

7-4 地質調査所 GPS 連続観測網の初期成果及び地下水位との比較

Preliminary results from permanent GPS array by Geological Survey of Japan in conjunction with groundwater level observations

地 質 調 査 所
Geological Survey of Japan

地質調査所では地下水観測井に併設した地殻変動観測の一つとして GPS 連続観測局を平成 7 年度、8 年度と整備し、観測を続けている（観測局の位置は第 3 図を参照）。本報告は地質調査所で行われている GPS データの定常解析から得られた結果を示し、あわせて地下水位観測との比較を示す。

GPS は主に近畿地方を中心にした地下水観測井 14 局に併設されている。全ての観測局は Allen Osborne Associates 社製の Dome-Margolin アンテナ（チョークリング付き）と TurboRogue 受信機 SNR8000 からなり、レドームも全ての局で同一型のものが使用されている。アンテナは主に 2～5 m の高さのピラーに設置されているが、一部のものについては屋上や観測小屋の上に直接設置されている。

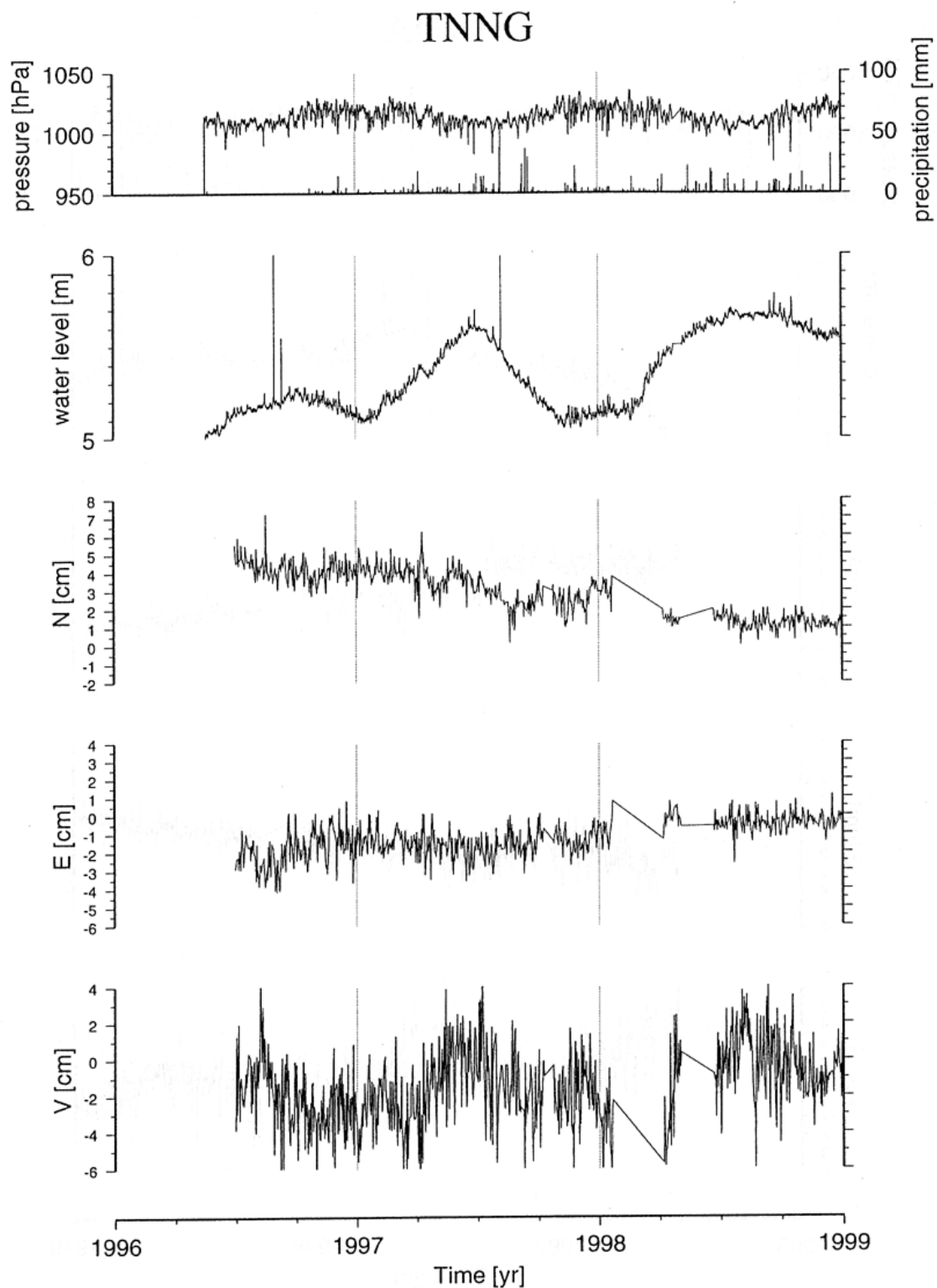
各局における 24 時間の観測データは、一日 1 回電話回線を通じて大阪の池田サブセンターへと送られ、そこからつくばの地質調査所へ TCP/IP で転送される。局位置を決定するための解析には、ジェット推進研究所（JPL）で開発された GIPSY-OASIS II（release 4）が使用されている。日々の定常解析においては、地殻変動の準リアルタイム監視を目的とした速報暦を用いた解析、および精密暦を用いた解析の 2 種類が行われている。解析手法として、JPL で計算された、衛星軌道、衛星時計誤差、地球回転パラメータ等を固定した上で、地質調査所の 14 局に IGS 観測局の臼田局（USUD）、筑波局（TSKB）を加えた計 16 局分のデータを用いてのネットワーク解析が採用され、日々の観測局の座標値、天頂大気遅延量、受信機の時計誤差、整数値バイアスとが同時に推定されている。マッピング関数として Lanyi（1984）のものが用いられている。なお、固体地球潮汐による観測局の位置変動はモデル化されているが、海洋潮汐荷重によるものはモデル化されていない。

第 1 図、第 2 図に上記の定常解析で、精密暦を用いて得られた局位置の時系列の一例を示す。両観測局とも大阪にあり、およそ 20km 離れているが、座標の水平成分の変動については両者に高い相関がある。1996 年 7 月～1998 年 12 月までのデータから水平成分の速度ベクトルを計算すると第 3 図のようになる。各々の観測局から 20km 以内にある国土地理院の GPS 連続観測網（GEONET）を選び、Bernese 解析ソフトウェアを用いた国土地理院の定常解析から得られたそれらの観測局の日々の座標値変動と、今回の定常解析で得られた地質調査所の観測局の変動とを比較すると、観測局が違うにも関わらず、平均して両者は 1cm～1.5cm で一致していることが分かる（第 4 図）。このことは、GPS のアンテナタイプや使用する解析ソフトウェアの違いによる座標推定への影響は、この程度のオーダーであることを意味している。

しかしながら、局座標の鉛直成分について着目すると、数十 km といった比較的狭い範囲内にも関わらず、観測局間で顕著な違いが見られる（第 5 図）。このことは、これらの変動が、海洋潮汐荷重や大気圧変動の荷重によるものではなく、観測局近傍の比較的ローカルな要因によるものである

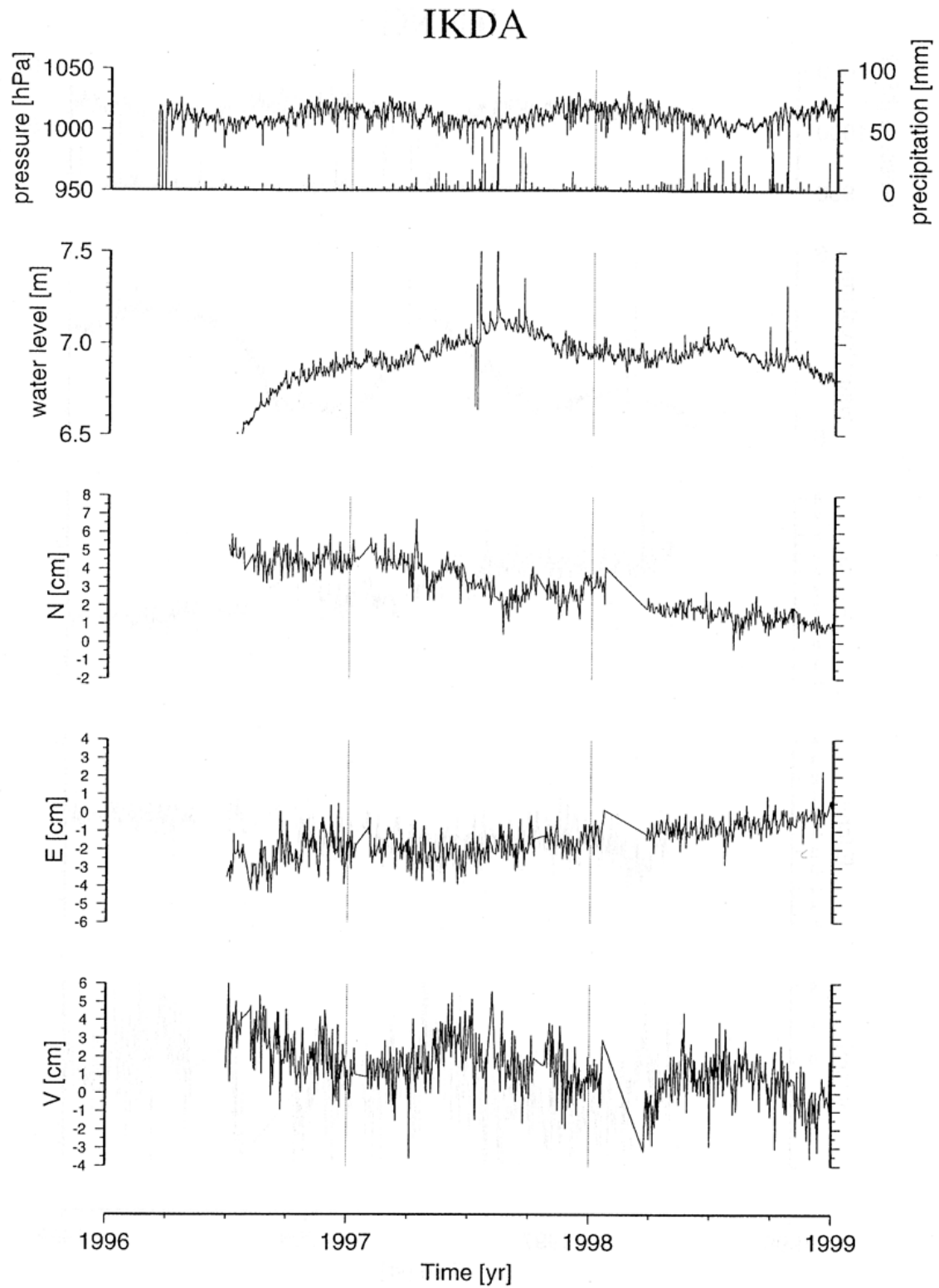
ことを示唆している。今回、その要因の一つの可能性として地下水の変動によるものを考え、観測局時系列と地下水の時系列との比較を行った。今回比較を行った観測井では、300～400m といった比較的深くにある被圧地下水の観測が行われている。第1図、第2図に比較例を示す。結果として、第1図のようにGPSの鉛直成分に見られる年周変動と地下水の年周変動とに比較的良い相関がある観測局もあったが、そうでない観測局が多く、両者に明瞭な相関があるとは言えなかった。今後の課題として、より浅層の地下水とも比較を行い、定量的に地下水の影響を調べていく必要がある。

(大谷 竜・小泉尚嗣・松本則夫)



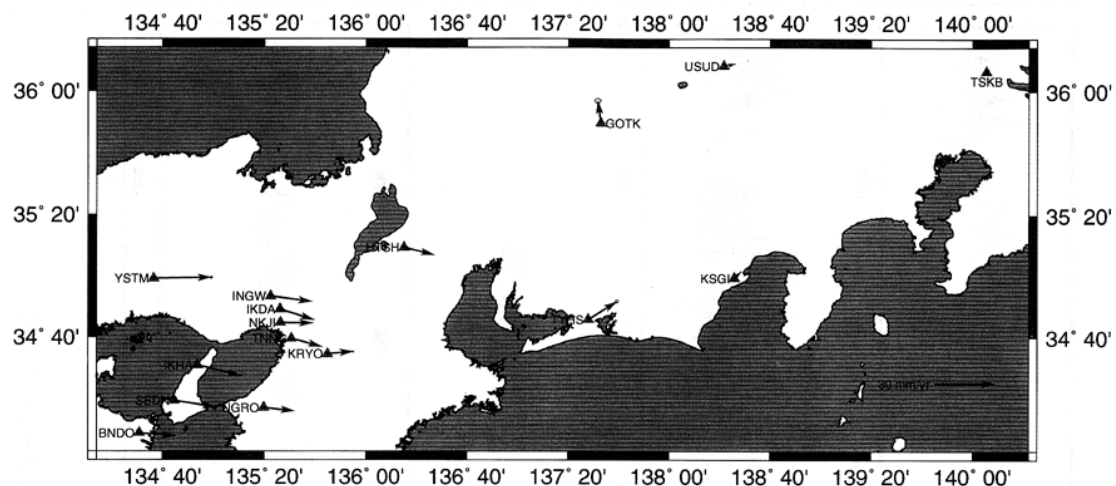
第 1 図 1996 年 6 月～1998 年 12 月の、大阪の天王寺観測局（TNNG）における観測結果。上からそれぞれ気圧，雨量，地下水位，GPS による局位置の南北成分，東西成分，鉛直成分を示す。上下成分は南北，東西成分と軸のスケールが違うのに注意。

Fig.1 Results of GPS determined station coordinates at Tennoji (TNNG) station from June 1996 to December 1998. From top to bottom, atmospheric pressure, precipitation, groundwater level, north component, east component, vertical component of GPS station coordinates are shown.



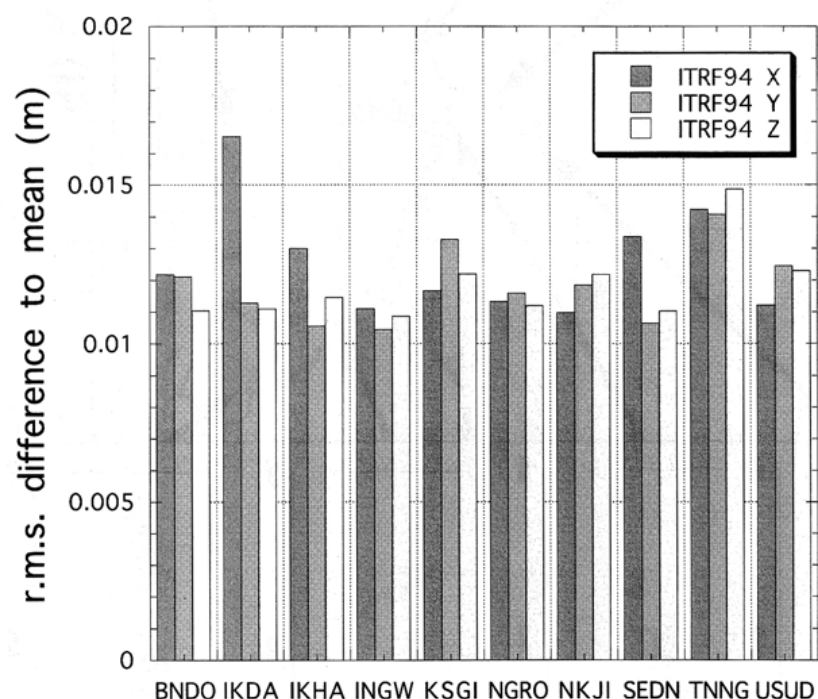
第 2 図 第 1 図と同じ。但し，大阪の池田観測局（IKDA）の結果。

Fig.2 Same as Fig. 1 except Ikda (IKDA) station.



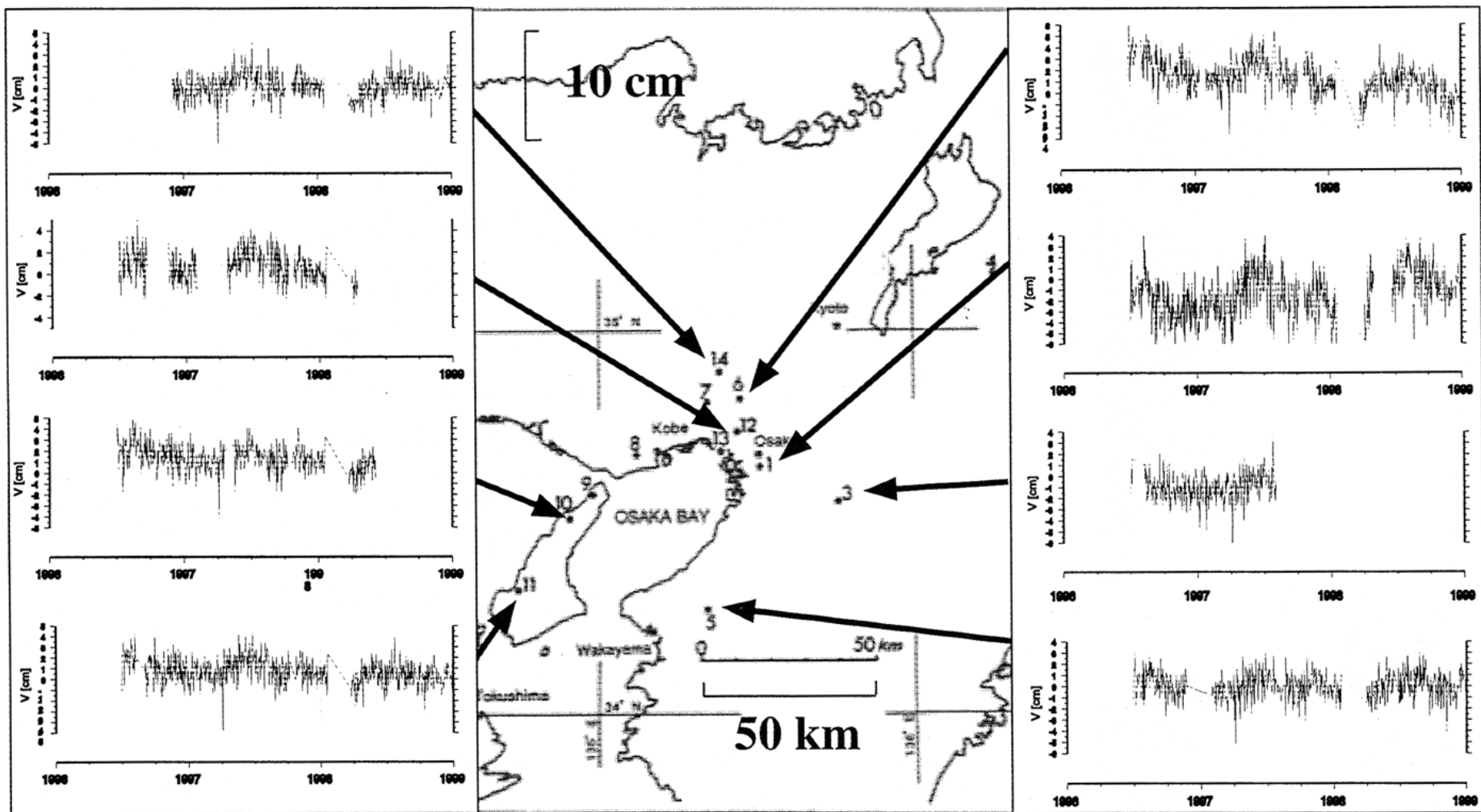
第3図 地質調査所とIGSのGPS観測局の位置,及び1996年7月~1998年12月のGPSデータ(但し,GOTK,YSTM,TYHSは1998年から)の定常解析から求められた,TSKB局に対する水平成分の速度ベクトル。

Fig.3 Location of the 14 GSI's GPS stations and 2 IGS GPS stations. The horizontal velocity of each station relative to TSKB station from July 1996 to December 1998 (except GOTK, YSTM, TYHS) is shown.



第4図 地質調査所のGPSの局位置の時系列と,そこから20km以内にある国土地理院のGPS連続観測網(GEONET)に属するGPS局の時系列の差の,平均に対するr.m.s.(ITRF94系での比較)比較の期間は1996年7月から1998年12月。GEONETのGPS局の時系列データは,Bernese解析ソフトウェアを用いた国土地理院の定常解析から推定されたものを使用。

Fig.4 The r.m.s. difference (to the mean) of the time variations of the coordinates (in ITRF94) between GSI's station and Geographical Survey Institute (GSI)'s station (GEONET). GSI's stations located within 20 km from GSI's stations are selected. The GSI's stations' coordinates were estimated by the GSI's routine analysis using Bernese software.



第 5 図 近畿地方の地質調査所の GPS 観測局の鉛直成分。横軸は 3 年分、縦軸は 10cm に相当。

Fig.5 Vertical components of the GSJ's GPS stations around Kinki area. The horizontal axis and the vertical axis of each figure range 3 years and 10 cm, respectively.