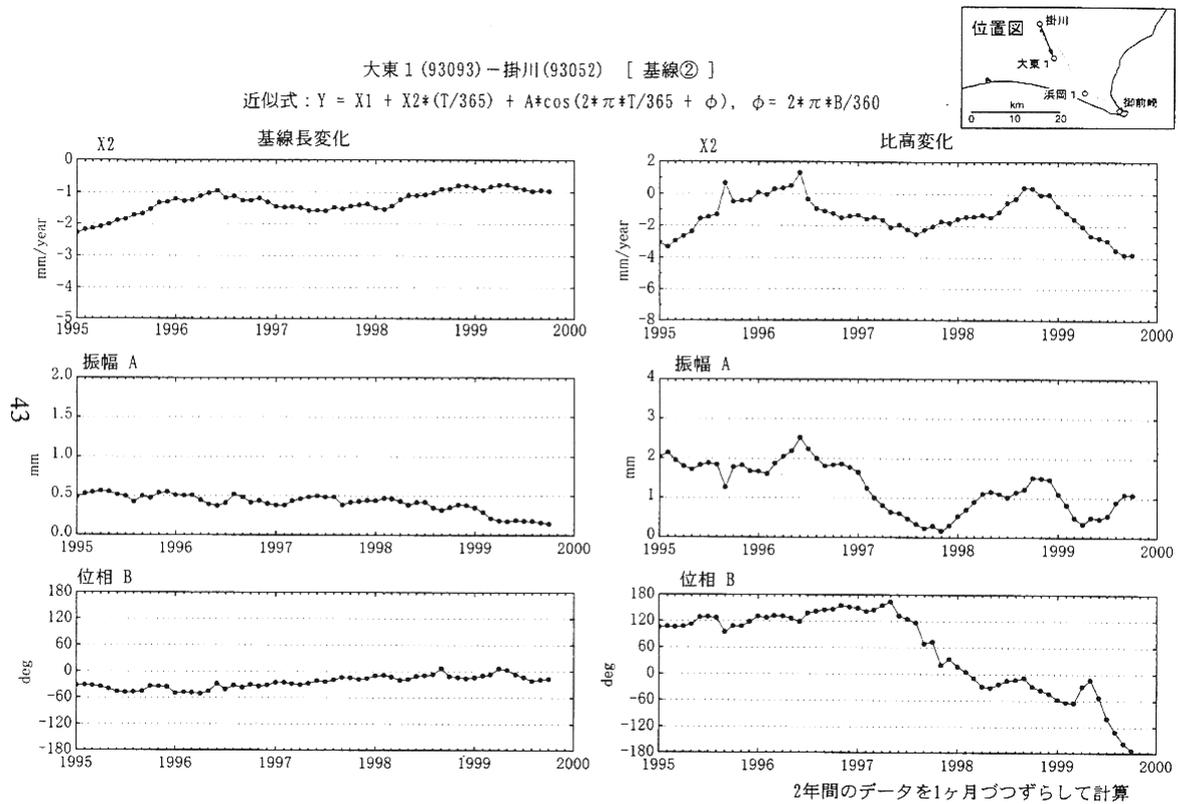
期 間: 1995年1月1日 ~ 2000年10月18日
座標系: WGS84

精密暦



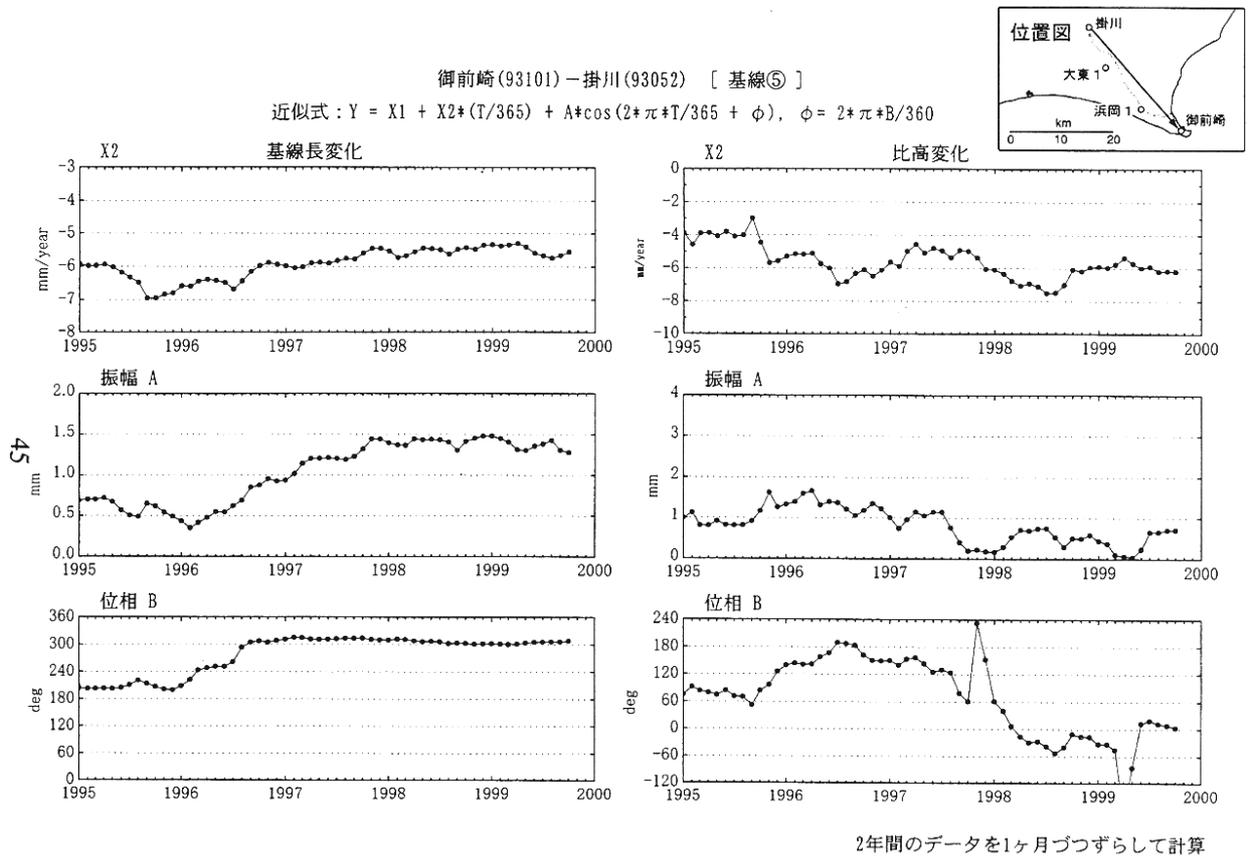
第24図 御前崎周辺GPS連続観測点観測結果と変動速度

Fig.24 Results of continuous GPS measurements in the Omaezaki district: time series and rates.



第25図-(1) 東海地方のGPS上下成分変動の時間変化(1)

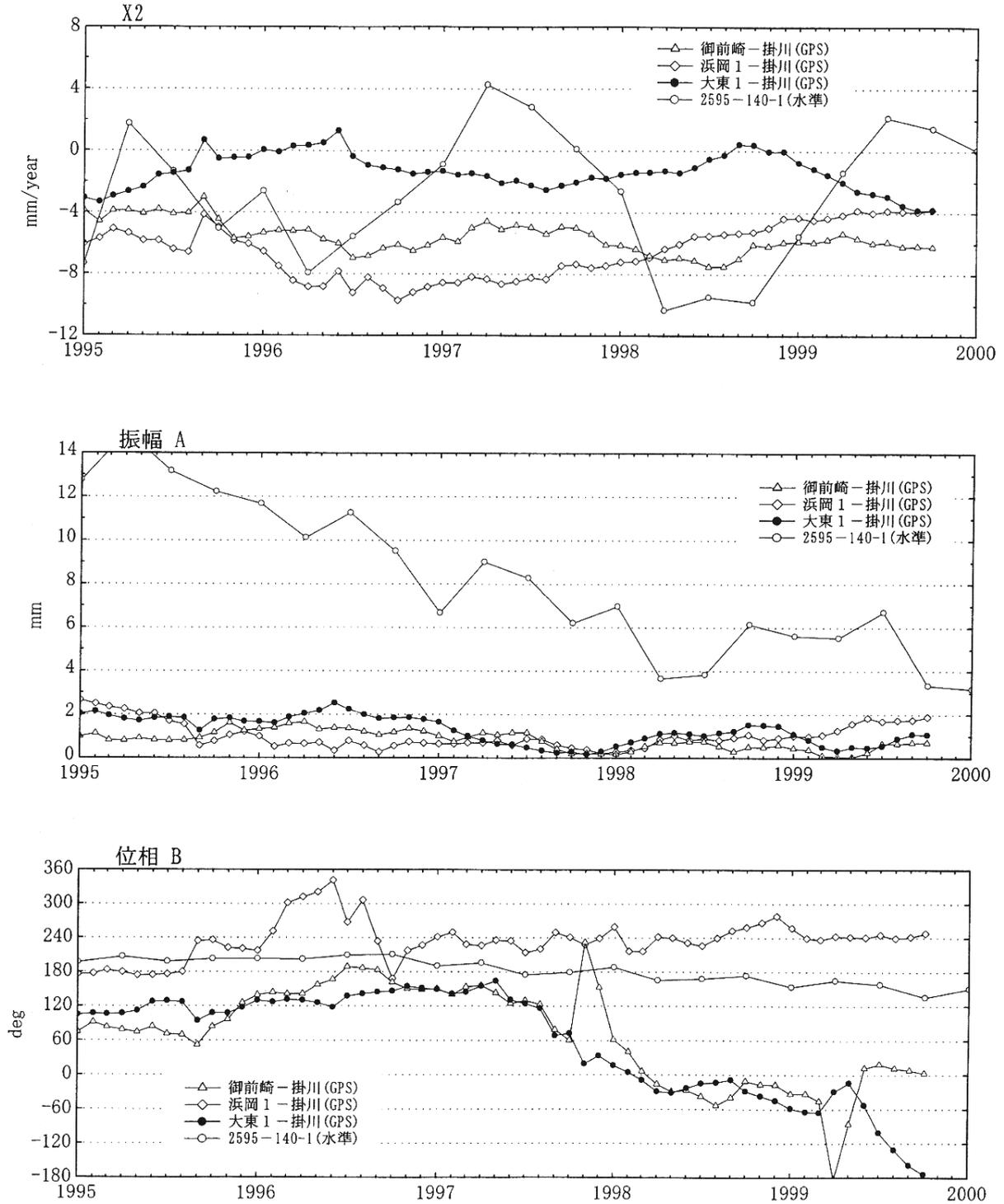
Fig.25-(1) Temporal variation of rate of subsidence and amplitude of annual component of GPS results in Omaezaki region (1 of 2).



第25図-(2) 東海地方のGPS上下成分変動の時間変化(2)

Fig.25-(2) Temporal variation of rate of subsidence and amplitude of annual component of GPS results in Omaezaki region (2 of 2).

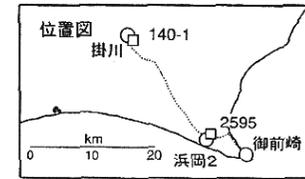
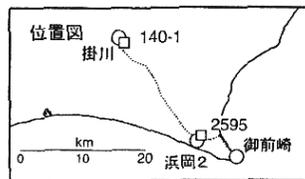
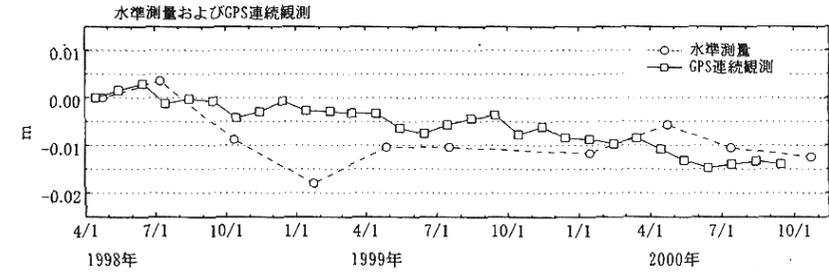
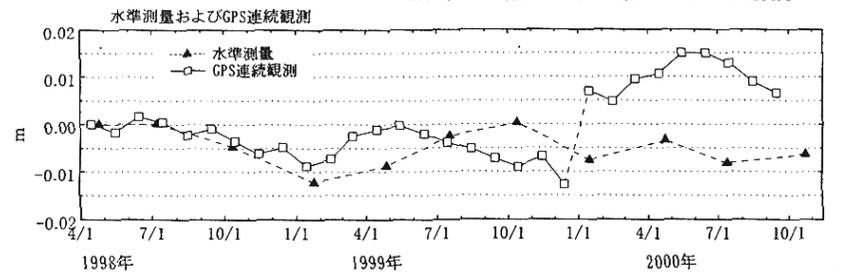
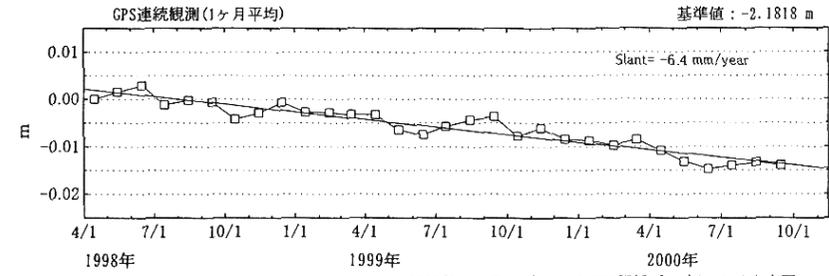
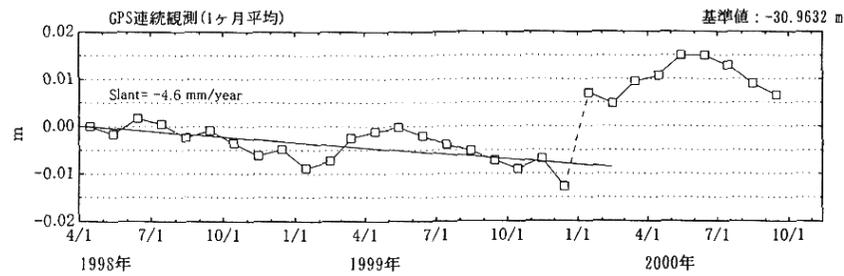
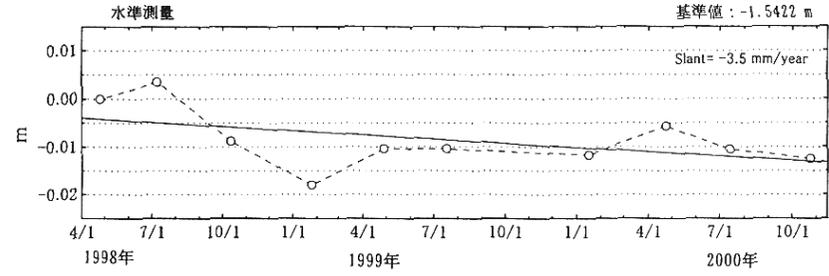
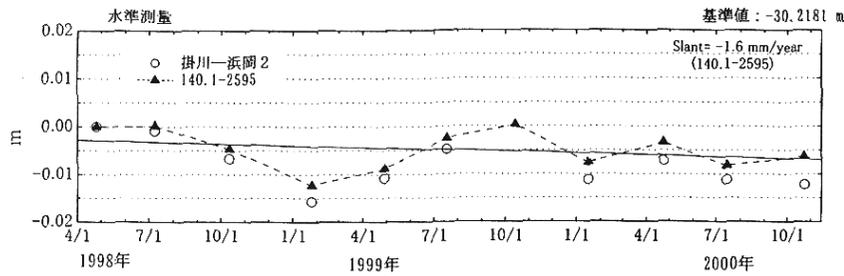
$$\text{近似式} : Y = X1 + X2*(T/365) + A*\cos(2*\pi*T/365 + \phi), \quad \phi = 2*\pi*B/360$$



GPS連続観測 : 2年間のデータを1ヶ月ずつずらして計算
 水準測量 : 2年間のデータを3ヶ月ずつずらして計算

第26図 東海地方のGPSおよび水準による上下変動成果の時間変化の比較 (1)

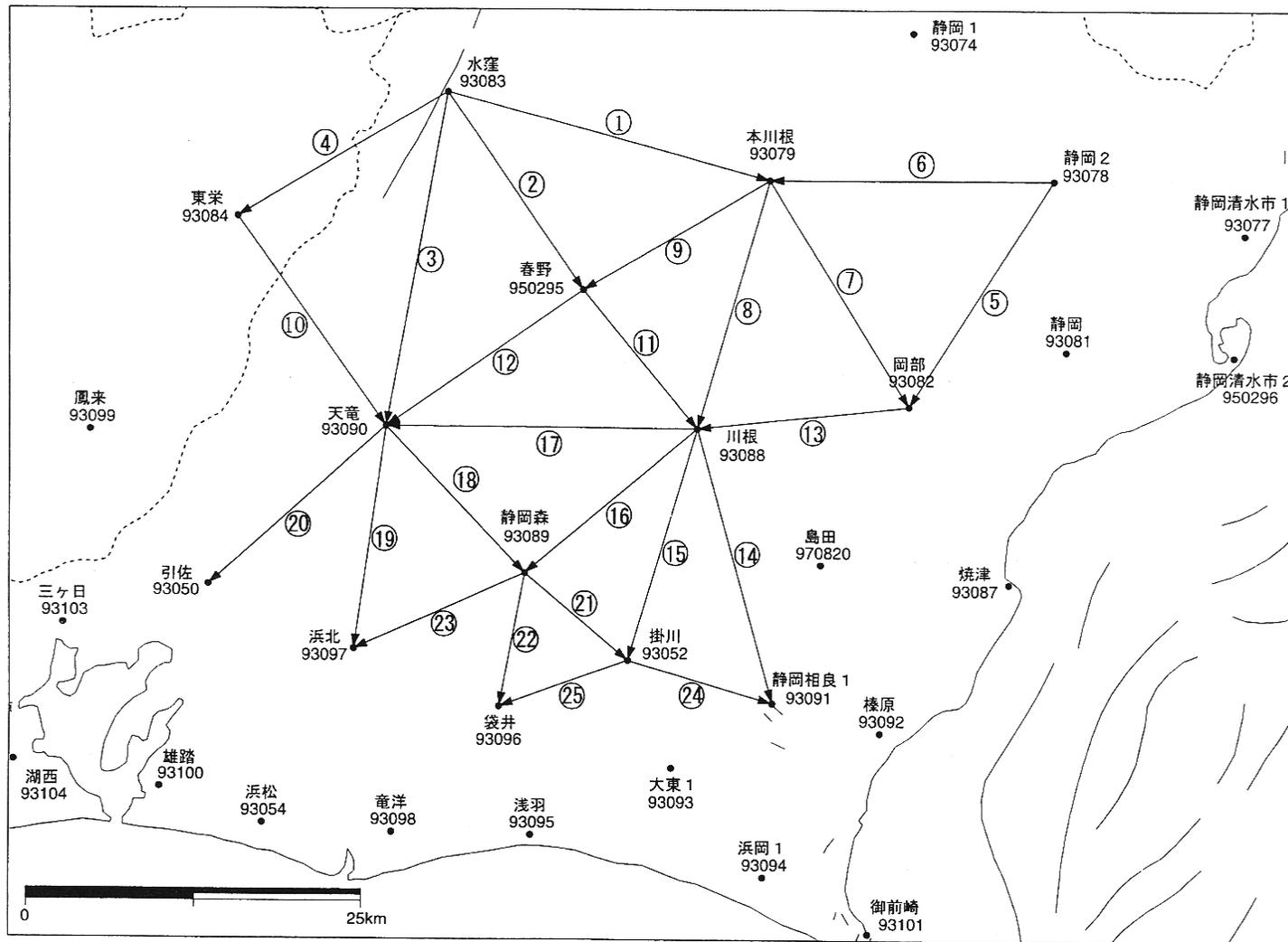
Fig.26 Comparison of GPS and leveling results: Temporal variation of rate of subsidence and amplitude of annual component of leveling results in Omaezaki region. (1)



第27図 東海地方のGPSおよび水準による上下変動成果の時間変化の比較 (2)

Fig.27 Comparison of GPS and leveling results: Temporal variation of rate of subsidence and amplitude of annual component of leveling results in Omaezaki region. (2)

静岡県西部 GPS 連続観測基線図



第28図-(1) 静岡県西部GPS連続観測点観測結果(1)

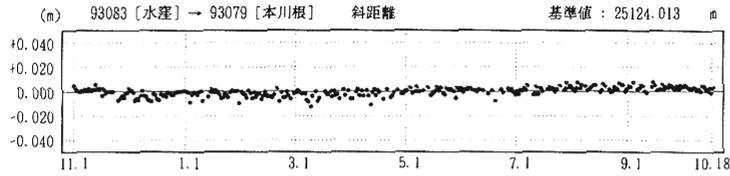
Fig.28-1) Results of continuous GPS measurements in the western part of Shizuoka district (1 of 6).

期間: 1999年11月1日 ~ 2000年10月18日
座標系: WGS84

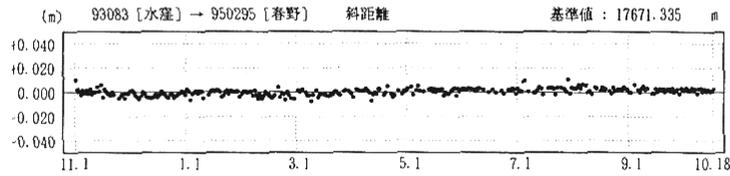
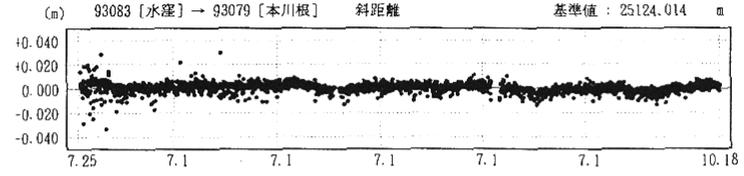
基線長変化グラフ

期間: 1994年7月25日 ~ 2000年10月18日
座標系: WGS84

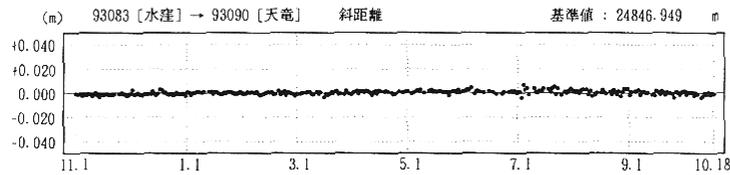
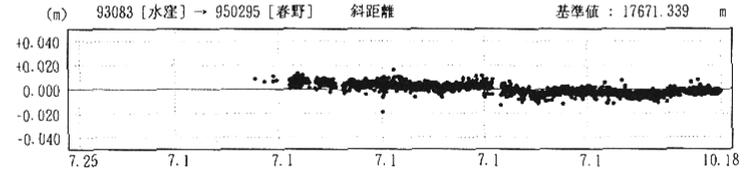
精密暦



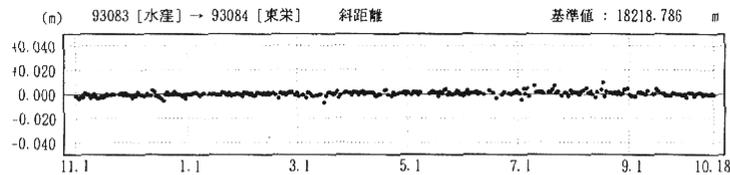
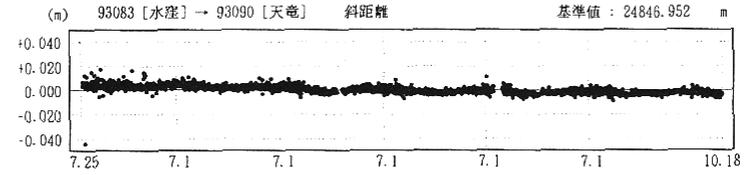
①



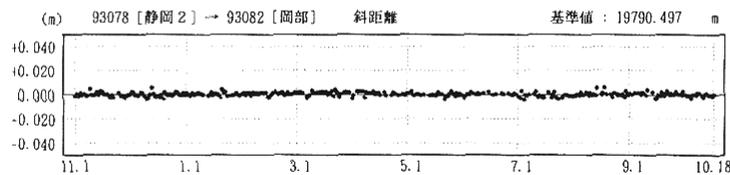
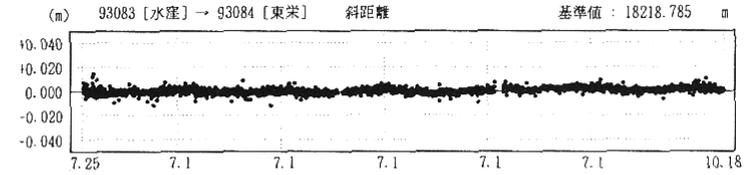
②



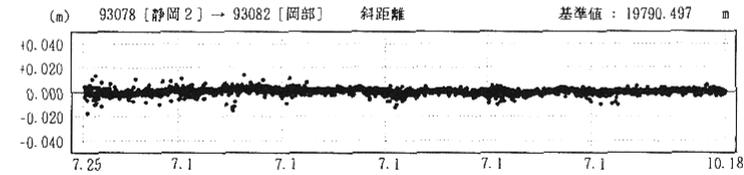
③



④



⑤



2000年1月1日分データより基線解析プログラム設定変更

● --- Bernese [IGS暦]

本川根に関する基線については、この点の局所的変動が原因とみられる長期的な変化傾向が見られる。

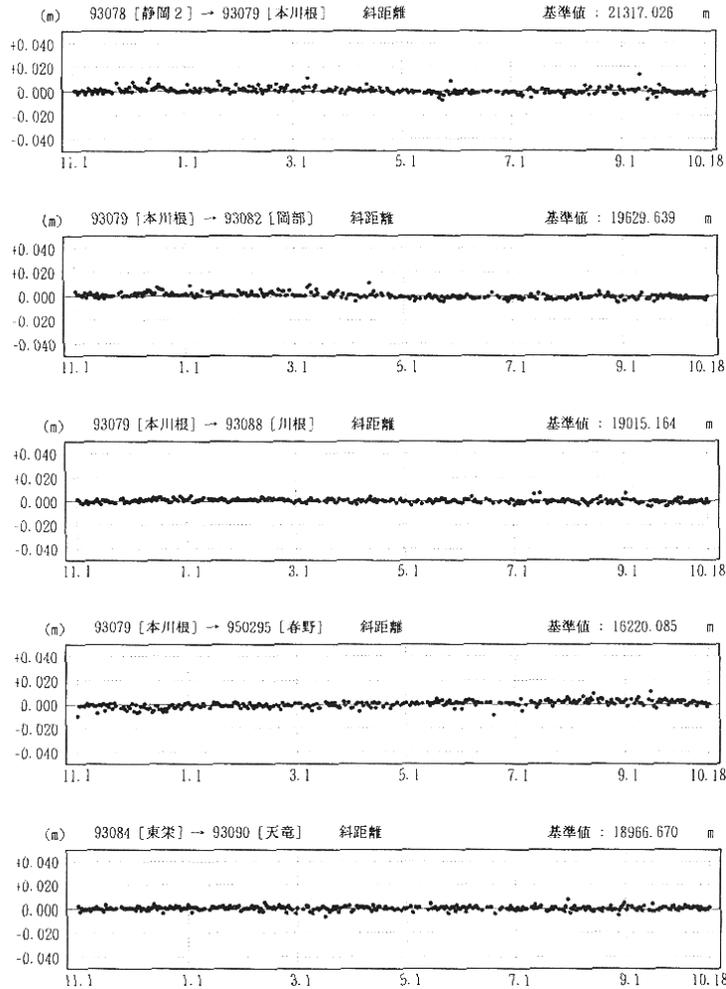
● --- Bernese [IGS暦]

第28図-(2) 静岡県西部GPS連続観測点観測結果(2)

Fig.28-(2) Results of continuous GPS measurements in the western part of Shizuoka district (2 of 6).

期 間：1999年11月1日 ~ 2000年10月18日

基線長変化グラフ

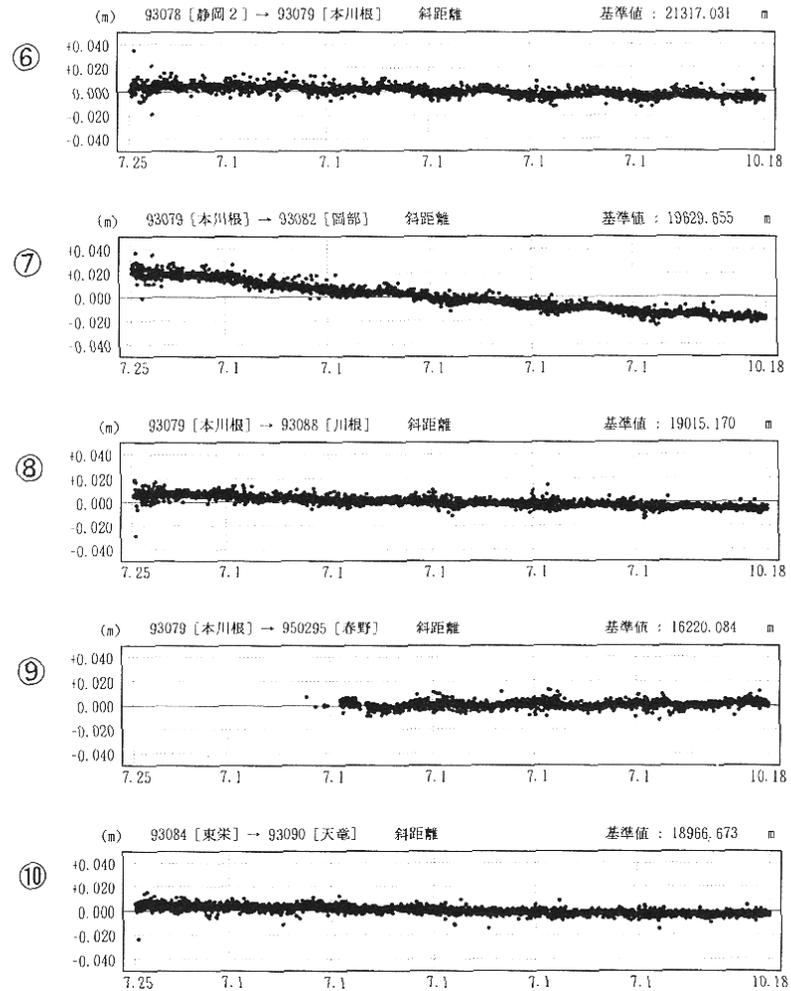


● --- Bernese[IGS暦]

本川根に関する基線については、
この点の局所的変動が原因とみら
れる長期的な変化傾向が見られる。

期 間：1994年7月25日 ~ 2000年10月18日

精密基



● --- Bernese[IGS暦]

2000年1月1日分データより基線解析プログラム設定変更

第28図-(3) 静岡県西部GPS連続観測点観測結果(3)

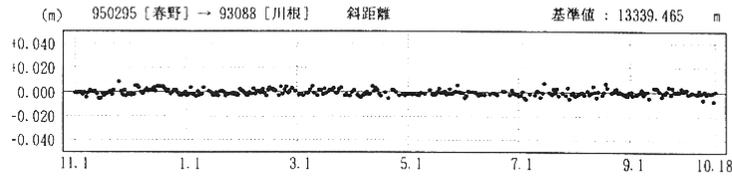
Fig.28-(3) Results of continuous GPS measurements in the western part of Shizuoka district (3 of 6).

期 間：1999年11月1日 ~ 2000年10月18日

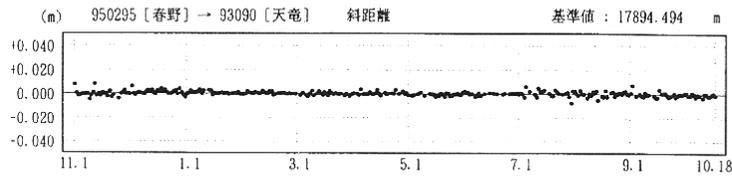
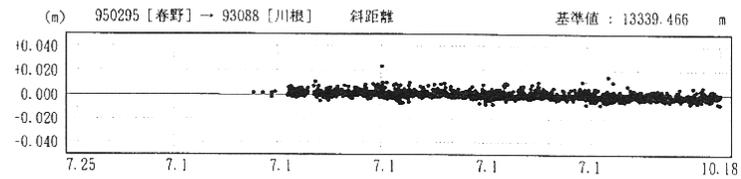
基線長変化グラフ

期 間：1994年7月25日 ~ 2000年10月18日

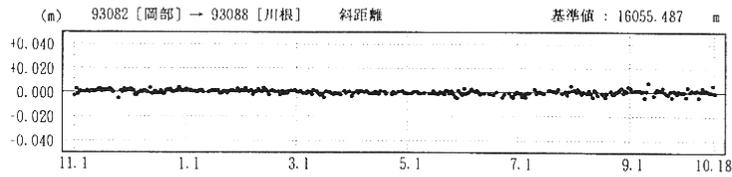
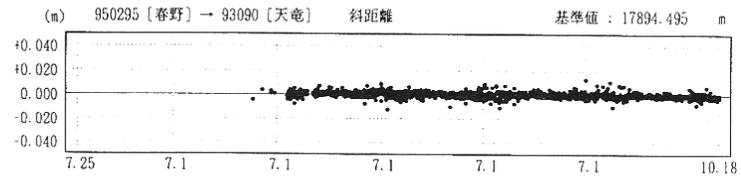
精密暦



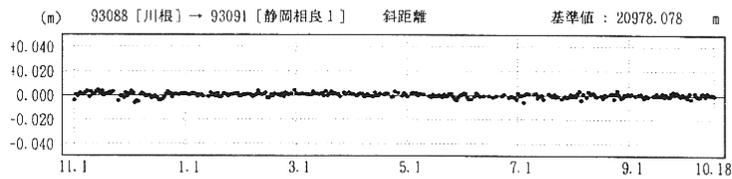
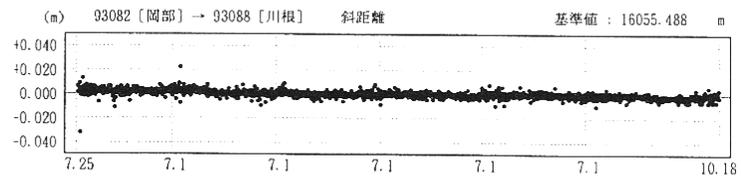
⑪



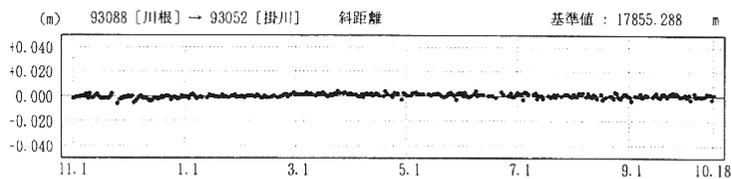
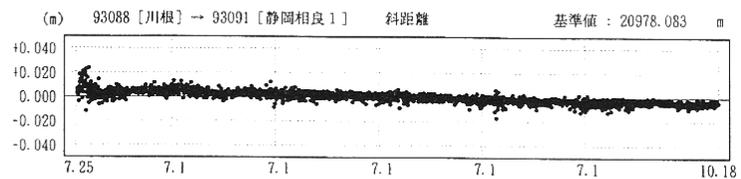
⑫



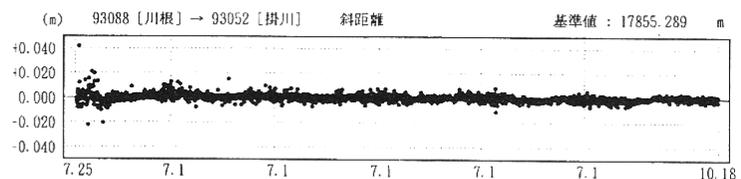
⑬



⑭



⑮



2000年1月1日分データより基線解析プログラム設定変更

● --- Bernese[IGS暦]

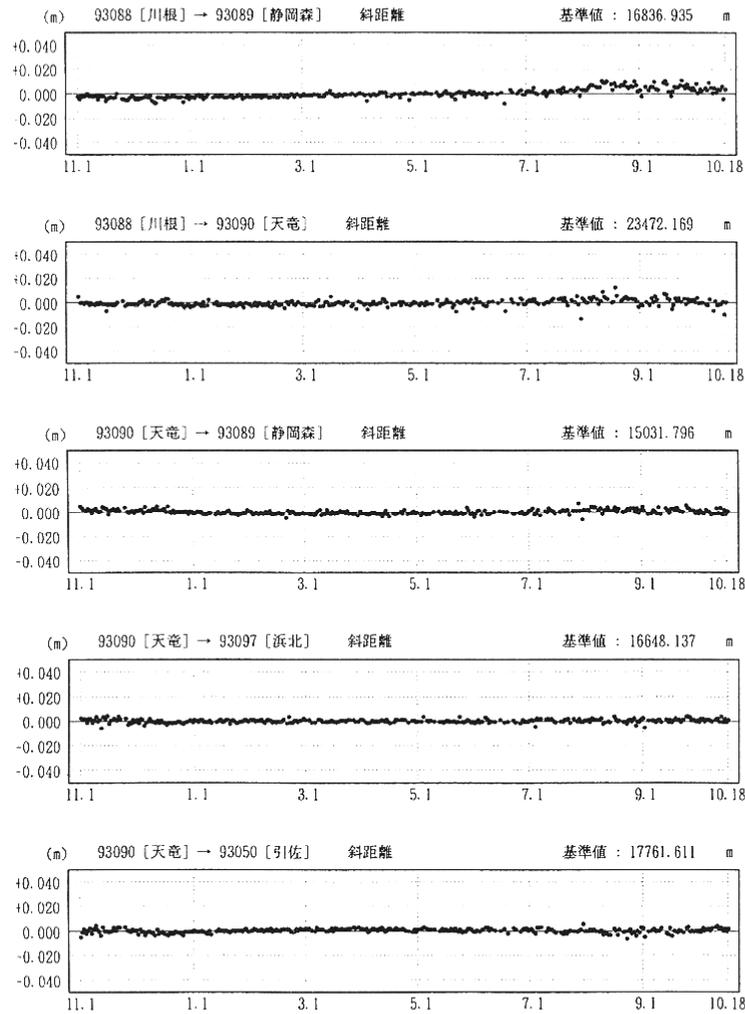
● --- Bernese[IGS暦]

第28図-(4) 静岡県西部GPS連続観測点観測結果(4)

Fig.28-(4) Results of continuous GPS measurements in the western part of Shizuoka district (4 of 6).

期 間：1999年11月1日 ~ 2000年10月18日

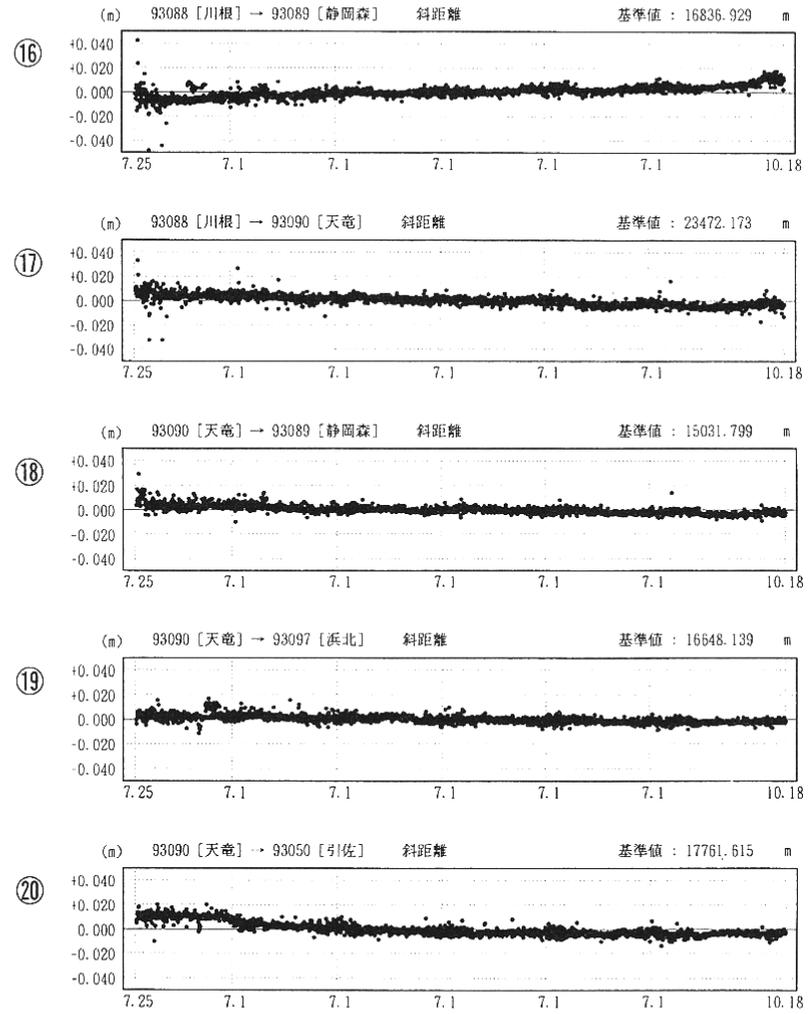
基線長変化グラフ



● --- Bernese[IGS暦]

期 間：1994年7月25日 ~ 2000年10月18日

精密暦



● --- Bernese[IGS暦]

2000年1月1日分データより基線解析プログラム設定変更

第28図-(5) 静岡県西部GPS連続観測点観測結果(5)

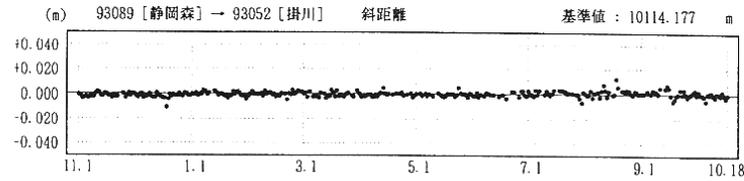
Fig.28-(5) Results of continuous GPS measurements in the western part of Shizuoka district (5 of 6).

期 間: 1999年11月1日 ~ 2000年10月18日

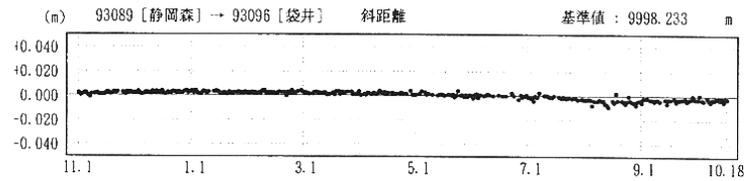
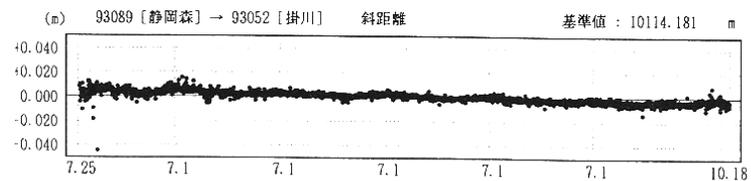
基線長変化グラフ

期 間: 1994年7月25日 ~ 2000年10月18日

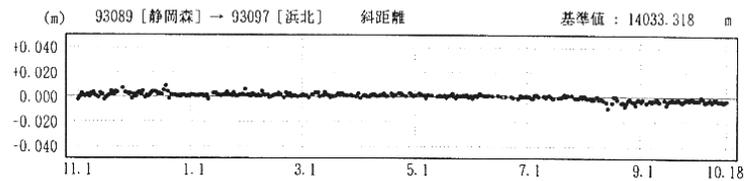
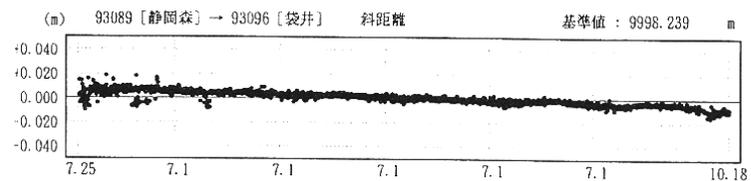
精密暦



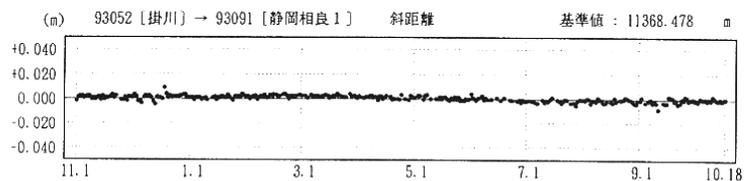
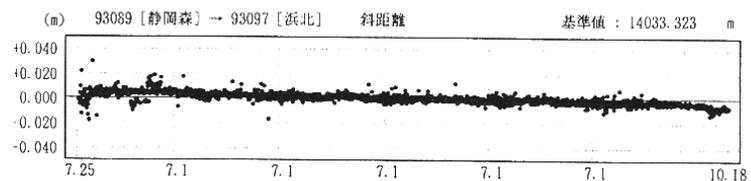
⑳



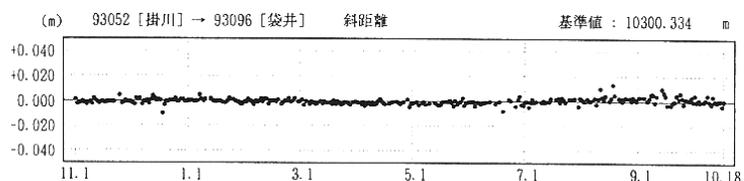
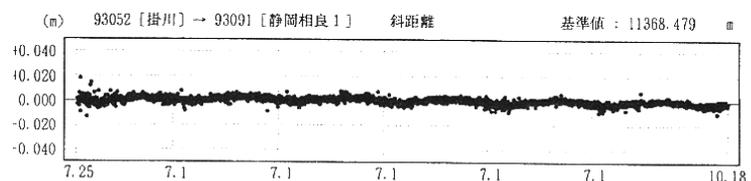
㉑



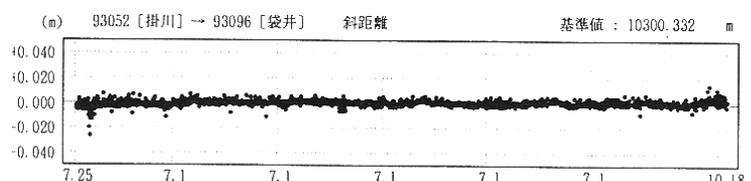
㉒



㉓



㉔



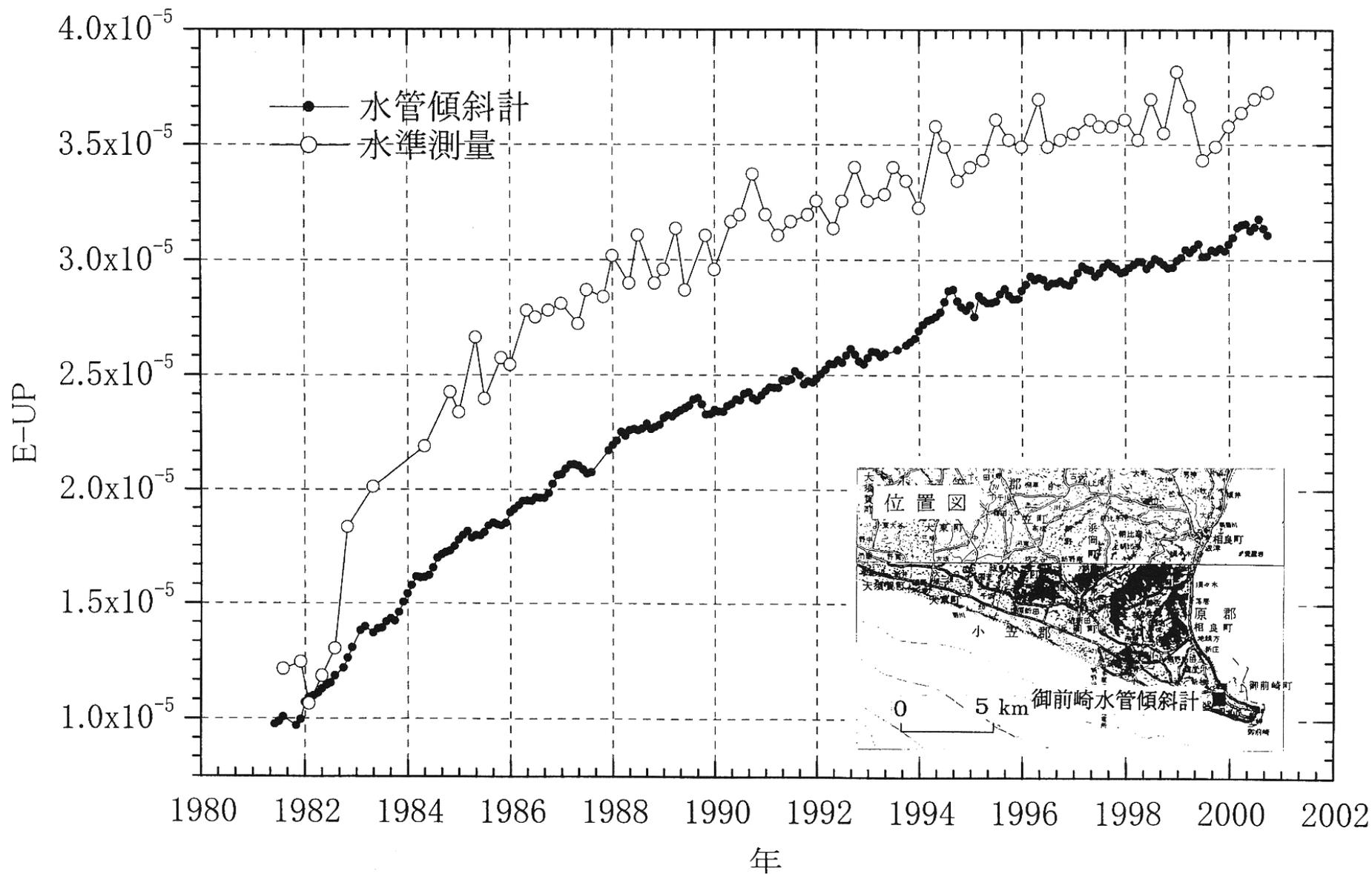
2000年1月1日分データより基線解析プログラム設定変更

● --- Bernese [IGS 暦]

● --- Bernese [IGS 暦]

第28図-(6) 静岡県西部GPS連続観測点観測結果(6)

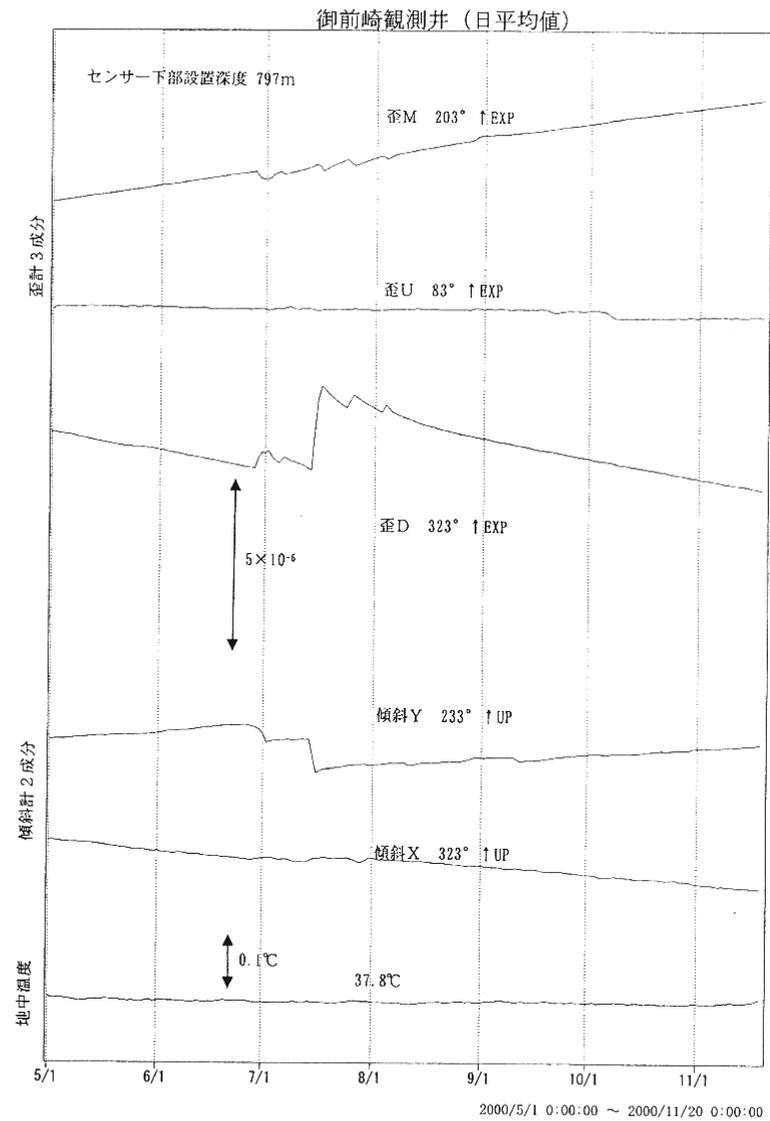
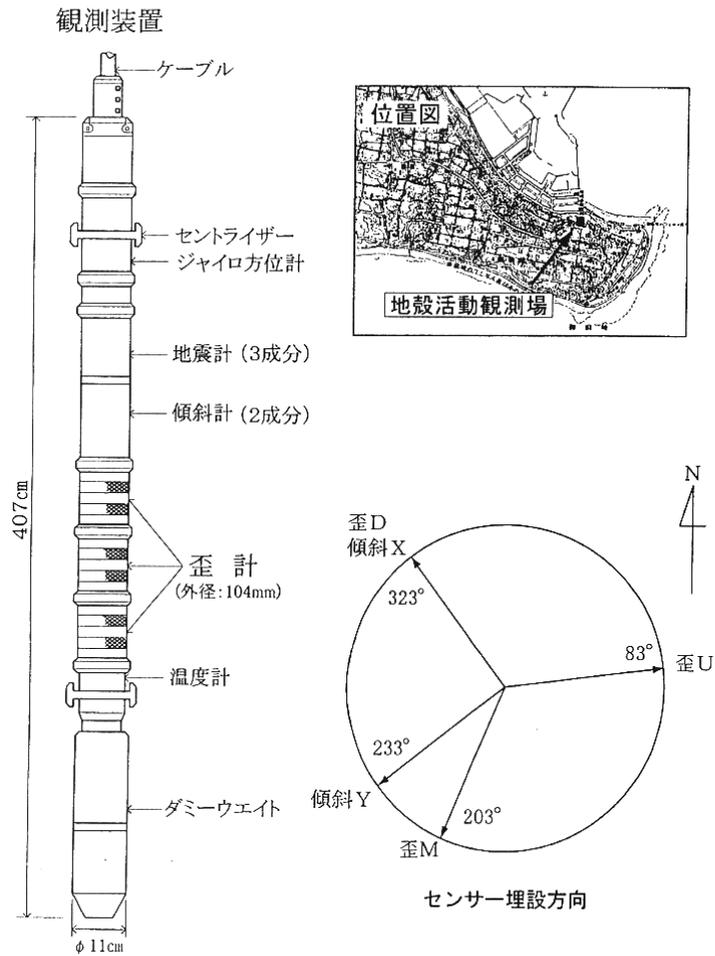
Fig.28-(6) Results of continuous GPS measurements in the western part of Shizuoka district (6 of 6).



第29図 御前崎長距離水管傾斜計による傾斜観測結果

Fig.29 Result of tilt observation by long water tube tiltmeter at Omazaki.

御前崎地中地殻活動観測施設



第30図 御前崎地中地殻活動監視装置による連続観測結果

Fig30 Results of continuous measurements of tilt and strain in the Omaezaki deep borehole