

## 9-8 九州・沖縄地方の地殻変動

### Crustal Movements in the Kyushu and Okinawa District

国土地理院  
Geographical Survey Institute

第1図は、熊本県南部から鹿児島国分市に至る路線における水準測量の結果である。阿久根から川内にかけての場所で、3月26日に発生したM6.3と5月13日に発生したM6.2の2つの地震の震源域の地殻を通過するが、この図からだけでは目立った変化は見られない。ただし、第10図で示すように、震源断層のモデルによって水準路線に沿った上下変動を計算すると高々1cm程度の隆起であるため、この観測結果から変動を検出するのは難しいと考えられる。鹿児島湾周辺では前回は熊本側より沈降していたが、今回の観測ではやや隆起の傾向にある。

第2図は宮崎市から国分市に至る路線における水準測量の結果である。この路線は観測がほぼ30年ぶりであったこともあり、標石の亡失が多く、不明な部分もあるが、鹿児島県側が沈下しているのは長期的な傾向と思われる。

第3図は唐津から佐世保を経由して諫早まで至る路線と仮屋験潮場まで取り付ける路線における水準測量の結果である。唐津から佐世保までの佐賀県内および北松浦半島周辺では前回観測と比較してほとんど変化がない。しかし佐世保から諫早にかけての大村湾沿岸ではやや沈降の傾向がみえる。この地域は前々回は沈降、前回は隆起の傾向となっている。

第4図は諫早から鹿島に至る水準路線の上下変動である。この路線では北に向かって沈降する傾向が続いている。

第5図は行橋から大分を経て延岡に至るまでの路線における水準測量結果である。行橋から別府に至るまでの間で隆起し、それ以南ではあまり大きな変化はない。

第6図は久留米から熊本県の芦北に至るまでの路線における水準測量結果である。全体的に見ると北側が相対的に沈降、南側が隆起の傾向にある。これは前回の観測時に見られた傾向と逆センスであるが、変動の絶対値があまり大きくないので、現実の変動であるかどうかは明瞭でない。

第7図は筑紫野から久留米を経て柳川に至る路線の水準測量結果である。柳川周辺での沈降の傾向は前回、前々から続いている。

第8図は、沖縄本島南部の路線における水準測量結果である。特筆すべき変化は見られない。

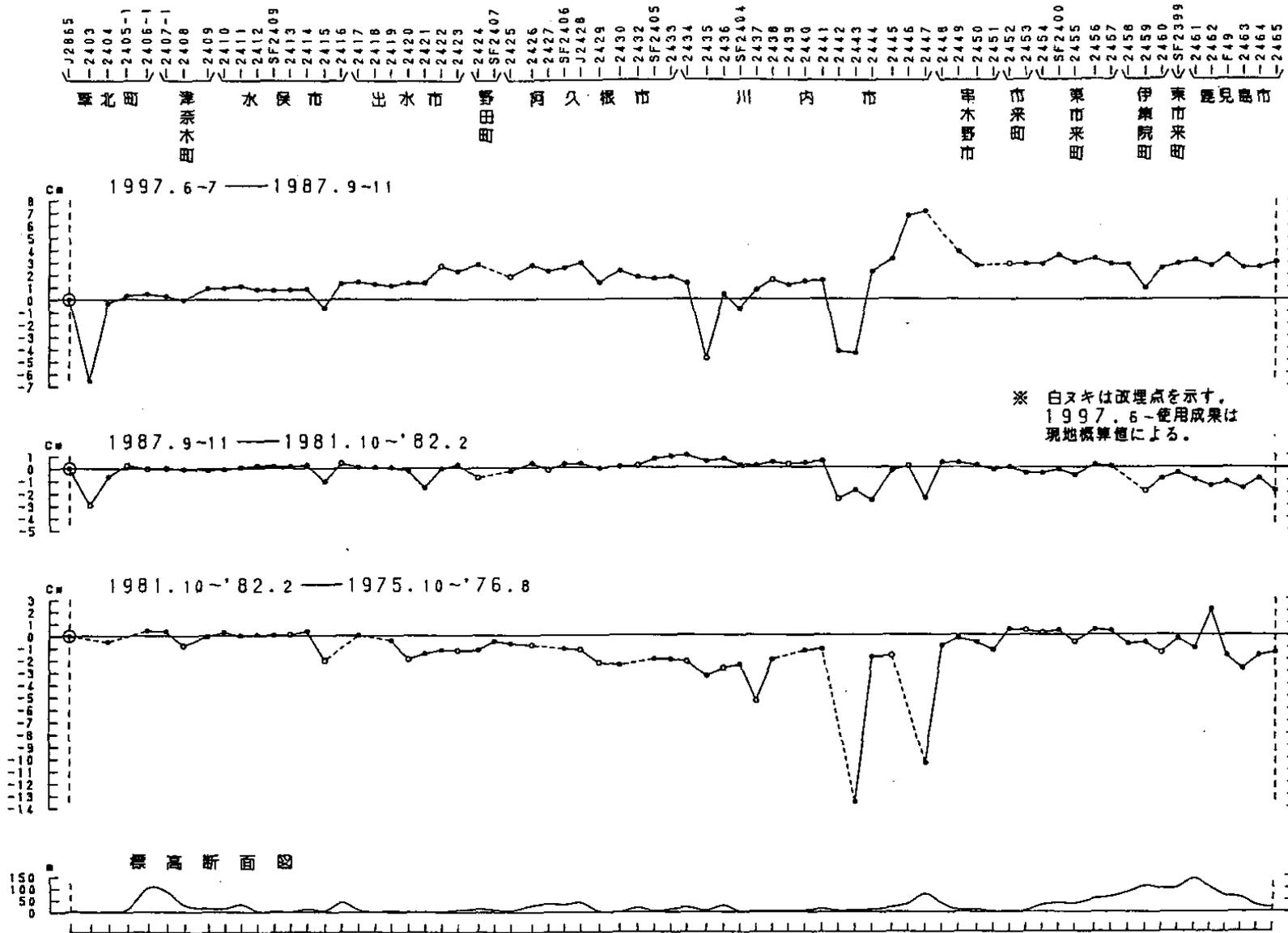
第9図は、細島・大分・油津の各験潮場における月平均潮位差を示している。長期的に見て油津に対して大分・細島が隆起している。この1年間では特筆すべき変化は見られない。

第10図は鹿児島県北部の地震活動に伴う地殻変動を断層モデルによってシミュレーションした結果である。(1)では、GPSで観測された水平変動とモデルで算出された変動を3月26日と5月13日の両方の地震について比較したものである。いずれも観測結果と計算値はよい一致を見せている。(2)では、日本の地球資源衛星である「ふよう1号」(JERS-1)による干渉SAR(合成開口レーダー)で検出されたが地殻変動と地震断層モデルから計算された変動のシミュレーション図を比較したものである。両者は非常によく一致している。(3)は3月と5月の地震を両方合わせた変動量を断層モ

デルから計算した値と比較したものである。水準測量の結果から見た上下変動は、絶対値こそ一致しないものの、変動のパターンとしては調和的であることが分かる。(4)は3月26日の地震(M6.3)に伴う変動からインバージョンで推定した地震断層モデルと、地震データから推定した震源断層パラメータを比較したものである。すべり方向の違いがやや見られるが、走向、傾斜、深さ、モーメントマグニチュードと非常によく一致している。

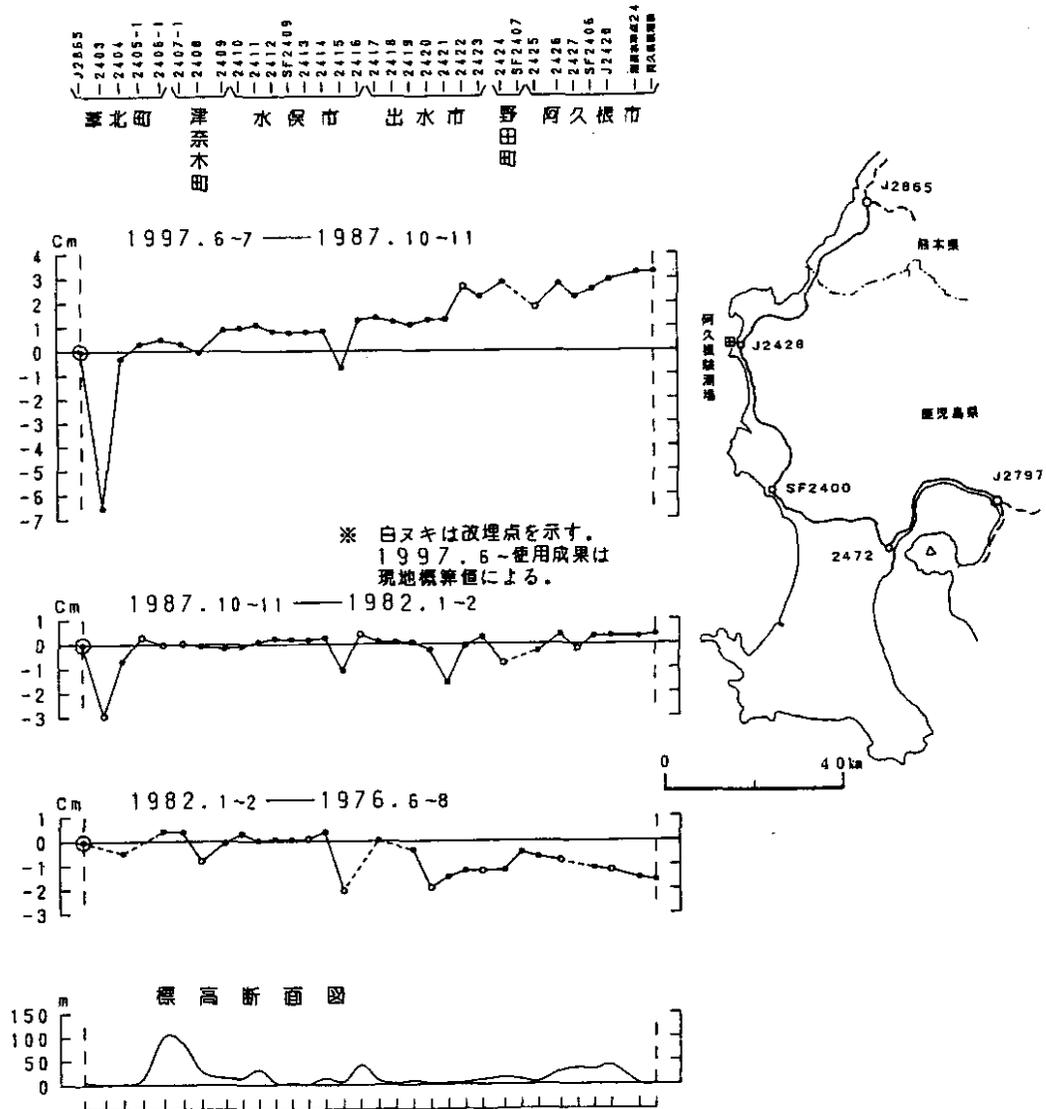
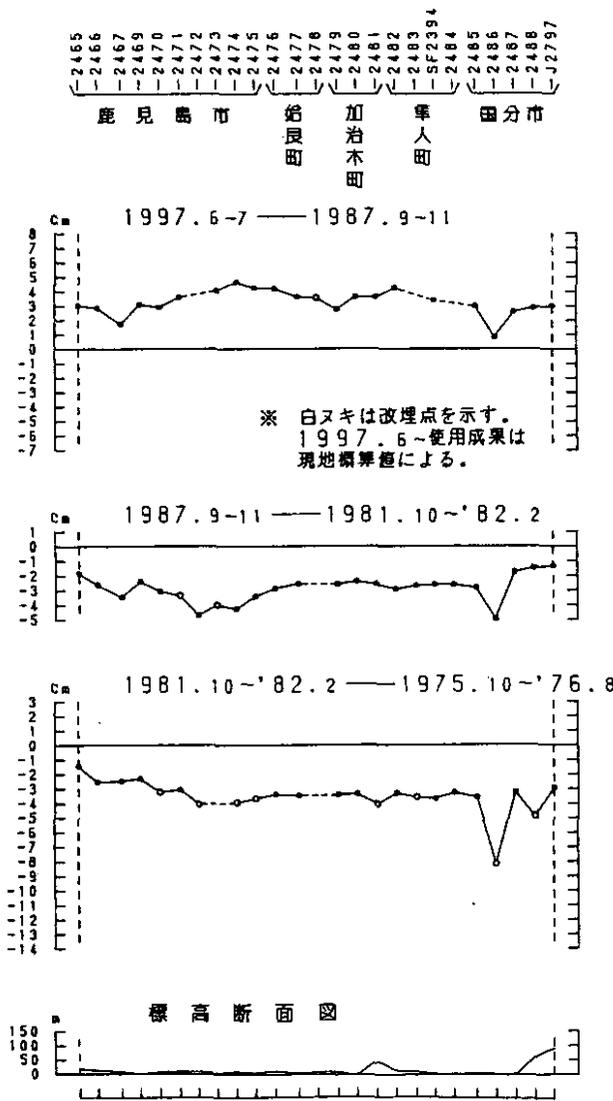
#### 参 考 文 献

- 1) 国土地理院：九州地方の地殻変動，連絡会報，**53**（1995），616-627.
- 2) 国土地理院：九州地方の地殻変動，連絡会報，**57**（1997），665-674.
- 3) 国土地理院：九州地方の地殻変動，連絡会報，**58**（1997），638-652.



第1図 芦北～阿久根～鹿児島～国分間の上下変動（1）

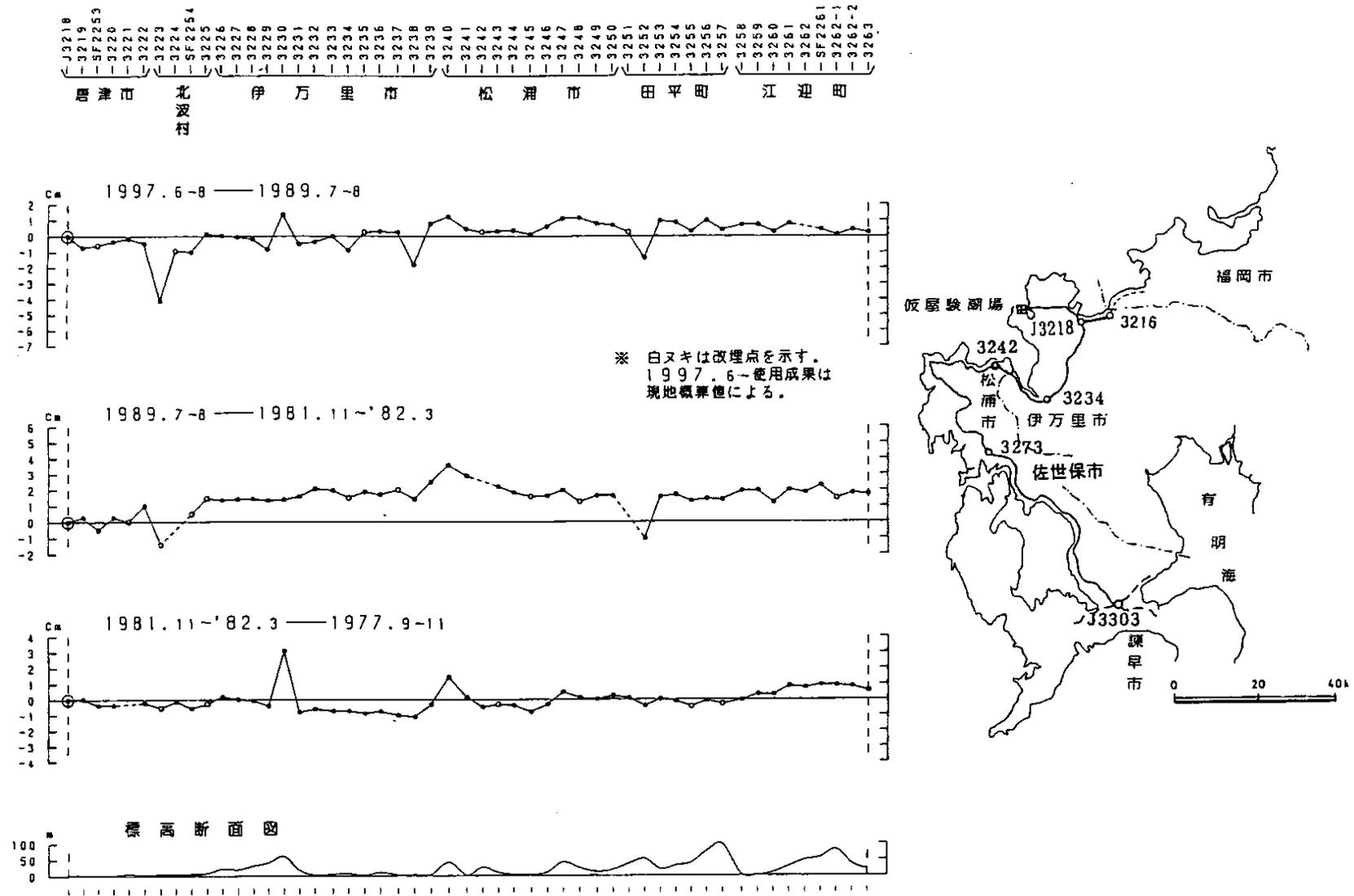
Fig.1 Vertical movements along the route from Ashikita to Kokubu via Akune and Kagoshima.(1)



第1図 つづき(2)

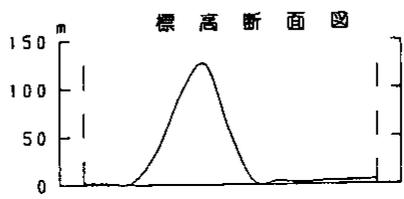
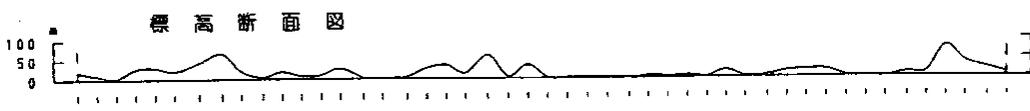
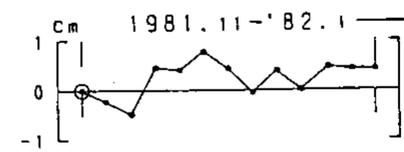
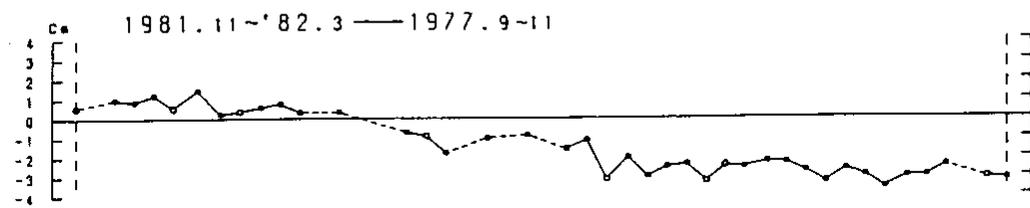
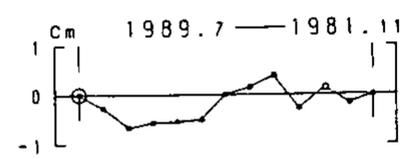
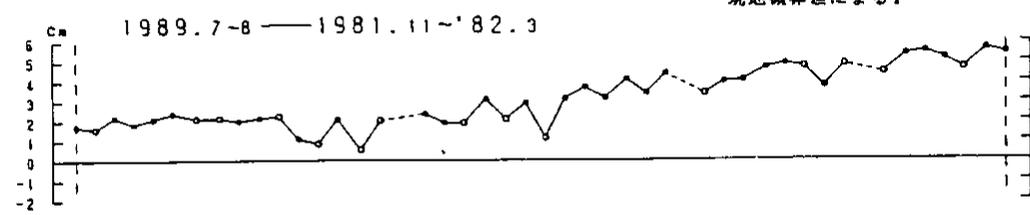
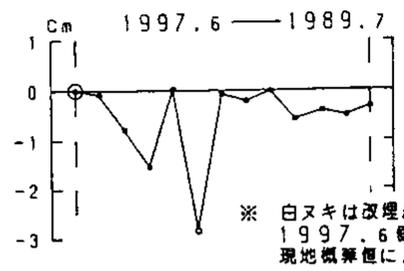
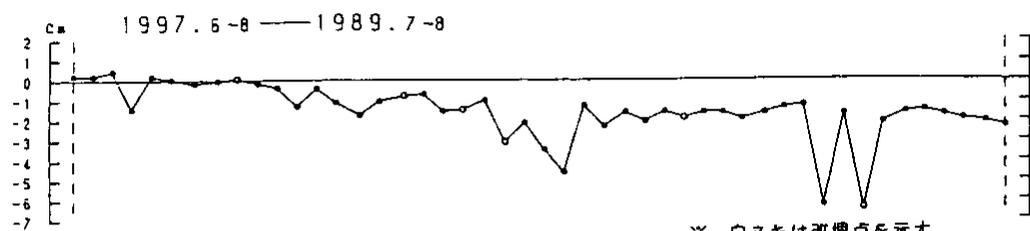
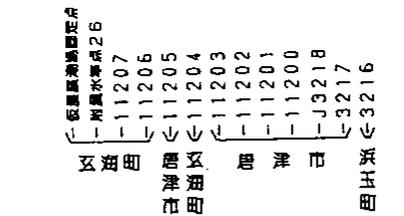
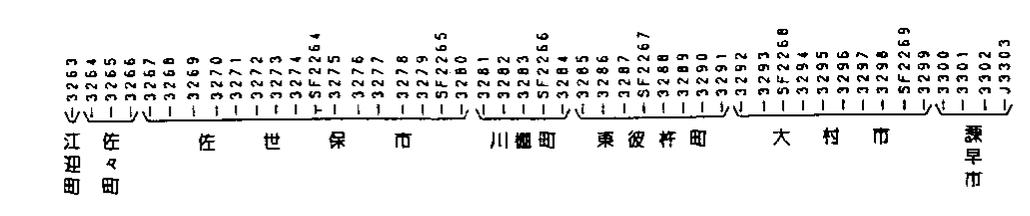
Fig.1 (Continued) (2)



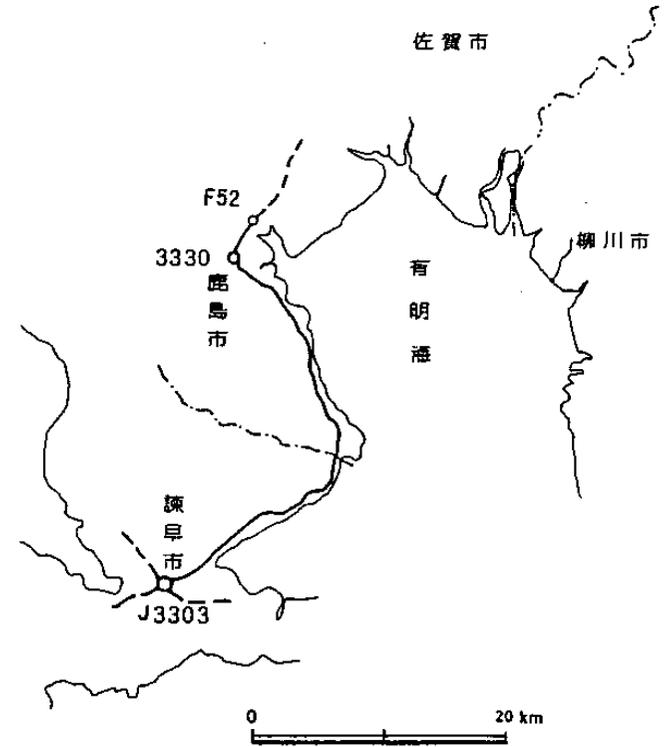
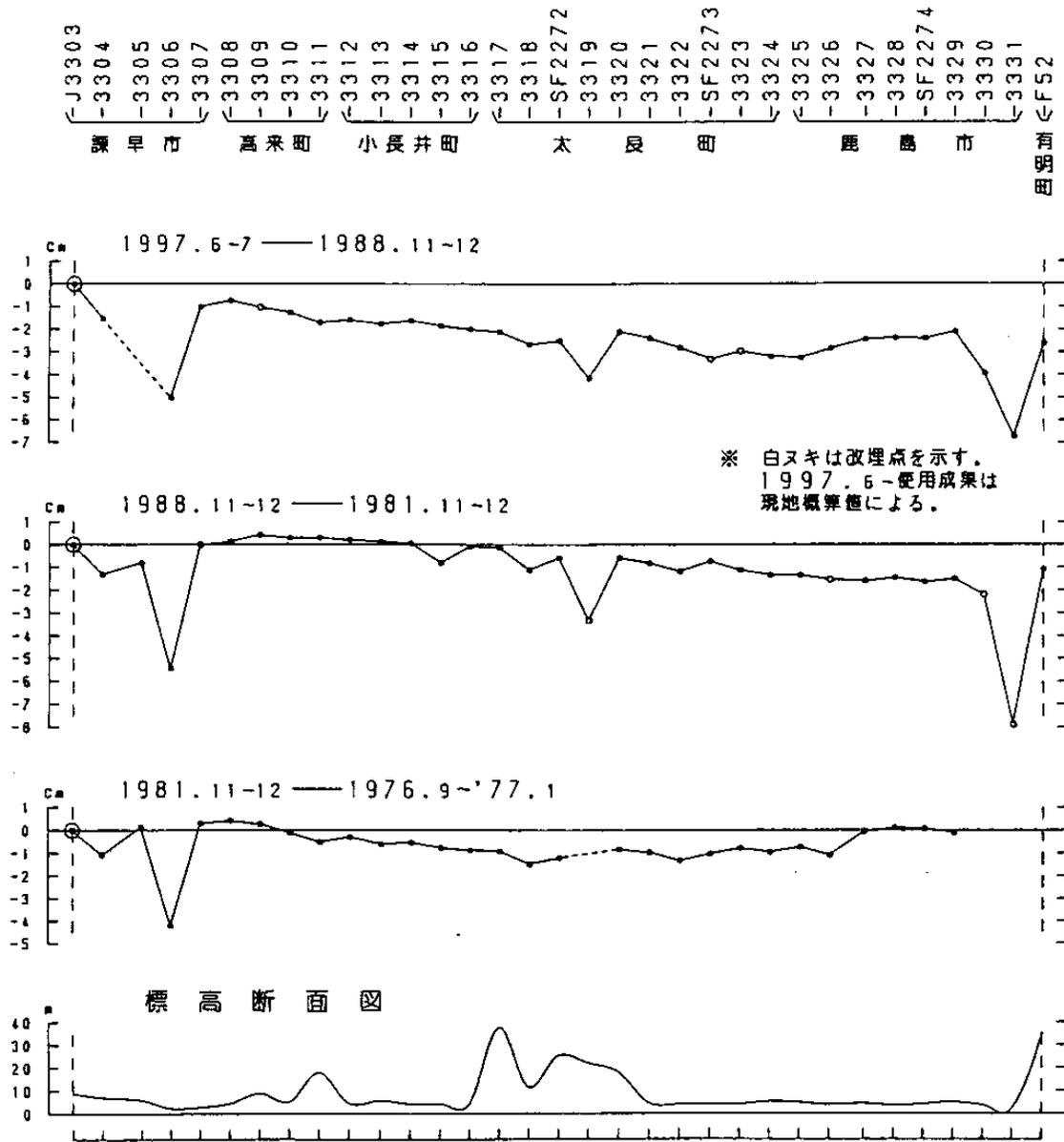


第3図 唐津～佐世保～諫早間の上下変動（1）

Fig.3 Vertical movements along the route from Karatsu to Isahaya via Sasebo.(1)

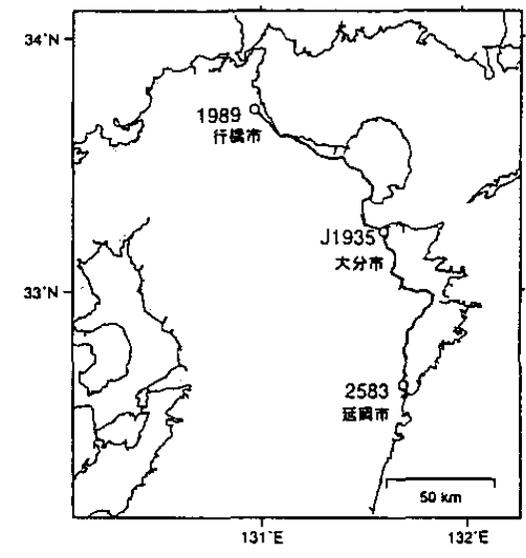
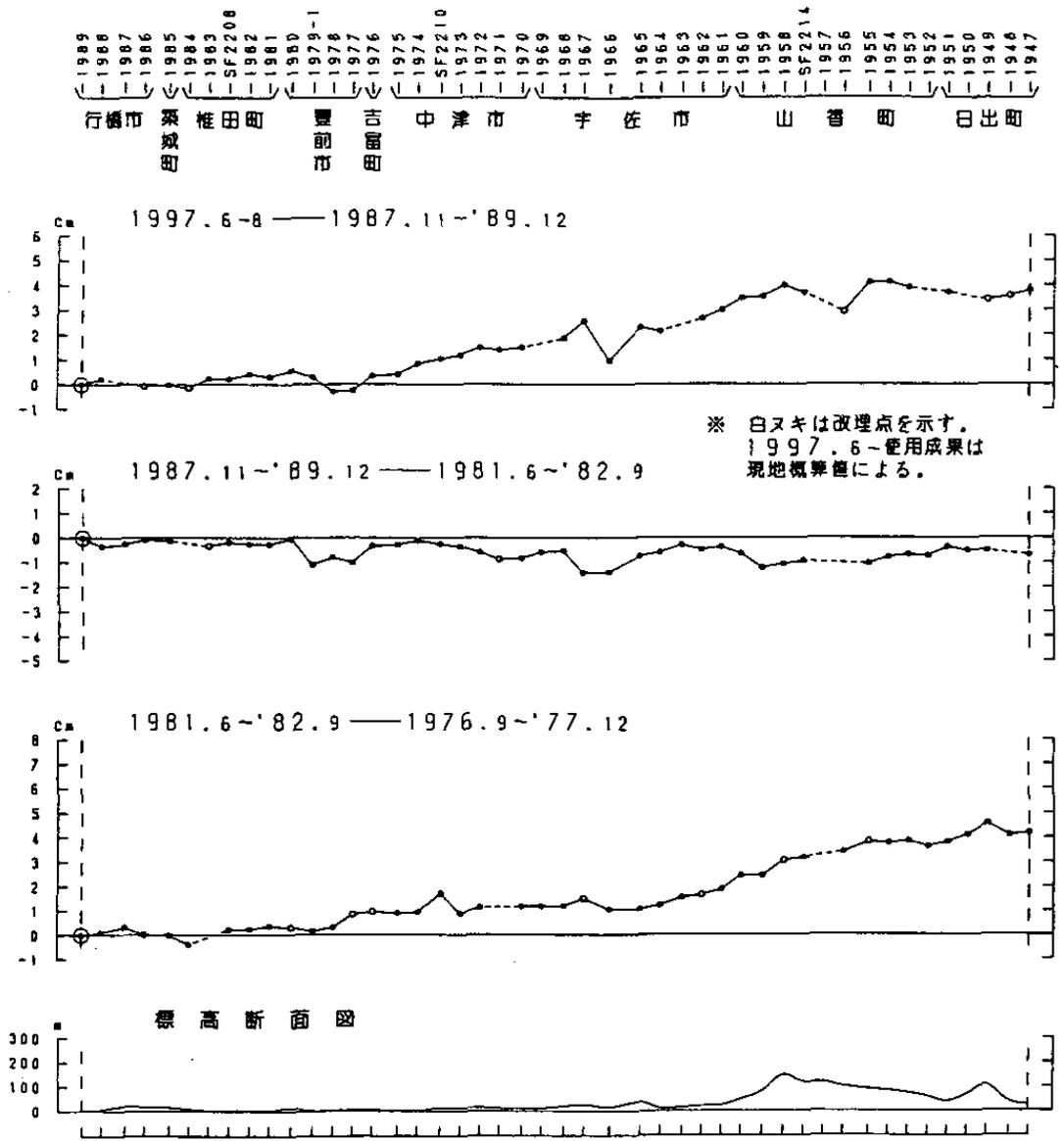


第3図 つづき(2)  
Fig.3 (Continued) (2)



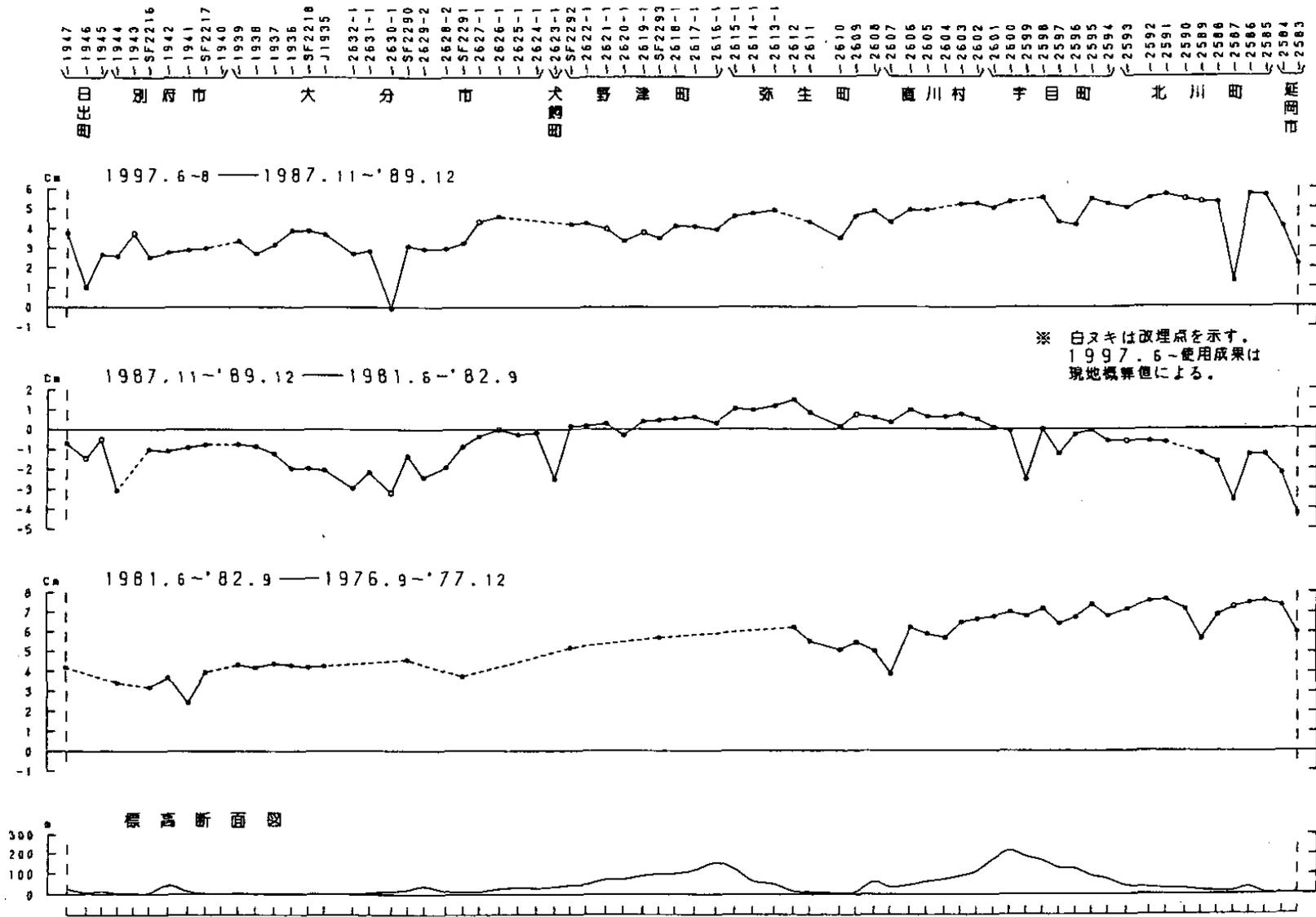
第4図 諫早～有明間の上下変動

Fig.4 Vertical movements along the route from Isahaya to Ariake.



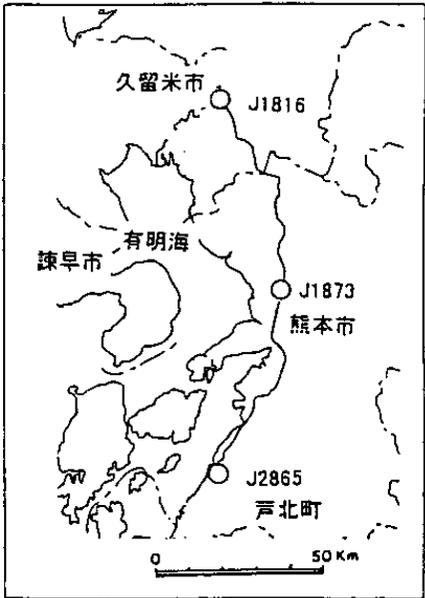
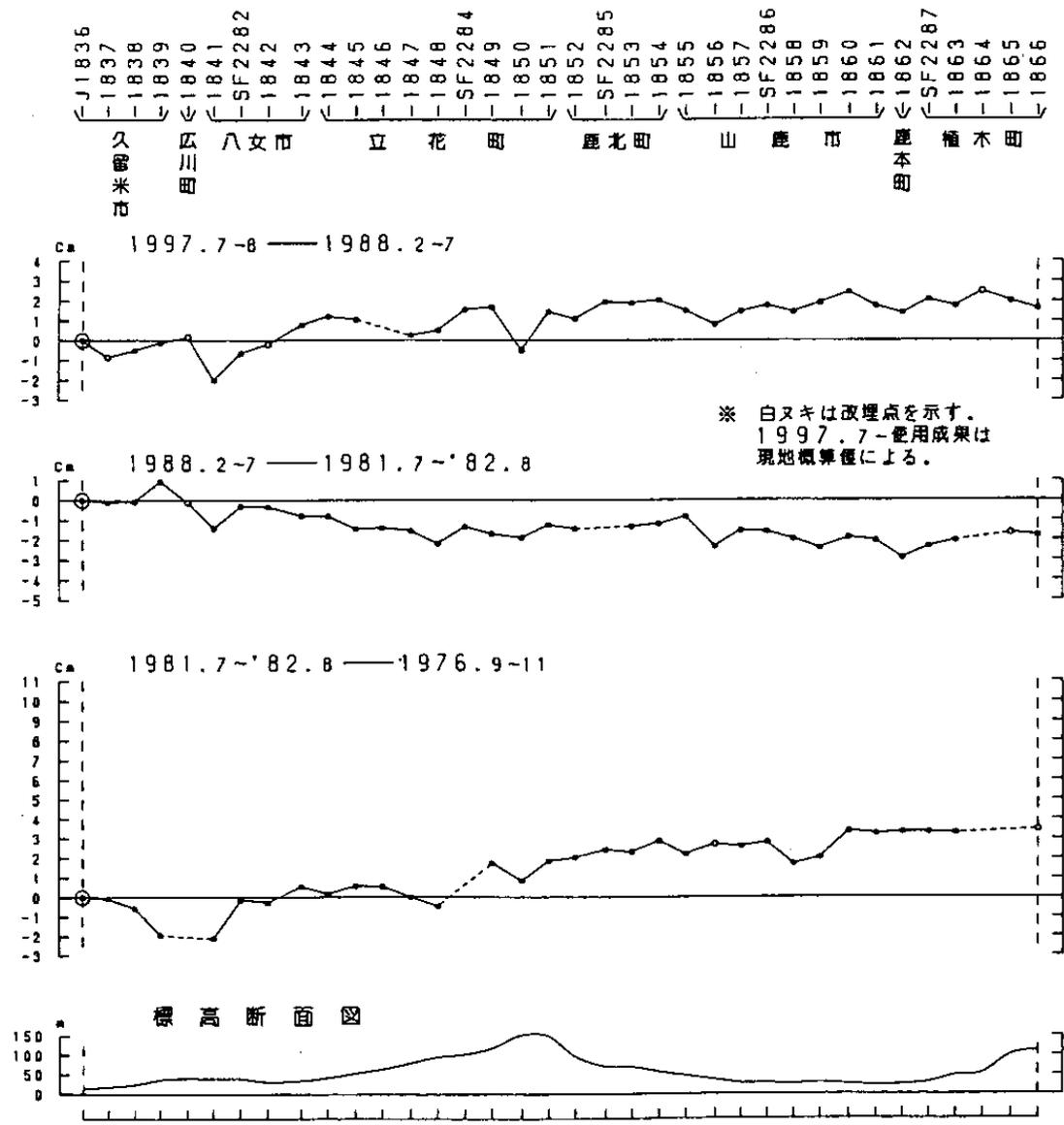
第5図 行橋～大分～延岡間の上下変動 (1)

Fig.5 Vertical movements along the route from Yukuhashi to Nobeoka via Oita.(1)

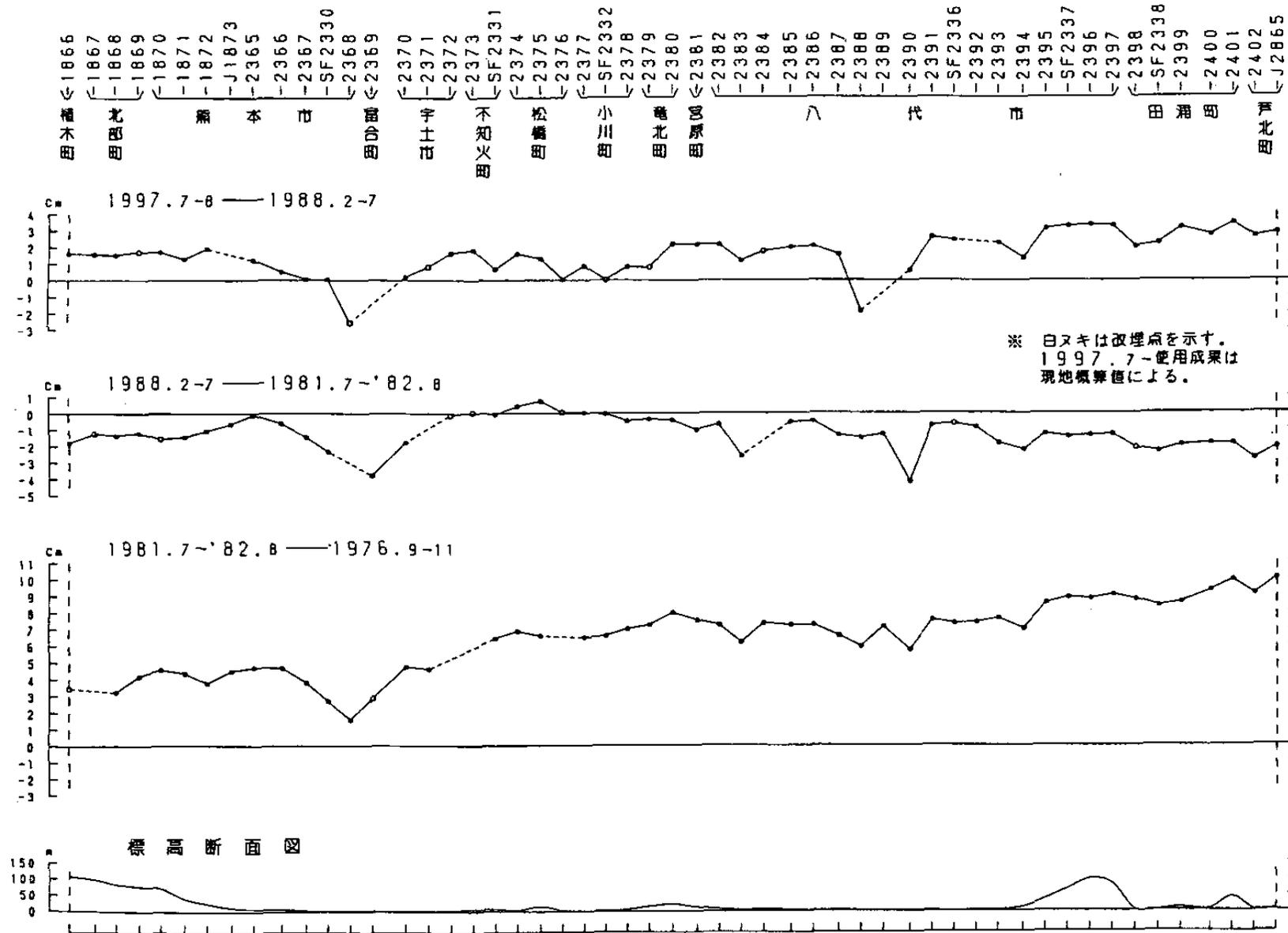


第5図 つづき(2)

Fig.5 (Continued) (2)

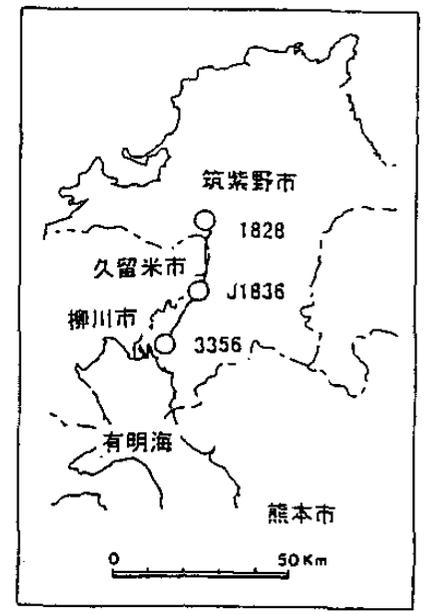
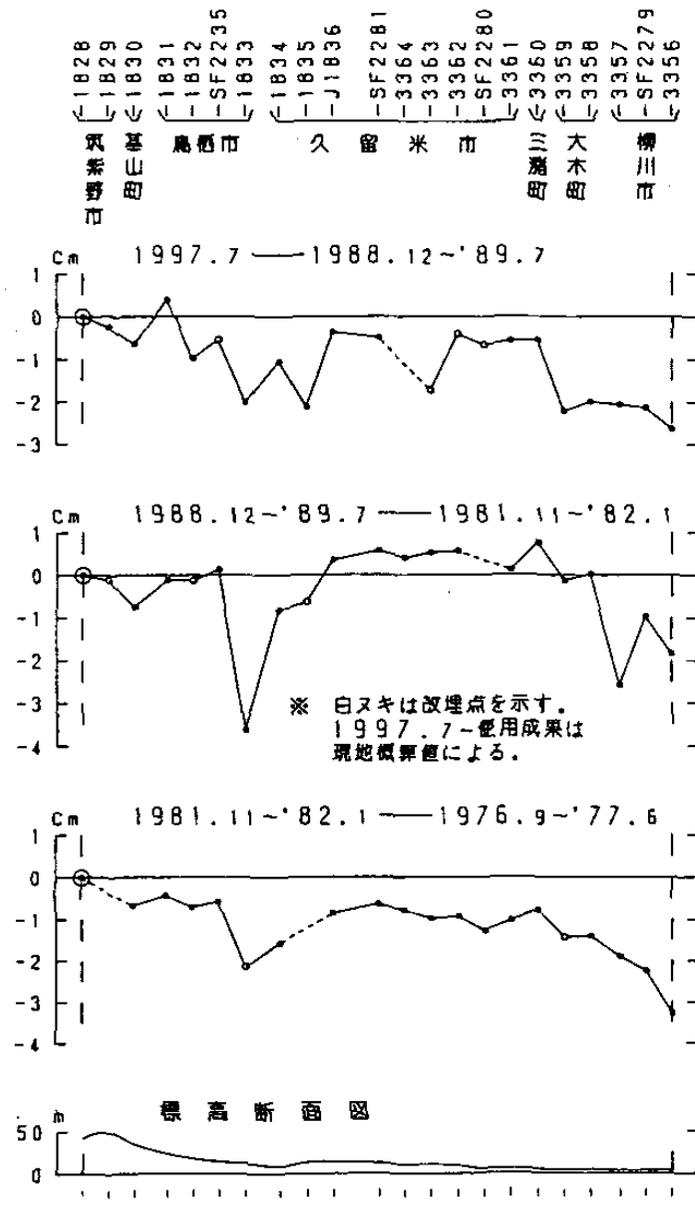


第6図 久留米～芦北間の上下変動 (1)  
 Fig.6 Vertical movements along the route from Kurume to Ashikita.(1)



第6図 つづき(2)

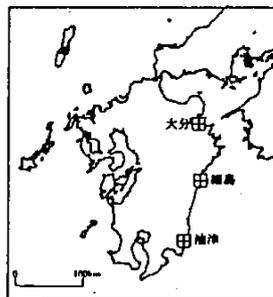
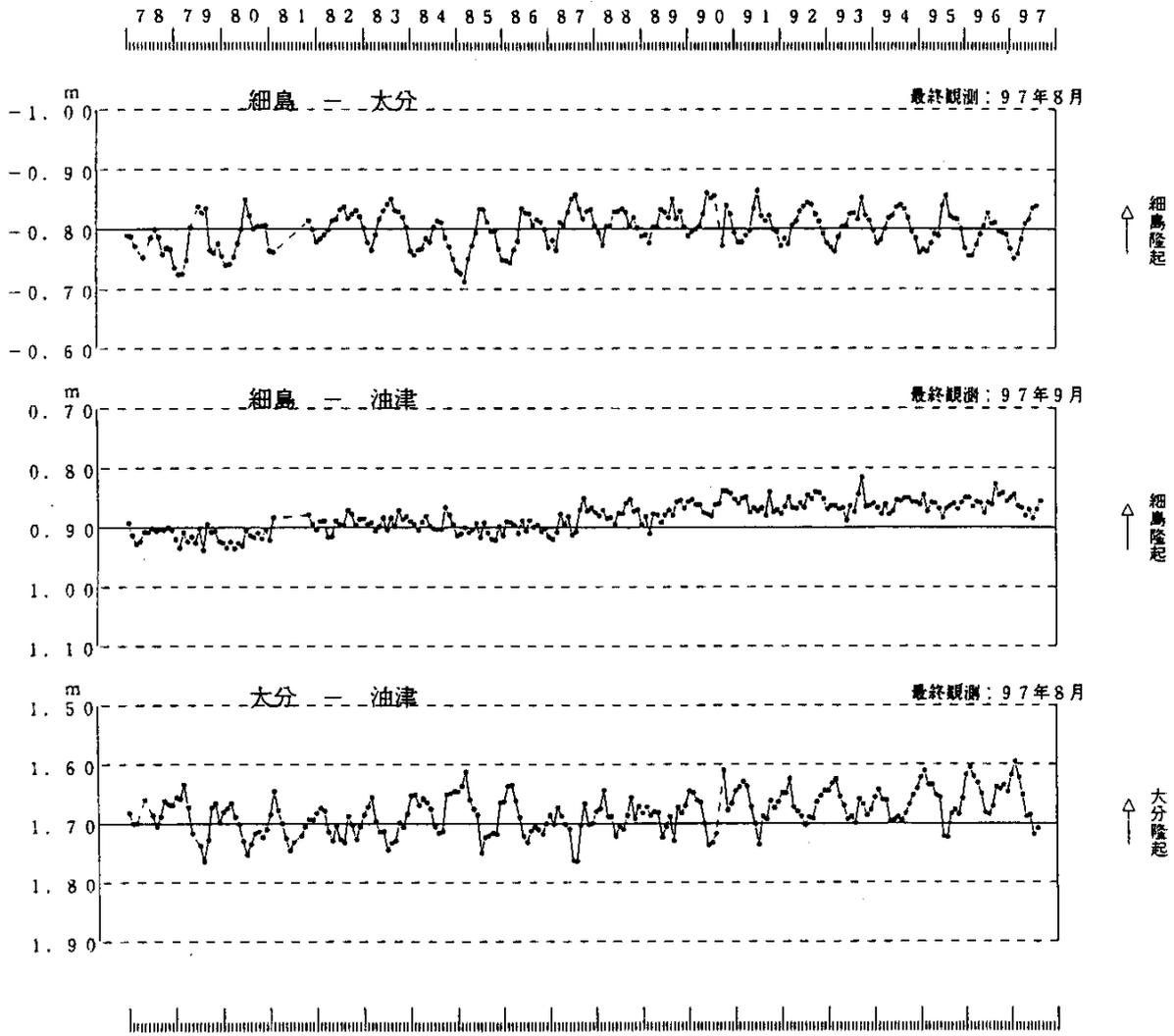
Fig.6 (Continued) (2)



第7図 筑紫野～柳川間の上下変動

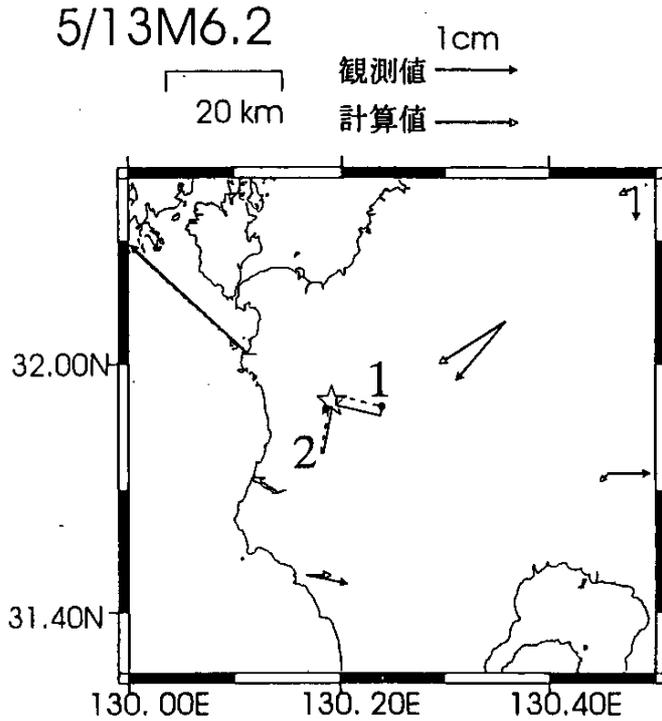
Fig.7 Vertical movements along the route from Chikushino to Yanagawa.





第9図 細島・大分・油津験潮場間の月平均潮位差

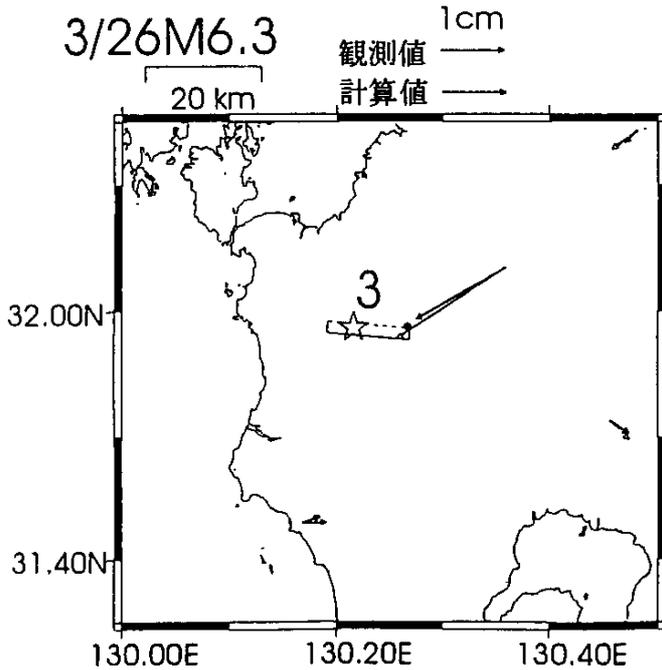
Fig.9 Differences in monthly mean sea levels between Hosozjima, Oita and Aburatsu tidal stations.



|       | 1              | 2              |
|-------|----------------|----------------|
| 黒丸の緯度 | <u>31.944</u>  | <u>31.944</u>  |
| 経度    | <u>130.400</u> | <u>130.315</u> |
| 下端深さ  | <u>11km</u>    | <u>11km</u>    |
| 走向    | <u>283度</u>    | <u>192度</u>    |
| 傾斜    | <u>80度</u>     | <u>87度</u>     |
| 幅     | <u>8km</u>     | <u>8km</u>     |
| 横長    | <u>7km</u>     | <u>7km</u>     |
| スリップ  | 0.26m          | 0.40m          |
| レイク角  | <u>4度</u>      | <u>156度</u>    |

下線は余震分布、震源解より仮定した数値

5月13日の地殻変動と単純なモデルとの比較。  
モデルはスリップ量のみ本図の電子基準点の動きから推定。それ以外のパラメータは余震分布、震源解から推定。データ数が少ないため暫定的な結果。



|       | 3       |
|-------|---------|
| 黒丸の緯度 | 31.977  |
| 経度    | 130.449 |
| 深さ    | 14km    |
| 走向    | 275度    |
| 傾斜    | 81度     |
| 幅     | 11km    |
| 横長    | 12km    |
| スリップ  | 0.46m   |
| レイク角  | -19度    |

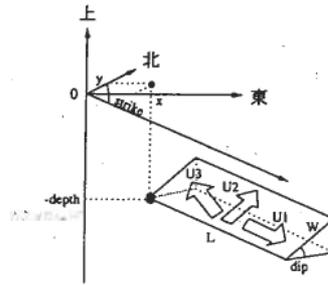
3月26日の地殻変動と単純なモデルとの比較。  
モデルのパラメータは本図の電子基準点の動きとSARの結果より推定している。

第10図 1997年3月26日および5月13日の鹿児島県北部の地震に伴う地殻変動とその断層モデル(1)

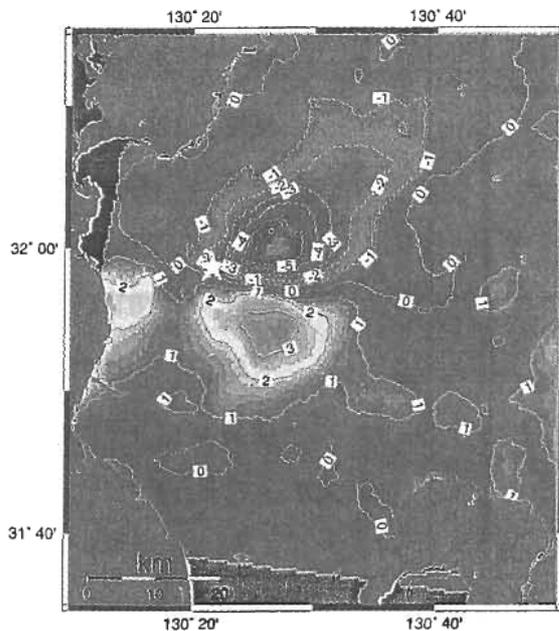
Fig.10 Crustal movement associated with the earthquakes on March 26 and May 13, 1997 and its fault model.(1)

宇宙開発事業団から提供された、日本の地球資源衛星「ふよう1号」(JERS-1)の干渉合成開口レーダー (SAR) のデータ解析により、1997年3月26日に鹿児島県北西部で発生した地震 (M=6.3) の地殻変動をとらえた。使用した SAR データは地震前の3月2日と地震後の4月15日で、この期間の地殻変動を右図と下図に示す。

この観測結果をもとに、インバージョンによって地震断層の断層パラメーターを数値計算により得た。また、電子基準点 (GPS 連続観測点) でとらえられた地殻変動も断層モデル作成に使用しており、GPS、干渉 SAR、断層モデルの結果はお互いよく一致している

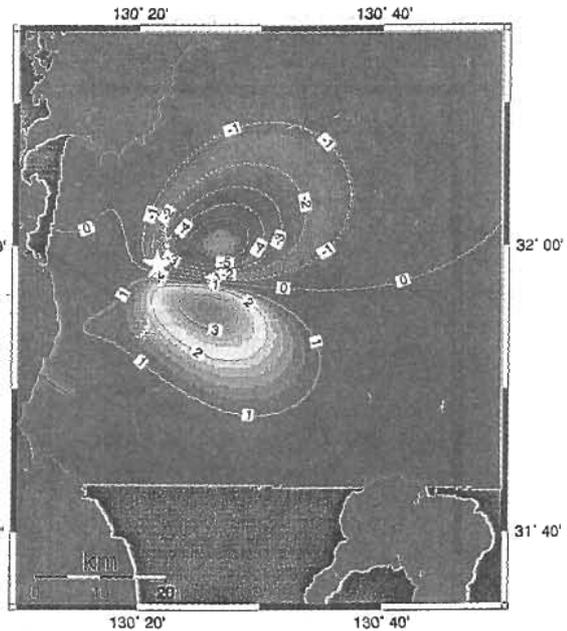


|       |         |
|-------|---------|
|       | 3       |
| 黒丸の緯度 | 31.962  |
| 経度    | 130.440 |
| 深さ    | 14km    |
| 走向    | 275度    |
| 傾斜    | 81度     |
| 幅     | 11km    |
| 横長    | 12km    |
| スリップ  | 0.46m   |
| レイク角  | -19度    |



SARによる変動観測図

人工衛星-地表間の距離変化 (単位cm) で等変動量線を表す。マイナスの数字は人工衛星から遠ざかる変動 (沈降, または西向きの変位), プラスの数字は人工衛星に近づく変動 (上昇, または東向きの変位) を表す。

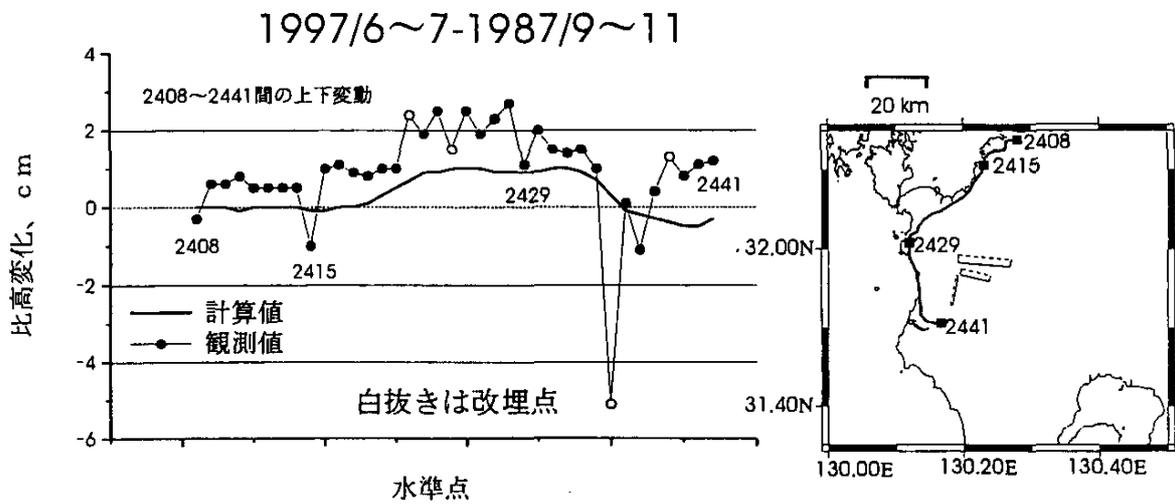
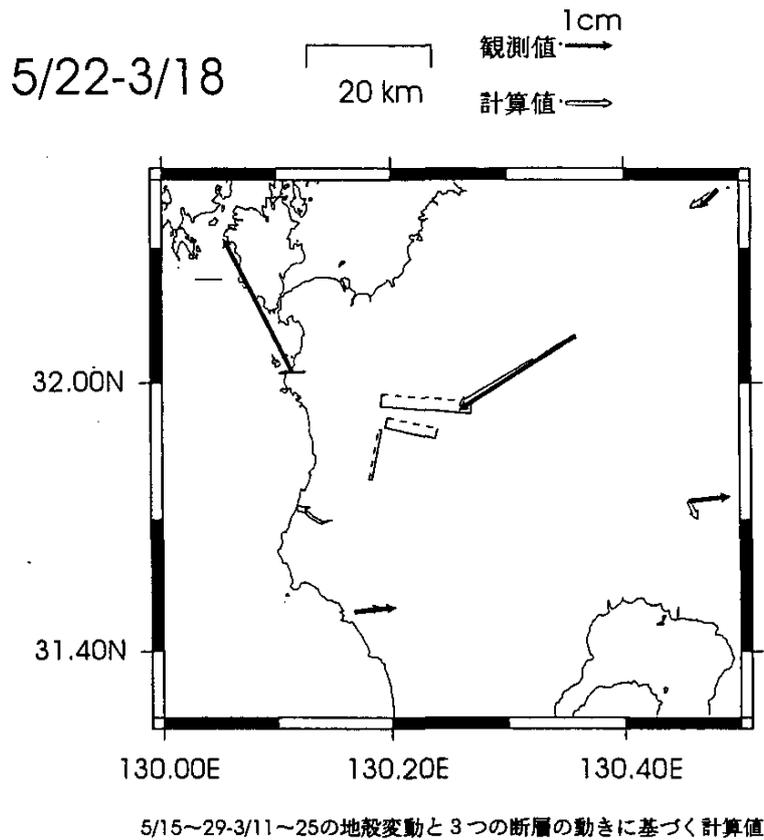


断層モデル計算による変動のシミュレーション図

-6 -5 -4 -3 -2 -1 0 1 2 3 4 (cm)

第10図 つづき (2)

Fig.10 (continued) (2)



3つの断層の動きから推定した地殻上下変動と水準上下変動との比較

第10図 つづき(3)

Fig.10 (continued) (3)

モデル計算による鹿児島県北西部の地震断層の位置と大きさの推定について

下図に、地殻変動による推定断層モデルの形状を立体的に示す。推定断層は深さ4 kmに矩形の上端があり、水平面に対して81度の角度を持つ（ほぼ垂直）。矩形断層の走向は北から右回りに275度の方位角度を持ち（ほぼ東西）、幅11 km、長さ12 kmの大きさとなっている。地震によるすべり量は、この断層面上盤側（北側）が下盤側（南側）に対して、水平方向から下側に約19度の角度で約50 cmすべったことがわかる。今後、より精度の高い断層モデルを推定していく予定である。

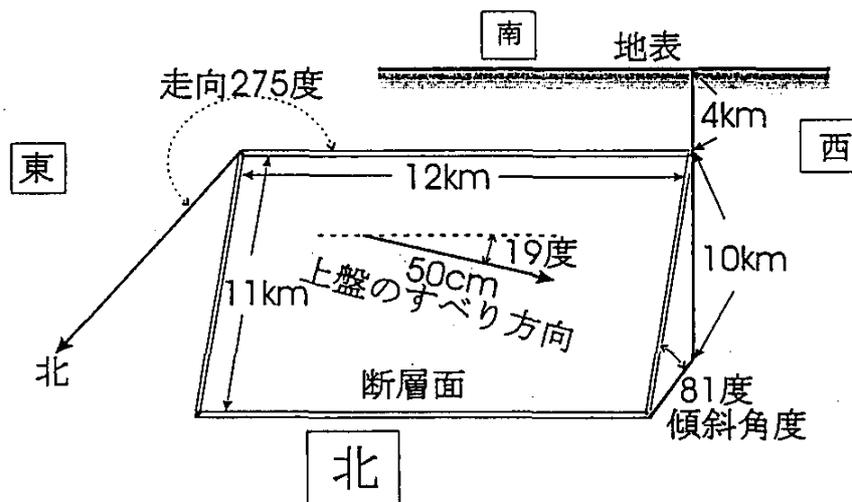


図 推定断層モデルの立体的形状

|                  | 地殻変動から求めた断層モデル   | 気象庁の震源解から求めた断層モデル |
|------------------|------------------|-------------------|
| 走向               | 275度             | 280度              |
| 傾斜角度             | 81度              | 79度               |
| 上盤のすべり方向の角度      | -19度             | -2度               |
| 深さ               | 断層面：上端4km 下端14km | 震源：8km            |
| モーメントマグニチュード(Mw) | 6.1              | 6.1               |

表 地殻変動から求められた断層モデルと気象庁による震源解（第124回地震予知連絡会資料）のパラメーターの比較

第10図 つづき(4)

Fig.10 (continued) (4)