

阿蘇火山における火山性地震・火山性微動・ 地温変動・地殻変動・地磁気等の観測*

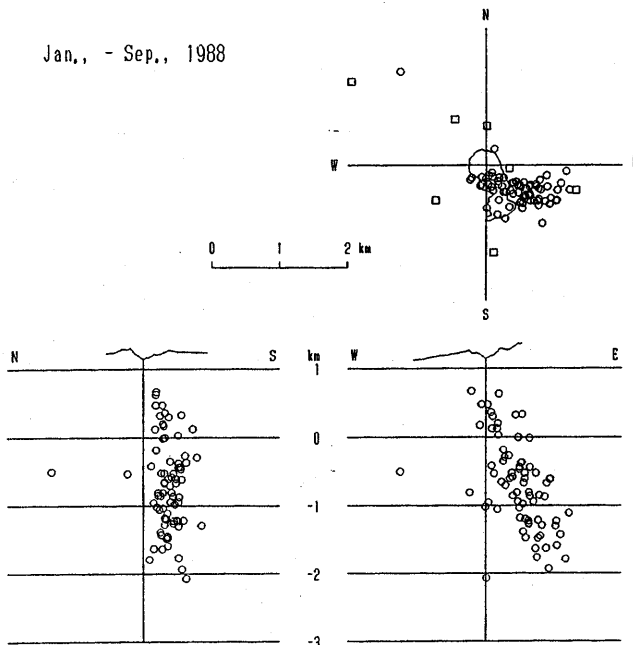
京都大学理学部火山研究施設

阿蘇中岳第1火口底は、1988年10月から赤熱状態となり、1989年5月以降は火山灰をたびたび噴出し、6月891火孔が第1火口内に開孔した。7月16日に892火孔が開孔し、22日には両火孔が合体して噴石や火山灰の噴出が一層活発化し、11月には活動は更に活発になった。12月以降1990年1月、2月は活動はやや下降線をたどっている。

京都大学理学部火山研究施設で実施している各種火山観測結果を図示する。

1. 地震活動

阿蘇中岳火口周辺の地震観測網で得られた火山性地震の震源分布図を第1図1～5に示す。

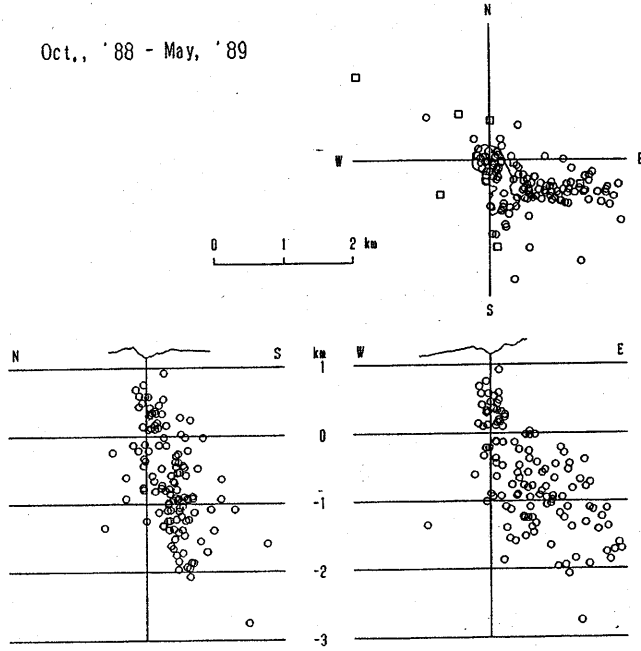


第1図-1 阿蘇中岳周辺の火山性地震の震源分布
(1988年1月～9月)

Fig.1-1 Distribution of foci of volcanic earthquakes
near crater of Aso Nakadake
(Jan. ~ Sep.1988)

* Received Mar. 2, 1990

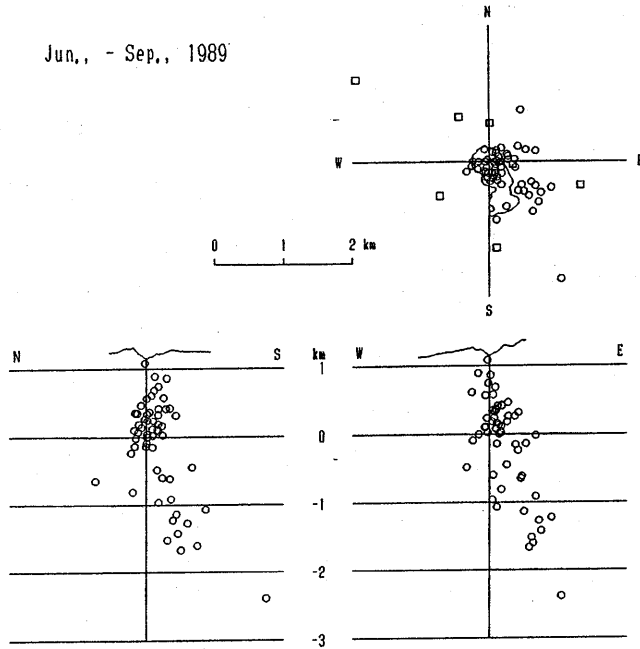
Oct., '88 - May, '89



第 1 図-2 (1988年10月~1989年5月)

Fig.1-2 (Oct.1988~May 1989)

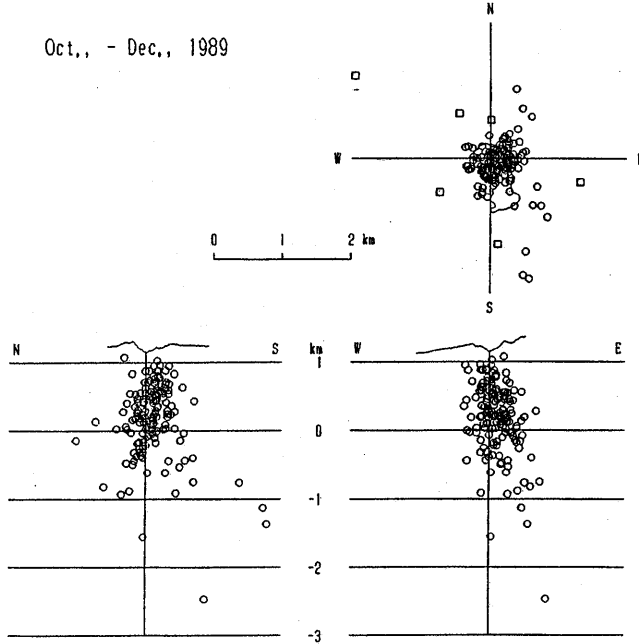
Jun., - Sep., 1989



第 1 図-3 (1989年6月~9月)

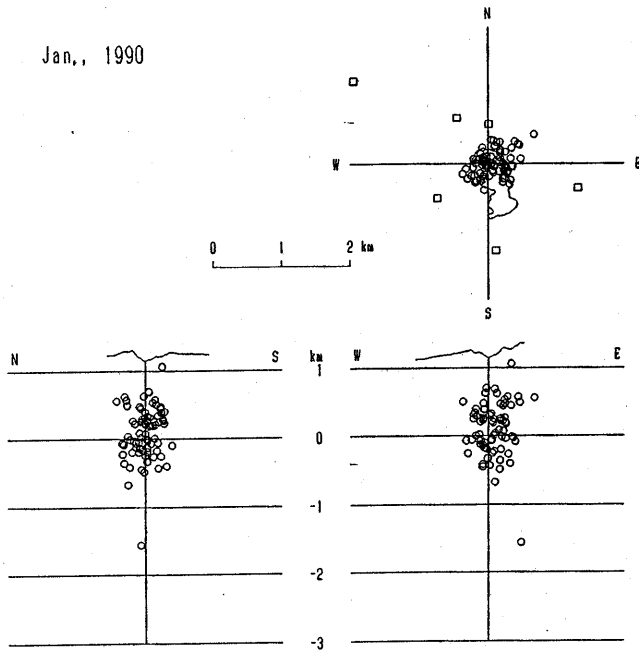
Fig.1-3 (June~Sep.1989)

Oct., - Dec., 1989



第 1 図-4 (1989年10月~12月)
Fig.1-4 (Oct.~Dec.1989)

Jan., 1990

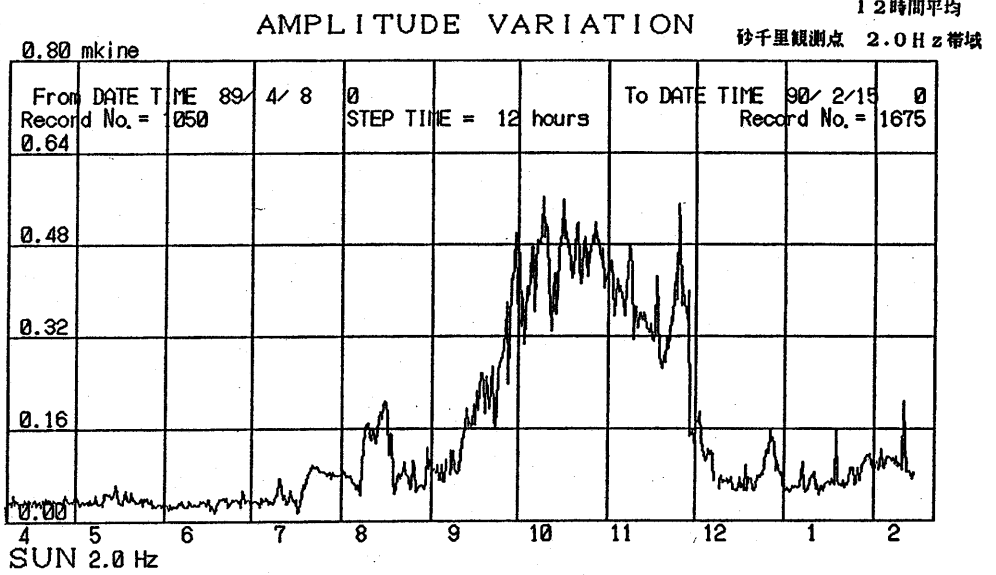


第 1 図-5 (1990年1月)
Fig.1-5 (Jan.1990)

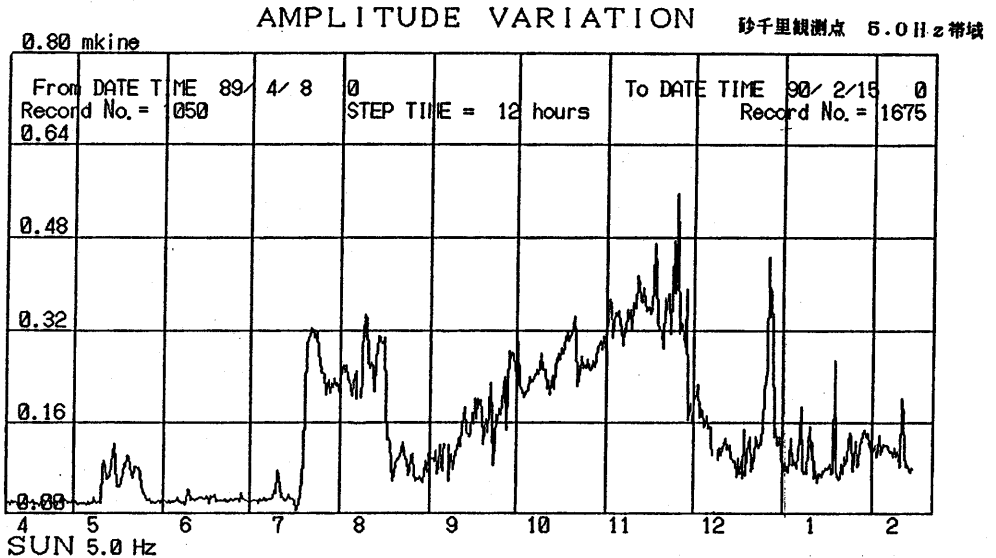
2 火山性微動

火山性微動振幅の変化を第2図 a 及び b に示す。

a. 中岳火口南方の砂千里観測点における 2.0 Hz 帯域の微動振幅の変化



b. 同上 5.0 Hz 帯域のもの



第2図 火山性微動振幅変化

(於：砂千里観測点, 上 2.0 Hz 帯域, 下 5.0 Hz 帯域, 1989年4月~1990年2月)

Fig.2 Amplitude variation of volcanic micro-tremor at Sunasenri.
Upper: 2.0 Hz Band. Lower: 5.0 Hz Band.

2.0 Hz 帯域は、第3種火山性微動に対応するものであり、1989年10月、11月の火山活動が最も活発な期間で振幅が最大となっている。

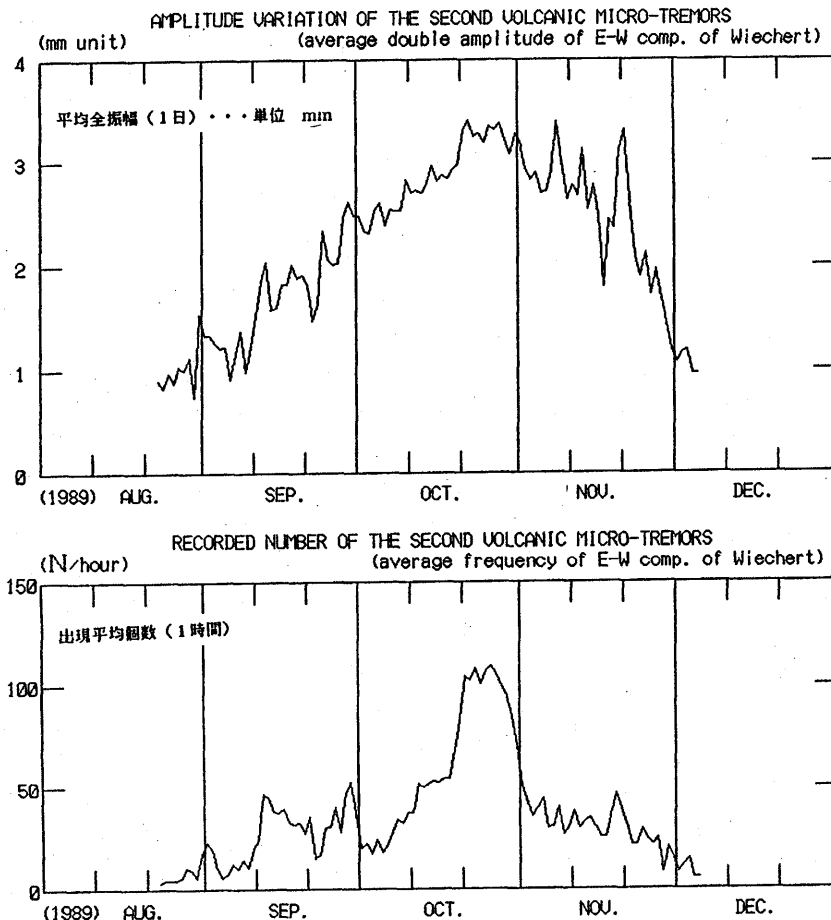
5.0 Hz 帯域の微動は、中岳第1火口底での土砂噴出等の表面近くの活動に対応して発生する微動であり、第4種火山性微動に対応するものである。

第3図には、第2種火山性微動の平均振幅(1日当り)及び出現個数(1時間当り)を示してある。第2種火山性微動は周期4~7秒と長いものであり、地下のマグマ溜りの固有振動と考えられており、火山活動最盛期にしばしば出現する。中岳火口から約7 km 西方にある火山研究所に設置されているウィーヘルト地震計のE-W成分に記録されたものである。

第2種火山性微動 出現状況

(ウィーヘルト地震計 E-W成分)

観測点・・・火山研究所本館



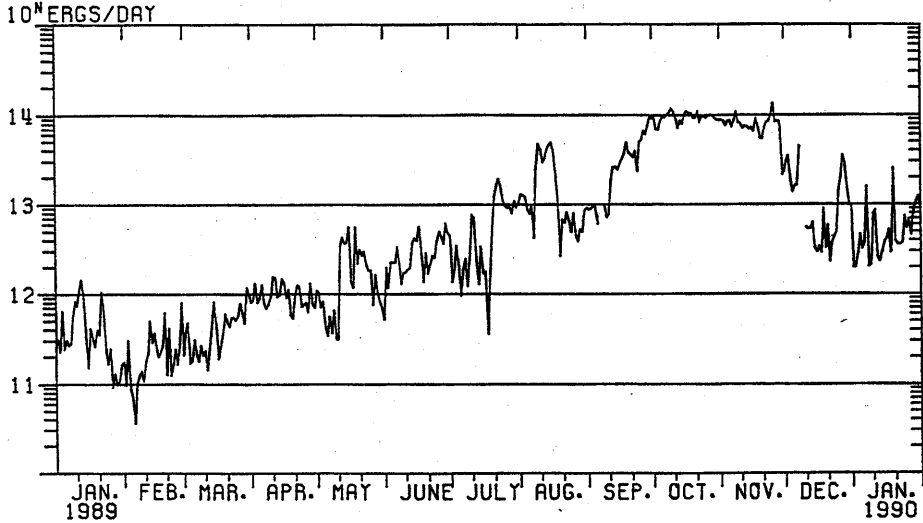
第3図 第2種火山性微動平均全振幅・出現平均個数

Fig.3 2nd kind volcanic micro-tremor amplitude (average)・recorded number.

第4図には、火山性微動エネルギー放出量の変化が示してある。ピーク時には 10^{14} erg/dayに達している。これは、1979年の活動期の約1/3となっている。

火山性微動エネルギー放出量変化

(1日当り上下動成分)
砂千里観測点



第4図 火山性微動エネルギー放出量変化(1日当り)

Fig.4 Daily released energy of the volcanic micro-tremor

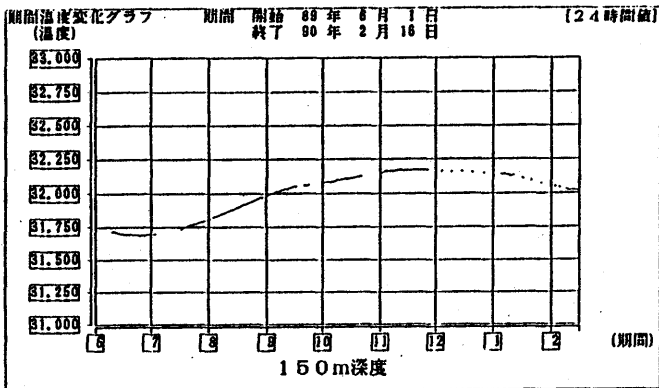
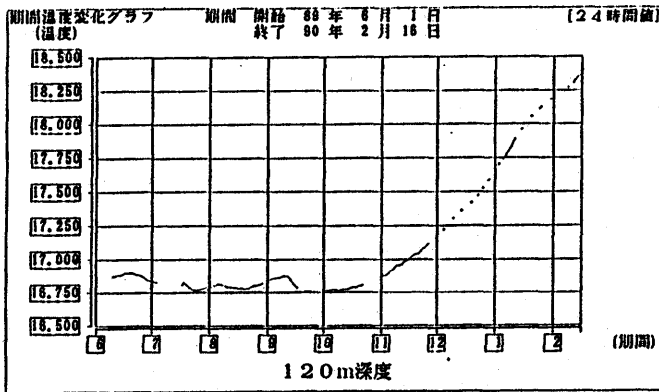
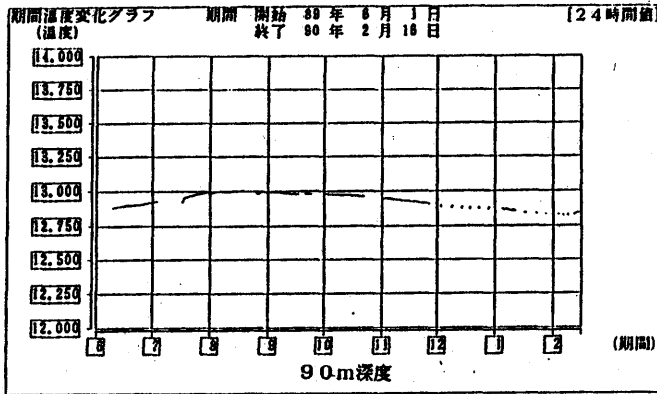
3. 地中温度変化

中岳第1火口中心から西方400m地点の観測井(深度150m及び75m)での地下温度変化を第5図に示してある。

地中温度変化

(1日平均値)

観測井・・・火口中心から西へ400m 標高1220m地点
(火口縁 標高1280m)



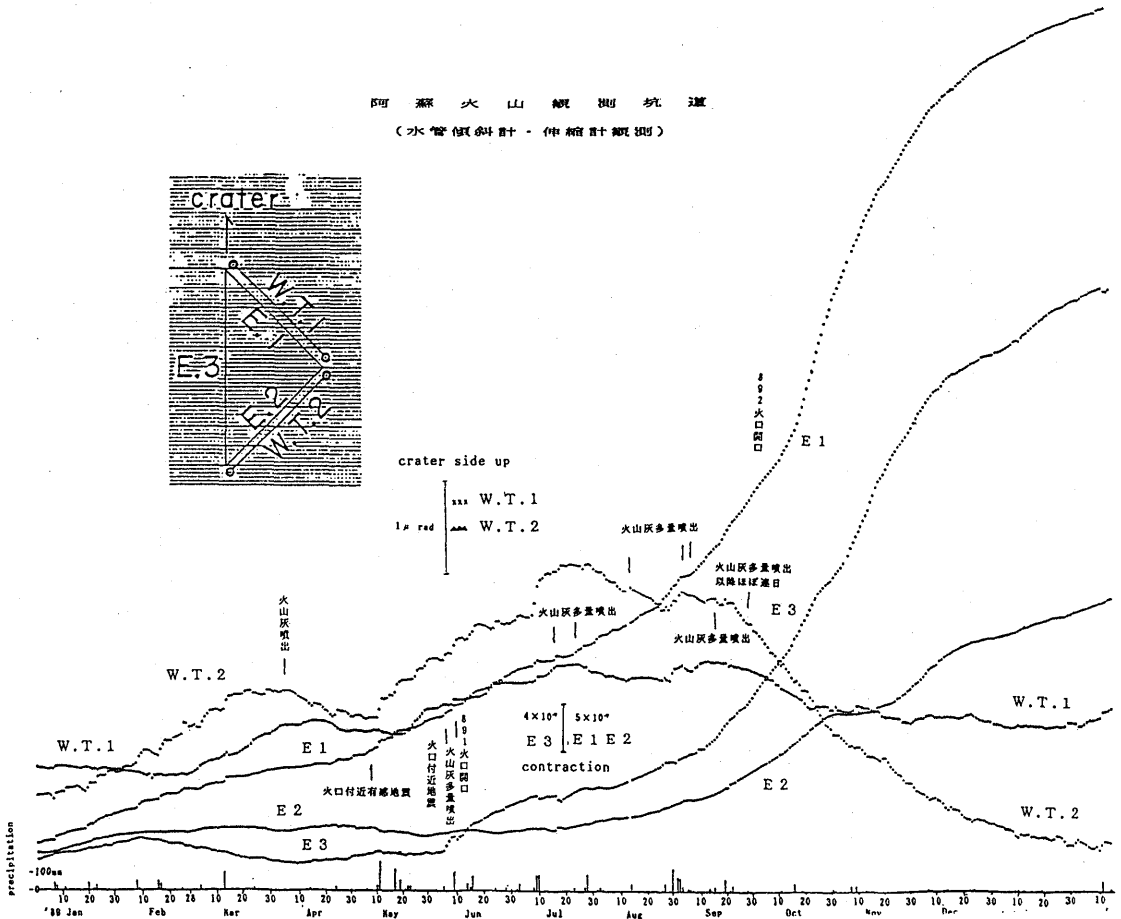
第5図 地中温度変化

Fig.5 Temperature variations under ground near crater of Nakadake.

4. 観測坑道における地殻変動

中岳第1火口から約1 km 地点での観測坑道における水管傾斜計及び伸縮計の観測結果の内 1989年1月～1990年2月の期間のものが第6図に示してある。

観測開始以来日が浅いので、年周変化の量などが完全に求められていないので、年周変化などの補正をせずに、観測値そのままが示してある。図中、火山灰噴出・火孔開孔などの時期に顕著な変動が見られる。

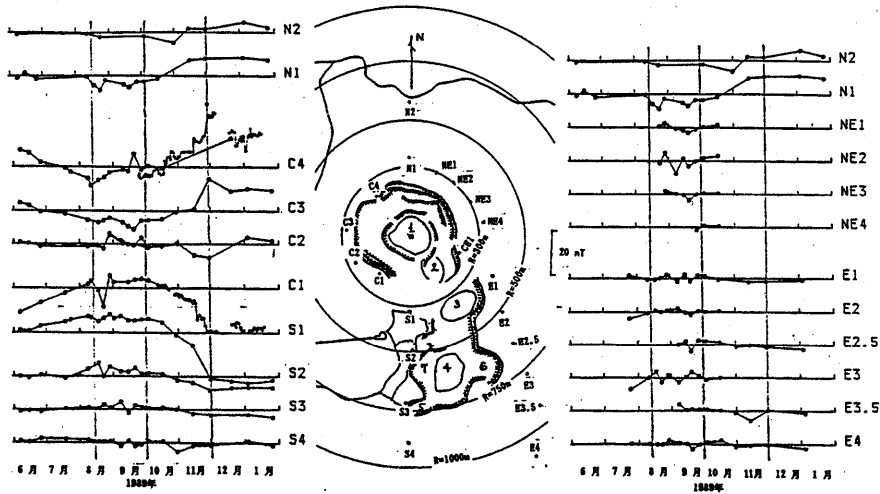


第6図 地殻変動(水管傾斜計・伸縮計)

Fig.6 Crustal deformations (Tiltmeter · Extensometer) near crater of Nakadake.

5. 磁気測量

中岳火口に接近して測点を作り、磁気測量を繰り返し実施したところ、火口下の温度変化による帯磁・消磁の状況が細かく測定された。1989年6月～1990年1月の間の地磁気変化が第7図に示してある。変化の状況は、図に説明文をつけてある。また、第8図では、地磁気変化から推定される中岳火口近傍の帯磁変化の状況を示してある。①静穏期、②活動初期、③火口底赤熱期、④891火孔開孔、⑤892火孔開孔、⑥爆発後期の状況が図示されている。細かい説明は、各図の下に示してある。



第7図 阿蘇中岳第1火口近傍の磁気測量

地上高さ2.3mでのプロトン磁力計値を火山研究施設(火口西方7km)の値で化成してある。

10月中旬から火口北東部では1mを越す火山灰の堆積で測定不能である。

- 1) C2 を境として、北と南で変化が対象であることが判る。これは第一火口直下の磁気的変化で説明出来る。
- 2) 6月から8月の変化は891火孔の開孔による表層部の冷却により磁化を獲得したものと考える。
- 3) 10月から11月末までの変化は第一火口の北より、やや深部で熱消磁を生じたものと推察している。
- 4) これが正しければ、1月末の時点では、火口底はキュリー-温度を越す高温である。
- 5) 火口南 1.3 km の定常観測結果は S1 に相似で振幅は最大 3 nT である。

C1, C4, E2, E3近傍の4点で9月中旬から臨時に連続測定を開始した。

図では C1, C4 の小点で示す。E2, E3は火山灰付着によりデータが乱れていて整理中である。

- 6) 11月17日の噴火、11月26日の小爆発に伴い急激な磁場変化を認めた。磁性体の力学的破壊と考える。

Fig.7 Geomagnetic surveys around the crater of Aso Nakadake.

Total geomagnetic field were observed at the height of 2.3m with a proton magnetometer. Differences are shown based on the standard magnetometer set on Aso Volcanological observatory. Since middle October 1989, the lack of measurement on the NE part of the crater caused by the unavoidable disturbance of accumulations of ashes and scoria thickness more than 1m.

1) Symmetrical patterns are shown northern part and southern part noted at site C2.

This suggest that magnetizations and demagnetizations were caused the shallow part under the 1st crater.

2) From June to August magnetization were caused by the cooling of the crater basin associated with the excavation of the vent 891.

3) Demagnetization from October to the end of November were caused by the heating the 1st crater.

4) Since December, magnetic changes steady. This shows consistence of thermal equilibrium although the rocks of the basin keeping hot more then Curie temperature.

5) The continuous observation at southern part of 1.3Km from the 1st crater shows the similar changes as S1, however the amounts of changes small to 3nT.

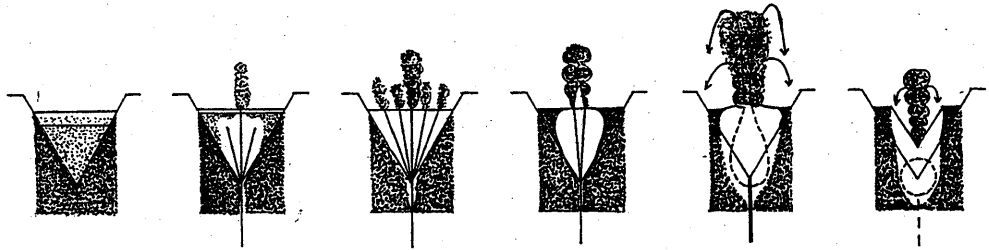
Since middle September, continuous observations have been conducted at close to C1,C4,E2,E3.

These results of C1 and C4 were plotted with small dots on the figure.

6) The small explosions were happened on 17 and 26 November.

Sudden geomagnetic changes amounts of several nT were detected coincidently at both C1 and C4.

These phenomena were explained by the demagnetizations associated with crushing the magnetic materials surround the vent.



第 8 図 地磁気変化から推定される中岳火口近傍の帯磁変化

- | | | | | | |
|---|--|---|---|---|--|
| <p>1) <u>静穏時期</u>
1985-1988初期
湯溜り
火口底部は火山灰や熱変性を受けた弱磁性鉱物、スコリアや熔岩など強い磁性鉱物で構成されている</p> | <p>2) <u>活動初期</u>
1988春-1988秋
湯溜り消滅
●熱消滅を受けるが磁場変化は観測が無く不明
●1.3Km南の観測では+1nT/年程度の変化を認めるが、原因は不明</p> | <p>3) <u>火口底赤熱期</u>
1988 10月-1988 5月
火口底に赤熱を認める
火山灰を時々噴出
●火口近傍の磁場観測は無く変化量は不明
●1.3Km南の観測では1988年秋から僅かの減磁、1989年4月から増磁である
変化量は0.5 nTを越えない</p> | <p>4) <u>891 火口開口</u>
1989年6月初旬
ガス抜けにより赤熱部は火口周辺だけになる
●冷却により熱残留磁気を獲得、8月までに明確な磁場変化を観測した</p> | <p>5) <u>892火口開口</u>
1989年10月初旬
ストロンボリ式噴火
高温領域の拡大
●急速に磁化は減少</p> | <p>6) <u>爆発後期</u>
1989年12月-
噴煙、火山灰噴出、噴石活動がある
●緩やかな磁化の獲得を観測しているが、活動初期に較べ熱消磁したままである。</p> |
| | | | <p>4~5)
火災現象、マグマ物質の上昇
噴煙活動、火山灰噴出
●磁化の獲得は8月中旬までで、以後10月まで緩やかに熱消磁と進行した。</p> | <p>5~6)
火口底の拡大
多量の火山灰噴出
小爆発を含む激しい噴火
●磁性鉱物の欠損は熱消磁と等価である。</p> | |

Fig.8 Magnetization changes shallow part of the crater Aso Nakadake.

1)Calm phase

1985-early 1988.

Puddle exists. The basin of crater will be composed weakly magnetized materials (ash and degenerated rocks) and strongly magnetized scoria and Nakadake lava.

2)Early active phase

Spring 1988-Autumn 1988.

Puddle diminished. While demagnetization expected, no measurement was taken place around the crater. The record 1.3Km south showed the increment change $\ln T/\text{year}$.

3)Red heating phase

October 1988-June 1989.

The crater basin heated red. Volcanic ash released rarely.

The results 1.3Km south showed a little demagnetization from autumn 1988 and changed to magnetization in April 1989. The amounts of these changes were 0.5 nT.

4)Vent 891 excavating

Early June 1989.

Red heating area deduced except the pit.

Thermal remanent magnetization observed associated with cooling the basin.

5)Vent 892 excavating

Early October 1989.

Strombolian activity started. Rapid demagnetization supposed that the high temperature zone beneath the crater was expanded.

6)The latter term of explosive phase

Since December 1989.

Ejection of ash remained but the release bombs or rocks diminished.

Gradual magnetization was observed. This implies that the heat supply was weakened, although the basin kepted hot.

4-5)Inflation phase

Flaming phenomena, go up original magma, ash ejection.

Until middle August, magnetization was observed, after that changed to demagnetization.

5-6)Explosive phase

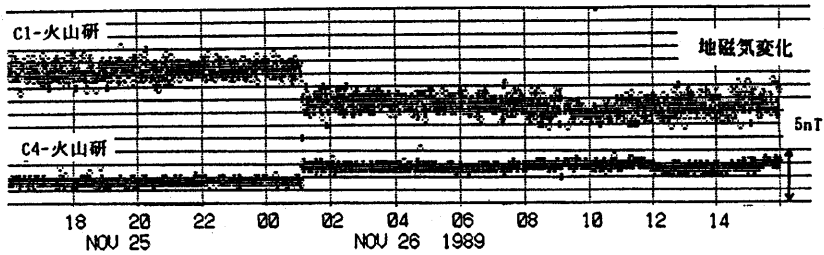
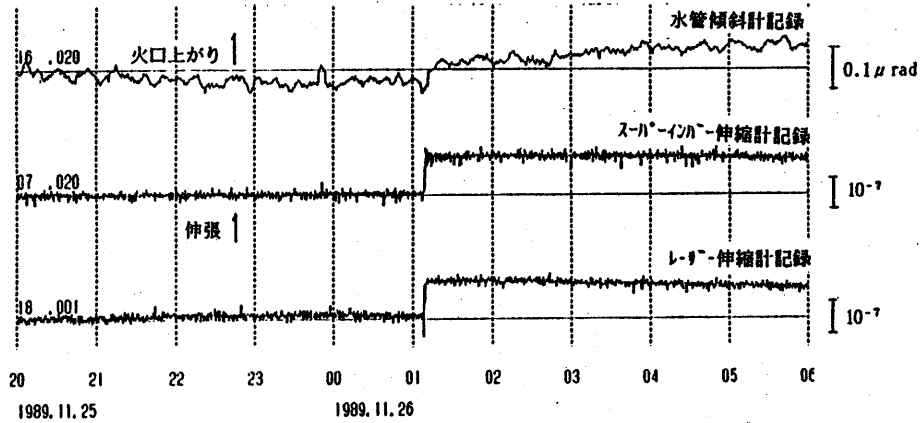
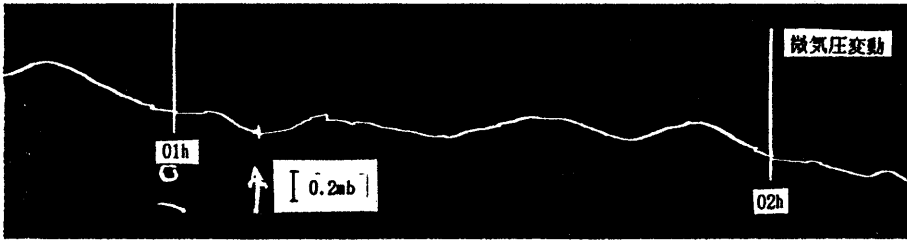
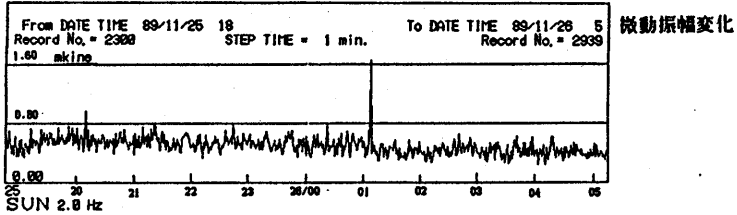
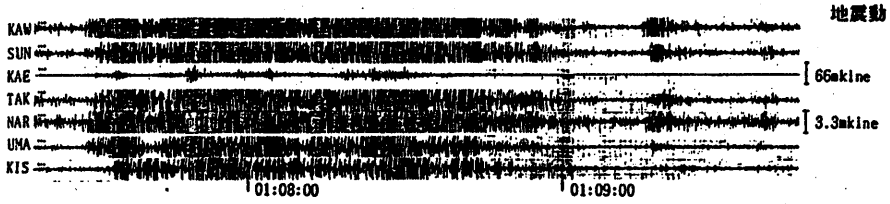
Expansion of the basin. Large quantity ash ejected. Small scale explosions and intensive eruptions.

The lack of magnetized rocks magnetically equivalent to thermal heating.

6. 噴火前後の各種記録

1989年11月26日01時07分に中岳第1火口底から小規模な爆発的噴火が発生した。火山研究施設で実施している各種観測データを並べたものを第9図に示してある。

地震動・微動変化は火口近傍観測点の記録，微気圧変化は火山研究所（中岳火口より西方約7km）の微気圧計の記録，水管傾斜計・スーパーインバータ伸縮計・レーザー伸縮計は観測坑道のもの。地磁気変化は火口近傍のC1，C4測点のデータである。地震動は小爆発の後しばらく震動が継続している。微動変化図では，小爆発時に顕著なピークが見られる。微気圧計にも微気圧波が見られる。伸縮計等には顕著なステップが見られる。地磁気もステップ状に変化している。



第9図 1989年11月26日01時07分の噴火前後の各種記録
Fig.9 Observed records at the November 26, 01:07 1989.