

九重火山の火山活動について (1996年5月～9月)*

Recent Volcanic Activity of Kuju Volcano (May - September, 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. はじめに

九重火山通称硫黄山の噴火活動が始まって、既に1年近くが経過した。この間、火山灰の噴出は、12月および1月に少量観測されたにすぎない。その後はほとんど勢力が変化せずに、常時水蒸気の噴出が長期間継続している。このことが九重火山の活動のこれまでの大きな特徴である。

すなわち、新火口群からの噴気活動は、いくつかの火口が活動を停止したので、噴火当初と比べてやや勢力が弱まってきたようであるが、依然大きな鳴動を伴って継続している。

地震活動は、5月の泉水山付近の顕著な群発活動の発生後、小規模な群発活動があるものの大きな活動が観測されていない。しかし、発生頻度には衰えがみられないまま継続している。

また、地盤変動では、辺長測量でその後も収縮変化が依然継続している。

連続火山性微動の振幅が8月の台風通過後、10月の噴火直後の高い振幅レベル以上に急激に増大し、そのまま継続している。

火口の活動状況は、d火口は依然活発であるが、c火口群の活動も活発で、鳴動が強烈である。特に、d火口は、噴気が極めて勢いよく噴出しているので、火口壁が削られて、火山灰として噴煙に混じることもあり、8月下旬から噴気勢力が盛り返し、噴煙高度が高くなる傾向が続いている。これまで、噴煙も出なくなっていたa2火口やb火口列の西側では、9月に入って、噴煙が上昇するのが認められるようになった。

2. 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bおよびc火口列とd火口は活発である。

a2火口・・・東側の火口縁のクラックからかすかな噴気が出るようになったが、勢力はまだ弱い。

a2'火口・・・依然、噴気活動が活発で、硫黄の析出が顕著であるが、勢力は弱いながら変化しないまま活動が継続している。

b火口列・・・東側の2つ火口から勢いよく透明ガスの噴出が継続している。西側の火口群は、8月までは、火口の形態が成さなくなって地熱活動があるのみで、噴気は出ていなかったが、最近になって、時折噴気が出るようになった。

c火口列・・・最も勢いのよい透明の噴気が強烈な鳴動を伴って噴出している。

d火口・・・この火口は、長期間にわたり勢力が強く、火口から高さ10m程度、透明の火山ガスが噴出していたが、7月にはその勢いもやや衰えた。

しかし、台風通過後の8月下旬から勢いが復活し、透明の部分が50m近くにまでになった。温度は7月には火口直近まで達して165℃を計測できたが、9月には接近できず、50-60m離れたところから計測したところ190℃であった。勢力が復活した。

e火口・・・7月下旬ころから噴気が出なくなった。

このように各火口の状況は噴火直後と比べて大きく変化し、活動の中心は、b、c、d火口となり、特に、c火口列の活発化が顕著である。しかし、d火口の噴出量および噴出力が一時期やや減少傾向にあったのが、復活した。また、これまで噴気活動が無かったb火口列の西側での噴気活動の復活も特筆される。

*Received 6 Jan., 1997

全体的に噴気の勢いは、9月に入って、高いレベルに戻った印象がある。

3. 地震活動

九重火山地域で現在発生している地震活動を硫黄山付近の地震活動とそのすぐ西および西北地域の地震活動との2つに大別する。

本年5月14日に硫黄山北北西の泉水山で群発活動があった後、大きな規模の地震活動は発生していない。しかし、小規模な群発活動は、8月7日に筋湯・八丁原地区を震源とする活動が発生し、また、8月25日、9月5日および12日に硫黄山を震源とする活動があった。

九重火山の周辺地域の地震活動では、6月以降、群発活動が観られず、1日10-20回程度の散発的な発生で推移している。7月30日に黒岩山付近を震源とする有感地震 ($m=3.1$) があったが、群発活動にはならなかった。この地震による火山活動への直接的な影響はなかった。

一方、九重火山を含む別府地域から熊本地域への中中部九州全体の地震活動が、7月は比較的活発であった。鶴見岳火山周辺 (7/7, 27, 31,)、九重火山北西部 (7/3, 7, 13, 30)、阿蘇カルデラ北東外輪山 (7/15, 16)、熊本市 (7/12, 13)、益城周辺 (7/10, 11) で発生している。特に、九重火山に近い阿蘇カルデラ北東外輪山は、最近では珍しい現象であった。

硫黄山地区の地震活動を観ると上述 (8月25日、9月5日および12日) の群発活動がある。低周波地震の発生頻度は3月の硫黄山群発地震以後少なくなったままであったのが、台風通過後の8月下旬からやや多くなってきた。

硫黄山の地震の発生パターンに、台風通過後の8月中旬ごろから、変化がみられる。これまで微小な地震が1日平均10回程度の発生が観られたが、ややそれらより規模の大きい地震が数回は発生する傾向が出てきた。しかし、規模の違いによる震源位置の変化は、観られない。

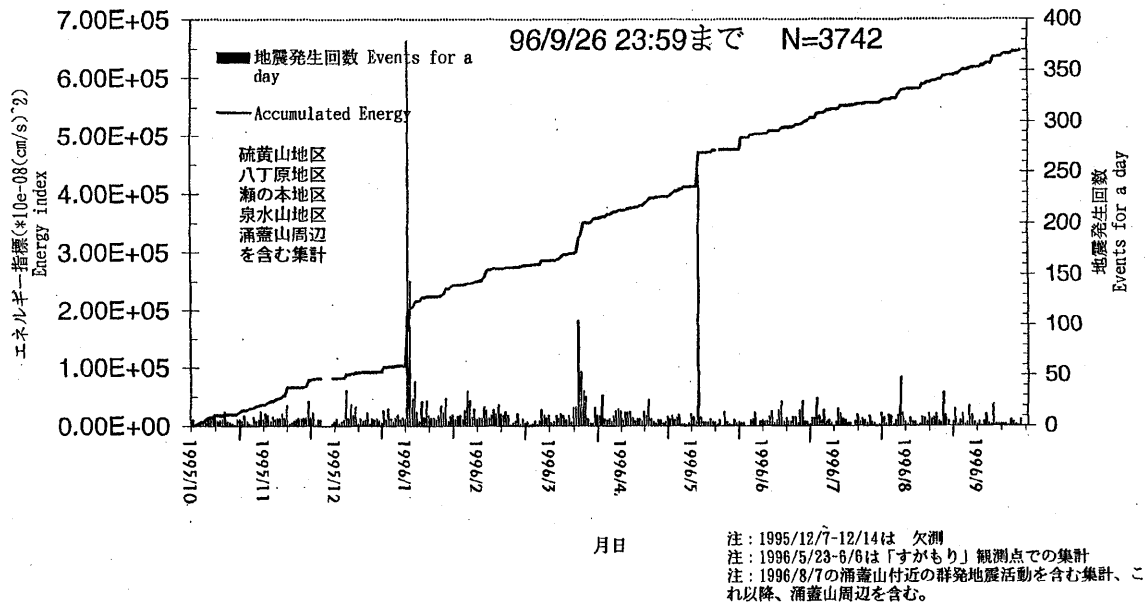
バックグラウンドの連続火山性微動のエネルギー変化を観ると、3月から増大したのが徐々に減少か横ばいで8月初旬まで推移していたが、台風12号通過後、増大し、その状態で現在も継続している。火口状況の項で述べたように噴煙活動が8月下旬から活発化したことと呼応している。この火山性微動は、新火口はもとより、従来からの噴気地域も含む噴気活動によって発生すると考えている。つまり、火山性微動エネルギーの増大は、噴気活動がより活発化したことを示す。この連続火山性微動の振幅が大きくなってきたため、微小な地震が隠され、地震発生回数が少なめになってきた。

硫黄山付近で発生するほとんどの地震の震源位置は、観測開始から全期間を通して不変で、現活動火口の北100mから300mの範囲で、地表からの深さ約1kmの領域に集中している。やや深い (地表から3-4km) 地震も発生数は少ないが存在する。また、現火口列の南にはほとんど発生していない。

地震活動については、第1図、第2図を参照されたい。

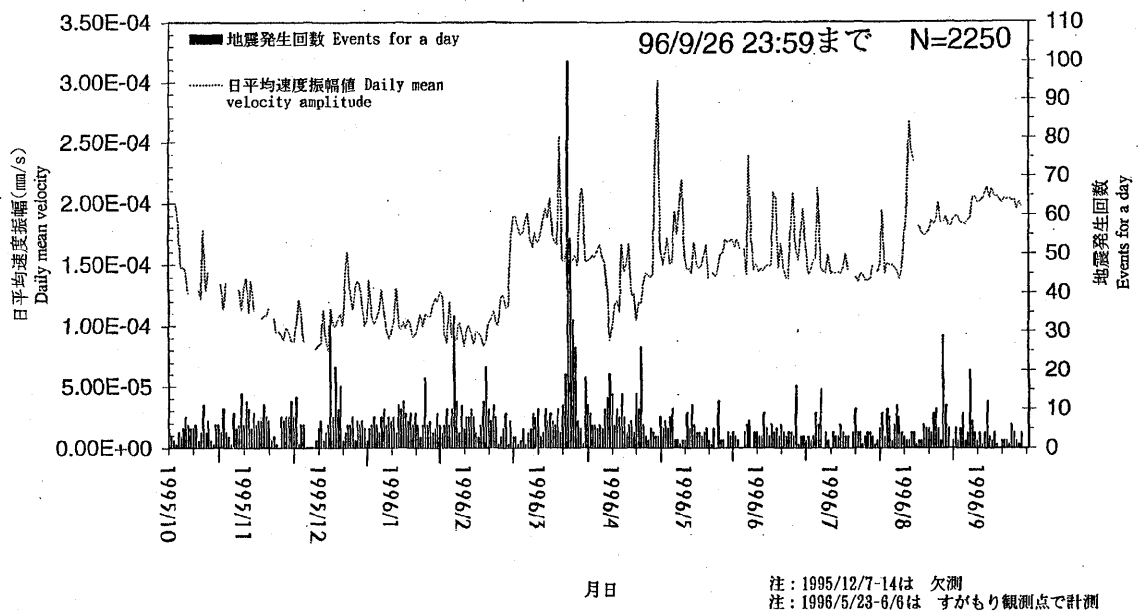
九重火山とその周辺の累積地震エネルギー

Released seismic energy accumulation in and around Kuju



九重火山 硫黄山地区の地震活動

Seismicity at Io-yama, Kuju

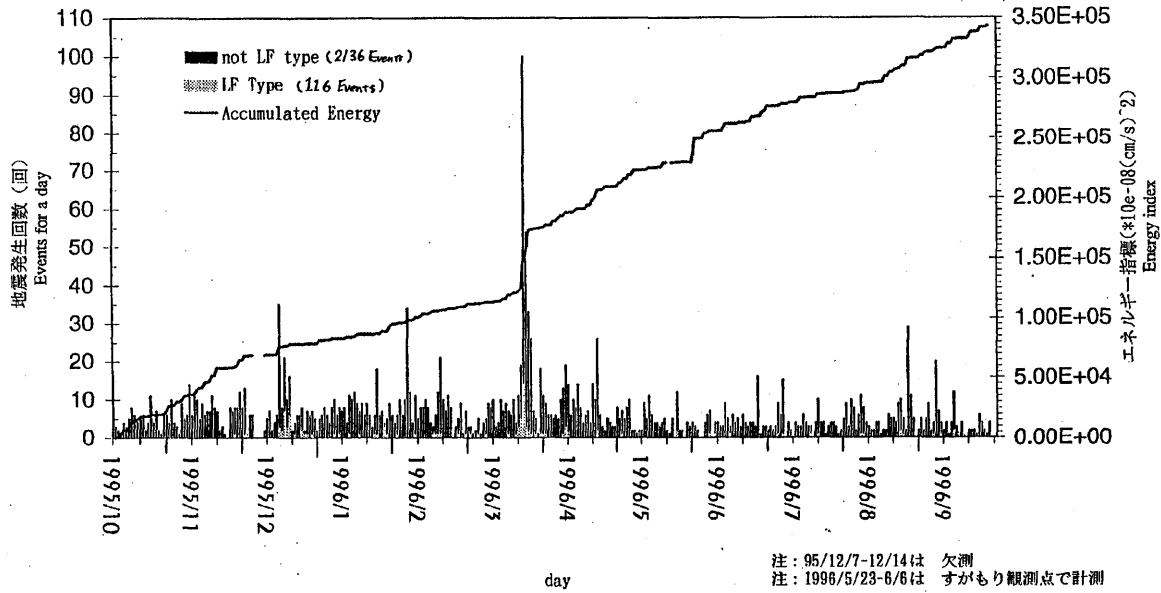


第1図a: 九重火山とその周辺地域および硫黄山地域の地震活動（日別発生頻度および累積エネルギーと日平均連続火山性微動振幅変化）

Fig. 1 a Seismicity in and around Kuju Volcano

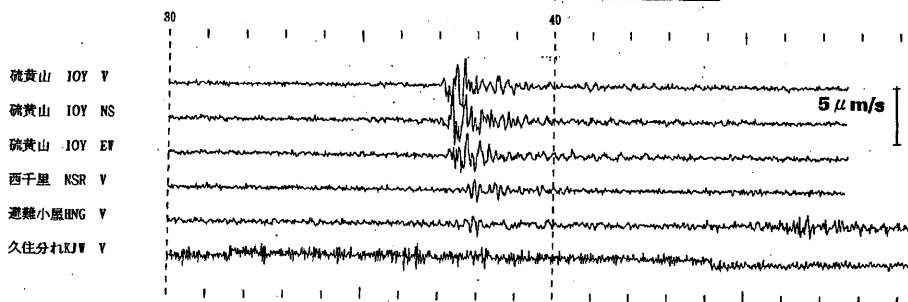
九重火山 硫黄山地区の累積地震エネルギー

Released seismic energy accumulation at Io-yama, Kuju 96/9/26 23:59まで N=2250



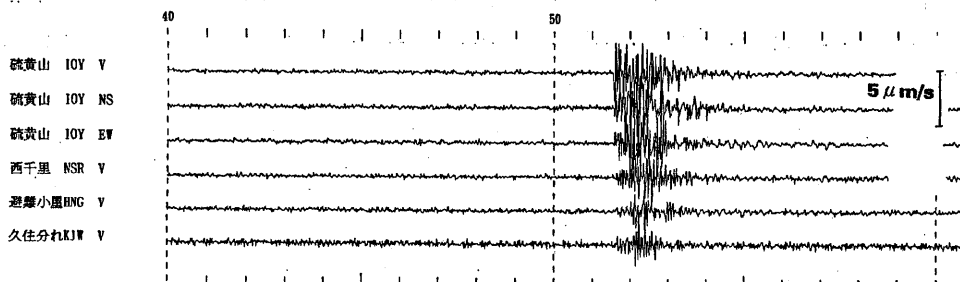
LF (低周波) タイプの地震波形

96 年 6 月 15 日 0 時 38 分



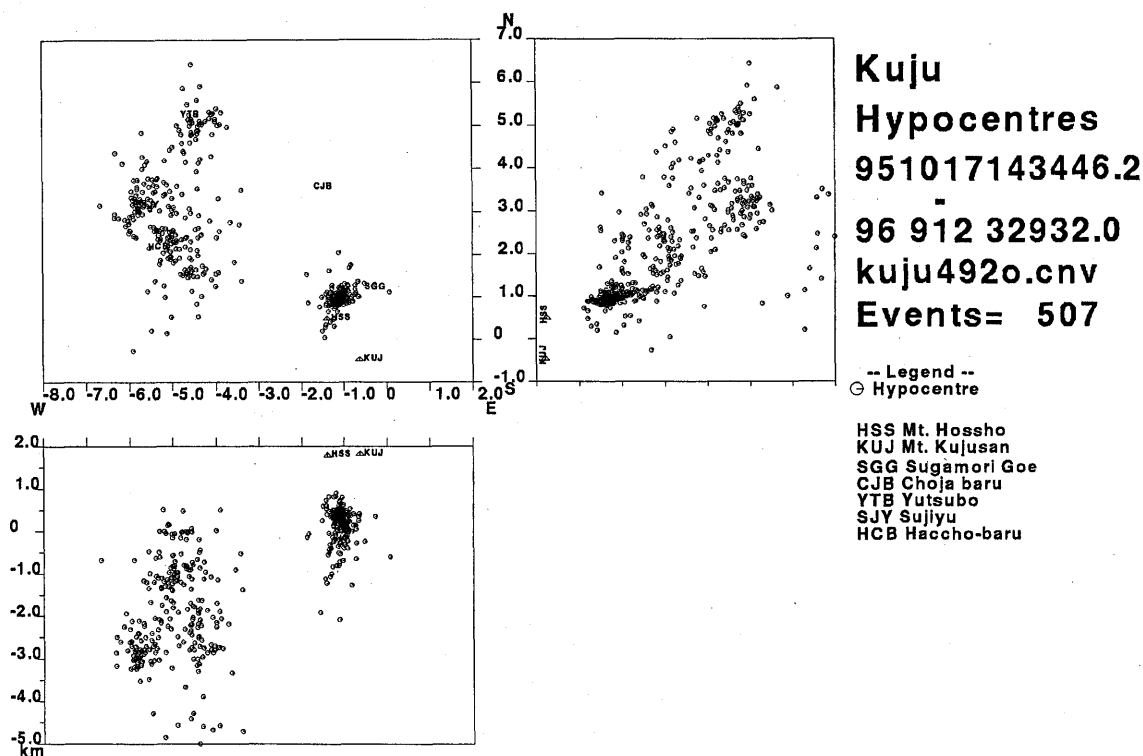
典型的な地震波形

96 年 7 月 27 日 14 時 42 分



第1図 b : 九重火山硫黄山地域の地震活動 (日別発生頻度および累積エネルギー) と低周波地震と通常の地震の波形の例

Fig.1 b Seismicity in and around Iouyama Area, Kuju Volcano and example seismic waves of low frequency type event and normal event



第2図：九重火山とその周辺地域および硫黄山地域の震源分布
 (1995年10月17日－1996年9月12日)

Fig.2 Map of Hypocenters in and around Kuju Volcano
 (17th October 1995-12th September 1996)

4. 地殻変動観測

光波測距（斜距離測定）；

辺長測量によれば（第3図参照），星生山を含む測線で，噴火以降4月下旬までに，ほぼ単調に最大17cm以上の収縮が計測され，5月初めに，急激に5cm弱の伸長が計測された。この伸びは，その後，収まり，再び，収縮に転じ，5月から9月中旬までに4cm強収縮した。この収縮は，8月に停滞気味であったのが9月に入って，噴煙活動の活発化に呼応するかのように促進している。

283-HSS測線***観測開始以来，1月末まで短縮が一様に継続し，約7cm程度縮まった。2月から3月まで収縮が停滞気味となったが，その後再び4月末まで収縮傾向となって約3cm収縮した。5月になって急激な伸び約3cmが計測されたが，一時的で，その後，再度，収縮が現在まで継続し，約3cm収縮した。9月になって収縮の割合が増大してきている。これまでに合計約10cmの収縮を観測している。

SGM-HSS測線***この測線も，観測開始以来，2月中旬まで短縮が一様に継続し，約15cm縮まった。それ以降4月末まで停滞気味ながら収縮が続き，2cm程度縮まった。5月に4cmの急激な伸びが計測されたが，その後，再び，収縮傾向に転じ，4cm収縮した。8月に停滞気味となったが，9月に入って，収縮率が増大している。

283-SGM測線***観測開始以来3月中旬まで，ほとんど有意な変化が認められなかったが（この間，1月末にステップ状の1cmの収縮変化があった）。3月中旬から下旬にかけて急激に3cm短縮した。その後は，他の測線で伸びが計測された時期でも有意な変化が認めず，やや収縮傾向が続いている。

GPS測量

GPSによる広域の辺長変化を観る（第4図参照）と、広域では、量的には僅かであるが膨張の傾向が継続している。瀬の本基点を基準とした個々の基点の変動では、火口に最も近い基点283の変動が大きい。3月末までに南東方向へ2cm動いていたのが、その後、5月末までに北方向に1.5cm転じ、7月にはまた方向を東に転じ、1cm動いた。これらの動きは、3月、5月の群発地震活動とあるいは関連があるかもしれない。

傾斜変化

現在2台の傾斜計を硫黄山北山麓と北千里北に設置しているが、硫黄山北山麓（地点名283）の傾斜計は、温度・降雨の影響が大きく受けたので、移設し、それらの影響を出来るだけ避けるように移設した。この観測点（283H）では、まだ、観測期間が短いので変動傾向が見だしにくい、ほとんど変化していない（第5図参照）。

一方、北千里観測点（KTS）は、温度変化を受けているが、それを考慮するとここでも大きな変動は無いと思われる（第5b図参照）。

5. 地磁気観測

プロトン磁力計による観測（第6図a参照）

地磁気変化の結果によれば、N1とN2の地磁気変化から、噴火以前からの噴気活動である地域（B地域）の帯磁傾向（温度低下）が伺え、放熱状態が変化無く継続している。また、火口地域では、明瞭な傾向をつかむことが難しいが、E1とS0地磁気変化からここでも帯磁傾向が示唆され、放熱状態が続いている。

自然電位変化観測（第6図b参照）

現在3つの観測網18測線で観測を継続中である。代表的な観測結果として、新火口に近いB観測網の第1測線（高電位の極）と火口から離れたA観測網の第3測線（低電位の極）の差の時間変化を観てみると、6月から7月にかけて、電位差が減少する傾向が観測された。つまり、このことは火口側の高電位が低下したことを示す。流動電位モデルで考えると、火口への地下水の流動が減衰したか、他の地域へ移ったと考えるが、梅雨期の降雨の影響も否定できない。その後のデータがないため、最近の変動は不明である。

6. まとめ

火口表面活動は、b火口列、c火口列およびd火口が活発である。特に、d火口は、勢力が回復し、強烈な鳴動を伴っている。また、従来、噴気活動が見られなかったb火口列の西側でも噴気活動が復活してきている。

地震活動では、硫黄山の地震が、火口直下の地表から深さ1km前後に集中して、継続的に発生しており、また、火口の北西から北北西で、小規模な地震活動が時々発生し、大きな変化は見られない。

地盤変動、特に辺長変化では、一時期急激な伸長が観測されたが、再び、収縮傾向となり、9月に入って収縮が促進するようになった。

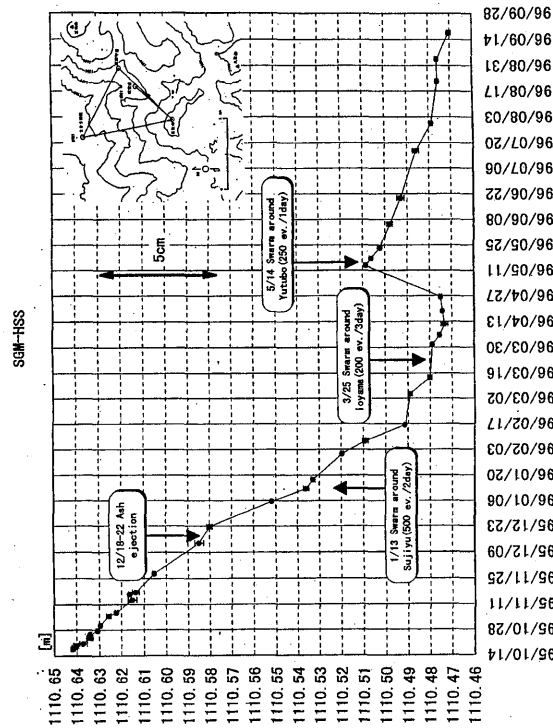
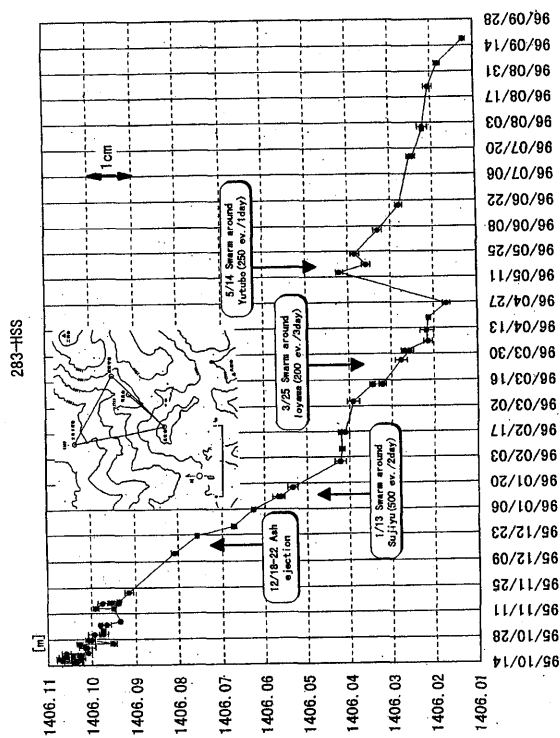
地磁気変化では、火山活動との明瞭な傾向をつかむことが難しいが、放熱傾向が順調に継続している。

このように火口表面活動がやや活発化したのに呼応して、地震活動や辺長に変化が観られる。今後、この傾向が直ちに止まるとは考えられないため、火山活動は、長期化するのではないと思われる。

第1表 九重火山の活動経過

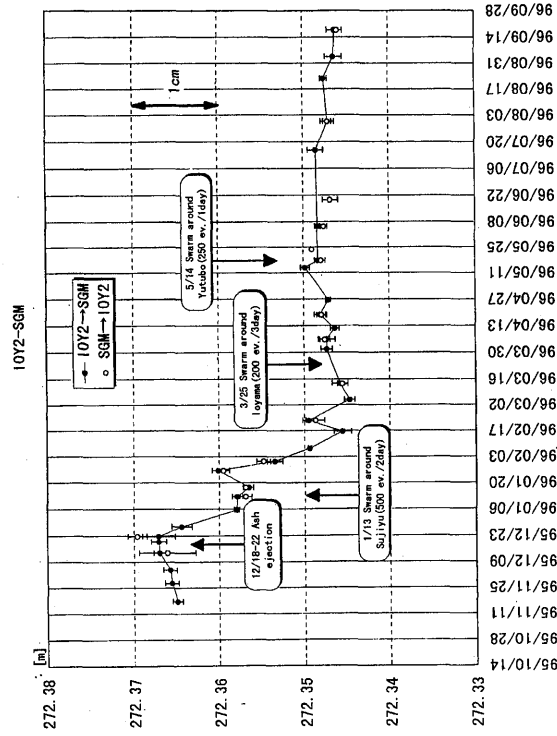
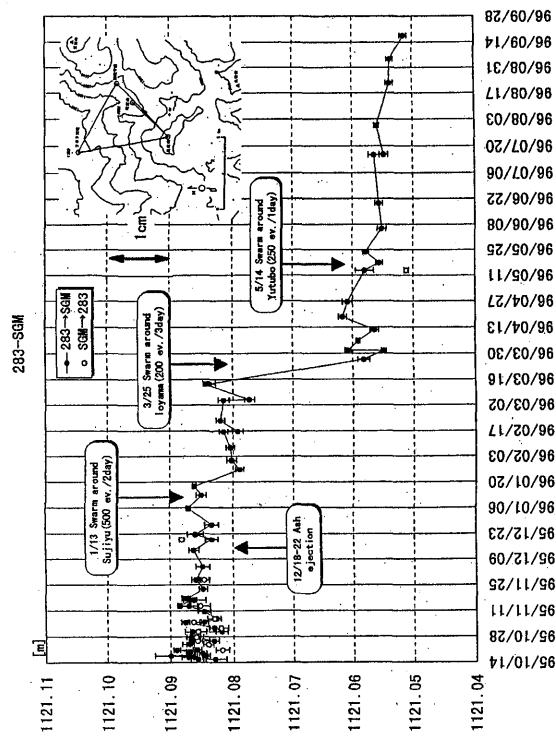
噴火前の状況		噴気活動・地熱活動・群発地震活動 活発 噴気地域では地震活動が低調
第1期 (1995/10/11-12/中旬)		
1995/10/11	水蒸気爆発	東西走向の5列の割れ目噴火 主活動が南側のd火口へ移行
12/	最大火口a2活動停止	噴煙活動強烈な鳴動 活発状態が継続
第2期 (1995/12/18-12/22)		
12/18-22	再噴火 火山灰噴出 d火口拡大	低周波地震 火山性微動 マグマ関与
第3期 (1995/12/下旬-1996/2)		
1996/ 1/13-14	噴煙活動徐々に衰退	山体収縮停滞傾向
	群発地震活動 500回以上 (筋湯・八丁原地域)	
	火山灰噴出	
1/27-29	小規模群発地震活動 (瀬の本地域)	
	噴煙活動一時的に活発	
第4期 (1996/3-4)		
3/24-27	連続火山性微動振幅増大	
	噴煙活動活発化 火山灰が噴出 (極少量?)	
	群発地震活動 100回以上 (新火口直下)	
	低周波地震 火山性微動	
	山体収縮微増	
第5期 (1996/5)		
5/14	山体急激な伸張	
	群発地震活動 200回以上 (湯坪地域)	
第6期 (1996/6-)		
	比較的穏やかに経過	
	山体収縮停滞傾向	

- 大きな災害は発生せず
- 火山活動が長期化の様相



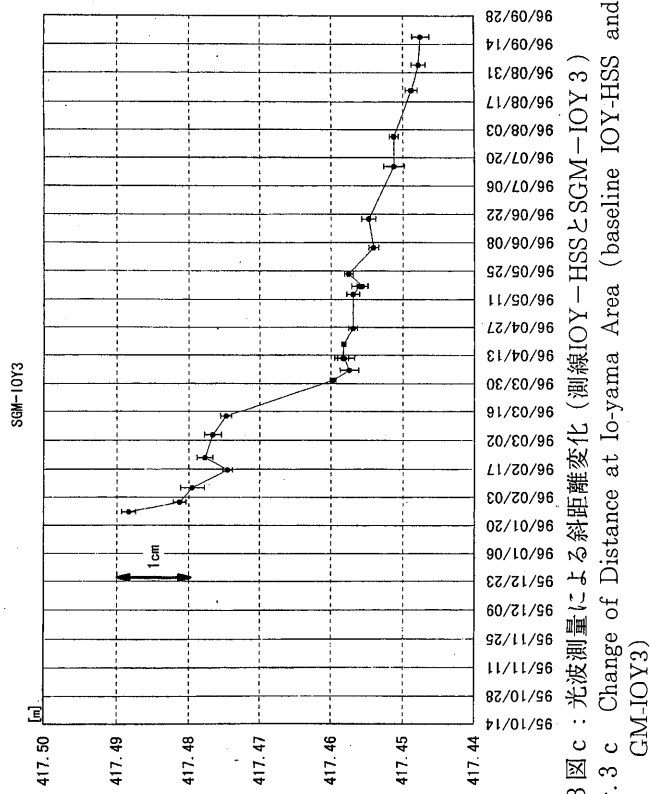
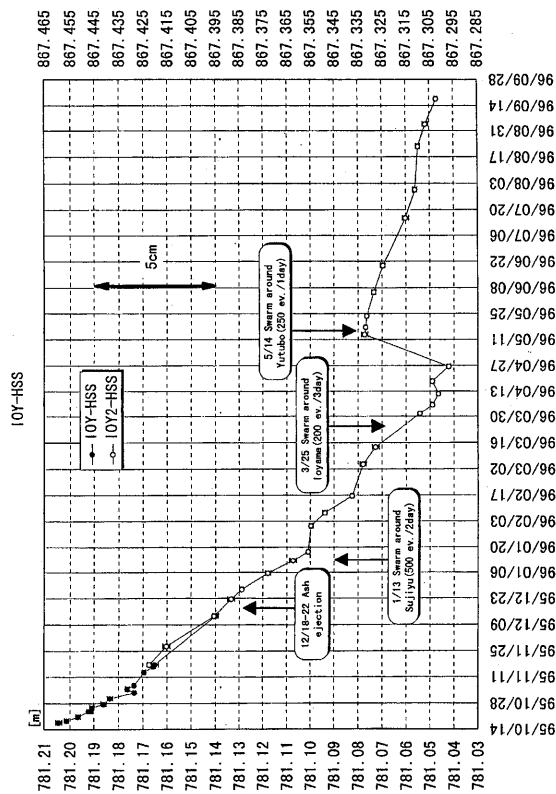
第3図 a : 光波測量による斜距離変化 (測線283-HSSとSGM-HSS)

Fig. 3 a Change of Distance at Ioyama Area (baseline 283-HSS and SGM-HSS)



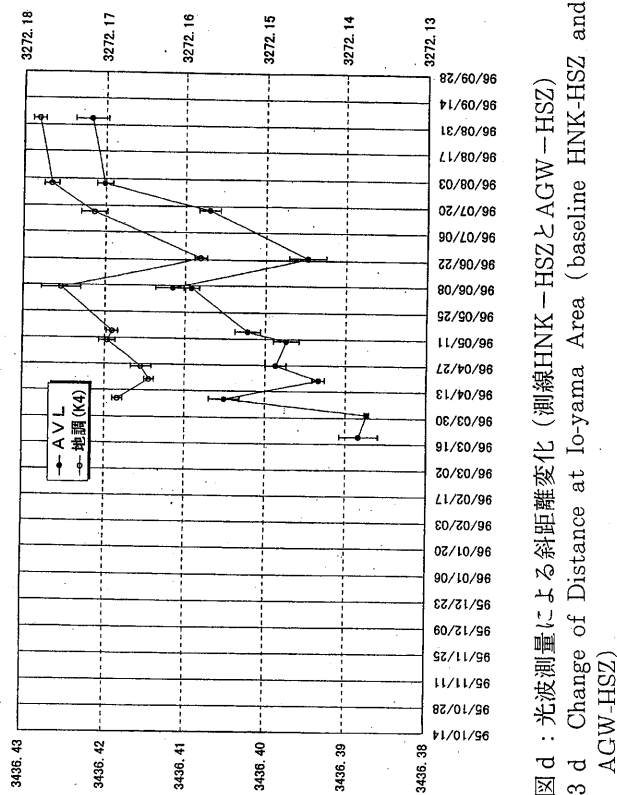
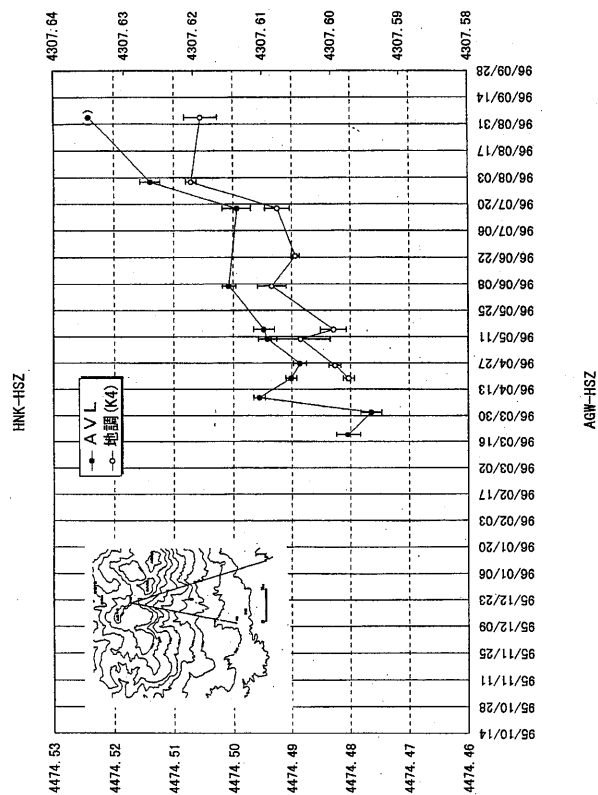
第3図 b : 光波測量による斜距離変化 (測線283-SGMとIOY2-SGM)

Fig. 3 b Change of Distance at Ioyama Area (baseline 283-SGM and IOY2-SGM)



第3図c：光波測量による斜距離変化（測線IOY-HSSとSGM-IOY3）

Fig. 3 c Change of Distance at Io-yama Area (baseline IOY-HSS and SGM-IOY3)

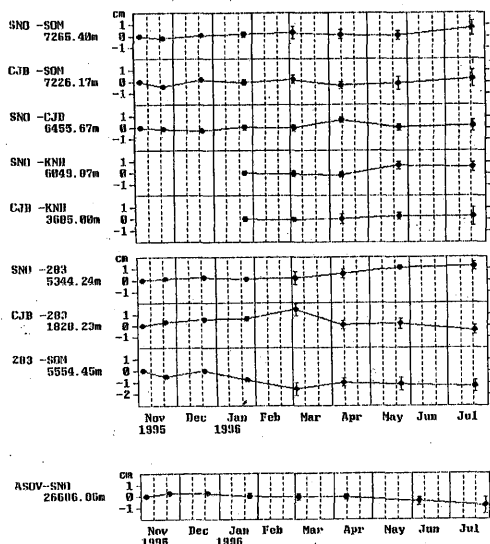


第3図d：光波測量による斜距離変化（測線HNK-HSZとAGW-HSZ）

Fig. 3 d Change of Distance at Io-yama Area (baseline HNK-HSZ and AGW-HSZ)

九重火山地域GPS測量 (辺長変化)

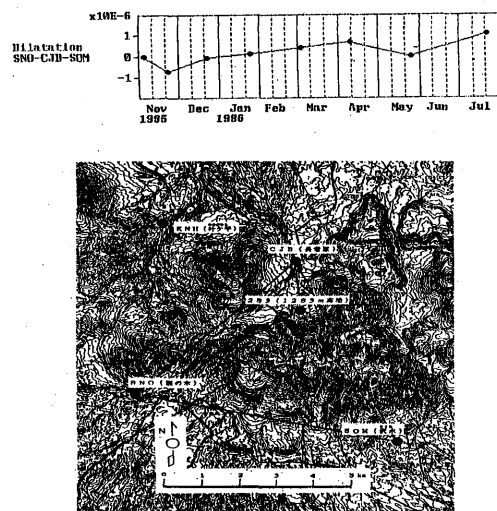
京都大学理学部火山研究施設
京都大学防災研究所桜島火山観測所



第4図a : GPS観測の結果 (辺長変化)
Fig.4 a Results of GPS-observation (length)

九重火山地域GPS測量 (面積歪)

京都大学理学部火山研究施設
京都大学防災研究所桜島火山観測所



第4図c : GPS観測の結果 (面積歪)
Fig.4 c Results of GPS-observation (dilatation)

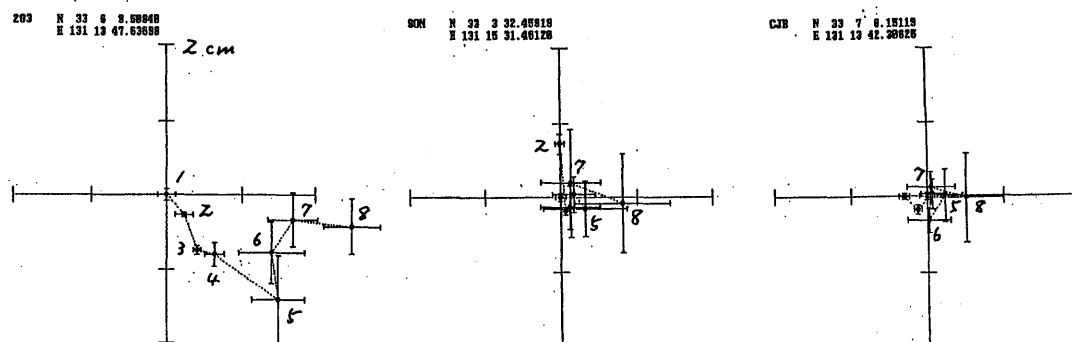
九重火山地域GPS測量 (変位)

京都大学理学部火山研究施設
京都大学防災研究所桜島火山観測所

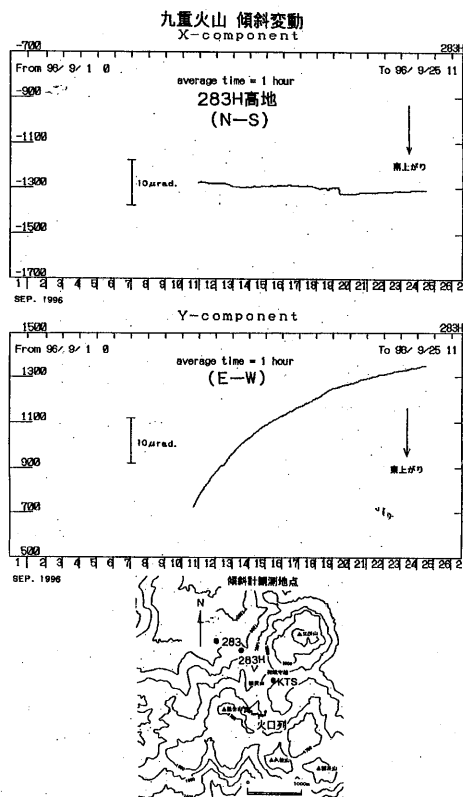
観測期間

- 1: 1995.11.02 - 11.10
- 2: 1995.11.18 - 11.29
- 3: 1995.12.18 - 12.29
- 4: 1996.01.18 - 02.02
- 5: 1996.02.29 - 03.08
- 6: 1996.04.05 - 04.15
- 7: 1996.05.21 - 05.28 (SNO:06.05-06.09)
- 8: 1996.07.16 - 07.31 (SNO:07.27-07.31)

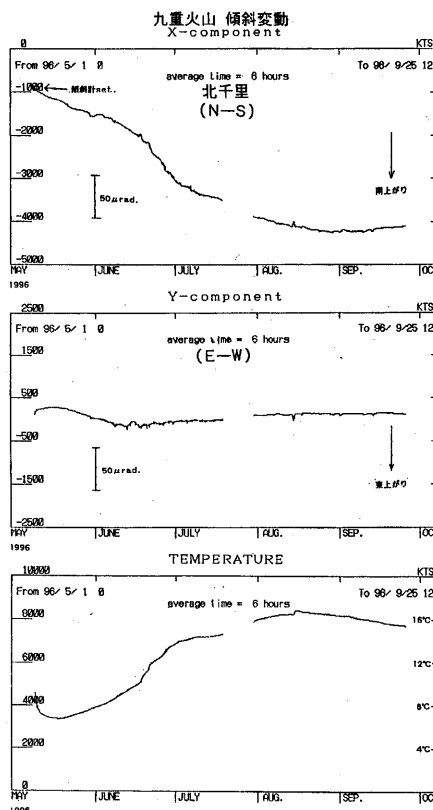
SNOは、ASO (阿蘇) を基準とした変位
SOM, CJB, 283, KNHは、SNO
を基準とした変位



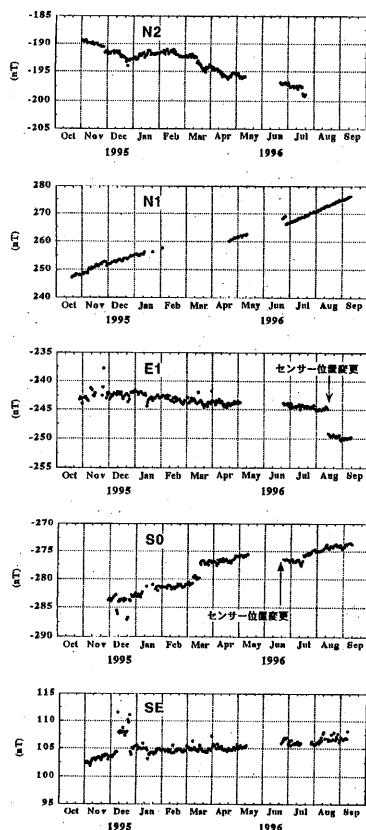
第4図b : GPS観測の結果 (変位)
Fig.4 b Results of GPS-observation (horizontal displacement)



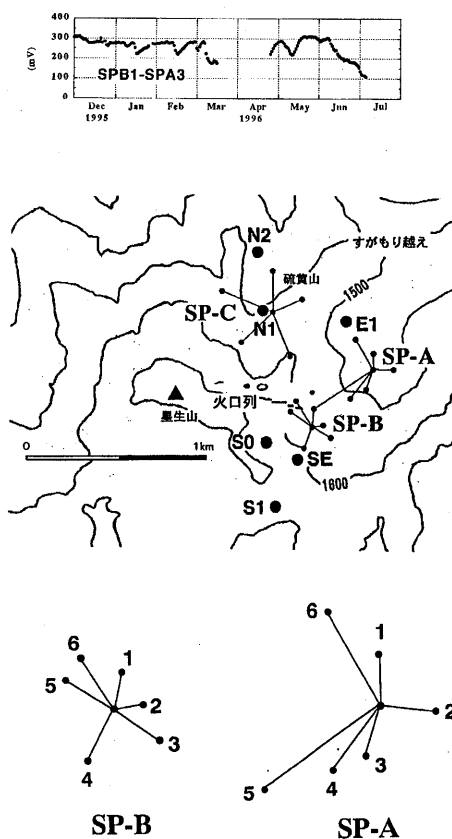
第5図a：傾斜計（測点283）による傾斜変動
Fig. 5 a Tilt-Change by Tiltmeter at 283-area



第5図b：傾斜計（測点北千里）による傾斜変動
Fig. 5 b Tilt-Change by Tiltmeter at Kitasenri



第6図a：地磁気観測の結果
Fig. 6 a Results of Geomagnetic Observation



第6図b：自然電位観測の結果
Fig. 6 b Results of Self Potential differences Observation