5-7 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,水準測量の年4回の繰り返し観測による,森~掛川~御前崎間の上下変動である。今回の観測(2000年4月)と前回(2000年1月)との比較の結果は,森町を基準として御前崎約1cm 隆起した。

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4月の結果は,従来からの年周変化の傾向にほぼ沿ったものである。総 体的に見て御前崎側の沈降のトレンドは大きく変化していないように見える。

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,最近は元通りとなった。年周 を補正したグラフ(第3図下段)をみると,1999年10月の結果が沈降のトレンドから隆起の方向に やや外れていたが,その後沈降側に復帰したようにみえる。多少のばらつきはあるものの御前崎の 沈降が続いていると考えられる。

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。これらの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 それから外れているようである。それと呼応して、最短の2602-1でも、従来傾向から外れた変化を 示している。原因はよく分からない。トレンドからの乖離の振幅は最近やや大きいが、全体として は沈降のトレンドにそった変動が続いていると思われる。

第8図および第9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2602-1,10333,および2601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。まずトレンド成分を比較すると,2595/140-1 と2129/2601が1988年,1994年,1999年にそれ ぞれピーク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,観測が信頼できることおよび沈降速度の変化が路線全体で発生 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が, 2595/140-1 と2129/2601との間に1998年ころの年周振幅の極大の類似性が見て取れる。

第10図は小田原市から御殿場市を経て清水市に至る路線および御殿場市から三島市に至る路線の 水準測量の結果である。1995年から1999年の間に大きな地殻変動は見られない。過去約20年の結 果は,御殿場市側の隆起を示している。

第11 図は,東海地方の各験潮場間の月平均潮位差である。最近,地殻変動の傾向が大きく変化した験潮場はない。

第12 図は切山基線精密辺長測量結果である。特に大きな変動は見られない。

第 13 図及び第 14 図は駿河湾周辺の GPS 連続観測の結果を示している。特に第 14 図は静岡 - 戸田,静岡 - 西伊豆,榛原 - 南伊豆,南伊豆 - 御前崎の駿河湾をはさむ基線のうち縮みの傾向が明らかに見られるものについて回帰直線を引いて,基線の短縮速度を出したものである。榛原 - 南伊豆, 静岡 - 西伊豆では年間約 1cm の速度で辺長が短縮している。いずれの基線においても最近になって傾向が変わった兆候は見あたらない。

第 15 図及び第 16 図は, GPS 連続観測のうち森・掛川・御前崎間基線に関する基線長と標高差の 時系列である。特に第 16 図では掛川御前崎間の基線について,斜距離の変化と比高の変化を回帰直 線と共にプロットした。掛川 - 御前崎の基線は年間約 5.5mm で短縮している。また,掛川を基準と した御前崎の比高が年間約 5.8mm 沈下しているが,水準測量および験潮による掛川-御前崎間の長期 的な傾向と調和的である。

第 17 図は,第8 図および第9 図と同様の手法で,掛川 - 御前崎間の GPS の上下変動の時間変化 を見たものである。掛川(93052)と,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の時系列に2年間の時間窓を設定し,それを1ヶ月毎に移動させなが, 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を計算し,それら を時系列として表示したものである。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 17 図-(4)のとおり,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 18 図は,掛川 - 浜岡 2 および掛川 - 御前崎間の GPS および水準による比高変化である。比較 期間が 2 年間と短いため,沈降率に差異が見られるが,もっと長期の比較をすれば両者はよく一致 すると思われる。GPS の 1 ヶ月平均値のほうが安定した値を示すようにみえる。

第19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 20 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,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。

第 21 図は,水準測量から求めた最近 20 年間の東海地方の上下地殻変動である。群発地震活動に 伴う伊豆半島東部の隆起,フィリピン海プレートの沈み込みに伴う駿河湾側の沈降がよみとれる。



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.

基準:森町 5268 (119.72m)



第2図 水準点 140-1 (掛川市)及び 2595 (浜岡町) 経年変化

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



基準年:1962 基準:140-1

網平均計算値による。

水準点 2595 (浜岡町)の経年変化 第3図

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



第4図 水準点 140-1 を基準とした掛川~御前崎間の各水準点の経年変化

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





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 Prefectual 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 Prefectual 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 Prefectual Government of Shizuoka.



第8図 東海地方の上下変動の時間変化(1)

Fig. 8 Temporal variation of rate of subsidence and ampritude of annual component of leveling results in Omaezaki region. (1)



第9図 東海地方の上下変動の時間変化(2)

Fig.9 Temporal variation of rate of subsidence and ampritude of annual component of leveling results in Omaezaki region. (2)







第11図 東海地方各験潮場間の月平均潮位差

Fig.11 Plots of difference of montly mean values at different tidal gauges.



第12 図 切山基線精密辺長測量結果





第 13 図-(1) 駿河湾周辺GPS連続観測点観測結果(1) Fig.13-(1) Results of continuous GPS measurements around the Suruga bay.(1 of 3)



第13図-(2) 駿河湾周辺GPS連続観測点観測結果(2)





第13図-(3) 駿河湾周辺GPS連続観測点観測結果(3)





第14図 駿河湾周辺GPS連続観測結果時系列と変動速度

Fig.14 Results of continuous GPS measurements around the Suruga bay: time series and change rates.



第 15 図-(1) 御前崎周辺GPS連続観測点観測結果(1)Fig.15-(1) Results of continuous GPS measurements in the Omaezaki district.(1 of 3)















第16図 御前崎周辺GPS連続観測点観測結果と変動速度

Fig.16 Results of continuous GPS measurements in the Omaezaki district: time series and change rates.





Fig.17-(1) Temporal variation of rate of subsidence and ampritude of annual component of GPS results in Omaezaki region. (1 of 4).



第17図-(2) 東海地方のGPS上下成分変動の時間変化(2)





第 17 図-(3) 東海地方の GPS 上下成分変動の時間変化 (3)



比高変化に対する近似曲線の係数変化 (GPS連続観測および水準測量)





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18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

Fig.18 Comparison of GPS and leveling results: Temporal variation of rate of subsidence and ampritude of annual component of leveling results in Omaezaki region. (1)



第 19 図 御前崎長距離水管傾斜計観測結果

Fig.19 Result of tilt observation by long water tube tiltmeter at Omaezaki.





御前崎地中地殻活動監視装置による連続観測結果 第20図

Fig.20 Results of continuous measurements of tilt and strain in Omaezaki deep borehole.



第 21 図-(1) 水準測量から求めた最近 20 年間の東海地方の上下変動(1)

Fig. 21-(1) Vertical crustal deformation in past 20 years of Tokai district derived from repeated precise leveling.(1 of 2).



第 21 図-(2) 水準測量から求めた最近 20 年間の東海地方の上下変動(2)

Fig. 21-(2) Vertical crustal deformation in past 20 years of Tokai district derived from repeated precise leveling.(2 of 2).