

# 九重火山の火山活動について (1995年10月~1996年1月)\*

Recent Volcanic Activity of Kuju Volcano (October, 1995 - January, 1996)

京都大学理学部附属火山研究施設  
Aso Volcanological Laboratory,  
Faculty of Science, Kyoto University

## 1. 噴火のはじまり

噴火の状況は、目撃談・空振記録・地震動記録から次のようなことが推定される。1995年10月11日午前星生山東尾根北側(多分 a1 と a2 火口)から静かに水蒸気の噴出が生じ、2筋の噴気が目撃された。午後になって、b から e までの火口群からも噴気活動が始まり、噴気が4筋として見られた。午後5時~6時頃、噴火地点に黒煙が昇るのがみられ、突風もあった。この頃、a2 火口から熱水混じりの火山灰の噴出があり、泥流となって谷を下った模様で、17時48分頃に a2 火口で爆発的な噴火が生じ(空振計から)、突風が感じられた。その直後の17時50分頃から約1分半の間、火山灰と噴石および水蒸気が最も勢よく噴出し、鳴動・岩のぶつかる音・地鳴りが聞こえるようになった。多分、この前後30分間は多量の火山灰の噴出が継続していたようで、牧野観測点の地震動の記録は最も強烈な噴出が続いた時の噴出による地震動を記録したものと考えられる。降灰の確認は午後8時頃である。

(空振……阿蘇中岳(噴火口から南西28km地点)に設置されている空振計に、11日17時49分8秒に空振が記録された(音波速度で伝播するとして、約78秒前に発生したものを記録))

(地震動……牧野地震観測点(産山村田尻牧野・噴火火口から南南西9km地点)の地震動記録に、11日17時50分20秒より約90秒間、連続した微動が観測された。)

(泥噴出……噴出物に多量の水分が含まれていた。泥流が a2 火口から北の谷に沿って約400m 流下していた。泥流の上に人頭大の噴石がめり込んでいるのが認められた。)

## 2. 観察状況

従来の噴気地帯は、九州大学工学部などの研究者によって、A 地域(諏蛾守峠の南西)・B 地域(A 地域の西の沢の西)・C 地域(A 地域の南の尾根の南)と呼ばれ、今回の噴火口地域を従来の噴気地域と区別するために、D 地域と呼ぶようになった。D 地域には断層らしきものがあり、a1 火口付近には過去に噴気活動があったらしい。噴火直後には、従来からの噴気地域 A, B には変化が認められないが、C 地域の噴気活動が衰えたようである。しかし、その後は、C 地域も活発な噴気活動が認められ、単に、今回の噴火が C 地域にあった噴気活動が D 地域に移動したという現象ではないようである。

新火口群は大きく5列(北から a, b, c, d, e)で、東西約300m, 南北約100mの範囲に広がっている。ほぼ東西方向の雁行配列となり、a列は、a1, a2, a3の3つの離れた火口からなる。このうち a2 火口が最大で直径約30m 以上で、大きく別れたすり鉢状の噴火口を形成している。a1 火口は最後まで火山灰を噴出して(10/19 まで)。a2 火口は、10/12にも火山灰と噴石を放出していたが、10/13には噴出量が1/3にまで減退した。a3 火口はかなり湿った噴気を放出し、小規模の泥流も流し、また、雨降り状態の噴気を噴出し、北千里に川を出現させた。a3 火口の西に10/12に湿った箇所が見られたが、その後そこで小さな噴気活動がすぐに衰えた。b および c 火口群は、20~30mの小火口が東西方向に並んでいる。b 火口群は、10/19にはその西半分程度の火口群からの噴気活動が衰え、むき出しの孔だけが残った。d および e 火口は、多数の火口が拡大し一つの火口となったようで細長く、d 火口は長い楕円状の周辺に並んだ小さな火口群で、中央部からは噴気も出ていない状態であった。この火口は、噴出力が最も優勢で、噴気も透明で、高温状態であり、鳴動が激しいものであった。e 火口は噴気の勢いは d 火口に次ぐも

\* Received 19 Mar., 1996

のであるが、高温ではなかった。

(火口状況：噴火当初と比べると、噴煙量は若干減少してきたようであるが、依然としてc火口列とd火口は活発である。

- a1 火口 …… 噴火当初の一時期活発な火山灰の噴出活動があったが、その後は定常的に白煙を勢いよく噴出し、12月下旬に白煙の勢いが弱まり、現在活動が停止した。
- a2 火口 …… 最大火口で、10月12日まで火山灰・拳大の噴石を噴出していたが、13日になって、噴煙は火口の北東の端から噴出するだけとなった。その後、噴煙が出たり出なかつたりしていた。噴出力・量ともに大きく減少した。この火口の東地域は、大きな steam ground となり、硫黄の析出および噴気が出ている。噴煙が火口の北東の端から出たり出なかつたりしていたが、現在活動が停止した。
- a2' 火口 …… 10月下旬に形成された火口で、現在、噴気活動が活発で、硫黄の析出が顕著である。
- a3 火口 …… 当初から非常に水に富んだ噴煙を噴出し、小規模な泥流も出た。また、噴出した水で北千里に川が形成されたこともあった。12月下旬に活動が停止した。
- b 火口列 …… ほぼ東西に並んだ火口列のうち、西側部分のいくつかの火口群の活動は終息し、東側の火口列も活動が弱まっている。12月18日以後一週間火山灰が噴出した。
- c 火口列 …… 現在もなお、勢いのよい噴気活動が継続している。この火口も12月18日以後一週間火山灰が噴出していた。
- d 火口 …… この火口は、現在最も勢力が強く、火口から高さ5m~10mは透明の火山ガスが噴出している。これまで強烈な鳴動を伴った噴気活動が続いていた。10月下旬において火口から数百m離れた地点でも鳴動による地震動が有感であった。この火口は、楕円状で、東西方向の長軸が20数m、短軸が10m程度の大きさであるが、噴煙は、楕円の周囲にある無数の火口から勢いよく噴出し、楕円の中心には岩体らしきものが認められ、一部は熱せられ赤褐色を呈し、そこからは何も噴出していなかった。この火口とe火口の間に steam ground が誕生した。火口からは、3cm程度の大きさの噴石が放出されていた。その後、活発な噴出活動が継続していたが、12月18日以後の火山灰の噴出活動で、火口の上にあった岩体が噴き飛ばされ、火口が拡大し、鳴動の勢いが弱まった。火山灰の噴出は、主にこの火口からなされ、1月13日前後にも少量であるが火山灰の噴出が確認されている。
- e 火口 …… 依然として活発な噴出活動が継続しているが、活動レベルは弱まってきている。

このように各火口の状況は、噴火直後と大きく変化し、活動の中心は、d火口となってきたようである。また、各火口周辺、特にc、d、e火口には steam ground が形成され、硫黄の析出が見られるようになってきた。d火口の水蒸気の噴出量および噴出力は、噴火当初と比べると大きな減少は見られないが、やや減少傾向にある。) )

### 3. 火山灰の積灰状況

噴火当初の火山灰のほとんどは、a2火口から噴出したと思われる。堆積した火山灰の下半分は、湿った細粒のもので、その上半分は、乾いた礫混じりからなっていた。つまり、最初に熱水を含んだ火山灰噴出したことを示す。火山灰の噴出は、10月19日頃より認められなくなった。火山灰の噴出総量は、約2万立米(4万トン)と見積もられ、火口群を形成するのに、既存の山体を噴き飛ばした量にほぼ相当している。火山灰は、北西の風の影響で火口群の南西方向に積灰していた。

その後の火山灰の噴出は12月18日までなかった。18日から約1週間、b、c、d、e火口群から火山灰が噴出した。主たる噴出口は、d火口であった。18日は、d火口にあった長径20m位の岩体が噴き飛ばされ、やや黒い火山灰が北側に降灰した。火山礫の噴出は認められず、量的には10月の噴出と比較して非常に僅かなものであった。19日と21日にわたる北千里の現地調査によれば、19日には見られなかった降灰が21日に確認され、19日深夜か20日深夜に噴出したものと考えられる。19日か20日の深夜に噴出した火山灰は、北千里から中岳にかけて2mmの積灰が見られた。23日に認められた降灰は、21日の夜に噴出したものと23日午前中に噴出したものであろう。22日朝には、火山灰の噴出が

視認できるようになった。火口群の東側の火山灰はやや白っぽく、量は18日より多かったようである。

1995年1月13日の深夜から14日未明の3時間足らずの間に発生した八丁原地域の群発地震時にもd火口から少量の火山灰が噴出した。その後の火山灰噴出はd火口付近の12月の積灰(50cm程度)の上の積雪層(30cm程度)の中に2層の火山灰層が認められることから、少なくとも2回以上生じていることは確かである。

(12月18日以後の火山灰の降灰状況：18日に噴出した火山灰が主として積もっている地域は、従来から噴気活動をしているA地域で、全体的に黒く覆われている。火山礫の噴出は認められなかった。量的には10月の噴出と比較して非常に僅かなものである。噴出火口は、b火口列、c火口列およびd火口で、d火口が最も勢いよく灰混じりの噴煙を鳴動を伴って断続的に噴出していた。19日か20日の深夜に噴出した火山灰は、北千里から中岳にかけて2mmの積灰画見られた。22日に認められた降灰は、21日の夜に噴出したものと23日午前中に噴出したものであろう。)

#### 4. 噴火が何故生じたか？

従来から硫黄山ではA、B、Cの領域で活発な噴気活動がみられ、微小な地震活動も数は少ないが発生していた。噴気活動は常に一定ではなく大きな消長も時折みられ、噴気孔の移動もあったようである。不安定なバランス状態で、地下からの供給と地上からの放出の平衡状態が長期間保たれていたようである。何らかの原因で、地下からの供給が勝った状態が継続したか、あるいは、地上からの放出が減少したか不明であるが、この両者が複合して、硫黄山山体内部に熱水流体(気体と液体)が蓄えられたようである。蓄積された熱水流体が増加し、山体の強度を越えた時、熱水流体の脱出口を求めた。熱水流体は、星生山東の尾根筋に既にあった断層を利用して噴出した。この断層は、左横ズレ成分のある断層であったため、火口列が雁行した。脱出口が開いたため、山体地下内部に蓄えられていた液体も急激な減圧により気化し、また、さらに深い部分でも減圧が生じ、気化が促進され、猛烈な噴気活動が継続するようになった。ここまでの噴火当初の筋書きであるが、問題は、上記の「何らかの原因」である。噴火後、噴煙活動が長期間継続していることから考えて、深部からの補給が促進されたことは確かである。噴火前、地下深部での熱水流体の動向がどうなっていたか重要である。

京都大学の阿蘇にある火山研究施設での広域の地震観測網による結果では、噴火前1年余の震源分布をみるかぎり、九重火山周辺では、涌蓋山地域の地震活動が目立つのみで、今回の噴火地点では非常に地震活動が低いことがわかる。熱水流体の気相だけの移動であれば地震活動を生じなくとも深部からの上昇が可能であり、また、硫黄山地域では噴気活動が常時あることから熱水流体の移動経路が確保されていたので、地震活動に関係なく、流体の上昇が可能でもある。

問題は、何故、地下からの補給が増えたか？ ということである。単に地上からの放出が減っただけでは説明できない噴出力があったからである。この問題は、広域のテクトニクスを含めた九重火山周辺部の噴火以前の地震活動の調査など多くの課題として残されている。

#### 5. 噴火後の地震活動

噴火後、急遽、地震観測点を硫黄山地域に多数点設置した。これは、地震活動の状況(発生頻度・震源位置・火山性連続微動の振幅推移など)を把握するのが目的である。九重火山地域で現在発生している地震活動は、硫黄山付近の地震活動とそのすぐ西の地域の地震活動およびさらに西の筋湯付近と九重火山南部での地震活動との4つの地震活動に分ける必要がある。

硫黄山地区で発生した地震の活動や震源分布には、大きな特徴が見られる。

- ① 多くの地震は、今回生成した火口列にはなく、従来からあった硫黄山の噴気地域に集中し、非常に浅い。この震源域は、辺長測量の収縮測線の地下に当たり興味深い。
- ② 新火口列の南側には地震がほとんど発生していない。これは極めて対照的な現象である。火口列が断層に沿った位置であることと関係しているものと思われる。
- ③ 地震の規模が極めて小さい。
- ④ 発震機構がいくつかの地震について求められているが、それによると完全な横ズレ断層もあり、正断層も逆断

層もある。横ズレには、応力方向が全く逆となるものがある。つまり、発震機構は一定でない。

⑤ 時々、周波数4 Hzから8 Hzの帯域が卓越するハーモニックな微動が観測され、継続時間は10秒から20秒である。

また、火山灰が断続的に噴出した期間の1995年12月18日から25日までに多数発生した地震の震源分布をみると、現火口群北側直下から深さ2 kmまでの明瞭な鉛直的分布を示していた。つまり、現火口群直下の地震活動の頻発は、噴気活動や火山灰噴出活動に関係していたことになる。従って、今後、硫黄山のこの地震活動が頻発することになれば、噴気活動はもとより火山灰噴出の活動も生じると考えられる。

一方、硫黄山のすぐ西地域で発生する地震活動は、硫黄山の地震活動の震源よりも比較的深く硫黄山に近づくにつれ浅くなる傾向が顕著である。発生頻度は少ないが、震源分布の状況から山体構造を示している可能性がある。

また、筋湯付近で発生する地震は、その震源領域が九重火山が噴火する以前から時々群発活動を呈していた領域を震源としている。これは、中部九州地域の地殻活動（地溝活動）によるものと考えられ、発震機構もそれを示している。震源分布をみるとあたかも筋湯方面から硫黄山の噴火口に向かって、震源の深さが、徐々に、浅くなる傾向がみられるが、時間的には、震源が火口に接近するような傾向はない。さらに、推定されるマグマ領域との地理的な関係も薄い。従って、この地震は噴火口からは非常に近い位置で発生してはいるが、多分に構造性的地震活動によるもので、現火口の火山活動との直接的な関連は薄いと考えられる。しかし、今後、この地域で群発地震活動が頻発するようになれば、誘発や励起により、火山活動が活発化する事も有り得る。現に1996年1月13日の群発活動時、硫黄山噴火口から少量ではあるが火山灰の噴出が生じた。従って、この地域の地震活動も注意しておく必要がある。

九重火山南部の地震は、1月27 - 28日に群発した。この地域の地震は、これまでも発生頻度は低い観測されており、これも筋湯地域の地震活動と同様な性格のものと考えられる。

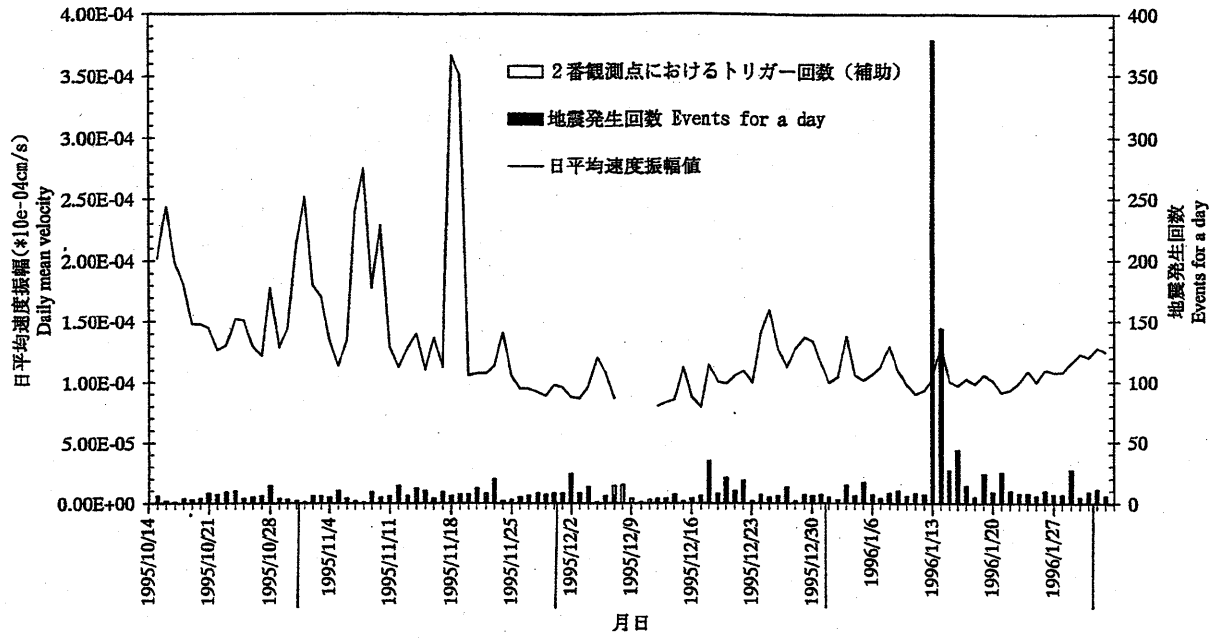
第1図は、九重山周辺地域の日別発生頻度と硫黄山観測点で連続微動の1日平均振幅変化を示す。九重火山周辺地域の地震とは、硫黄山観測点でSP-timeが約1.5秒未満である地震を示し、筋湯、八丁原および瀬の本地域の地震を含むものである。連続微動とは、硫黄山地域で発生する主として噴気活動によって発生する微動で、噴気活動の消長を示すものと考えられる。

第2図は、硫黄山地区で発生する地震（硫黄山観測点でSP-timeが約1秒未満である地震）の日別発生頻度である。この図には、同時に硫黄山観測点で連続微動の1日平均振幅変化も示している。

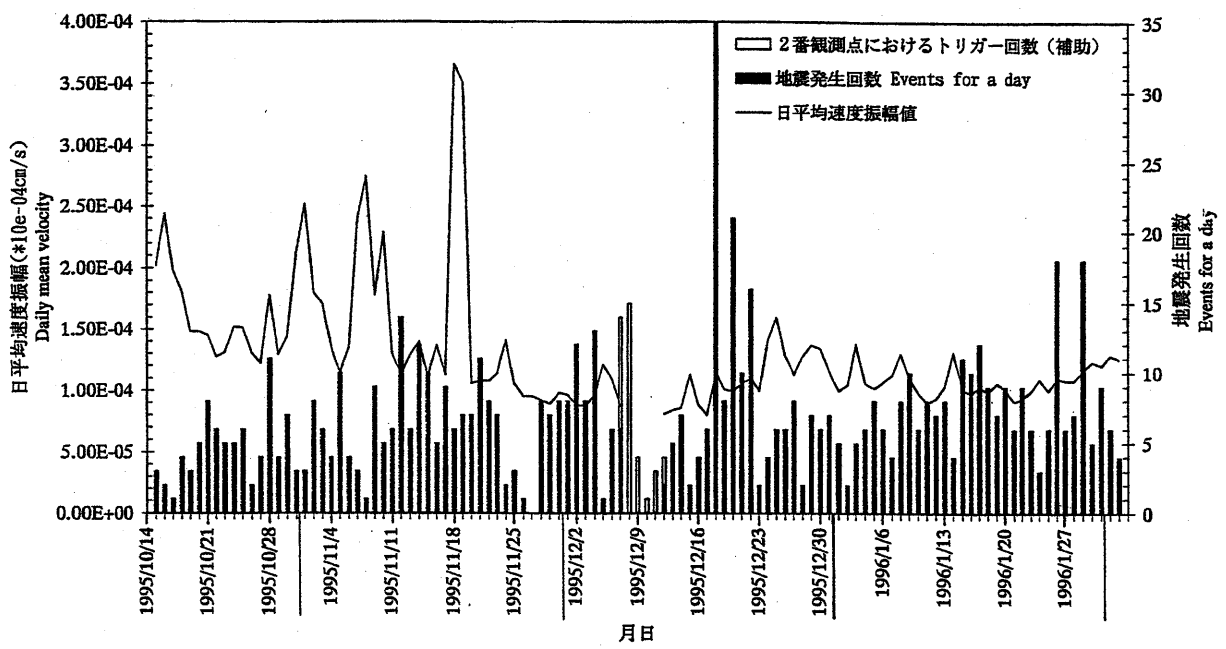
硫黄山地区の地震活動は、図に示すように1日の発生頻度に最大35個から最小1個となっており、消長が烈しく、大きな変動がみられ、定常的な活動とはいえない。各地震の発生規模は非常に小さいが、個々の地震の規模に大きな相違がある。例えば、10月17日は地震が1個だけ発生したが、規模が大きかった。逆に、10月28日は14個の地震が発生したが、14個全体でも規模としては17日の半分程度であった。連続火山性微動は、主として噴気活動によるもので、時には11月1日、7日のように天候状態（風）の影響を受けて大きくなることもあるが、概ね、d火口での鳴動をともなった水蒸気の噴出活動による連続した地震活動を計測したものである。噴火直後は、かなり高い状態であったが、その後はやや減少して、その半分でほぼ一定の状態が継続している。

ここで、12月18日からの1週間の火山性地震および火山性微動の発生状況について詳しく述べる。

火山性地震の発生状況は、18日午前の火山灰噴出活動に関係した地震活動は、08:22から09:23までの約1時間の間に29回群発したのを特徴としている。また、18日23時頃の群発活動は20分間に5回発生し、その直前に火山性微動が発生している。その後の地震活動は、火山性微動の発生に呼応して活発化している。しかし、22日午前の火山灰噴出時には、地震活動が直接的に呼応していない。12月18日から発生した火山性微動は観測を開始して以来初めてであった。これまでには、継続時間数秒から20秒程度の振幅の小さい火山性微動を観測していたが、発生頻度は少なかった。18日からの火山性微動の発生時刻には、地震の発生が連動している場合とそうでない場合がある。(18日08:33:11の地震が発生し、08:33:55にも地震が発生した、その後火山性微動が観測され、徐々に振幅が増大し、08:35頃に最大振幅となり、約2分間継続し、やや振幅が減少し、08:39:10から再び増大した。この間、地震も発生している。この火山性微動振幅が増大した時刻に火山灰の主たる噴出があったと推定される)。また、火山性微動が観測された時に、火口から火山灰が噴出したと思われる。18日、21日および22日に発生した火山性微動以外は、振幅が小さいので、降灰があっても火口周辺地域だけに限られていた。22日午前には火山灰の噴出が目視された。



第 1 図 九重火山とその周辺地域の地震活動 (日別発生頻度と日平均連続火山性微動振幅変化)  
 Fig. 1 Seismicity in and around Kuju Volcano



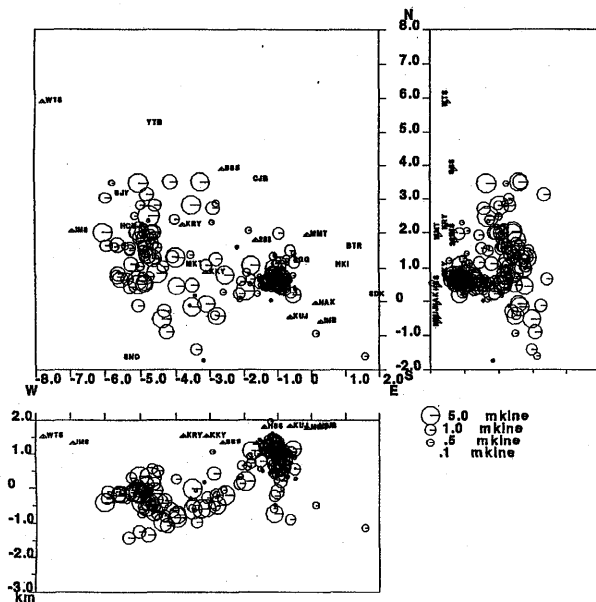
第 2 図 九重火山硫黄山地域の地震活動 (日別発生頻度と日平均連続火山性微動振幅変化)  
 Fig. 2 Seismicity at Io-yama in Kuju Volcano

第 1 表 火山性微動の発生状況  
Table 1 Occurrence of Volcanic Tremors

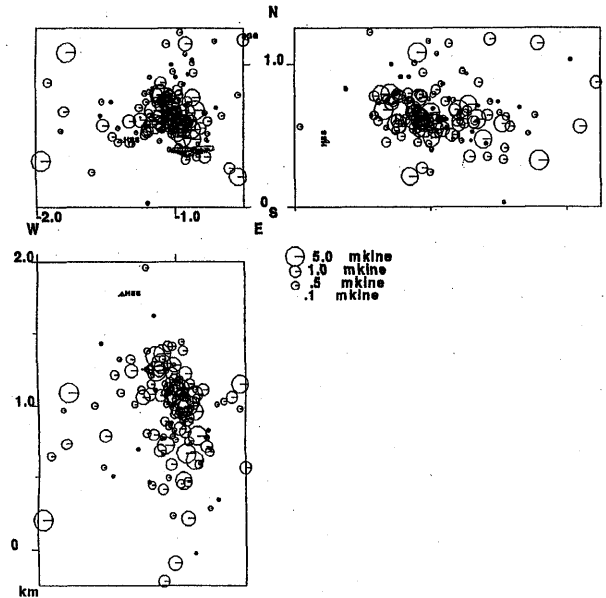
18日	08:33-08:53	(maximum amplitude $2.9 \times 10^{-3}$ cm/sec)
	22:58-23:01	(maximum amplitude $1.6 \times 10^{-3}$ cm/sec)
19日	22:42-22:48	(maximum amplitude $1.1 \times 10^{-3}$ cm/sec)
	22:58-23:02	(maximum amplitude $0.4 \times 10^{-3}$ cm/sec)
	23:10-23:11	(maximum amplitude $0.1 \times 10^{-3}$ cm/sec)
20日	16:32-16:37	(maximum amplitude $0.6 \times 10^{-3}$ cm/sec)
	22:37-22:42	(maximum amplitude $0.8 \times 10^{-3}$ cm/sec)
	22:53-22:57	(maximum amplitude $0.6 \times 10^{-3}$ cm/sec)
21日	21:13-21:18	(maximum amplitude $3.4 \times 10^{-3}$ cm/sec)
22日	07:30-07:34	(maximum amplitude $2.1 \times 10^{-3}$ cm/sec)
	09:25-09:30	(maximum amplitude $5.0 \times 10^{-3}$ cm/sec)

第 3, 4 図は、臨時観測網で決定された震源分布図で、第 3 図は九重火山のやや広域の状況を示し、第 4 図は硫黄山地区の局所的な状況を示すものである。図から明らかなように、涌蓋山・筋湯地域を震源とする地震を除くと、全ての地震は従来の噴気地域に集中している。注目すべきは、震源が従来の噴気地域の地下数百 m に集中しており、非常に浅い所で発生していることである。震源位置の分布が今回噴火した地域への熱水流体の補給路を示し、地震の発生は補給路の破壊が生じたものと考えられる（補給路の生成と埋没などの現象）。この震源分布は、次に述べる辺長測量の収縮測線の地下にあることも注目すべきことである。

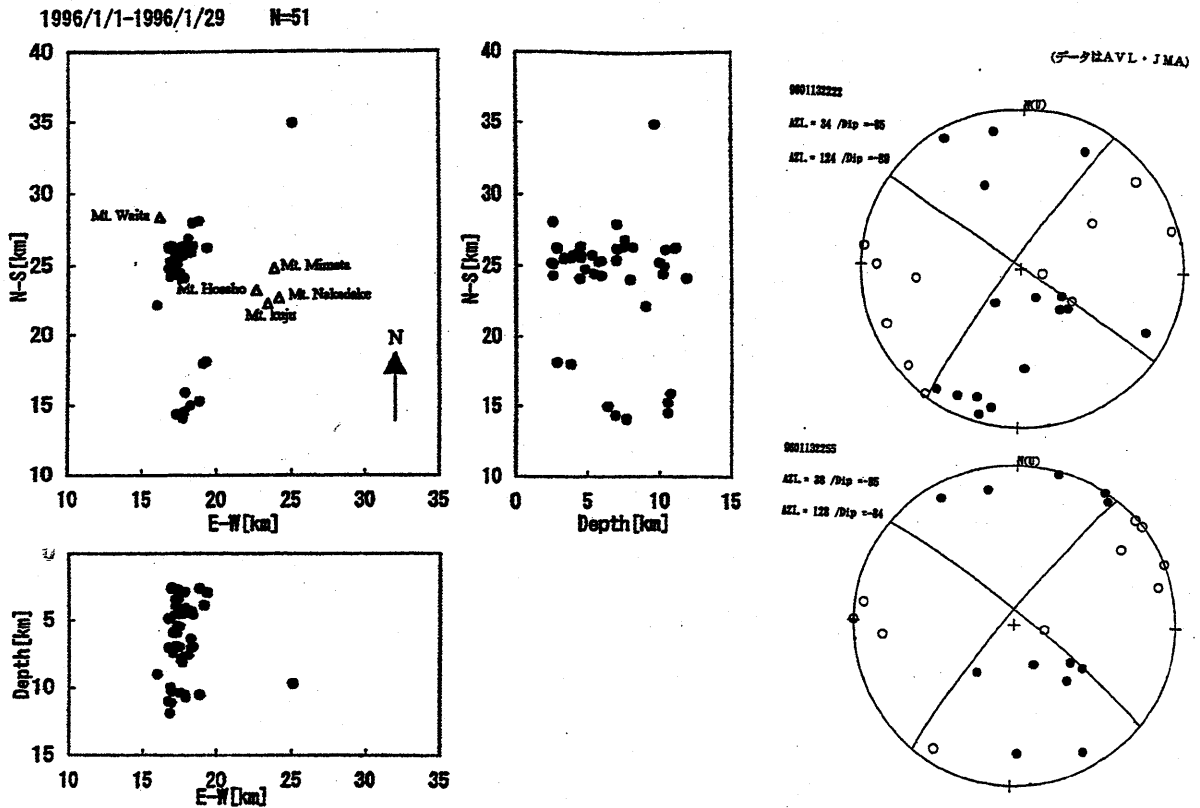
筋湯地域で発生した地震の震源分布と発震機構を第 5 図に示す。明かなストライクスリップ型の発震機構を示している。



第 3 図 九重火山とその周辺地域の震源分布  
Fig. 3 Map of Hypocenters in and around Kuju Volcano



第 4 図 九重火山硫黄山地域の震源分布  
Fig. 4 Map of Hypocenters at Io-yama in Kuju Volcano



第 5 図 九重火山西部の震源分布と発震機構

Fig. 5 Map of Hypocenters at the western area of Kuju Volcano and Focal Mechanisms

## 6. 地盤変動観測

九重火山における地盤変動観測は、辺長測量・測角測量・ドライティルト・傾斜計観測・GPS 測量について実施している。GPS 測量は広域変動を対象とし、GPS 測量以外の観測項目の観測点は、1995年10月11日に噴火活動を開始した火口列の北側に分布している。辺長測量の測線が第6図に示されている。測角測量は第6図の地点283からの測量であり、ドライティルトは、傾斜計連続観測は283付近で実施している。

### (水平変動)

星生山の頂上点を含む5点からなる基線網を硫黄山地域に構築した。この測線網で繰り返し測量を行っているが、星生山山頂の反射鏡に雪・霧氷が付着したり、また、従来からの噴気によって、計測が出来ないことが多かった。その結果を第7図に示す。測定される測線は、1283 独標点 - 星生山 (283 - HSS)、1283 独標点 - 諏蛾守 (283 - SGM)、諏蛾守 - 星生山 (SGM - HSS) および硫黄山 - 星生山 (IOY - HSS) の4測線が主である。辺長測量によれば、観測開始以来、火口列の北側にある辺長測量網は縮みの傾向が継続している。とくに、測点星生山 (HSS) を端点とする測線の縮みが顕著である。最大の縮みを示す測線 HSS - SGM は、3ヶ月で斜距離が11cm短くなっている。測点283が動かないものとして固定し、伸び縮みのみられない測線283 - SGMの方向を固定して、測線283 - HSS および SGM - HSS の距離から HSS の位置を求め、変位の経過を第8図に示した。この測点 HSS の北東方向への変位は、283 測点からの水平角測量の結果 (第9図) からも確かめられている。HSS - SGM 測線の縮み速度は、火山灰噴出の1995年12月下旬から1996年1月上旬にかけての期間増加した。大局的には、この3ヶ月の前半と後半を比べると、縮み速度は3 cm/月から4.5cm/月に増加している。

### (傾斜変化)

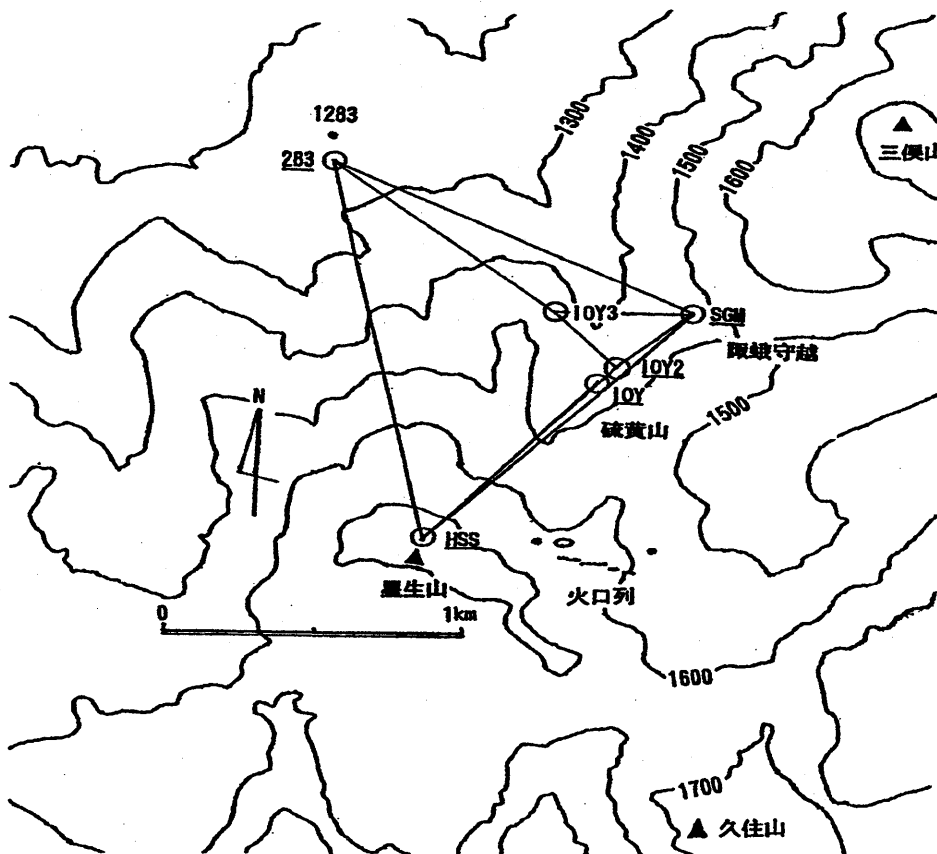
283 測点近傍でのドライティルトの水準測量測点網は8点の水準点で構成されている (第10図)。測量データを解析したところ、これら8点を含む地盤が単一剛体として取り扱うのに問題のあることが判明した。すなわち、水準網

の北半分と南半分が異なる傾斜変化をしていることが判明した。第10図には、北側のA領域と南側のB領域に分けて、それぞれの傾斜変化が示されている。この第10図によると、1995年12月の火山灰噴出後の12月27日の測定を境に、南側の星生山および硫黄山側が沈降から上昇に転じたことがうかがえる。

硫黄山の北山麓の通称283高地（辺長測量の図参照）に埋設した傾斜計の観測によると以下のことがいえる。但し、傾斜の年変化がまだどの程度あるか不明である。温度変化の影響は、傾斜計を2m地下に埋設したので、ある程度避けられるようになっている。第11図に示される傾斜計による観測結果では、硫黄山山麓（通称283高地）からみて、11月24日以前から順調に東南東方向（283高地からみて諏蛾守方向）の隆起が12月11日頃まで継続していたのが、11日頃より方向を変え、1月初旬頃までは東南方向が隆起していた。この方向は、諏蛾守越方向にあたる。この方面の地域は、硫黄山の地震の震源領域に近い地域でもある。しかし、この傾動は、1月中旬から変化し、南隆起は変わらないものの、東隆起が停滞し、西隆起へと変化した。1月8日と15日に降雨の影響がでた。その直後に、1月13日から14日にかけての筋湯地域の群発地震活動があった。しかし、その後、降雨の影響をまともに受けたが、筋湯地域の群発地震活動があった時期に呼応して南隆起と西隆起が観測された。気温変化の影響によるゆるやかな変化と、降水による地中への水の浸透によってもたらされる温度変化のためと考えられる急激な変化がみられる。温度による変化を除き傾斜ベクトルを図12に示した。温度変化による影響の除き方にはまだ検討の余地はあるが、傾斜ベクトル図によると、ドライティルトの北上がりの傾斜変化に対応する変化は、12月中旬からはじまり、火山灰噴出後も1996年1月上旬まで、北上がりの傾向が続いたことを示している。

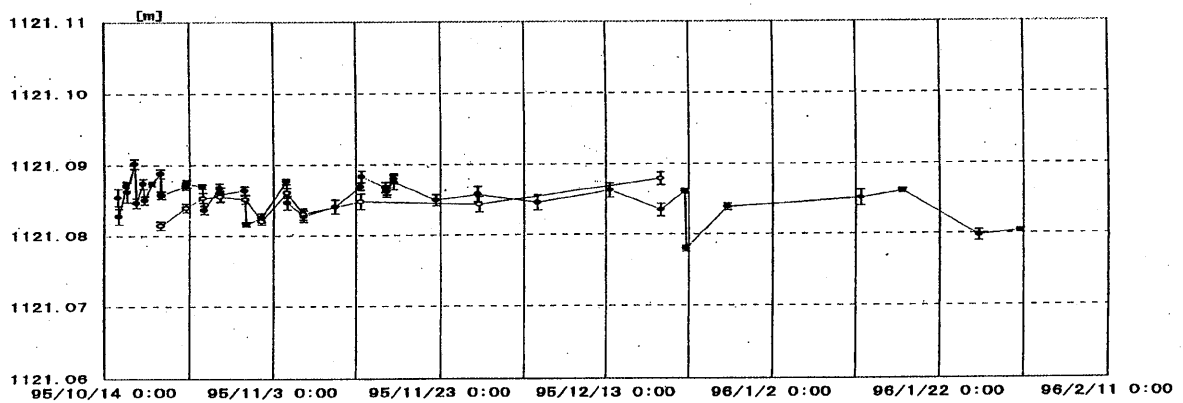
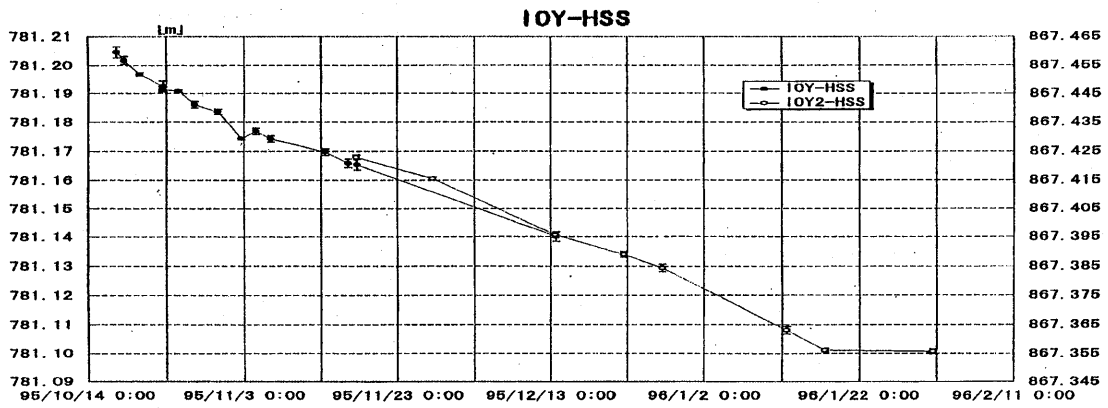
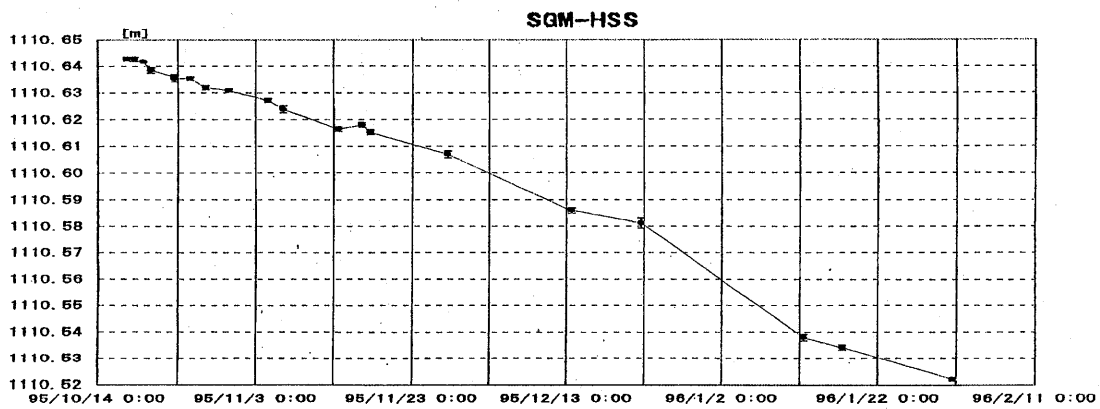
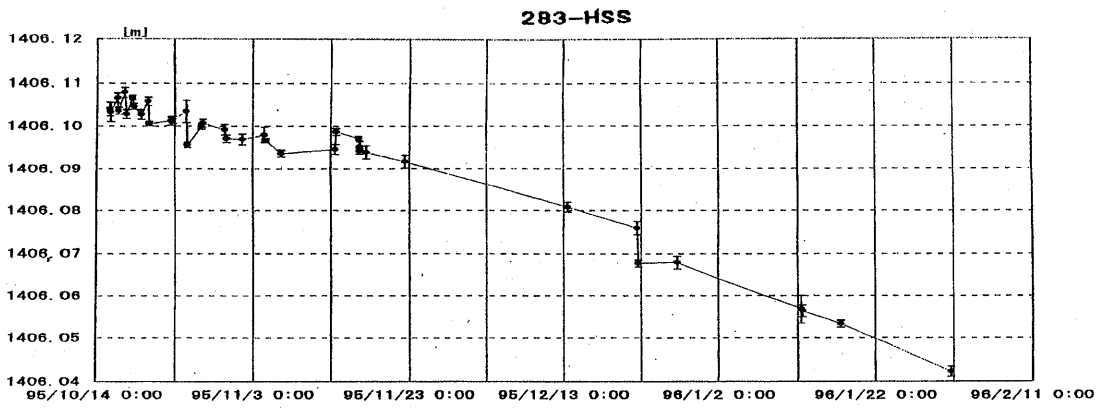
（GPS測位）

GPSの広域観測によれば、辺長変化が1ppm以下であり、有為な変位としての変動が認められにくい。これまでの観測された九重火山地域を囲む三角形の面積歪の変化をみると変化量は1ppm程度であるが、収縮から伸長へ変化しており、単調な変動を示していない（第13図参照）。

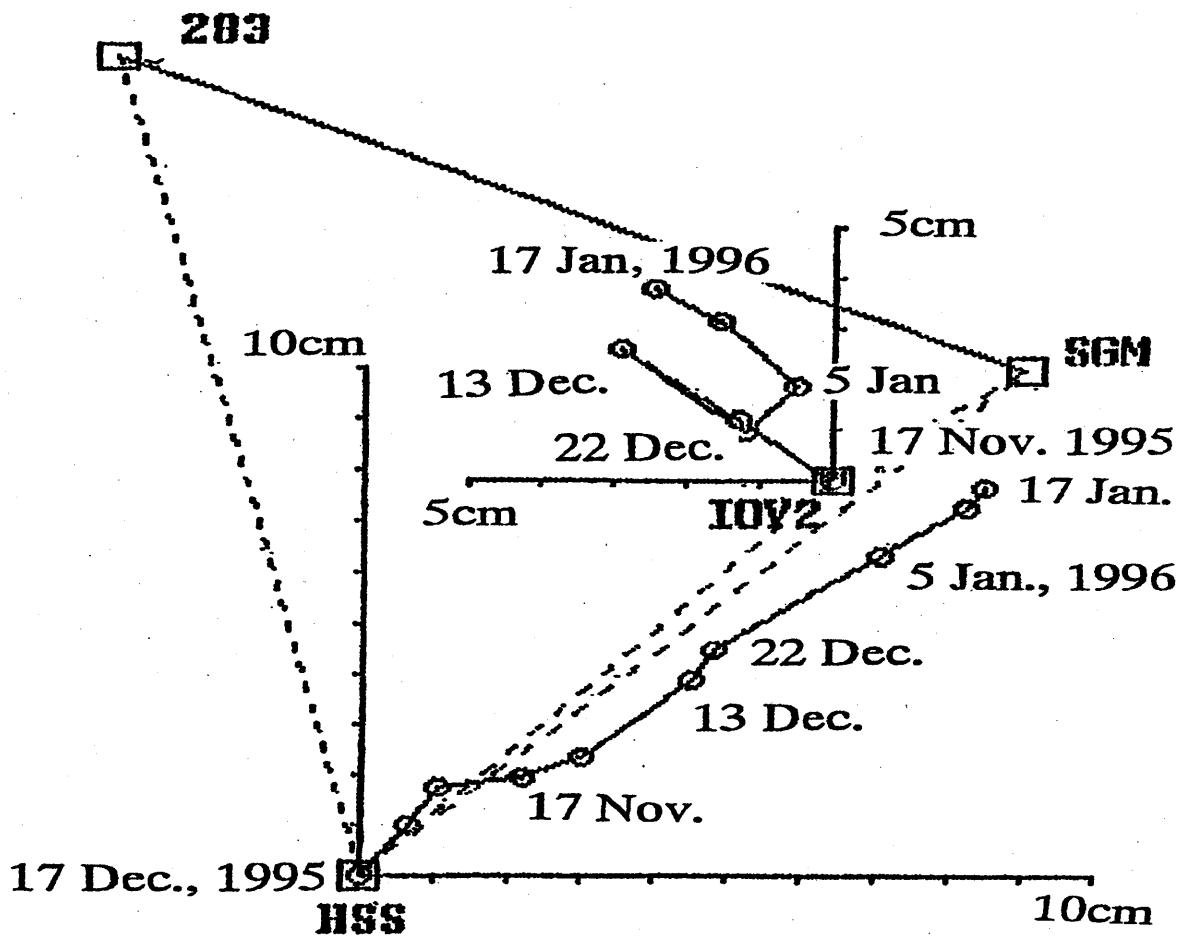


第6図 光波測量測点位置図  
Fig. 6 Map of Stations for EDM

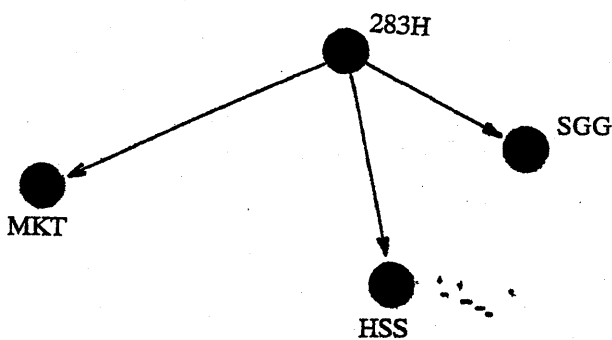
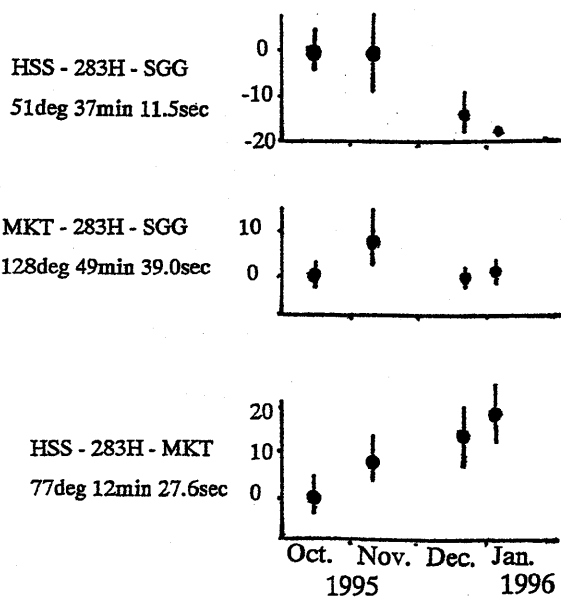




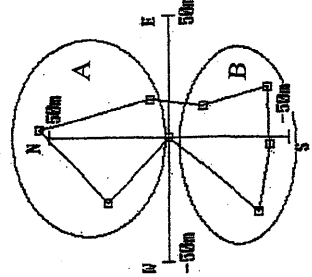
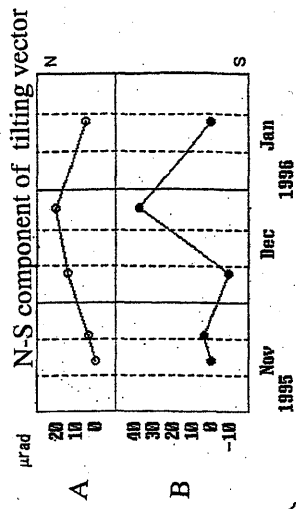
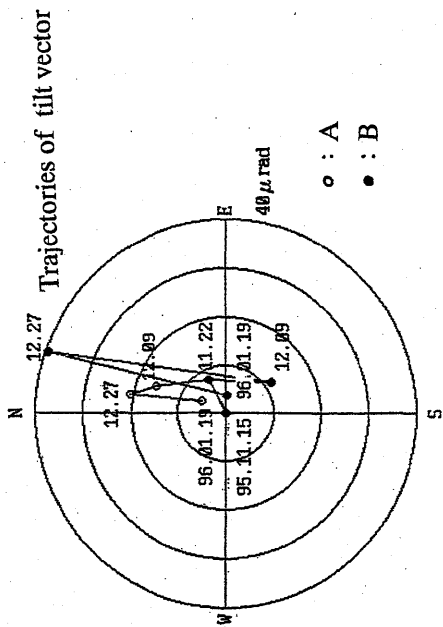
第 7 図 光波測量による斜距離変化  
Fig. 7 Change of Distance at Io-yama Area



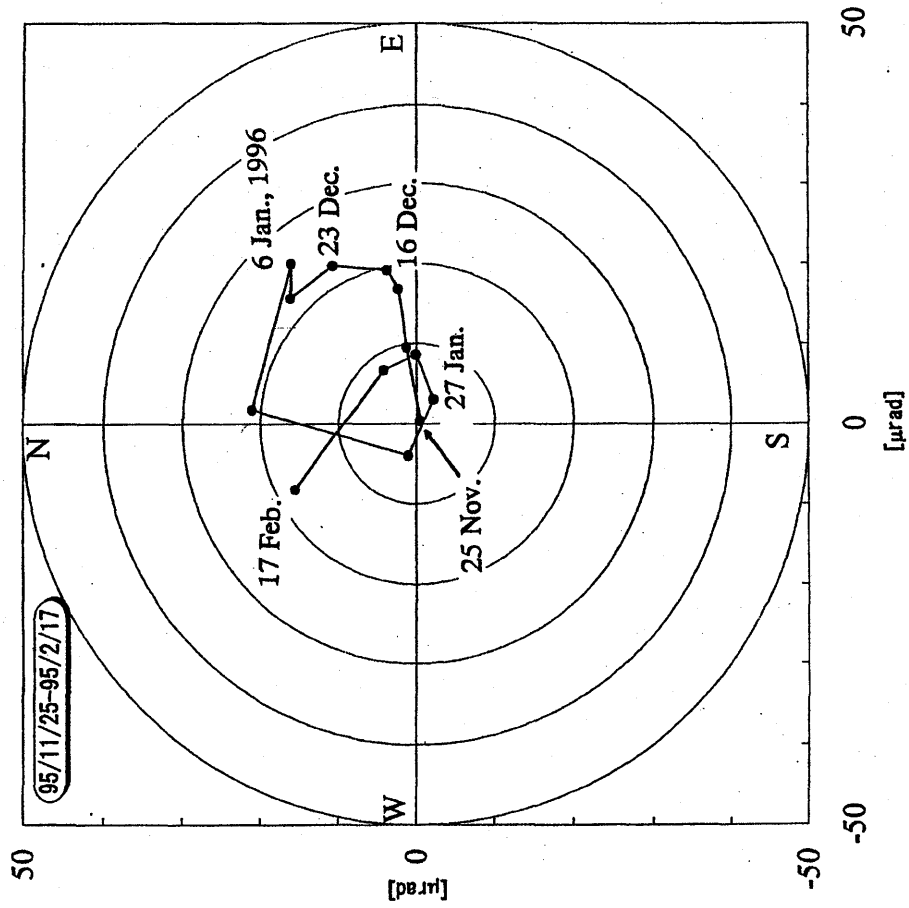
第 8 図 距離変化のベクトル表示  
 Fig. 8 Vector-Diagram of Distant Change



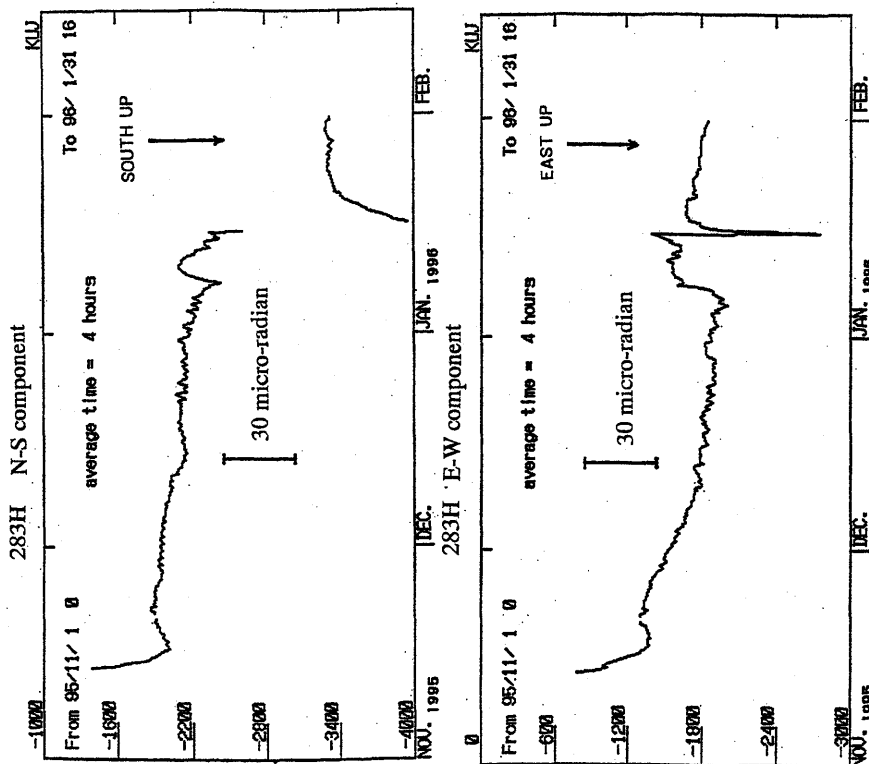
第 9 図 水平角測定による挟角度変化  
 Fig. 9 Change of Horizontal Angles



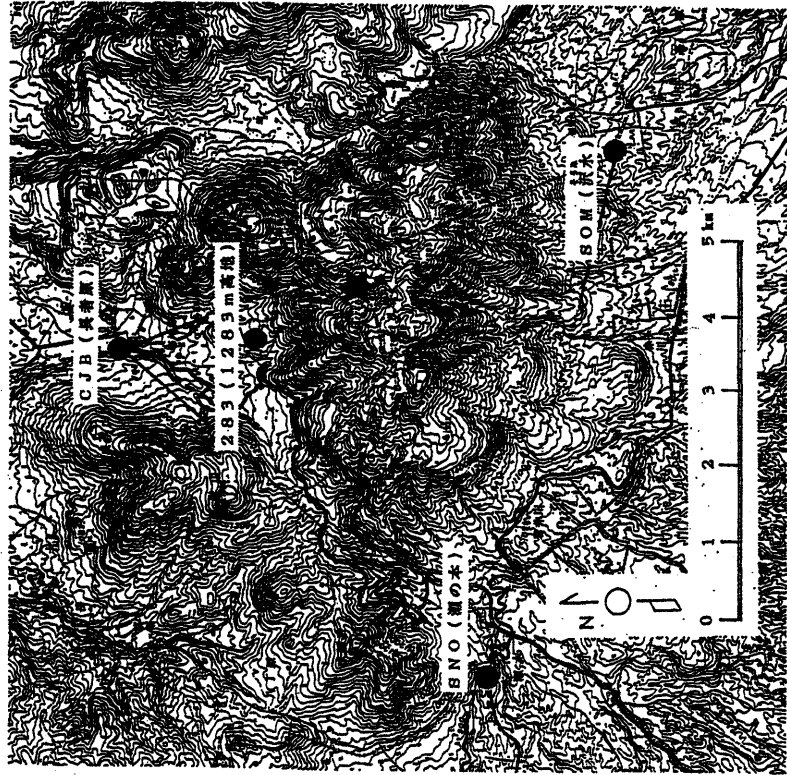
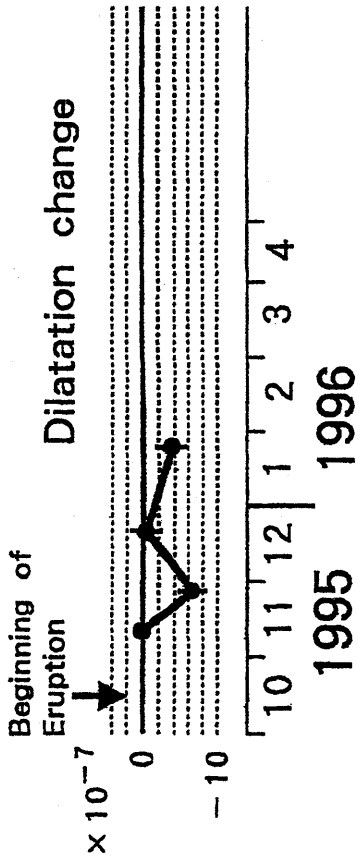
第 10 図 ドライテイルトによる傾斜変動  
(ベクトル図, 変化量および基点位置図)  
Fig. 10 Change of Tiltmeter at 283-area



第 11 図 傾斜計による傾斜変動  
Fig. 11 Tilt - Change by Tiltmeter at 283 - area



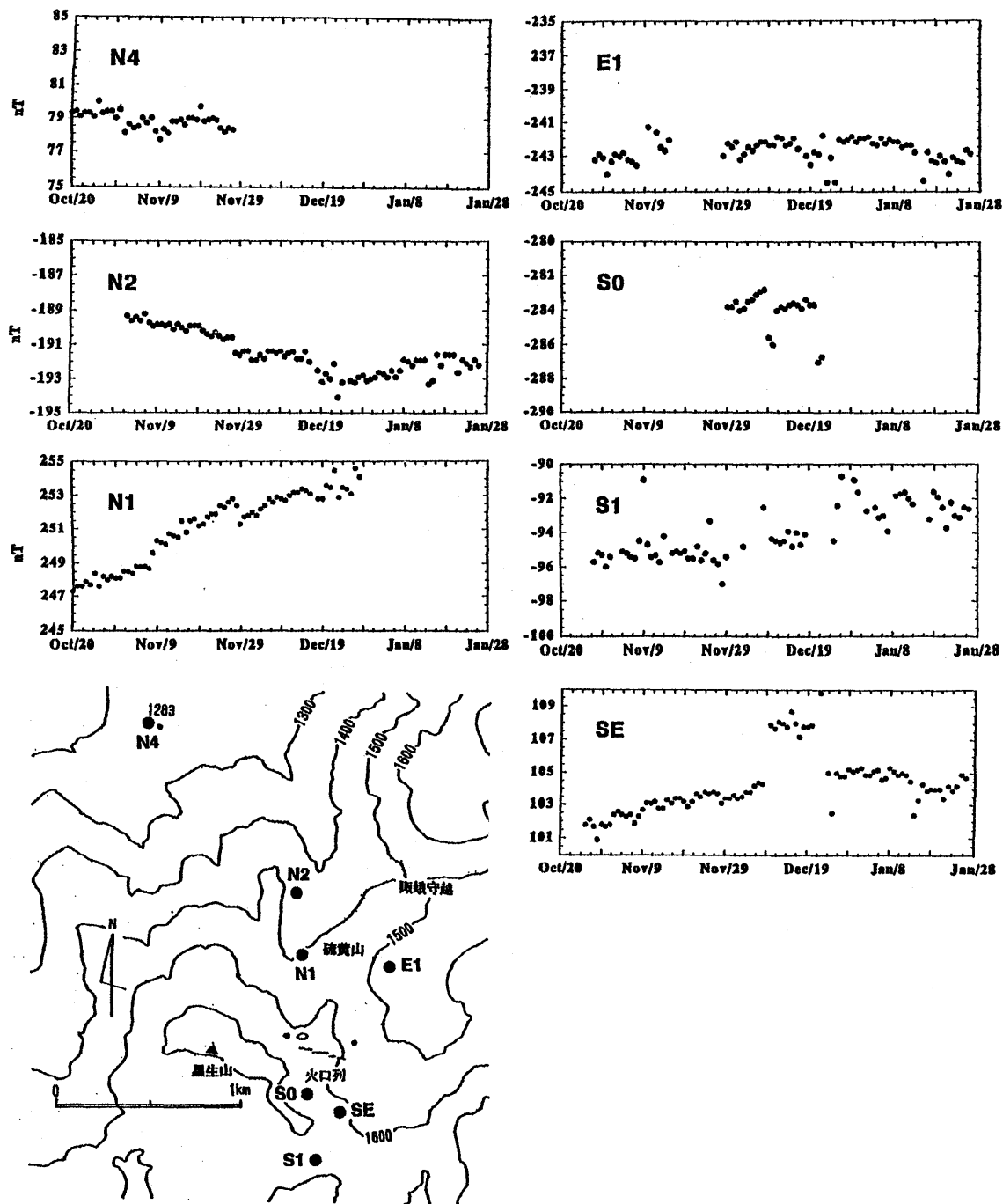
第12図 傾斜計による傾斜変動から求めた傾斜ベクトル  
Fig. 12 Tilt Vector-Diagram by Tiltmeter at 283-area



第13図 GPS観測の結果  
Fig. 13 Results of GPS-observation

## 7. 地磁気観測

地磁気変化の結果によれば、他の観測地点の記録では、大きな変化は観測されていないが、これは解釈が非常に困難である。既に硫黄山では、噴火以前から噴気活動が広範囲で活発である。このため、この噴気活動が、個々の観測地点での測定結果に無視できない量的な影響を与えているのが現状である。ただ、従来の噴気地域や火口列の東部の冷却が観測されている。また、12月8-9日には火口下でなんらかの変化が生じたと考えられる磁気変化を観測していることと噴火以前からの噴気活動がある地域（B地域）が、観測地点N1とN2の記録から、12月20日ころに帯磁傾向から消磁傾向に転じたことが認められる（第14図参照）。



第 14 図 地磁気観測の結果  
Fig. 14 Results of Geomagnetic Observation

## 8. まとめ

九重火山の今回の火口群は、すでに周知のごとく、星生山から東へ伸びる稜線上にほぼ東西に並んだ配置をしている。この傾向は、個々の火口においても保持され、一つの火口の内でも小火口が東西に並んでいる。また、全体の火口群の並びは、左横ズレの断層運動の結果を示している。このような顕著な傾向は、明らかにテクトニクス的な影響を受けた結果である。中部九州地域は、地震活動がほぼ東北から南西に並び、構造線の走向も同様である。これは、東西圧縮場の中であるが、南北伸張力の強い応力場によって規制された結果で、発震機構もそれを裏付けている。すなわち、中部九州地域では、応力場として、水平の南北方向の伸張力が共通して全域でみられるが、圧縮力の方向は概ね東西的であるが一定でなく、水平から鉛直までみられる。この圧縮力の方向が共通でないのは、局所的な地殻構造で規定されていることによると考えられる。また、中部九州全域では、それに直交する北西 - 南東の走向をもつ断層や東西性の断層が多々存在し、発震機構もストライクスリップから正断層が存在し、右横ズレから左横ズレも存在する。

今回の九重火山の火口群は、このような背景のもとで開口した。大きな特徴は、①稜線上にある。②走向は大状況から小状況まで東西である。③左横ズレ雁行配列である。④既存の断層系を利用した。

一方、九重火山周辺地域の地震活動の特徴は次のようにまとめられる。北東から東部および南東地域では、1975年4月の大分県中部地震の発生後、空白地域となっているのが顕著である。北部地域は、ほとんど地震活動が認められない。北西地域では、やや遠くであるが万年山地域で多数の地震が発生している。これらは、万年山断層群の活動と密接に関連している。北西から西部地域では、筋湯地域の群発地震活動域がある。ここの地震活動は、ほぼ東西圧縮・南北伸張の典型的なストライクスリップ型で、走向は北西 - 南東で、地殻構造と一致したものとなっている。南西から南部地域は、阿蘇カルデラ北部地域の地震活動と重なり、比較的地震活動が活発である。

ここで注目すべきことは、①北部地域の低地震活動域と②北西 - 西部地域の群発地震活動域である。①北部地域の低地震活動域は、地震波減衰領域や低重力異常地域と重なり、マグマ領域の存在と関係する。②北西 - 西部地域の群発地震活動域は、その南東延長上に今回の火口群が重なり、この地域の発震機構から推定される断層走向にあたる。従って、ここで発生する地震は、基本的には中部九州の地殻活動の一環ではあるが、今回の火山活動と密接な関係をもっているとおおしくない。

火口表面活動は、既に述べたように、a火口群については活動を停止した。b火口列は、西側は終息したが、東側の火口群はまだ噴気を上げている。c火口列は、噴火当初と比べるとやや勢力が落ちたように見えるがなお活発である。d火口は火口直上にあつた10m以上の岩体が12月18日に噴き飛ばされ、それまで噴気が強烈な鳴動を伴って噴出していたが、鳴動が弱くなった。しかし、透明のガスが火口から5m以上噴出し、未だに勢力が優勢である。e火口は、やや弱くなっている。火口活動は、このようにd火口を主たる火口として推移している。

地下活動については、地震活動も地殻変動も噴火当初と同じ活動レベルで推移している。特に、辺長変化は、ほぼ一様に収縮しているのが注目され、衰える気配が見られない。

今後このまま活動が徐々に衰退していくことも充分考えられるが、活動は長期化するのではないと思われる。硫黄山の地震が、今後も、地表から1km前後に集中して発生している限り、現在の状態が継続すると考えられる。しかし、現在も時々稀であるが、噴火口から約1km北で、やや深い地震が発生しているので、この地震が今後頻発するようになると注意が必要である。また、火口直下の2kmの深さの地震も注目する必要がある。一方、火山ガス分析からマグマ起源のものも含まれ、火山ガラスの噴出も観察されているので、既に、火道が形成されていると考えられるので、地震を起ささないで、極めてゆっくりとマグマが上昇する可能性も充分考えられる。現時点では、短周期の地震計だけの観測であるため、長周期の変動が捉えられない恐れがある。

なお、本報告は、京都大学理学部附属火山研究施設をはじめ京都大学理学部附属地球物理研究施設、九州大学理学部附属島原地震火山観測所、京都大学防災研究所附属桜島火山観測所および九州大学工学部資源工学科の成果である。