

有珠山2000年噴火にともなう地殻変動*

Crustal Deformation associated with the 2000 Mt. Usu eruption

国土地理院

Geographical Survey Institute

有珠山は2000年3月31日に23年ぶりに噴火した。この有珠山2000年噴火では、噴火に先立ち周辺のGPS連続観測点でマグマの上昇によると考えられる地殻変動が観測された。噴火に伴う地殻変動を準リアルタイムにモニタリングしたのは、国内で初めての事例である。

第1-1図は、有珠山周辺のGPS連続観測点の配点図である。第1-2図は、各基線の基線長および比高の時系列である。有珠山を取り囲む基線((2)壮瞥-虻田、(3)虻田-伊達)では、2000年3月28日から基線長の伸びが観測された。しかし、噴火の前日である3月30日には短縮に転じ、その後も短縮傾向が続いている。噴火口に近い有珠山西部の基線では2000年6月頃まで、西山の潜在ドームの成長に伴うと考えられる伸張が観測されていたが、その後は収縮の変動が続いている。

第2-1図は、2000年噴火の開始直後から2000年6月まで行われた光波測距と地物の測角による変動量計測の基線配置図であり、第2-2図は変動の時系列を表す¹⁾。観測点G-Bに関する測距基線では、明瞭な短縮傾向が観測されており、洞爺湖の南岸が噴火した西山山麓から押されるように変動したことがわかる。また鉛直角の変動グラフからは、噴火口の周囲が指数関数的な時間経過で隆起したことがわかる。

第3-1図は、2000年6月から開始された自動測距・測角装置(APS)による距離の連続観測の基線分布図²⁾であり、第3-2図が距離の時系列である。6月以降には、ほとんどの基線で伸びが観測されており、山体が収縮する傾向にある。

第4図は、有珠山周辺の水準測量による上下変動を表しており、2000年噴火に伴って隆起した地点が、その後に沈降していることがわかる。

第5-1図は、空中写真を用いた空中三角測量による有珠山周辺での高さの変化³⁾である。また第5-2図はRADARSATに搭載された合成開口レーダー画像のマッチングによって得られた変動の水平成分⁴⁾である。これら2つの図から、噴火した西山山麓を中心に膨張・隆起した変動の詳細が把握できる。

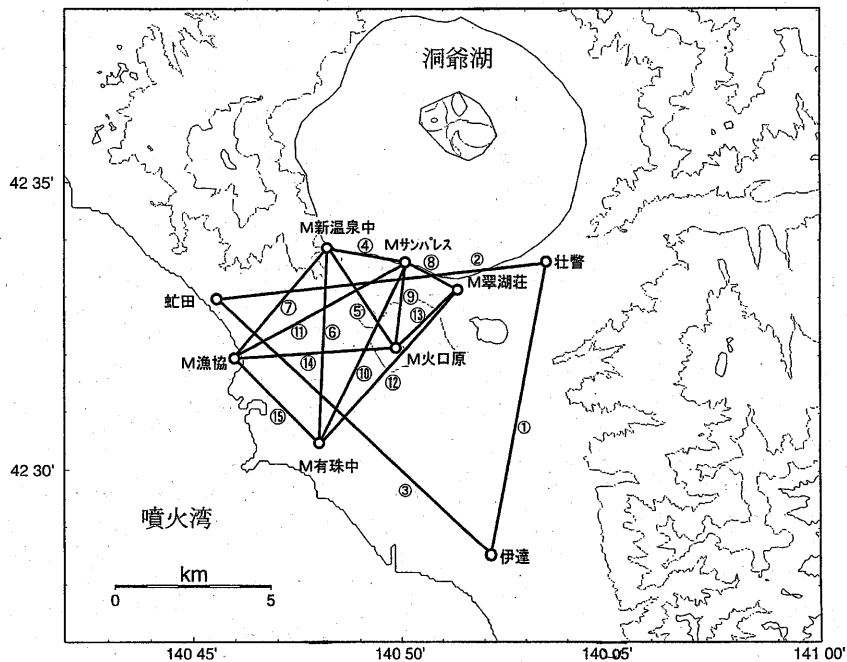
第6図は、観測された地殻変動に基づく2000年噴火の変動源モデルである。地殻変動や地震活動の特徴から3つの期間に分けてモデル化したものである。まず3月27-29日には、有珠山の地下でやや南東に傾き下がるほぼ垂直の面にそって、マグマ(体積増加量 $8 \times 10^6 \text{m}^3$)が貫入した。次に3月29日から31日までは、有珠山直下の地下約2kmに水平の板状(シル)にマグマ(体積増加量 $5 \times 10^7 \text{m}^3$)が貫入し、有珠山全体を隆起させた。同時にマグマが上昇したため地下のマグマだまり(深さ10km、体積減少量 $2 \times 10^7 \text{m}^3$)では収縮が起こった。またマグマの一部(体積増加量 $1 \times 10^7 \text{m}^3$)は、有珠山北麓の浅部にほぼ垂直に貫入した。その後、マグマは噴火口となった西山周辺へと上昇し噴火に至ったと考えられる。3番目の期間(3月31日から4月26日まで)は、西山山麓の非常に浅い領域に貫入して潜在ドームが形成された時期である。潜在ドームを形成したマグマの体積は $2 \times 10^7 \text{m}^3$ 程度と推定される。一方、深部ではマグマだまりの収縮が続き、 $5 \times 10^7 \text{m}^3$ 程度の体積減少となった。有珠山2000年噴火では、浅部へのマグマの貫入量と深さ10kmにあるマグマだまりの収縮量がほぼ等しく、噴火に深さ10kmのマグマだまりが関与していることが明らかになった。

*Received 29 Aug., 2001

参 考 文 献

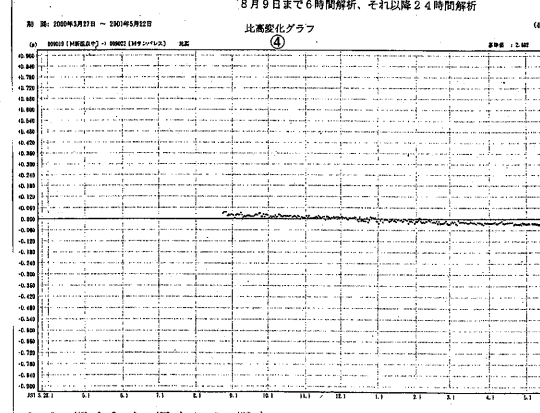
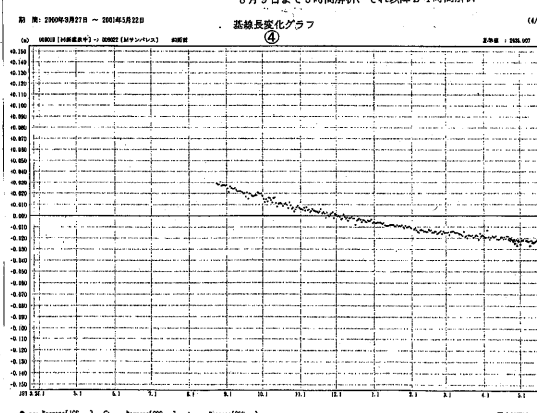
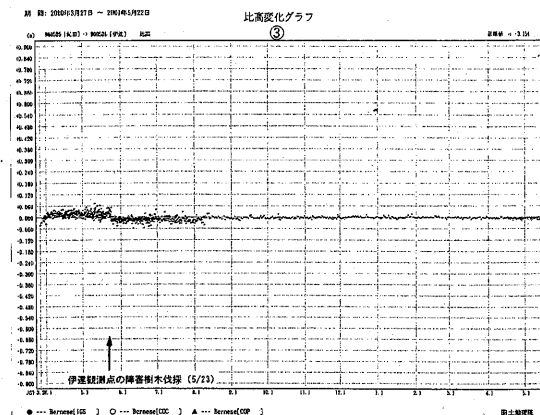
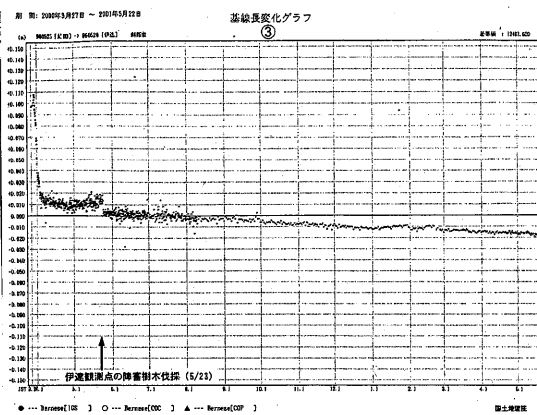
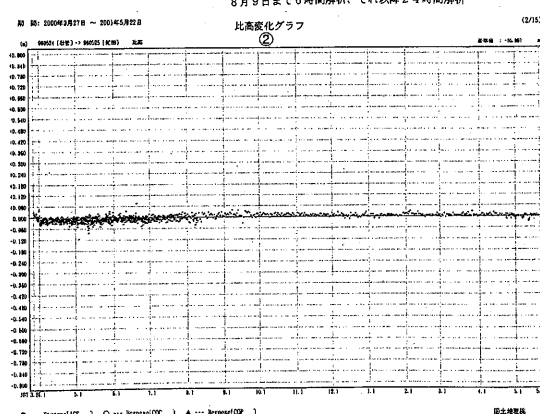
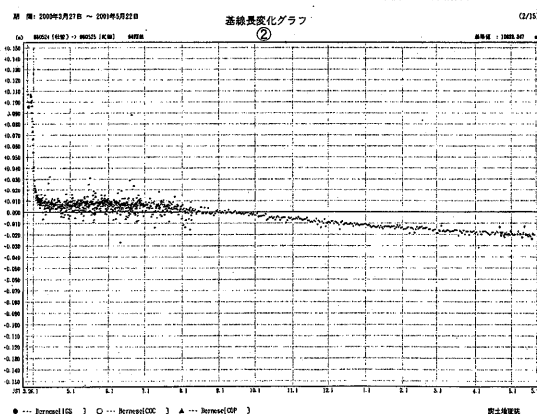
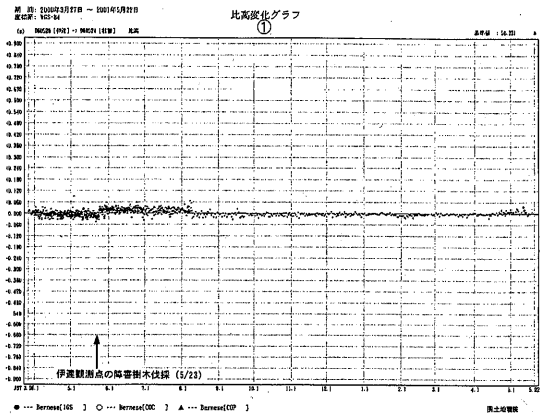
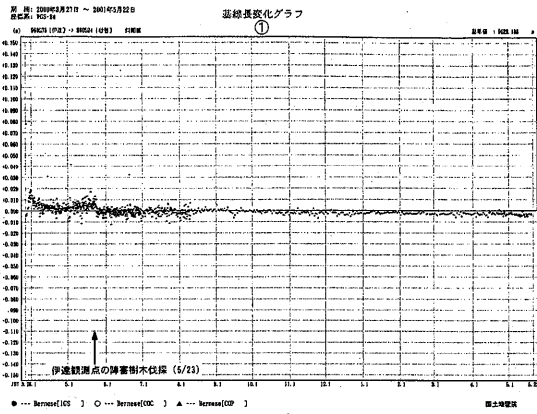
- 1) 海老名頼利 (2001) : 有珠山噴火に伴う測距・測角観測, 国土地理院時報, 95, 7-16.
- 2) 横川薫 (2001) : 有珠山における自動観測監視施設の設置, 国土地理院時報, 95, 17-28.
- 3) 鈴木弘 (2001) : 有珠山西山周辺の火山活動に伴う標高値の変化, 国土地理院時報, 95, 49-55.
- 4) 飛田幹男・他 (2001) : SAR画像のマッチングによる有珠山周辺の面的な三次元地殻変動, 変動速度, 体積変化, 国土地理院時報, 95, 37-47.

GPS連続観測 有珠山周辺 基線図



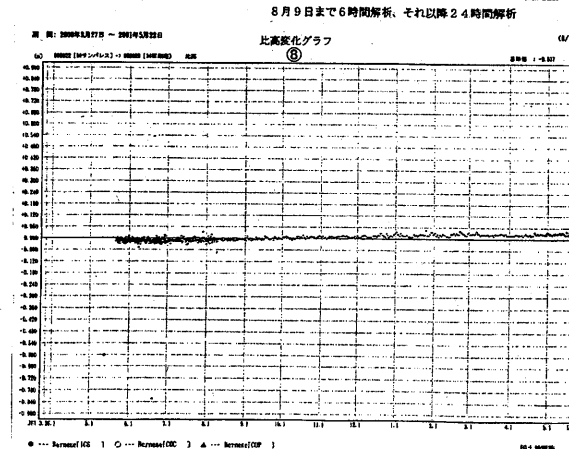
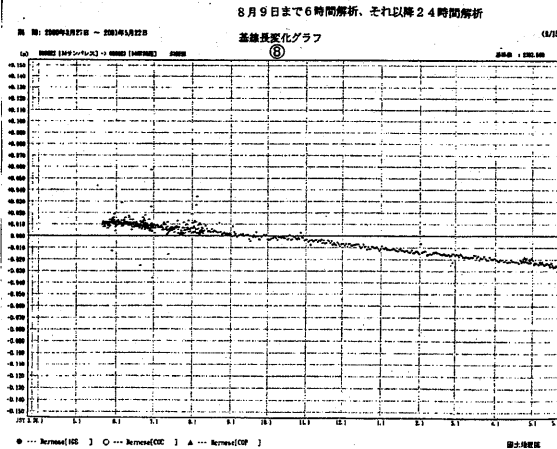
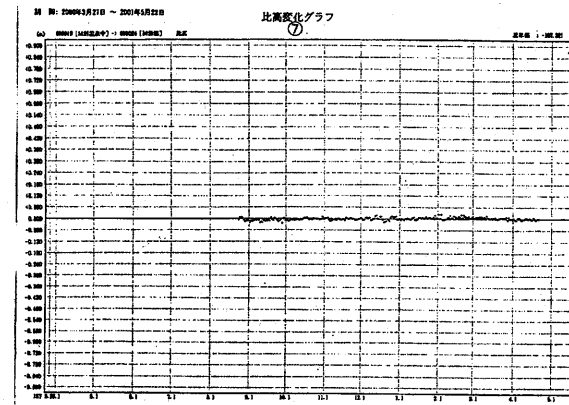
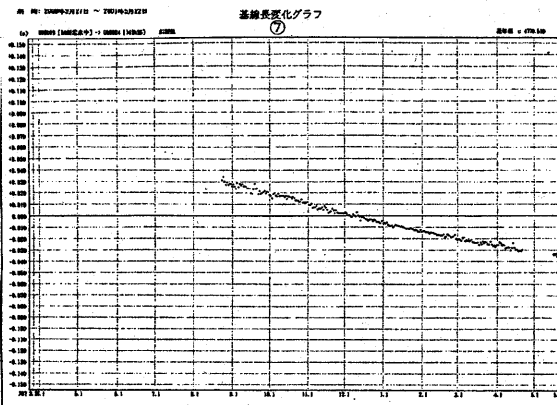
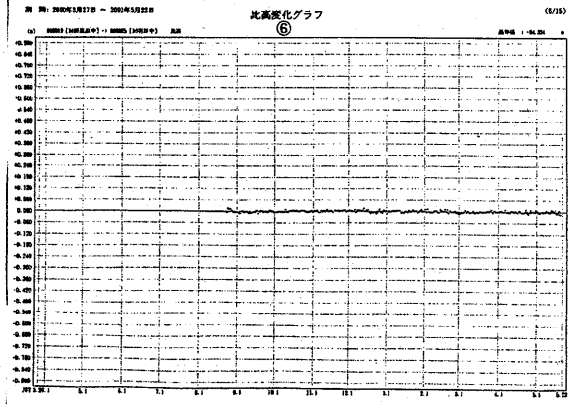
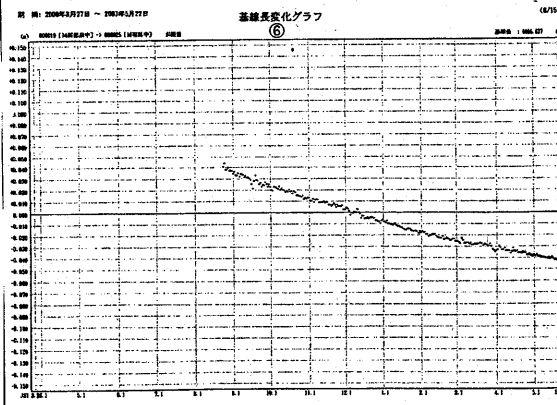
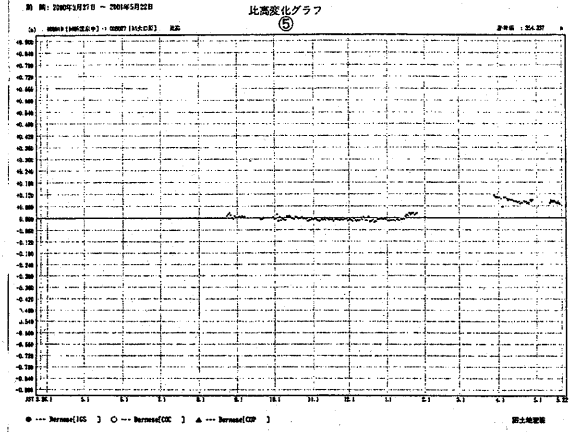
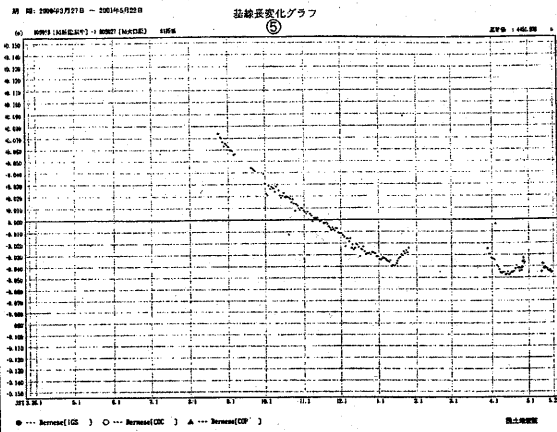
第1-1図 有珠山周辺のGPS連続観測点配点図

Fig.1-1 Map showing the continuous GPS observation points around Mt. Usu.

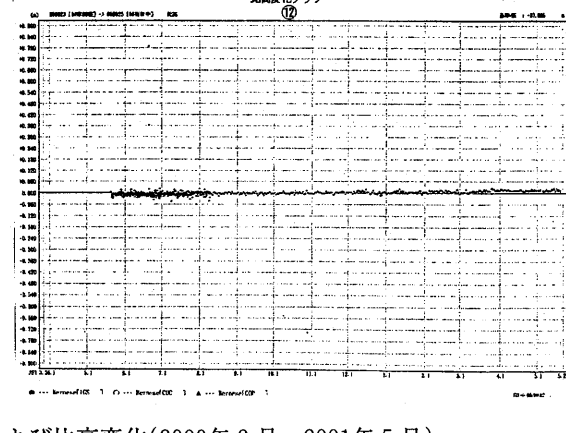
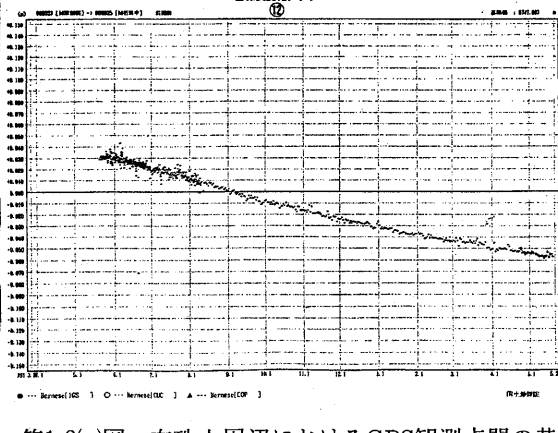
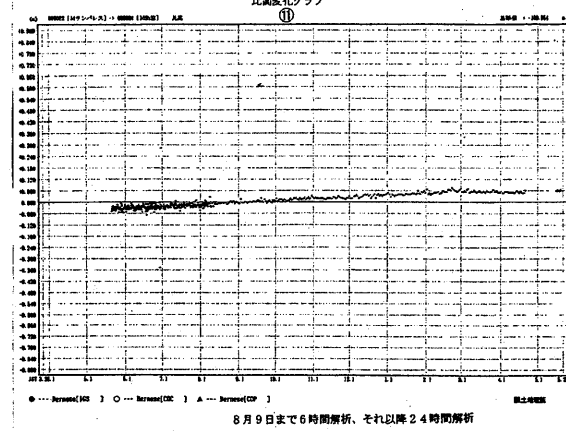
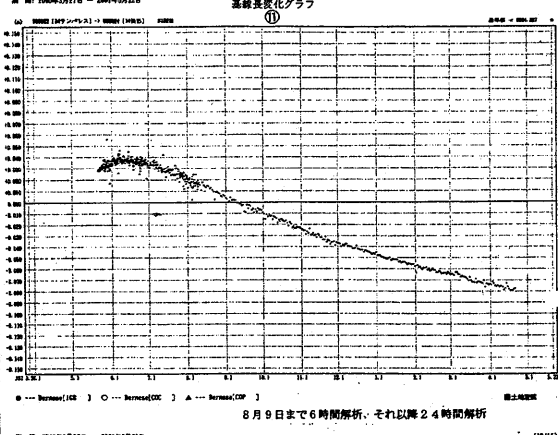
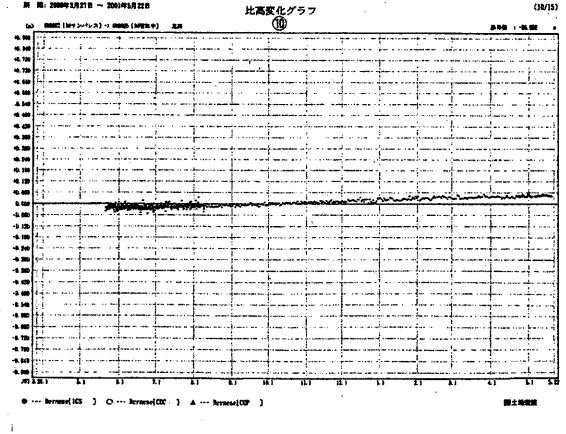
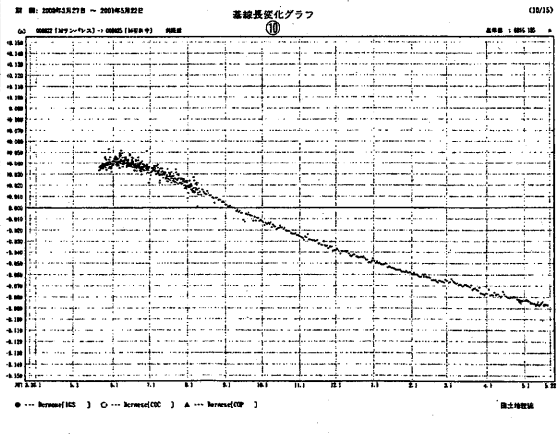
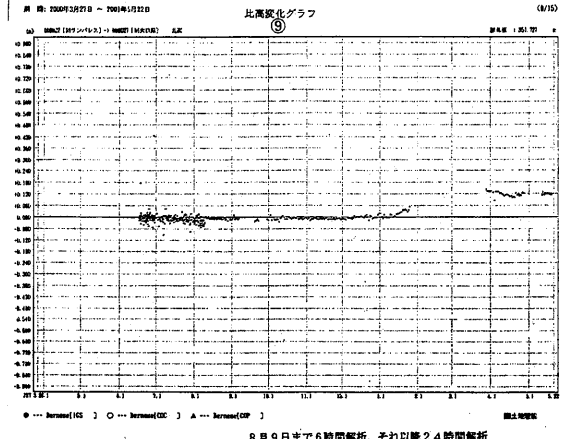
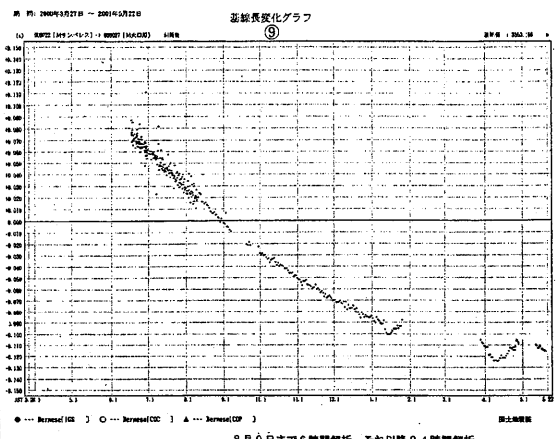


第1-2(a)図 有珠山周辺におけるGPS観測点間の基線長および比高変化(2000年3月-2001年5月)。2001年1-4月ころにM火口原を含む基線にみられる変動は凍上現象によってM火口原のGPS観測施設自体が持ち上げられたためと考えられる。

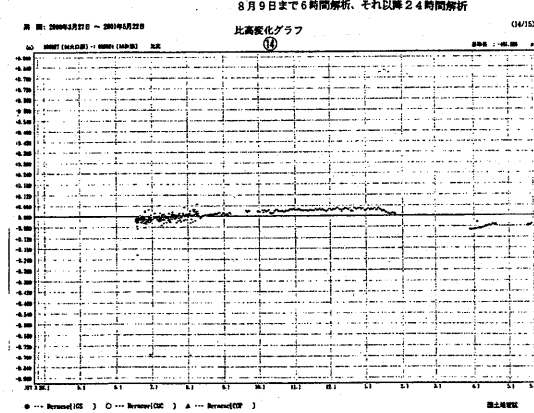
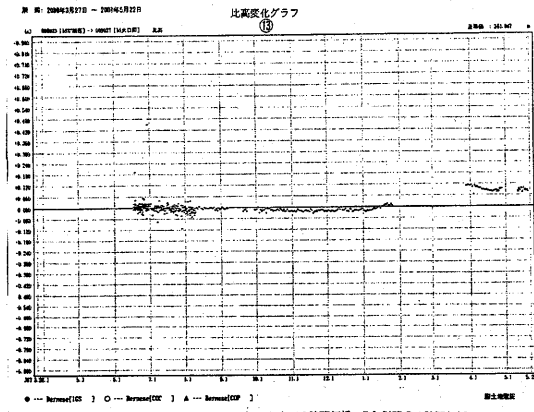
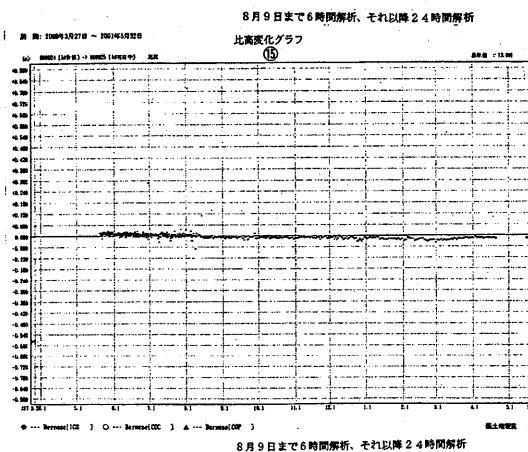
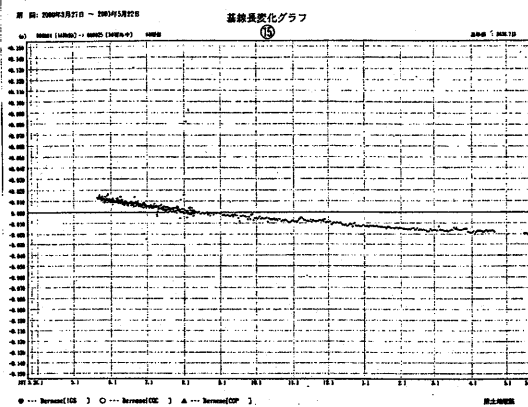
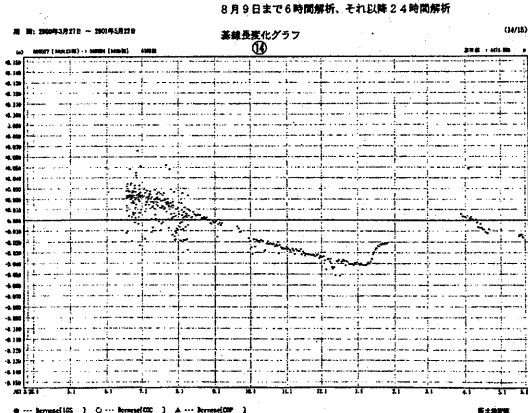
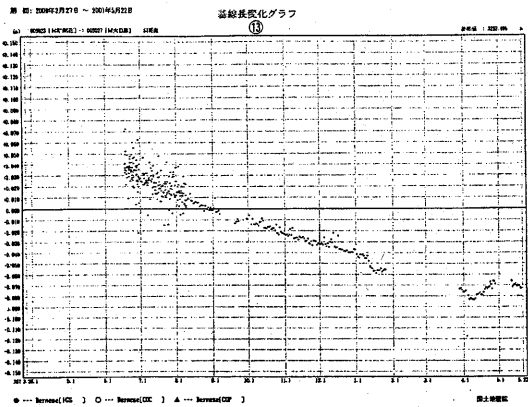
Fig.1-2(a) Time series plots of distance and height difference by the GPS measurements around Mt. Usu. Slow displacement in baselines including M-Kakougen is caused by freezing of soil.



第1-2(b)図 有珠山周辺におけるGPS観測点間の基線長および比高変化(2000年3月-2001年5月)
 Fig.1-2(b) Time series plots of distance and height difference by the GPS measurements around Mt.Usu.

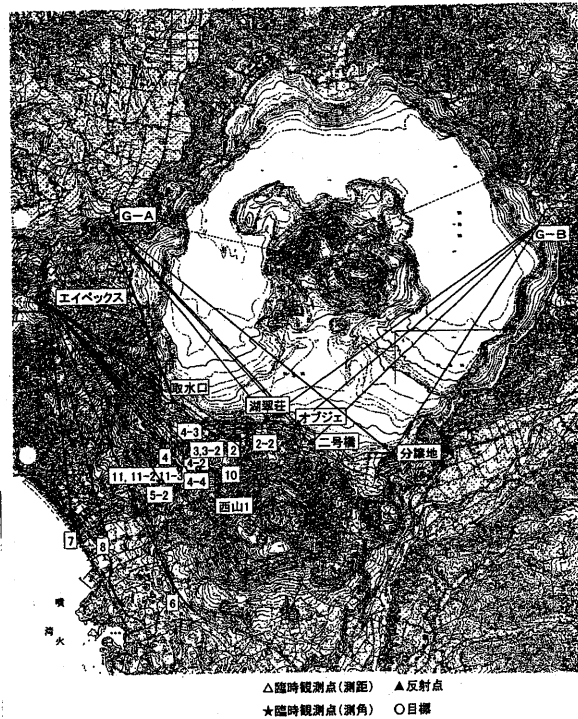


第1-2(c)図 有珠山周辺におけるGPS観測点間の基線長および比高変化(2000年3月-2001年5月)
 Fig.1-2(c) Time series plots of distance and height difference by the GPS measurements around Mt.Usu.



有珠山周辺における観測点の配置

国土地理院
有珠山総合観測所

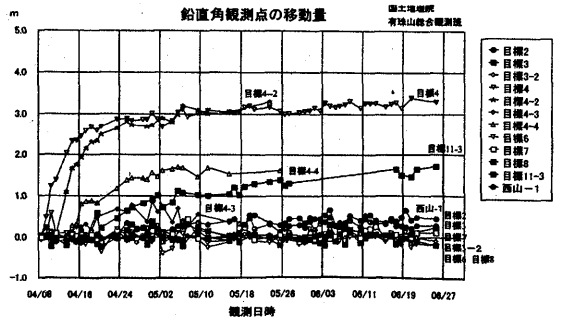
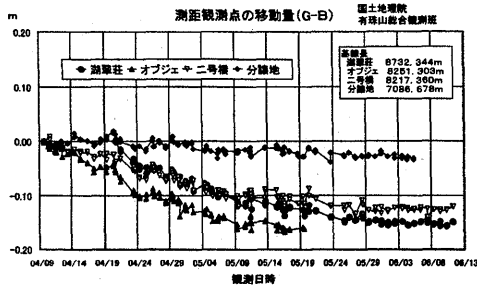
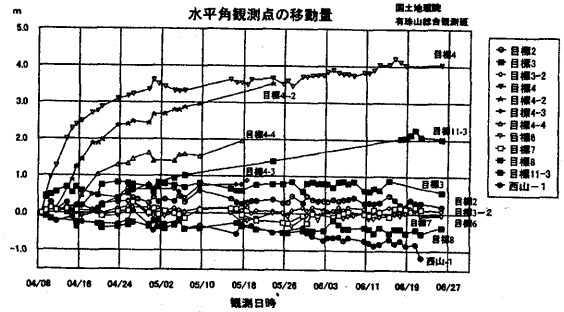
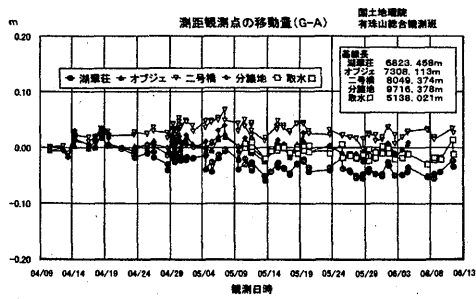


第2-1図 有珠山周辺の測距・測角観測点配点図 (2000年4月-6月)

Fig.2-1 Map showing measurement points of baseline distance and angle around Mt. Usu during the period from April to June 2000.

第1-2(d)図 有珠山周辺におけるGPS観測点間の基線長および比高変化(2000年3月-2001年5月)

Fig.1-2(d) Time series plots of distance and height difference by the GPS measurements around Mt.Usu.

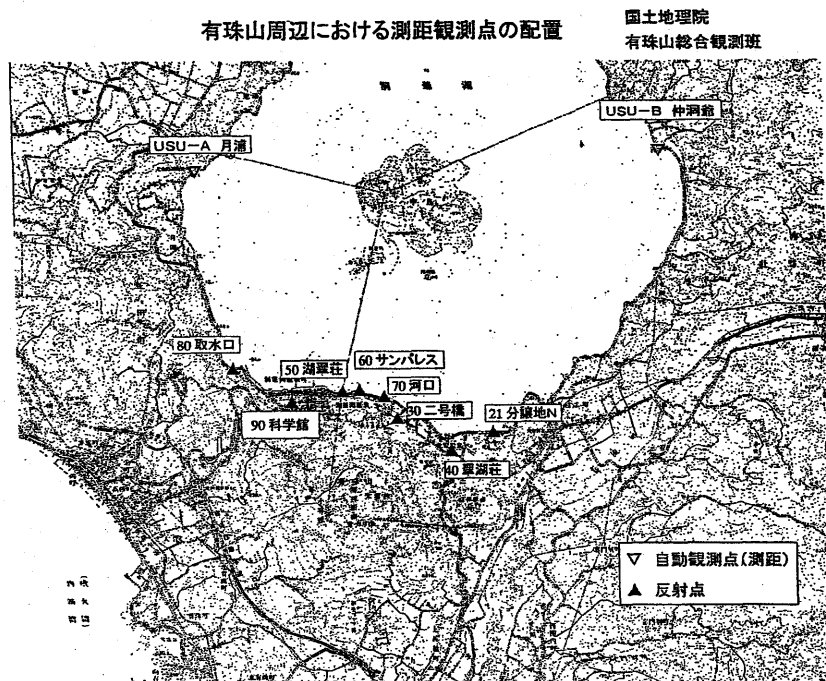


第2-2図 測距と測角による有珠山周辺の目標点の変動

(左上) 機械点G-Aからの基線長変化、(左下) 機械点G-Bからの基線長変化、(右上) 水平角測定から得られた変動量。正の値は反時計回りの変動を表す。(右下) 鉛直角測定から得られた変動量。正の値は隆起を表す。

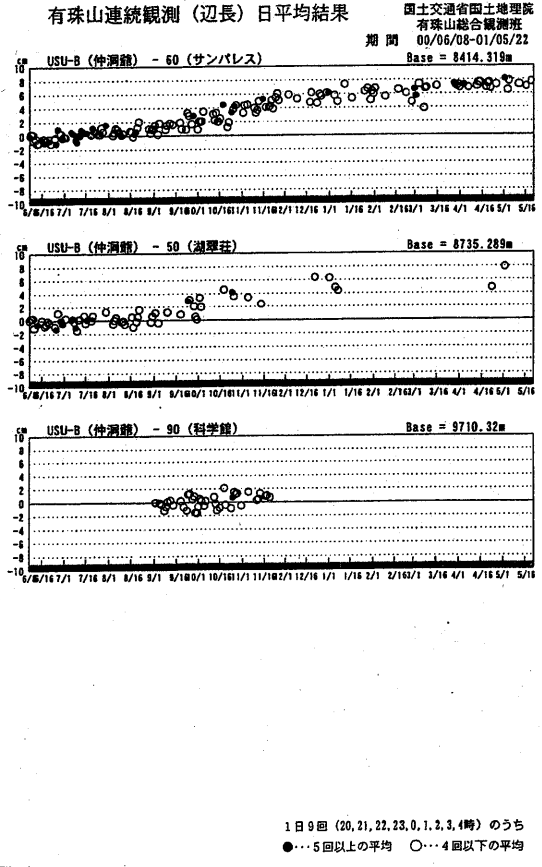
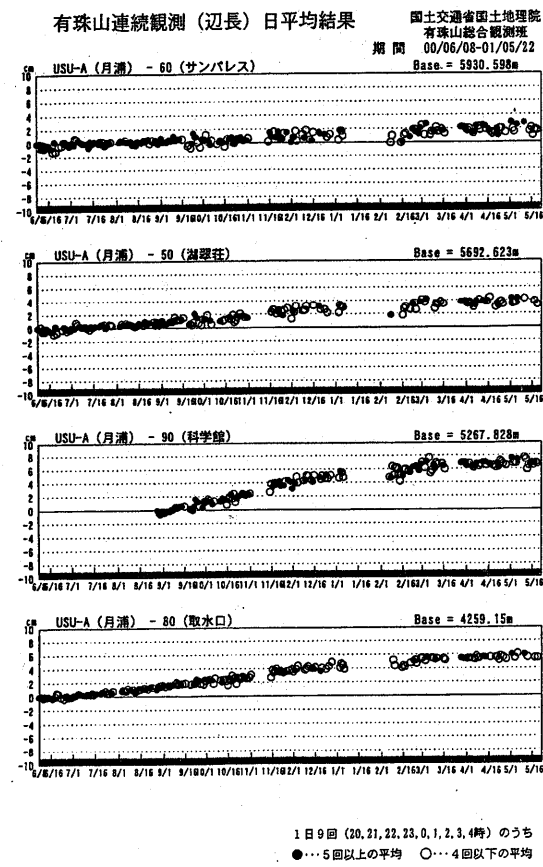
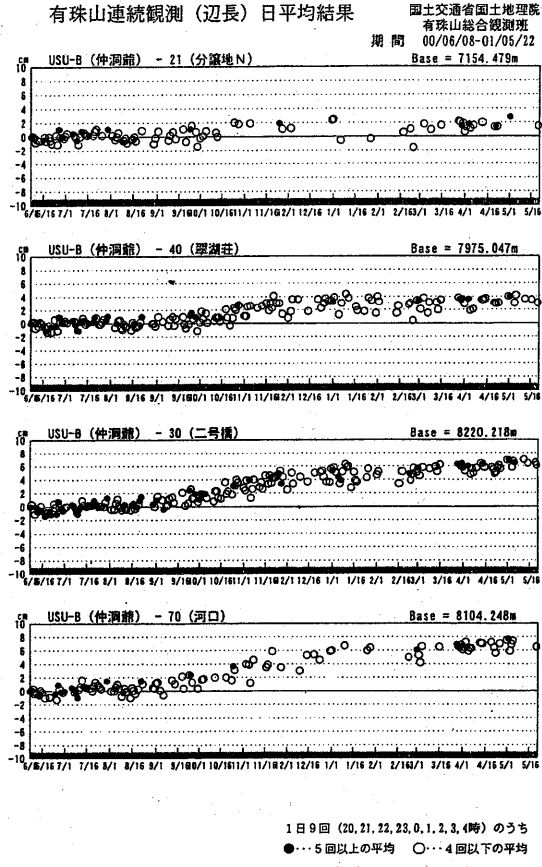
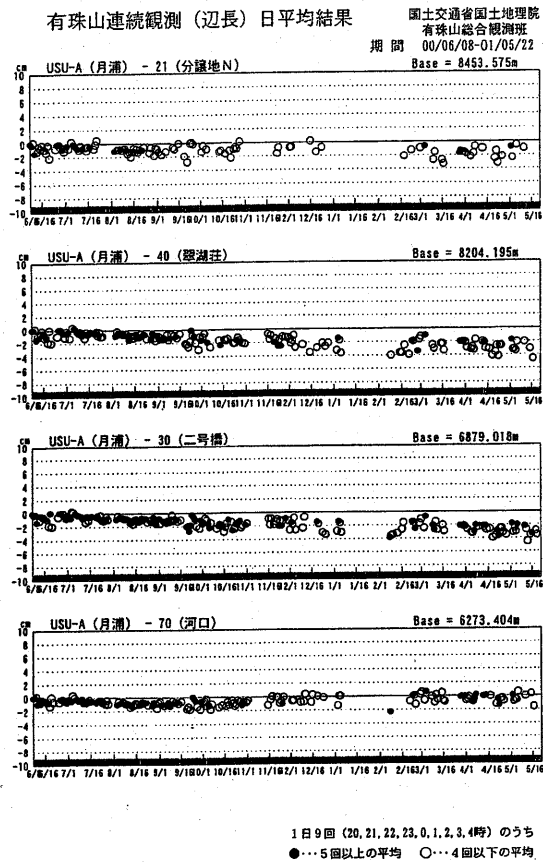
Fig.2-2 Time series of displacement at measurement points.

(Upper-left) Distance change from transmitter G-A. (Lower-left) Distance change from transmitter G-B. (Upper-right) Horizontal displacement from transmitter (APEX). Positive value means clockwise displacement. (Lower-right) Vertical displacement from transmitter (APEX). Positive value means uplift.



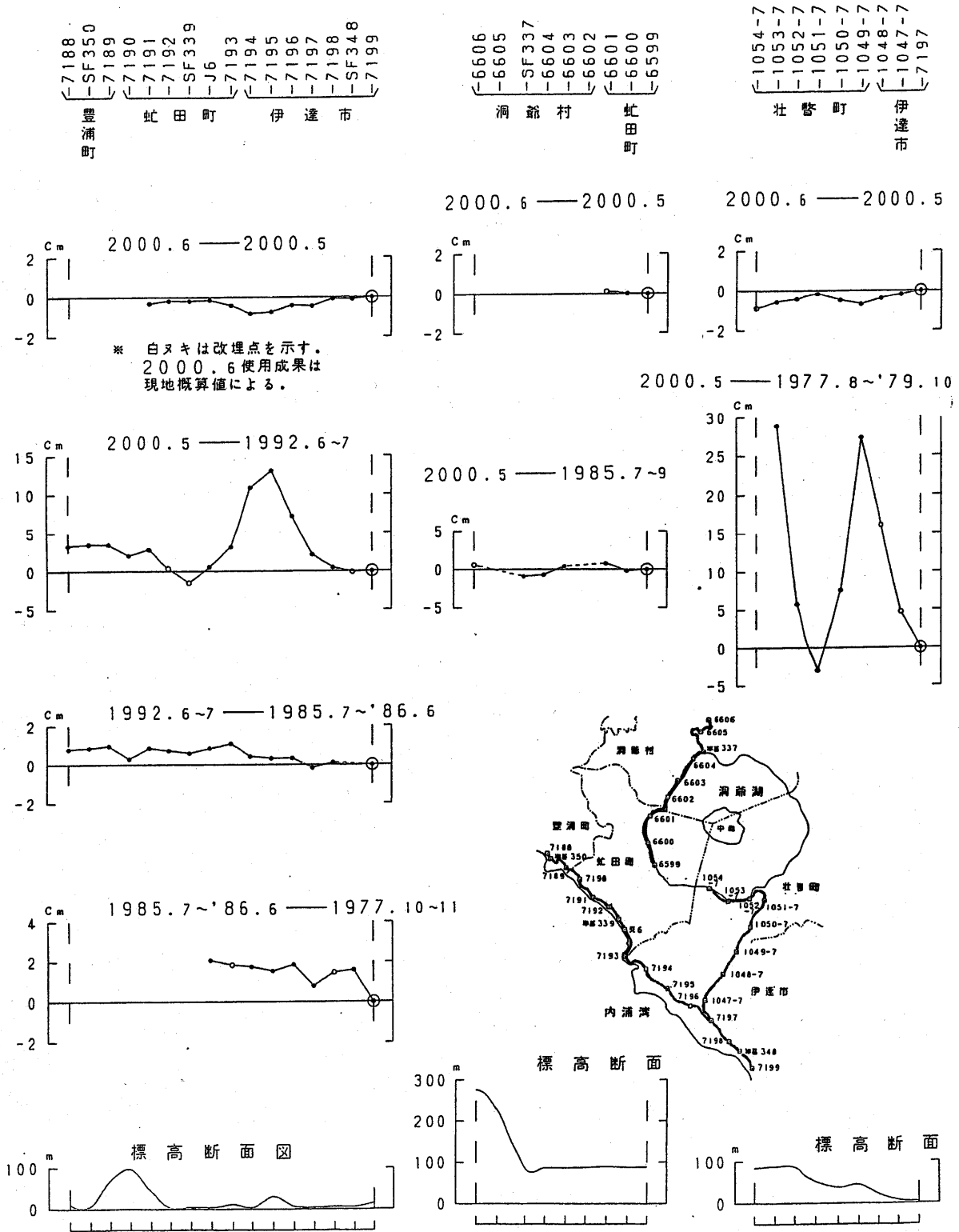
第3-1図 有珠山周辺の自動辺長連続観測 (APS) 配点図

Fig.3-1 Map showing the stand-alone continuous EDM observation (APS) points around Mt. Usu.



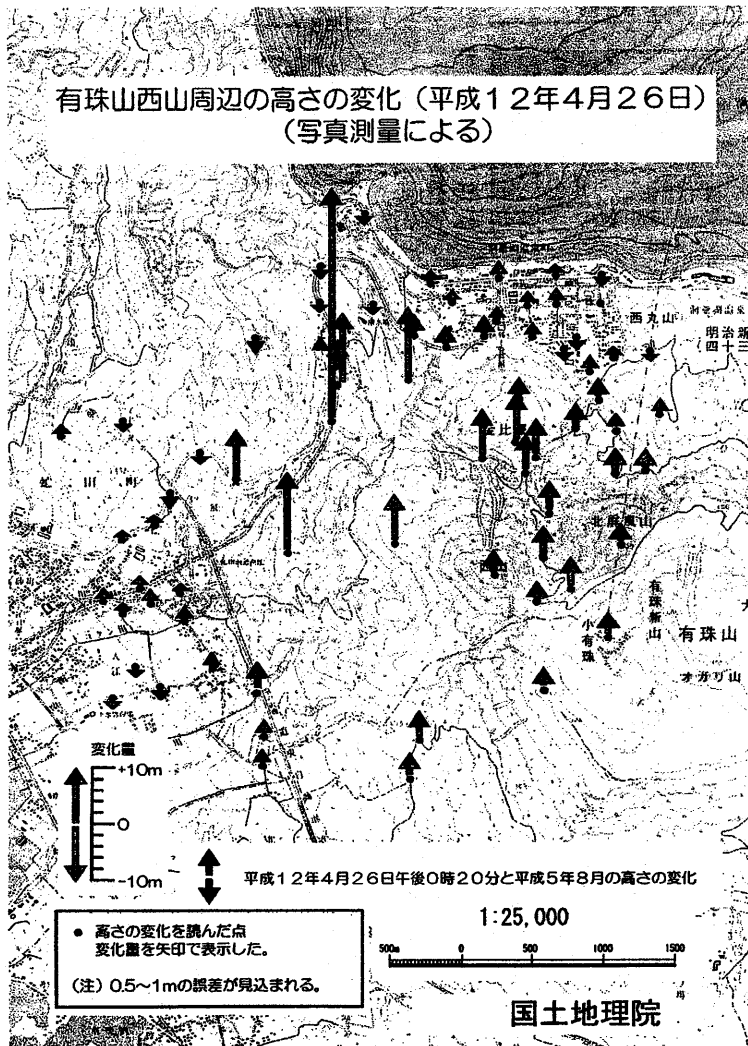
第3-2図 有珠山周辺のAPS観測点間の基線長変化 (2000年6月-2001年5月)

Fig.3-2 Time series of observed distance by APS around Mt. Usu during the period from June 2000 to May 2001.

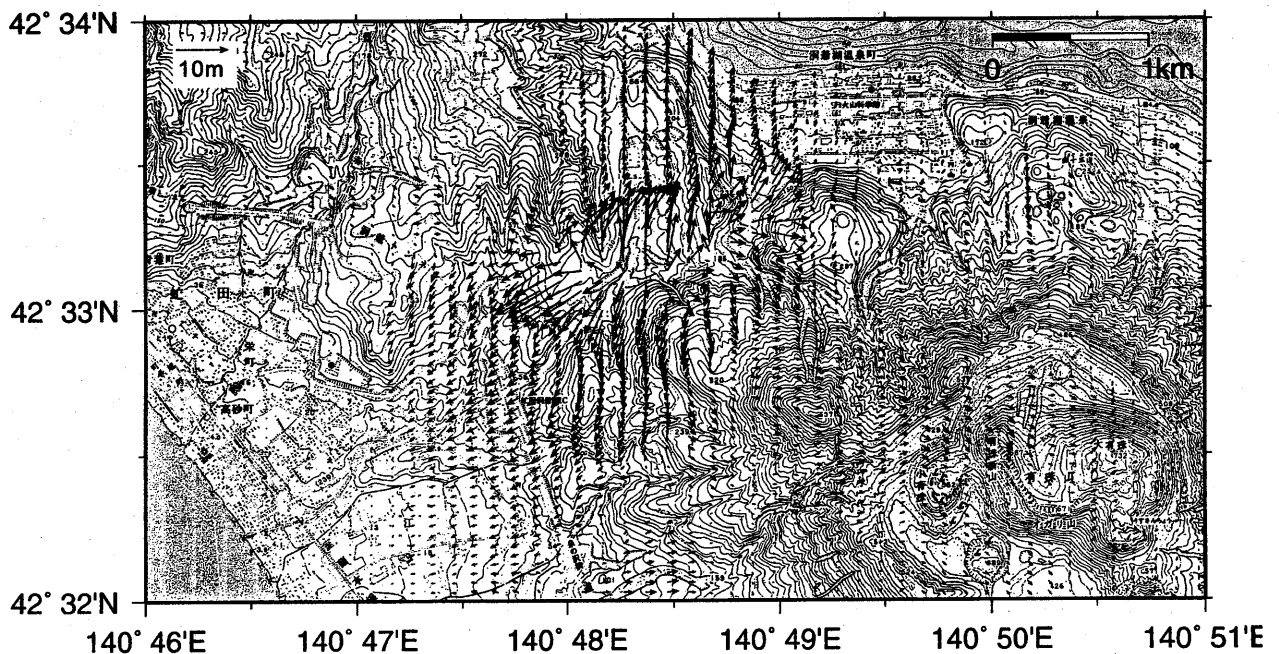


第4図 水準測量による有珠山周辺の上下変動

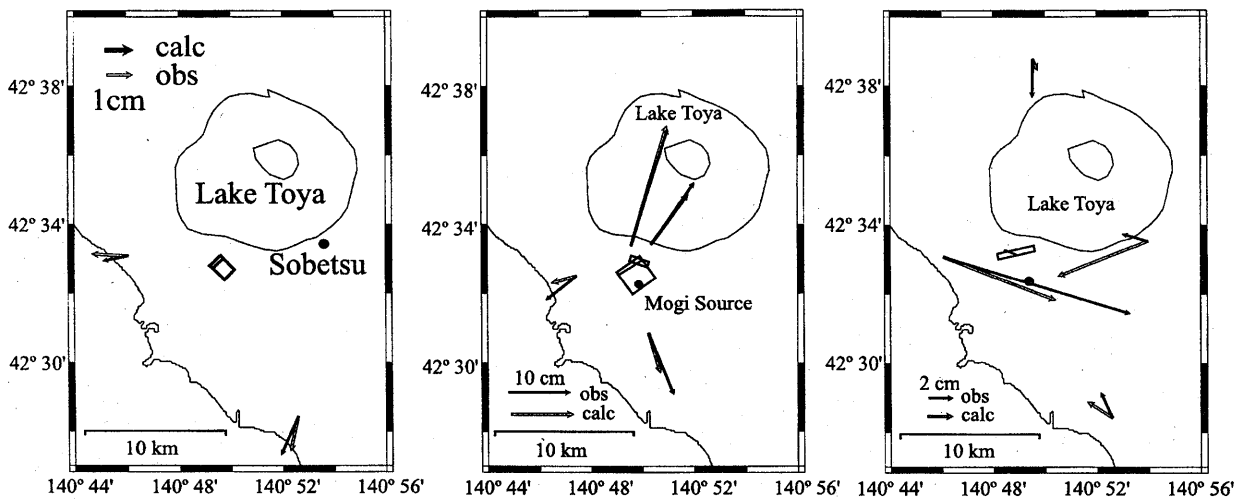
Fig.4 Vertical displacement derived from precise leveling survey around Mt. Usu.



第5-1図 空中三角測量による有珠山周辺の
高さ変化 (1993年8月から2000
年4月26日まで)
Fig.5-1 Vertical displacement measured
by aerial triangulation from
August 1993 to April 26, 2000.



第5-2図 SAR画像のマッチングによって得られた有珠山周辺の水平変動 (2000年4月3日から27日まで)
Fig.5-2 Horizontal displacement measured by matching of SAR images from April 3 to April 27, 2000.



第6図 観測された地殻変動を説明するモデル

(左) 3月27-29日 (中央) 3月29-31日 (右) 3月31-4月26日

Fig.6 Fault model explaining observed displacement.

(Left) March 27 - March 29. (Middle) March 29 - March 31. (Right) March 31 - April 26.