

阿蘇火山の最近の活動 (2003年10月～2004年1月) *

Recent Activity of Aso Volcano (October, 2003～January, 2004)

京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設

火山研究センター

Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University

1. 火口表面現象の現状

1-1 湯だまり 一部分的火口底露出

阿蘇火山中岳第1火口に湯だまりが、1993年、火口底全面に形成されてから、10年間近く間、その状態が長期間継続していた。が、2003年5月には火口南壁下部が露出するまで湯だまりの水位が減少し、2003年7月の小規模土砂噴出以後、この減少が一層顕著となった。2004年1月下旬現在、面積で4割以下にまで減少した。湯だまり総量は不明だが、水位の低下が顕著なことから量的には1割以下になったと推定される。

湯だまりの表面温度は、2003年3月頃までは約60℃前後で大きな変化がない状態であったが、水位の減少が目立つようになってから、それと呼応するかのように徐々に上昇し、特に2003年4月頃から70℃、10月には80℃を超え、ほぼ沸点近くにまで上昇し、この状態が現在続いている(第1図参照)。

湯だまりの着色は、淡い緑色が2003年7月の土砂噴出まで継続していたが、その後、一時灰白色から灰色に変色し、10月再び緑色に戻った。しかし、湯だまりの中央で噴湯現象が生じてから灰白色になり、2004年1月14日の土砂噴出以後は、湯だまりの中、数カ所で小規模な土砂噴出現象が継続するようになり、灰黒色となっている。

1-2 火口南壁の赤熱状態 温度上昇

第1火口南壁の噴気地域の赤熱領域の温度は、湯だまりの温度上昇に伴い、徐々に低下し、2003年10月現在400℃以下になったが、その後再び温度上昇し、2004年1月現在450℃前後で推移している(第1図参照)。

2. 土砂噴出活動発生

2004年1月14日15時41分に第1火口で規模のやや大きめの土砂噴出活動が生じた。この噴出活動は湯だり底部で生じる一種の火山ガス突出現象で、放出物質は湯だまり底部に堆積している古い火山灰と湯だまりの湯で、火山灰は直径1mm以下程度に凝集した粒となって降下した。

今回の土砂噴出は、第2図の広帯域地震計による振動波形にあるように15時41分35秒から42分15秒位まで主たる噴出活動が続いた。放出方向は火口の南東方向で、折からの北西風で火口から6kmも離れたところでも飛沫による降灰が確認された。阿蘇火山で降灰が確認されたのは2003年7月10日の土砂噴出以来である。

また、第2図の変位成分の図でも明らかのように、この土砂噴出時に変位成分に隆起或いは沈降するような変動は観測されていない。1994年頃の規模の大きい土砂噴出では、噴出が始まる直前に隆起が観測されていた。

この現象は、ガスの突出で生じた土砂噴出で、2003年7月の土砂噴出とは同じで、

1. 噴石が無い。
2. 噴出の前後の微動にはほとんど変化がない(第3図参照)。
3. 規模が極めて小さい。
4. 遠くまで飛散したのは北西風による。
5. 噴出量は前回よりやや小規模で、100t未満。

* Received 19 March, 2004

3. 地震動の活動

阿蘇火山は地震活動が低調であるが、一方で火山性微動には大きな変化があり、連続微動が常時観測される火山で、その微動の上に時折孤立型微動と呼ばれる微動が間欠的に出現する。

3-1 孤立型微動 -回数増大継続-

短周期と長周期の微動が同時に発生するハイブリッド型の孤立型微動は、2002年11月に頻発し、2003年1月上旬に発生頻度が最大となり、その後徐々に減少し、2003年4月末には日に数個にまで減少した。連続微動の振幅増大が終わって(第4図参照)、半月経った2003年8月末から再び出現し始め、2004年1月以降現在まで出現している。この間9月7日頃から15日頃までは発生回数が最大で2分間に1回程度で発生した。

3-2 微小地震活動 -回数一時増大-

2003年9月中旬から10月下旬まで、孤立型微動とは異なる微小地震が頻発した。

3-3 連続微動 -振幅増大傾向-

この連続微動の振幅変動は火山活動の状況推移をよく表し、振幅変動が火山活動の有効な指標となっている。また、この微動は周波数帯域によって振幅が異なる性質がある。第4図は、今期の卓越周波数帯域である3Hz帯域の3秒間の計測時間での最大振幅値を求め、その60分間の平均値を2003年1月から2004年1月までプロットしたものである。3Hz帯域の変動がこの間の火山活動状況と対応している。2003年6月下旬から徐々に振幅が増大し、7月10日の土砂噴出以後、さらに増大し、同月下旬から8月中旬まで極大値となった。このレベルは1995年以来である。その後の8月中旬以降は6月頃の振幅の2倍以上の状態が継続し、2003年12月中旬からやや振幅が増大傾向にあった。この時2004年1月14日の土砂噴出が生じた。

また、この3Hz帯域の微動振幅がより高周波の6Hzの振幅に対する比の変化を2003年1月から2004年1月まで示したのが第5図である。2003年7月の土砂噴出後、この比が一時期大きくなった。が、その後減少し、2003年12月から再び増大しつつある。これは注目すべきことである。

4. 地磁気変化 -複雑-

中岳火口周辺に設置されているプロトン磁力計による最近の地磁気変化は、依然として熱消帯磁傾向(北側で増加・南側で減少)が続いており、火口直下で蓄熱過程が進行していることを示唆している(第6図参照)。詳しく見ると2001年10月頃までは地下浅部は蓄熱(温度上昇)の過程にあったようであるが、2001年10月頃からこの傾向が反転し、放熱傾向が見られたが、一方、第1火口の北西の磁力計C3は2002年9月頃から、それまで2001年終わり頃からの帯磁傾向(温度低下)が反転して温度上昇となった。

5. 二酸化硫黄ガスの放出量 -1日500トン前後-

携帯型SO₂放出量測定器DOASによる観測が2004年10月から定期的に行われるようになった。平均的に500t/day以上の放出量が測定されている(第1表参照)。

また、2003年7月と2004年1月に噴出した火山灰に付着した成分の中で、特に火山活動に対応するCl/SO₄のモル比を求めた。2003年7月の値は0.31で、2004年1月が2.25であった。参考資料として、1979年10月の活動時の火山灰の値は1.06で、2003年4月に湯だまりから採水した湯の値は2.95であった。これらの値を比べると2004年1月の値は、湯だまりの湯の値にほぼ同じであることから、今回1月の火山灰は、火口のごく表面から出たものと考えられる。

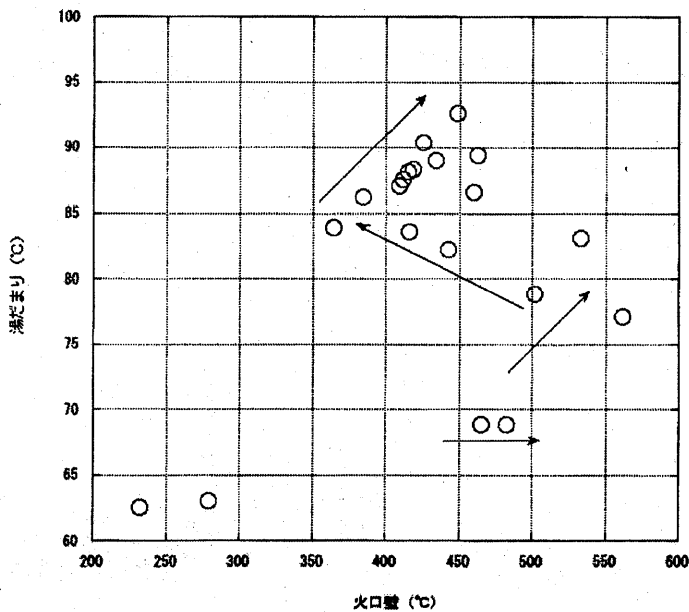
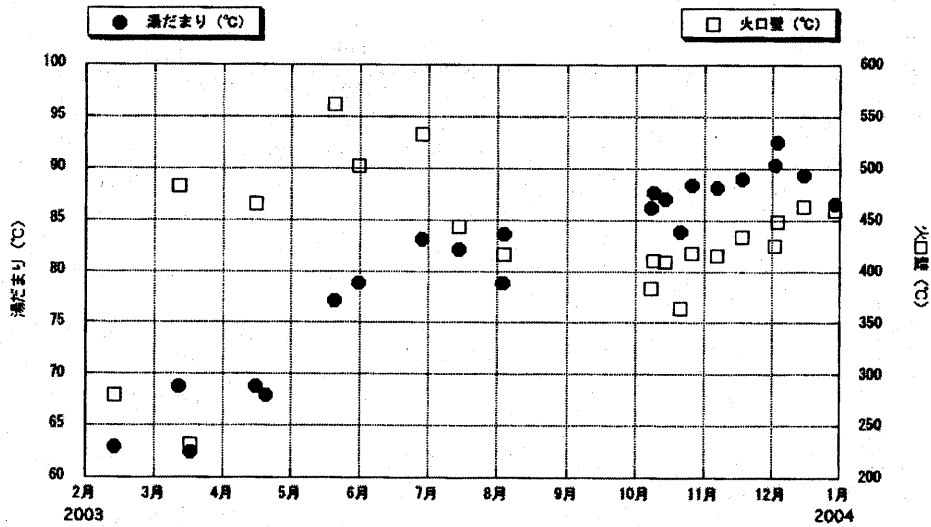
6. 地盤変動 -変化はない-

火口南西1kmの総合観測坑道内における水管傾斜計および伸縮計による観測は、機器の保守点検を終え再開された。その結果で、2004年1月の土砂噴出時の前後の変動を第7図に示す。

水管傾斜計に土砂噴出時からその後の微動増大に伴う変動が表れているが、土砂噴出の前兆らしき変動は観測されていない。伸縮計についても同じく土砂噴出に関連した変動は観測されていない。

7. 今後の展開

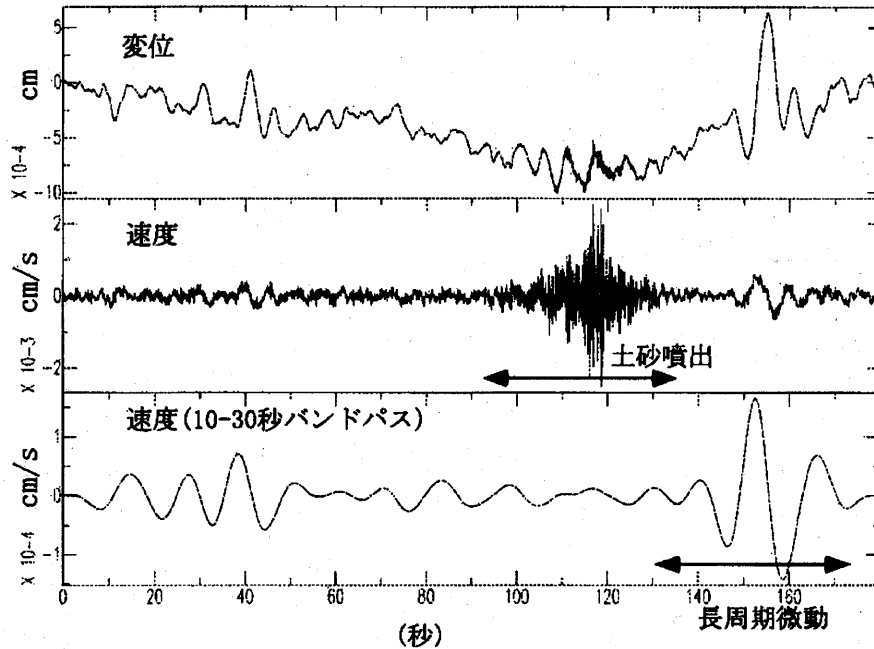
上述のように現在の阿蘇火山は活発なそして複雑な動きを見せ、今後の展開を判断するのは非常に困難である。しかし、いずれにしても火山活動は活発化へ向かっていることは間違いない。湯だまりの温度上昇や湯だまりの中で小規模な土砂噴出が生じ、火山活動が次のステージに向かうであろう。また、現在のように湯だまりの減少中の状態のまま大規模な土砂噴出が生じれば、それは水蒸気爆発でこれへの前兆は捉えられないのではないかと危惧される。この点が最も重要な課題である。



第1図 上：第1火口湯だまりの表面温度変化と南壁赤熱部最高温度変化（2003年2月～2004年1月）。下：湯だまり表面温度と南壁赤熱部最高温度の相関図。①（2003年1月～4月）；2002年からの継続で、湯だまり温度に変化がないが火口壁温度上昇。②（2003年4月中旬～7月9日）；湯だまりの色が変化し、湯だまり・火口壁の温度がともに上昇。③（2003年7月10日～10月後半）；小規模土砂噴出後の変化で、湯だまり温度上昇、火口壁温度低下。④（2003年11月～12月30日）；噴湯箇所増加の時期で、湯だまり・火口壁の温度がともに上昇。

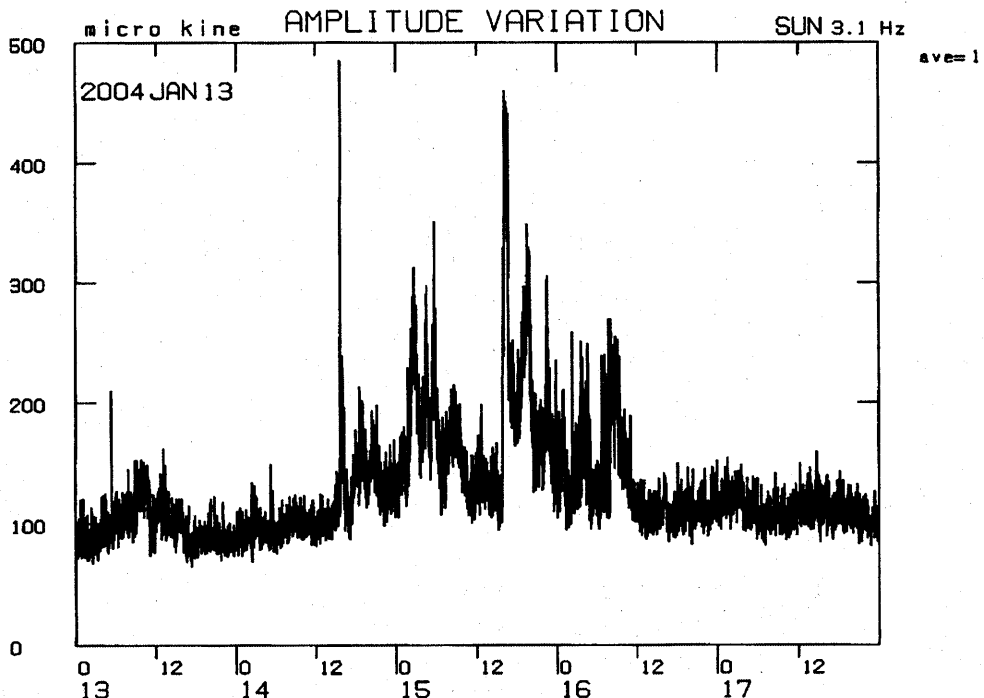
Fig. 1 Maximum temperature variations of hot-water in 1st crater of Naka-dake and of incandescent area at the southern wall of 1st crater (February, 2003 - January, 2004).

本堂坑道内の広帯域地震計 (STS1) の記録
(15:40 より180秒間)



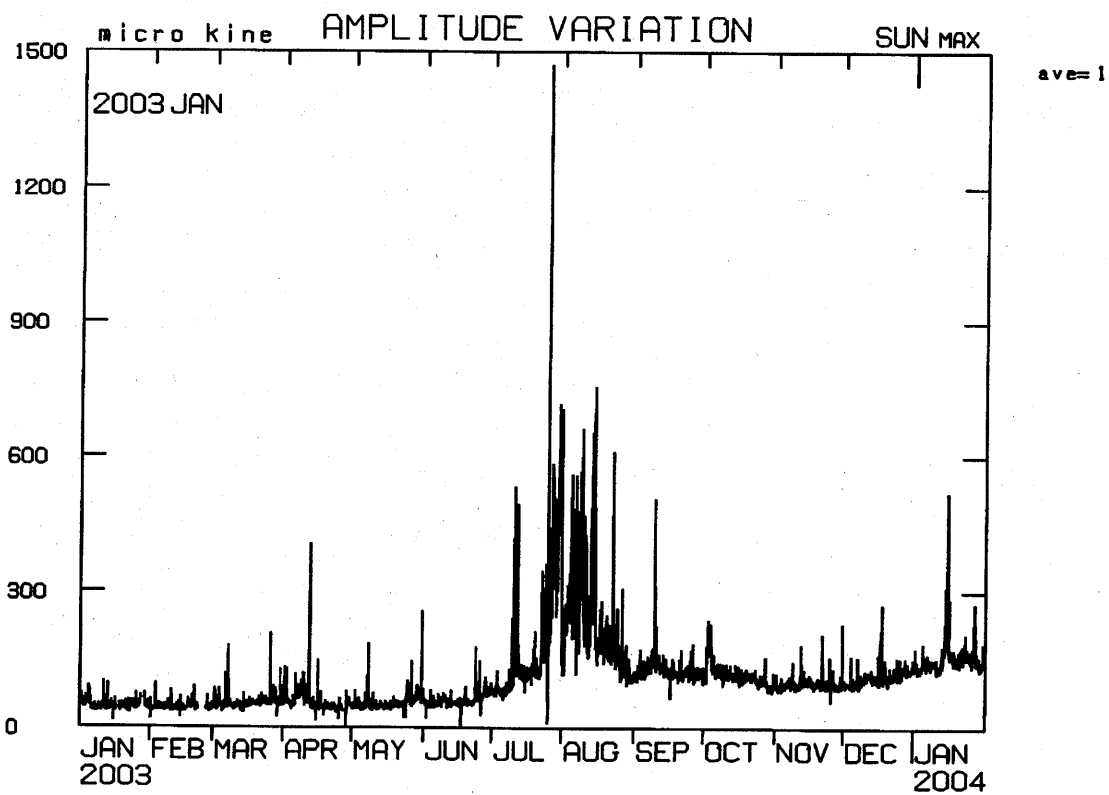
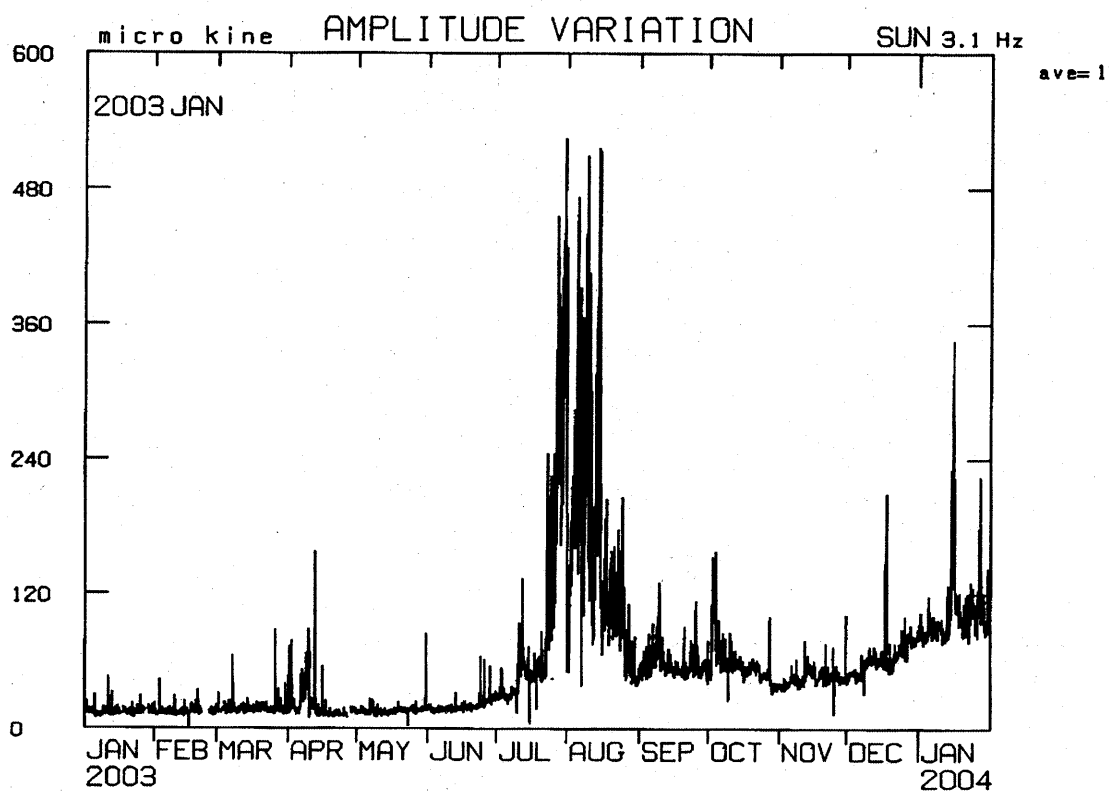
第2図 2004年1月14日15時41分の土砂噴出の広帯域地震計STS-1速度記録(15時40分~43分の3分間):
上から変位波形記録、速度記録、BPF(周期10秒~30秒バンドパス)波形。

Fig. 2 Broadband seismograph at the mud eruption on 15:41, 14th January, 2004 observed by STS-1.



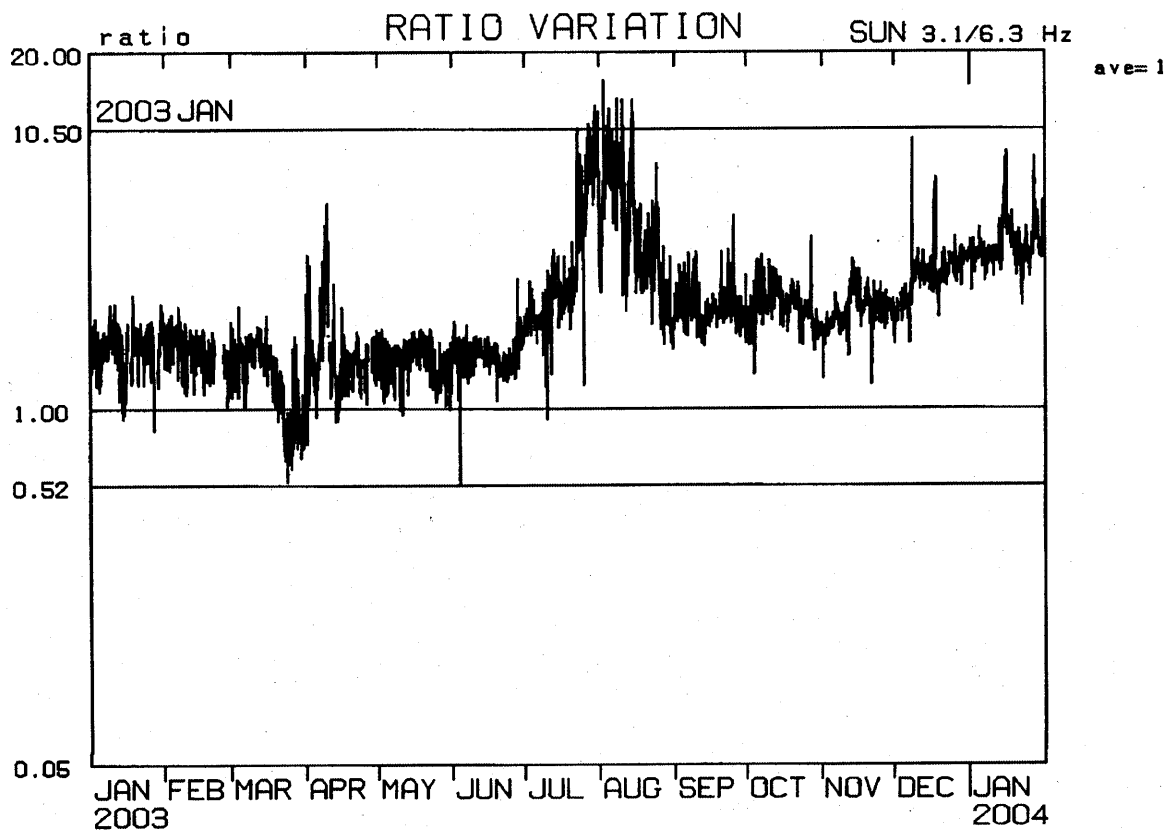
第3図 砂千里観測点(第1火口の南約1km)で観測された火山性微動帯域3Hzの振幅変動(2004年1月13日~17日)。

Fig. 3 Amplitude variation of volcanic tremors (3Hz band) observed at SUN during the period from 13th - 17th, January in 2004.



第4図 砂千里観測点 (第1火口の南約1km) で観測された火山性微動帯域3Hzと最大振幅の振幅変動(2003年1月~2004年1月)。

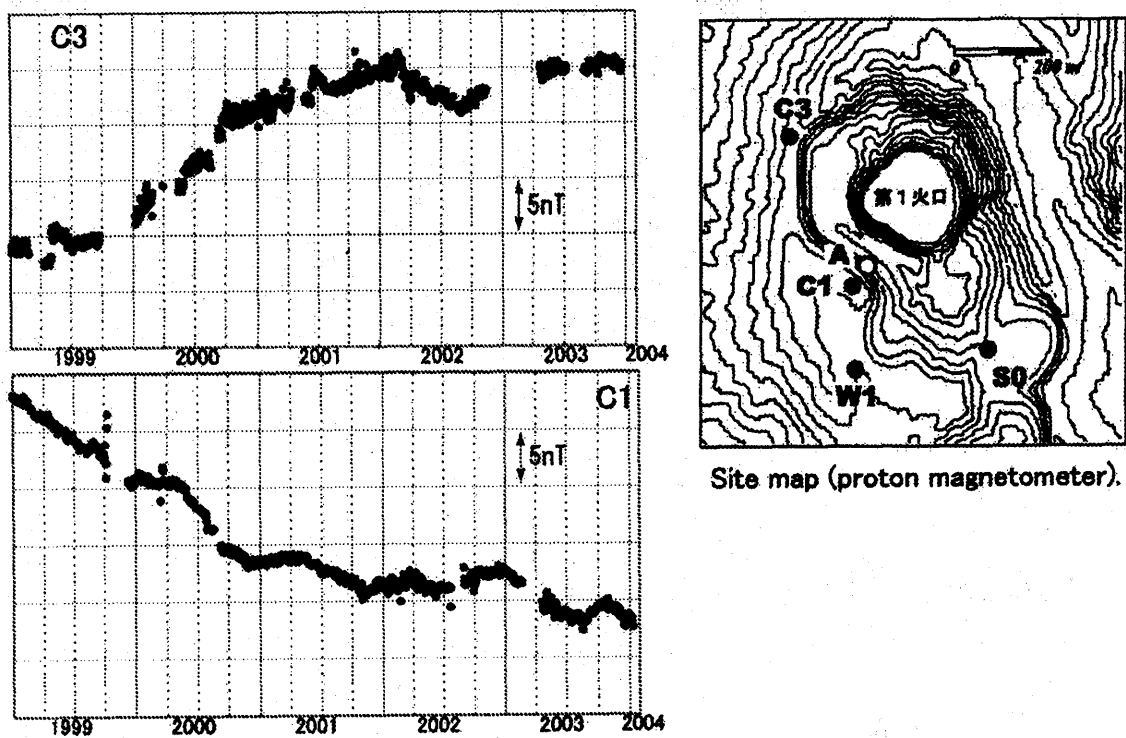
Fig. 4 Amplitude variation of volcanic tremors (3Hz band) and of maximum amplitude observed at SUN during the period from January in 2003 to January in 2004.



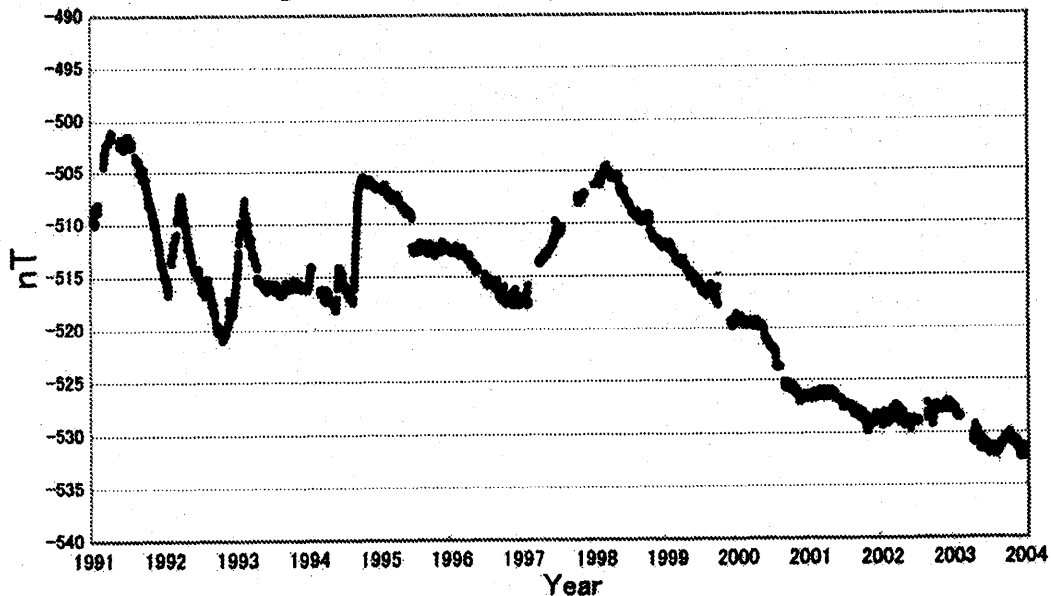
第5図 砂千里観測点（第1火口の南約1km）で観測された火山性微動帯域3Hzと帯域6Hzの振幅の振幅比変動（2003年1月～2004年1月）。

Fig.5 Amplitude ratio variation of volcanic tremors (3Hz and 6Hz bands) at SUN during the period from January in 2003 to January in 2004.

Geomagnetic changes on Aso Volcano.



Magnetic changes in 1991-2004 (site C1)



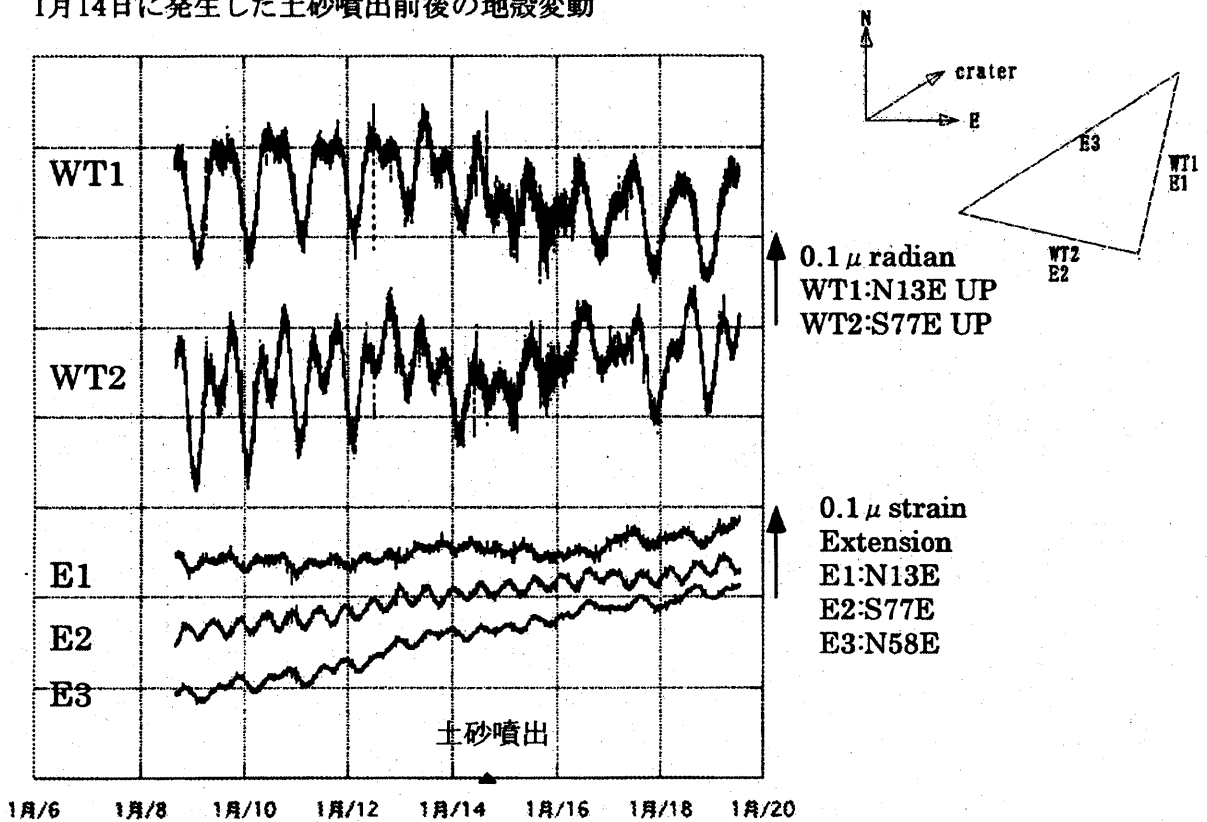
第6図 全磁力磁場変化 (1999年～2004年) (基準点は京都大学火山研究センター (火口から7km西) で、夜間00時から03時59分までの値を平均し、単純差で日差を求めている)。

Fig. 6 Geomagnetic total intensity observed near the crater during the period from 1999 to 2004. Data measured at every 5 minutes were averaged from 00:00 to 03:59 and reduced to those at Aso Volcanological Laboratory (about 7km west from the crater).

第1表 阿蘇火山中岳火口から二酸化硫黄ガス放出量
Table1 Daily average SO₂ flux measured by DOAS.

日付	観測時刻	観測手法	観測路線	波長	SO ₂ 放出量	最小値	最大値	最高濃度
2003/10/15	13:36~14:03	トラバース	白水村~高森町	C2	590 ton/day	460 ton/day	722 ton/day	435 ppm
2003/10/29	13:17~13:55	トラバース	火口周縁	C4	950 ton/day	—	—	3947 ppm
2003/10/29	15:24~15:33	トラバース	白水村~高森町	C4	890 ton/day	—	—	695 ppm
2003/12/16	13:30~14:40	トラバース	白水村~高森町	C4	2270 ton/day	2141 ton/day	2391 ton/day	524 ppm
2004/1/14	13:12~13:55	トラバース	白水村~高森町	C2	490 ton/day	457 ton/day	510 ton/day	415 ppm
2004/1/28	13:26~14:17	トラバース	白水村~高森町	C4	384 ton/day	357 ton/day	470 ton/day	820 ppm
2004/1/30	11:55~13:30	パンニング	白水村南郷谷	C4	300 ton/day	174 ton/day	434 ton/day	1331 ppm

1月14日に発生した土砂噴出前後の地殻変動



第7図 伸縮計および傾斜計で観測された地殻変動 (2004年1月14日の土砂噴出時)。

Fig. 7 Crustal deformations observed by extensometers and tiltmeters near the crater of Mt. Nakadake during the mud eruption period, 6th - 20th, January in 2004.