

# 草津白根火山における辺長測量

竹田豊太郎<sup>1</sup>・小山悦郎<sup>1</sup>・平林順一<sup>2</sup>・鬼澤真也<sup>2</sup>

1：東京大学地震研究所

2：東京工業大学火山流体研究センター

## Electro-optical distance measurements on the Kusatsu-Shirane volcano

Toyotaro TAKEDA<sup>1</sup>, Etsuro KOYAMA<sup>1</sup>, Jun-ichi HIRABAYASHI<sup>2</sup>  
and Shinya ONIZAWA<sup>2</sup>

1: Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

2: Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

### 1. はじめに

2003年11月、第4回草津白根山集中総合観測の一環として、第1図に示す草津白根火山の辺長基線網において辺長測量を実施した。前回1992年11月の観測から11年が経過しており、初回1984年の観測から数えて3度目の測定にあたる。今回の測定は、幸いにも5個の基準点が無傷で残っており、かつ測定可能な5測定線の視通に障害が発生していないことが確認できたので実現できた。ここに、辺長網で測定された約20年間の変動結果についてその概略を紹介する。

なお、前回および前々回の測定結果とその変化については、竹田ほか(1985)と同(1996)で報告済みである。ただし、1992年の測定結果について一部誤りが見つかり、その変動結果についても修正する必要が生じた。

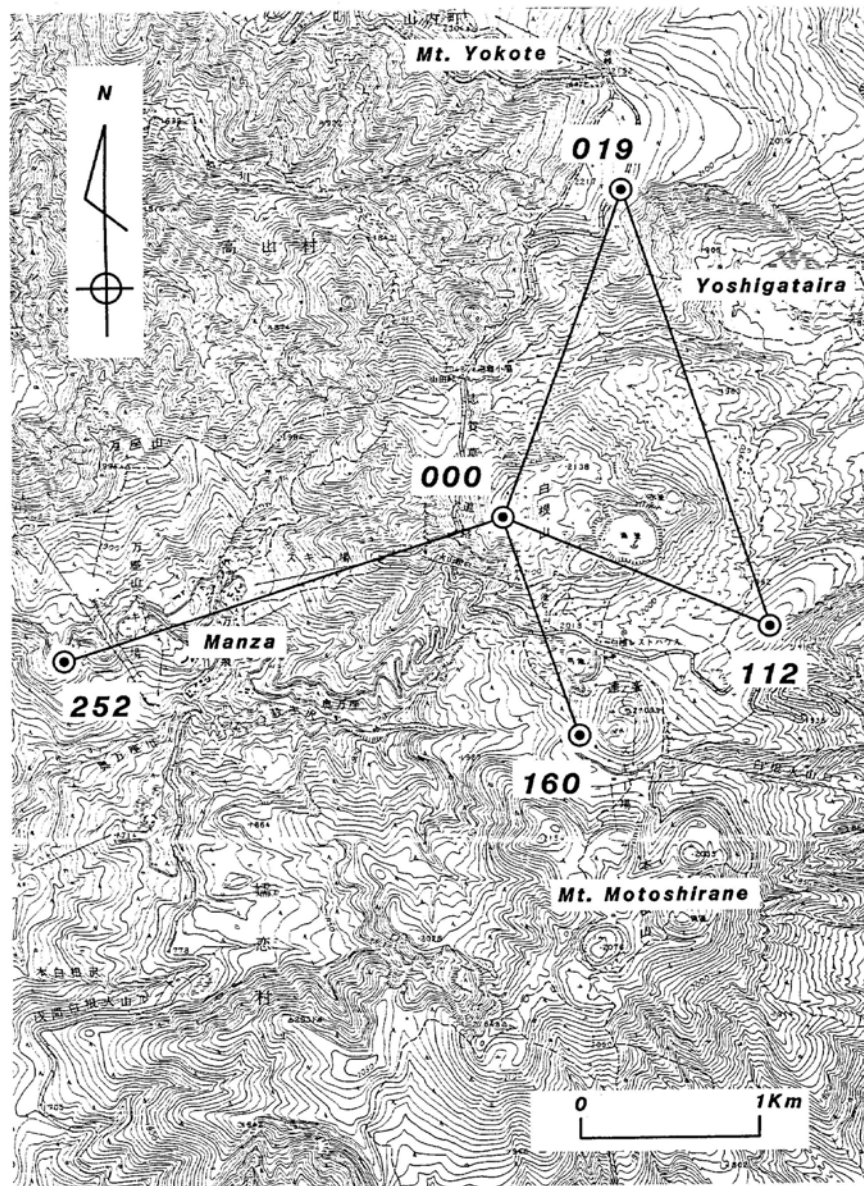
### 2. 辺長測量

辺長測定には、前回と同じ光波測距儀WILD社製DISTOMAT DI-3000 (Ser.67663)を使用した。反射鏡には、AGA社製のプリズム素子6個を配列した自作の反射鏡TR602を使用した。これら測距儀と反射鏡に関する測定定数やOffset値は、測定の前後に検定されており、かつその長年にわたる追跡実績からも、その精度は保障済みである。もちろん、測定線の両端の基準点では気象測定を実施した。使用した気圧計や温度計は信頼性の高い測定器である。ここでは、それら使用器機の定数や精度についての詳細は省略するが、最終的に得られる測定距離の相対精度は $5 \times 10^{-7}$ 程度と推定される。

実際の測定は、11月14日の夕方に実施した。測定時の天候は快晴に近い状態で推移し、風もほとんど無かった。気温は $0^{\circ}\text{C}$ 前後を記録し、地面には10cmほどの積雪が認められた。

測定の詳細は前回と同じであり、測定精度を低下させる要因は特に見当たらない。ただ、温度と湿度の測定に用意したアスマン乾湿計において、その湿球に使用している水が凍結してしまい、乾球と湿球の値が逆転したところがあった。やむをえず、湿球の値を乾球の値に等しい(相対湿度100%)として処理した。氷点下の環境では大気の水蒸気圧それ自体が小さく、この処理による

測定値への影響は  $1 \times 10^{-7}$  と見積もられる。



第1図 草津白根山の辺長測量基線網

### 3. 1992年の測定値

今回、測定したデータの解析過程において、前回1992年の測定結果を修正しなければならないことが判明した。

1992年の測定で使用したデータシートで、器機の設置高の値に誤りが見付かった。この時の測量では、結果として2台の測距儀を使用した(竹田ほか1996)ため、このミスを行ってしまったと分かった。また、使用した反射鏡が反射素子の高さや上下回転軸が同一でなかったことも、誤記入の一因と思われる。このため、測距儀と反射鏡の基準点上の設置高の違いによる、測定距離への補正が正確に行われなかった。

その修正量は一定値ではなく、測定線の上下勾配の大きさに左右され、その大きさは-0.4mmか

ら 11.7mm の範囲であった。各測線の修正値を第 1 表に示す。

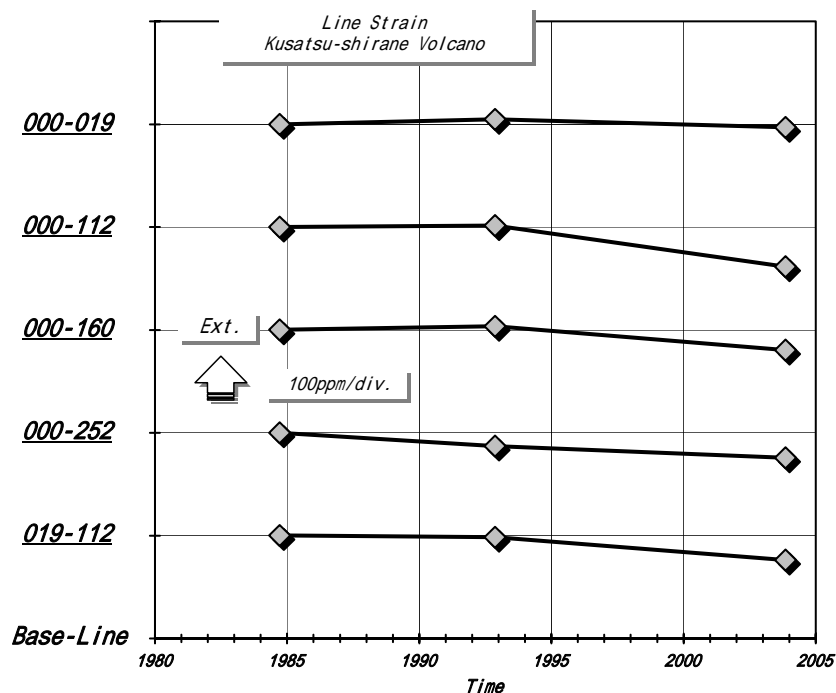
第 1 表 1992 年測定値に対する再計算

Base-line	000-019	000-112	000-160	000-252	019-112
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
報告値	1,959,264.5 ± 2.2	1,577,968.9 ± 2.3	1,254,603.6 ± 2.8	2,626,262.1 ± 2.6	2,568,268.5 ± 2.9
修正値	1,959,264.1 ± 2.2	1,577,977.8 ± 2.2	1,254,613.4 ± 2.6	2,626,273.8 ± 2.4	2,568,268.5 ± 2.7
その差	-0.4	8.9	9.8	11.7	0.0

以下の記述では、もちろんここで修正した測定値を使用した。したがって、その変動についても前回報告した値を変更しなければならない。これに関連し、1884 年の測定値についても念のため再吟味を行ったが、問題のないことを確認している。

#### 4. 測定結果

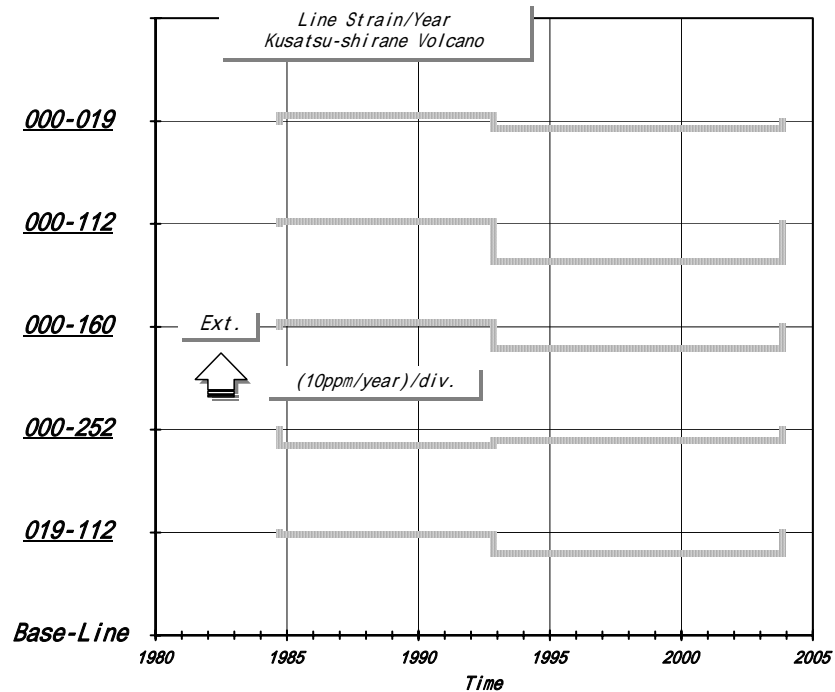
白根火山辺長基線網において視通・測定可能な測線は、第 1 図に示したように 5 測線である。その測線長は、1.2Km から 2.6Km の範囲にある。これら測線の 1984 年 9 月を基準とする累積線歪の変動を第 2 図に示した。



第 2 図 1984 年を基準にした蓄積線歪

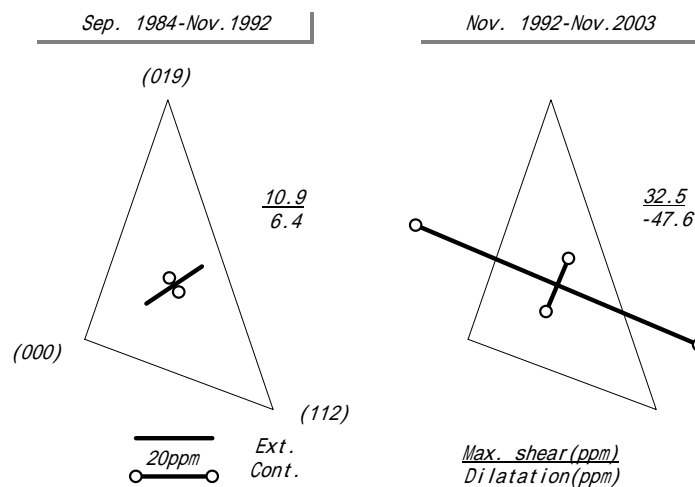
第 2 図から明らかなように、1984 年から 1992 年までの変動は比較的小さく、(000-252)測線の約 13ppm の縮みを除けば、5ppm 以下である。1992 年から 2003 年の変動は、全ての測線で縮みを示しており、最大の縮みは(000-112)測線の 36ppm である。大雑把に表現すれば、1984 年以降、(000-019)測線の変動は少なく、その他の 4 測線は全て縮みを示した。しかもその縮み変動の大半

は、(000-252)測線を除けば、1992年から2003年の間に記録したことになる。この変動の速さを年間の歪量で示したのが第3図である。



第3図 各測線に対する測定期間ごとの年間水平歪

第3図から、1992-2003年間の年当りの歪量は、(000-112)測線が最大で3.6ppm/yearの縮みであり、以下大きい順に(000-016)測線の2.6ppm/year、(019-112)測線の2.0ppm/yearと続いている。この事実から、三角形(000-019-112)近傍地下にこの収縮変動を惹起する力源が想定される。第4図は、この三角形で観測された2期間の水平歪の様子を歪楕円で表示した図である。



第4図 三角形(000-019-112)の主歪、最大せん断歪、面積歪

1984年から1992年間の歪は、南西-北東方向に8.7ppmの伸びを示しており、その直行方向は2.2ppmの縮みを示している。これに対し、1992年から2003年の期間は測定地域全域が収縮であり、その面積歪は47.6ppmである。その西北西-東南東方向の主歪（長軸）は40.1ppmの収縮である。

## 5. 考察

前項で述べた三角形(000-019-112)の1992-2003年間の収縮変動は、より広域テクトニックな変動に比べ一桁前後大きな値である。国土地理院(2003)によるGPS連続観測によれば、草津白根山を横断する草津-長野基線(31Km)の線歪は、1998年から2002年の5年間に約5ppmの縮みを示している。単純に線歪の絶対値で比べてみても、白根山はその周辺地域に比べ約4-5倍大きい変動をしていることになる。

草津白根火山は、前回測定の1992年以来2002年末まで、表面現象を伴うような顕著な火山活動の報告はない。気象庁(2003)は地磁気の連続観測から、同期間の山体は収縮・冷却の傾向にあり、その地磁気の変動源を水釜の地下数100mと推定している。また、及川他(1996)は、観測時期は違うものの、山体で発生する地震の震源域や微動の発生位置を、上記した位置と一部重なる位置に決めている。これら変動源の活動をマグマ活動の消長と密接に連動していると想定し、我々が1992-2003年に観測した水平地殻変動の力源を上記変動源の近傍に求めることは可能であるが断定はできない。

我々の辺長測定の水平変動から推定できる力源の位置は、平面的には上記した三角形の近傍地下と言える程度であり、その深さ方向の情報は非常に乏しい。これらを明確にするには、測定網の整備を行いつつ測定頻度を高めて、時空間的により密な測定を行うことである。GPS観測や傾斜観測など他の連続観測との連携も火山活動過程の解明と合わせ有用であろう。

## 6. お詫び

第2項で述べたように、1992年の測定値を訂正しなければならない事態となり、その変動結果も修正させて頂いた。この事態は我々の不注意で起こったものであり、この紙面を借りてお詫びを申し上げます。

## 引用文献

及川 純・井田喜明・行田紀也・辻 浩・長田 昇・山本圭吾・藤田英輔・羽生 毅・山岡耕春・奥田 隆・金嶋 聡(1996) 草津白根山における火山性地震・微動の稠密観測。第3回草津白根山火山集中総合観測報告書、13-26.

気象庁地磁気観測所(2003) 草津白根山における地磁気全磁力変化。火山噴火予知連絡会会報。84、3-7.

国土地理院(2003) 草津白根山・浅間山周辺地域の地殻変動。火山噴火予知連絡会会報。84、8-9、竹田豊太郎・小山悦郎・辻 浩・行田紀也(1985) 草津白根火山における辺長測量(基線網の作

成と観測結果)。第2回草津白根山火山集中総合観測報告書、44-46。

竹田豊太郎・小山悦郎・平林順一・大場 武(1996) 草津白根火山における辺長測量。第3回草津白根山火山集中総合観測報告書、27-30。