



Title	樽前火山山頂部における傾斜観測 (その2)
Author(s)	森, 濟; MORI, Hitoshi; 鈴木, 敦生 他
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 59, 249-254
Issue Date	1996-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.59.249
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/14243
Type	departmental bulletin paper
File Information	59_p249-254.pdf



樽前火山山頂部における傾斜観測（その2）

森 濟・鈴木 敦生

北海道大学理学部有珠火山観測所

（1996年1月14日受理）

Tilt Observations on the Summit of Tarumai Volcano, Hokkaido (Part 2)

Hitoshi YAMASHITA MORI and Atsuo SUZUKI

Usu Volcano Observatory, Faculty of Science, Hokkaido University

(Received January 14, 1996)

Since the previous report in 1987, the activity of Mt. Tarumai has remained low except few minor earthquake swarms. Tilt levellings have been carried out annually at the four networks on the summit crater floor since 1986. We can make discussions about the results of tilt levellings and tilt changes calculated with those results.

At the northeast(NE), the southeast(SE) and the southwest(SW) networks, the dome side of those networks have been moving upwards, systematically. On the contrary, the dome side of the northwest(NW) net has slightly subsided. Tilt changes between 1986 and 1995 have amounted ca. 65 sec, ca. 35 sec, ca. 35 sec and ca. 20 sec at NE, SE, SW and NW networks, respectively.

The unsymmetrical pattern of tilt change distribution suggests that a nonuniform source or some complex structure has to be inferred to explain the observational results. But, we cannot conclude which is more appropriate, because we have no data about the pattern of ground deformations of the whole volcanic body. For the study of the deformations of whole Tarumai volcano, we started GPS networks in 1989 and EDM baselines on the slope of Mt. Tarumai in 1994. We also plan levelling surveys through the mountain road at the northeastern slope.

In 1996 a new observation vault at the southern slope and a borehole at the northeastern slope will be constructed. Continuous monitoring of deformations will start at precise accuracy in the 1996 summer.

In near future, the results obtained from the total observation system for ground deformations at Mt. Tarumai will bring much advance in the volcanic deformation study and volcanology.

I. はじめに

前報(森他, 1987)以降の樽前山の活動状況は, 地震活動においては, 小規模な群発地震活動(Nishimura et. al., 1992)がみうけられたものの, 1978~1981年微噴火時と比較して, 極めて低いレベルにあり, 熱活動もB噴気地帯の最高温度の低下等に見られるように低レベルで, 全体として, 引続き平穏な状態にある。

樽前山山頂部における傾斜観測について, 1987年までの結果は前報に述べた。本報では, その後の

短距離水準測量の結果についてまとめるとともに、蓄積された観測結果に若干の考察を加える。

II. 短距離水準測量による傾斜観測と結果

樽前山山頂火口原の短距離水準測量網を Fig. 1 に示す。これらの基点網（ネット）を繰り返し測量することにより、樽前山山頂火口原の4方向の傾斜変化を調べることができる。前報では4方向の1986～1987年の1年間の観測結果について報告したが、1年間という短期間であったために、十分な議論は行えなかった。今回は9年間の変化を見ることにより、その変化傾向についても議論できるようになった。

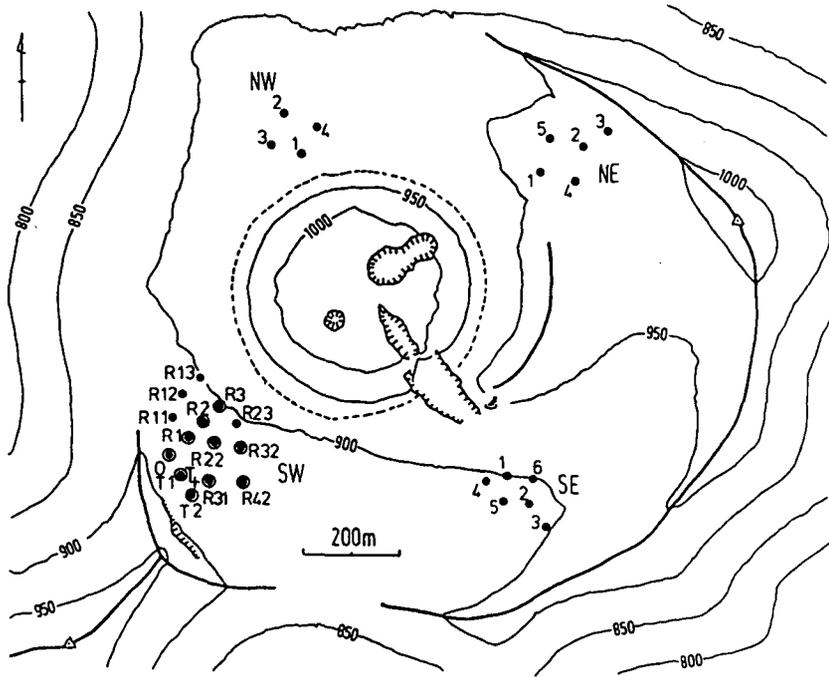


Fig. 1. Four levelling networks (NW, SW, NE and SE) for tilt measurements at the summit of Tarumai volcano. Solid and double circles denote the bench marks which were set up in 1986 and before 1983, respectively.

観測にはツァイス製水準儀 Ni2 を用いた。水準測量は各種の測量技術の中で、最も高精度なデータの得られる手法なので、樽前山の地殻変動の動向を見るために毎年1回行っており、毎年データがある。データの処理は前報と同じ方法であるが、その具体的な詳細については (Chernicoff, 1990) の補遺に詳述されている。

各ネットの最も火口原外縁よりの点を基準とした、各ネット（南西ネットは主な点のみ）の1986年以降の比高変化を示したのが Fig. 2 a～d である。北東ネットの変化量が1992年以降増加しており、その量はドームに近い点ほど大きくなっている。また、北西ネットでは比高変化が、1988～1989年及び1992～1993年にステップ状に大きく変化している。しかし、それ以外の期間には、変化が小さく、ほぼ停滞しているように見える。

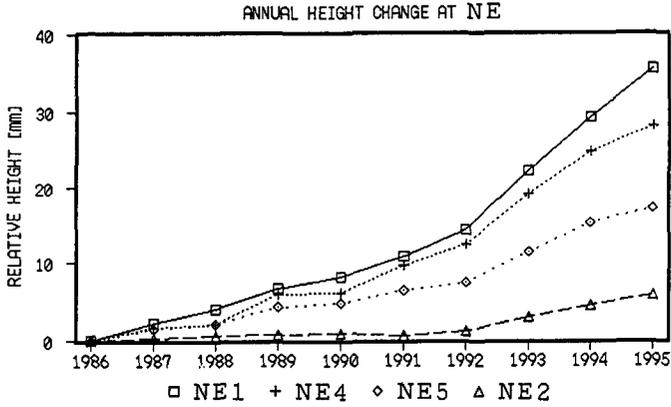


Fig. 2a. Secular changes in heights of benchmarks referred to NE3, which is located at the most outside place in the NE network. The observed tilt changes denote dome-side uplift.

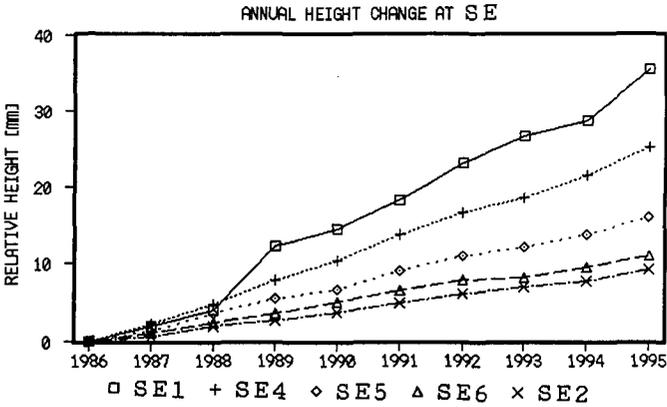


Fig. 2b. Secular changes in heights of benchmarks referred to SE3, which is located at the most outside place in the SE network. The observed tilt changes denote dome-side uplift.

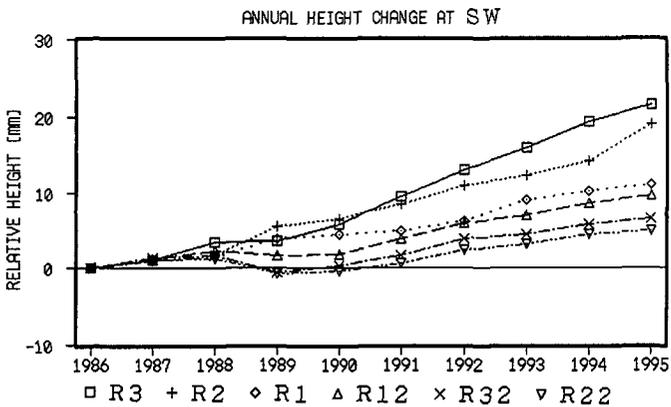


Fig. 2c. Secular changes in heights of representative points(R1, R2, R3, R12, R32 and R22) referred to O, which is located at the most outside place in the SW network. The observed tilt changes denote dome-side uplift.

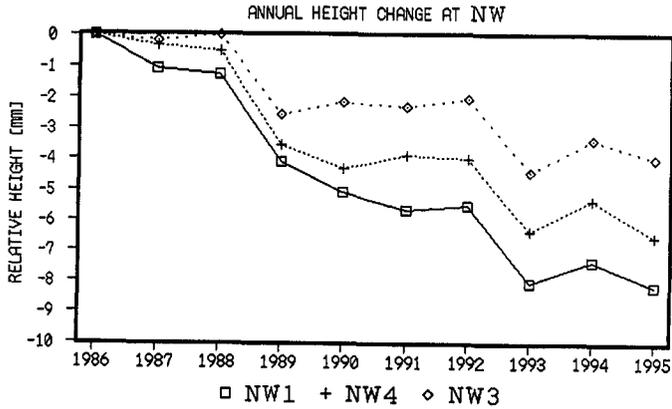


Fig. 2d. Secular changes in heights of benchmarks referred to NW2, which is located at the most outside place in the NW network. The observed tilt changes denote dome-side subsidence.

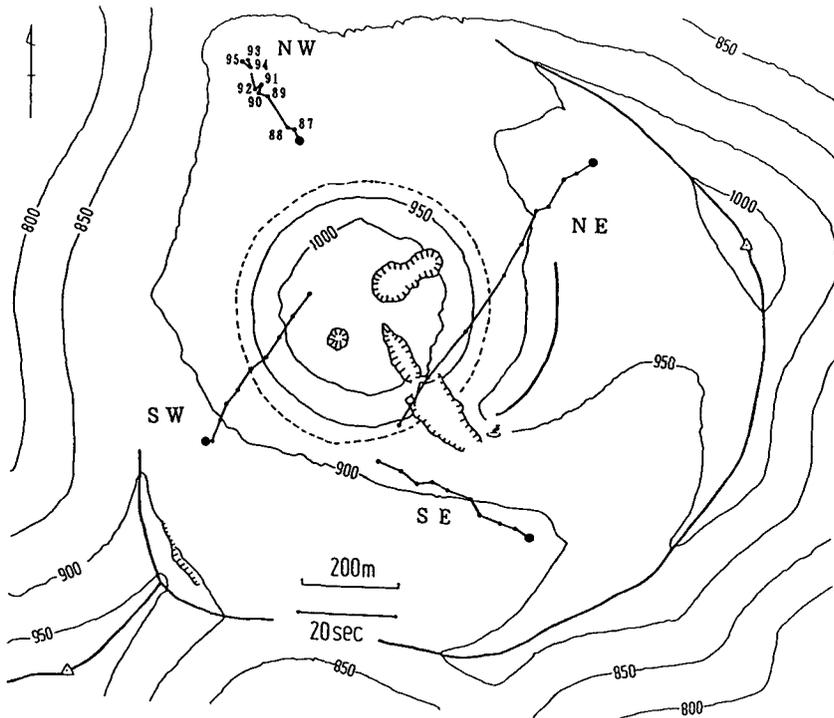


Fig. 3. Tilt change vectors calculated with the results of annual tilt levellings at the four tilt levelling networks(Sep. 1986-Aug. 1995). The direction of arrows indicates the direction of upward tilting. General trend of tilt changes for SW, SE and NE networks indicates dome "inflation" pattern, while that of NW network indicates opposite tilting.

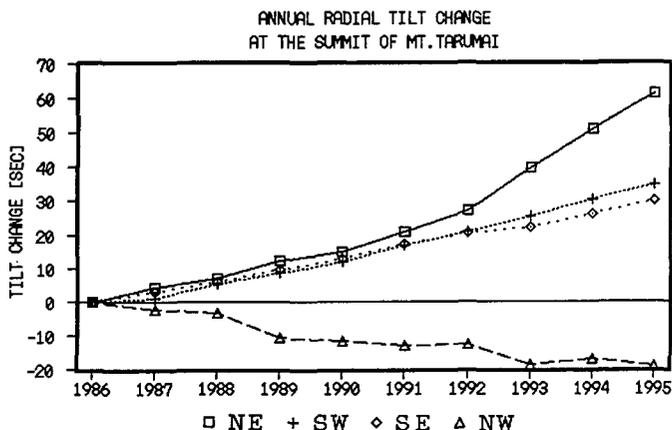


Fig. 4. Annual variations of Radial component of tilt change vectors at four networks. Change rate at NE network accelerated after 1992. Except 1987–1988 and 1992–1993, change rate at NW network is quite small and almost zero recently. Those rates at other two networks are nearly constant.

Fig. 3 に四方向の各ネットの観測から得られた傾斜変化ベクトル (上がる方向を指す) を, Fig. 4 にその半径方向の成分の時間変化を示す. 1986 年を基準にして, そこからの変化の毎年値を示してある. 北東, 南東及び南西の 3 ネットではドーム方向上がりが続いている. 一方, 北西ネットでは 1988~1989 年及び 1992~1993 年の間に比較的大きなドーム下がりの変化が認められるが, それ以外の期間には, 変化量は少なく, 最近ではほぼ停止しているように見える. また, 北東ネットでは, 1992 年以降傾斜変化量が増加している. 各ネットの傾斜ベクトルの方向は前報でも指摘したように 1 点に集中していない. 北東, 南東及び南西の 3 ネットではドーム方向を向いており, 北西ネットでは外側を向いている. 大きさも異なっており, 北東ネットが最も大きく 1986 年から 1995 年の 9 年間に約 65 秒変わっている. 南東ネット及び南西ネットはともに約 35 秒, 北西ネットは約 20 秒変化している.

III. 議 論

山頂火口原内の傾斜変動は地熱異常地域のある北東, 南西及び南東の 3 方向で, ドーム方向が隆起する傾向を示しているが, 地熱活動の最も活動的な南東~南部に近い南東ネット及び南西ネットよりも, やや離れている北東ネットの方が変化量が 2 倍近く大きい. 地熱異常地域の無い北西方向では, ドーム方向が沈降する傾向の傾斜変動を示しているが, 他の 3 方向よりも変化量は小さく, 南東ネットの 50% 程度である.

媒質が一様均質であれば, 茂木モデル (Mogi, 1958) や横山モデル (Yokoyama, 1971) のように, 解析的に変動を見積もる事ができる. しかし, 今回の場合のように, 山頂火口原という狭い領域で考える場合, ドーム, 小火口, 地熱地帯及び亀裂等の存在による不均質の影響を免れる事はできない. また, 北東ネットの傾斜変化ベクトルが他と逆に外側を向くという変動は茂木モデルや横山モデルのような一様均質な媒質中の点対称な応力分布の力源では説明困難である.

観測された傾斜変動を不均質性で説明するか, 力源の非対称性で説明するかは, 定性的にはいずれでも説明可能なので, より広域の火山体の変動データとの整合性で判断される. 力源が対称的であれ

ば、媒質の不均質性の影響が小さくなる広域の変動では、変動も方向性を持たなくなるが、力源自体が傾斜しているような場合には、広域の変動も方向性を示す。従って、山頂部に集中していた地殻変動観測網を山体全域に広げていかなければならない。

いずれにしても、山頂火口原ではドーム上がりの傾斜変動が卓越している。また、山頂火口原における辺長測量でも、最近測線の伸びが検知されている。これらの結果から、山頂火口原の inflation は明瞭であり、地下のマグマ溜り等の圧力源の圧力増加も考えられる。しかし、広域的な変動がわかっていないため、実際には地下の圧力源による inflation, deflation モデルと全く違った原因による変形が様々な形で起きている可能性も充分に考えておかなければならない。従って、火山活動の推移を傾斜変動観測も含め多角的観測によって見守る必要がある。現在は、表面活動は低調であり、地震活動も依然として低レベルに有り、火山活動の活発化を意味する inflation と即断する事は出来ない。

IV. お わ り に

観測された傾斜変動から、ドーム全体が隆起しているとは言えない事も含めて、樽前山山頂部の変動の不均質性は、山頂火口原が構造的に極めて不均質な事も影響していると考えられるが、それだけでなく力源の位置・形状の非対称性も考慮しなければならない。今回の結果は、樽前山の直下での圧力の蓄積による inflation を示唆するが、別の原因の可能性も否定しきれず、他の測地観測手法を用いて、より広域の変動を多角的に観測研究することが必要と考えられる。

短距離傾斜水準測量では地殻変動の連続的变化を把握することは出来ない。前報にも述べたように、火山活動の観測研究には、地殻変動の高精度連続観測が極めて重要であり、研究を進めるために欠く事の出来ないものである。幸いにして、1995年度予算により、南山腹7合目に総延長128mの総合火山観測坑道建設が行われており、1996年夏に完成の予定である。また、北東山腹6合目には100m深の観測井が掘削され、1996年春には孔底に傾斜計が設置される。この2点の地殻変動高精度連続観測により、山頂部から山麓まで含めた火山体の変動についての研究に大きな進歩が期待される。

山頂部の相対的変動だけではなく、山体の絶対的変動を観測することは定量的議論を行う上で必須の条件であり、GPS、水準測量等による火山体周辺をも含めた広域測地観測網の整備が極めて重要であるが、GPSは、1989年に樽前山を含め支笏カルデラ域の2周波受信機による観測点網を設置した。また、辺長測量網も1994年に樽前山山腹斜面にまで拡張し、第1回目の測量を実施した。北東登山道に水準路線の設置も計画中である。

文 献

- Chernicoff, C.J., 1990. Study of the Tarumai volcano (Hokkaido) with special reference to the recent tilt observation on the summit. JICA Rep. Individ. Stud. (Volcanol. Course, 1989-90), 132 pp., p1-20.
- Mogi, K., 1958. Relations between the eruptions of various volcanoes and the deformations of the ground surfaces around them. Bull. Earthq. Res. Inst., 36, 99-134.
- 森 濟, 鈴木敦生, 1988. 樽前火山頂上部における傾斜観測, 北海道大学地球物理学研究報告, 50, 47-53.
- Nishimura, Y., H.Y. Mori and Hm. Okada, 1992. Earthquake families observed at Tarumai volcano, Hokkaido, Japan, during January and February, 1988. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser. VII, 9, 289-302.
- Yokoyama, I., 1971. A model for the crustal deformations around volcanoes. J. Phys. Earth, 19, 199-207.