

霧島火山の地熱測定^{*}

東京大学地震研究所

1. はじめに

霧島火山では、1976年10月半ばから1977年5月にかけてと、1977年12月から1978年7月にかけての高千穂峰御鉢火口付近の群発地震活動や、1978年7月の新燃岳付近での有感地震1個を含む群発地震活動などが起こっている。これら地震活動の概要は、すでに報告されているが、^{1), 2)} 霧島火山で予想される水蒸気爆発の予知のためには、火山の熱的活動の異常に注目することが重要と思われる。そのため、活動火口である御鉢、新燃岳の二火口および霧島火山中、熱的に最も活発である硫黄山を対象に熱的調査を行なった。測定の概要は第1表に示すとおりである。

第1表 1978年11月の霧島火山熱測定の概要

測定項目	測定日	使用機器
表面温度測定 (いずれも夜間測定)	御鉢 11月13日~14日	ERI型 GROUND SCANNER
	新燃岳 11月15日~16日	素子 サーミスタポロメーター
	硫黄山 11月21日~22日	視野角 5 m rad.
噴気の連続写真撮影	新燃岳 11月9日	
	硫黄山 11月22日	
噴気温度測定	御鉢 11月8日	CA熱電対・水銀留点
	硫黄山 11月21日	温度計

2. 高千穂峰御鉢火口

赤外放射温度計の設置点は、第1図のPt.1である。測定範囲と結果を第2a、b図に示す。火口壁と火口底との境界部にリング状に高温部が見られる。測定範囲外にも、火口内壁南、西面に微弱な噴気が確認できたが、カバーできていない。測定範囲について、水平角・垂直角 0.1° ごとの格子点における表面温度のヒストグラムをとったのが、第2c図である。熱異常がないと思われる部分の表面温度 T_0 は 6.2°C であり、この測定に含まれる誤差(標準偏差) σ_T は 1.1°C と推定できる。 $T_0 + 3\sigma_T$ 以上の温度の部分をも「熱異常あり」とみなして、関岡・湯原の式³⁾を使うと、測定範囲からの放熱量は、

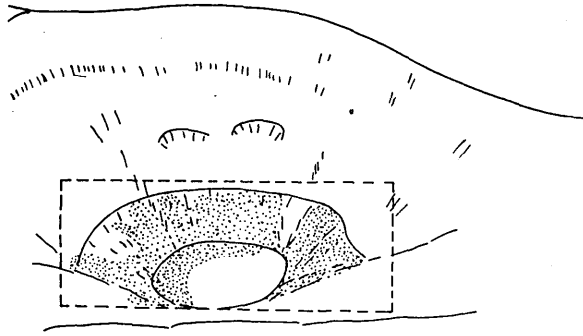
* Received May 1, 1979

1.9×10^6 Wattと推定される。なお、噴気温度は、水銀留点温度計によれば、 96°C である。この結果は、気象庁機動観測班の1972年10月の測定結果⁴⁾、 96°C と同じである。

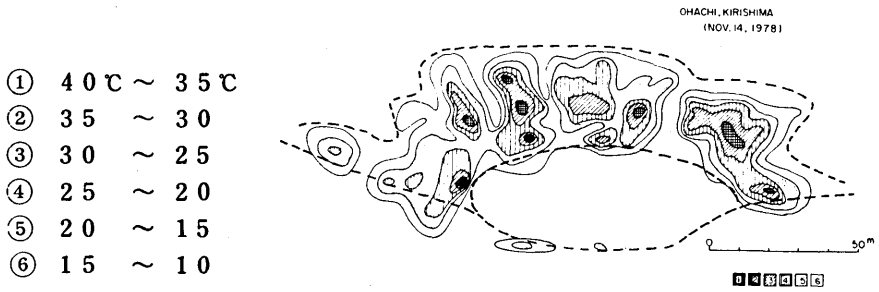


第1図 赤外放射温度計の設置点

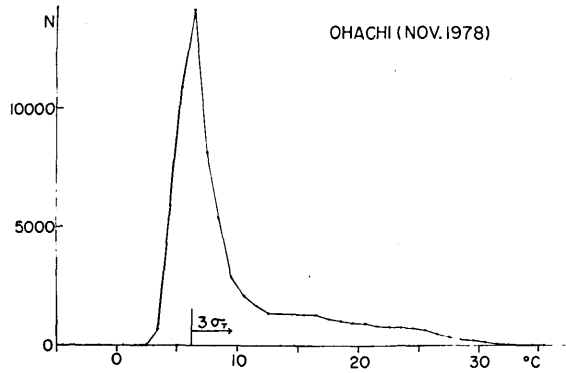
「この地図は国土地理院発行5万分の1地形図（霧島）を使用したものである。」



第2 a 図 御鉢火口の表面温度分布測定範囲



第2 b 図 御鉢火口の表面温度分布 (1978年11月13、14日)

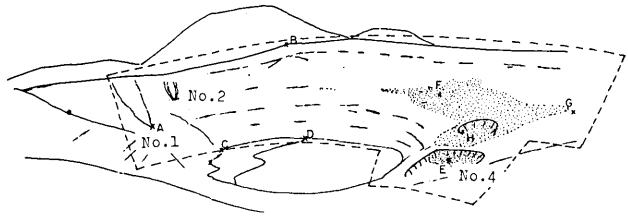


第2 c 図 水平角・垂直角 0.1° ごとの格子点上の表面温度の頻度分布

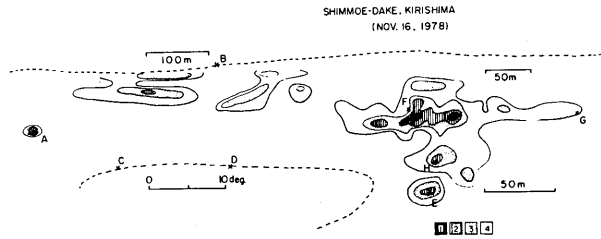
3. 新燃岳

赤外放射温度計の設置点は、第1図の Pt. 2 である。測定範囲、結果、ヒストグラムを第3 a、b、c 図に示す。西側内壁は、噴気 No. 1、No. 2 (1959 年噴火のもの) があるほかは高温部がないのに対して、東側内壁は、高温部が広く分布するが強力な噴気はない。文政火口の噴気 No. 4 は、No. 1、No. 2 に比べてずっと小さい。測定範囲外の熱異常としては、1959 年の噴火の際生じた外壁の割れ目に噴気 No. 3 があるほかは目立ったものはない。T₀、σ_T は、それぞれ 6.9℃、1.2℃ と推定される。

噴気の連続写真に plume rise の式を適用して推定される噴気 No. 1、No. 2 の熱エネルギー放出量は、それぞれ 1.4×10^7 watt、 1.2×10^6 watt である。噴気 No. 3 は No. 1 と No. 2 の中間であり、噴気 No. 4 は連続写真が撮れない程弱い。内壁東側については、表面温度が T₀ + 3σ_T 以上の部分を熱異常とみなし、 2.8×10^6 watt を得た。

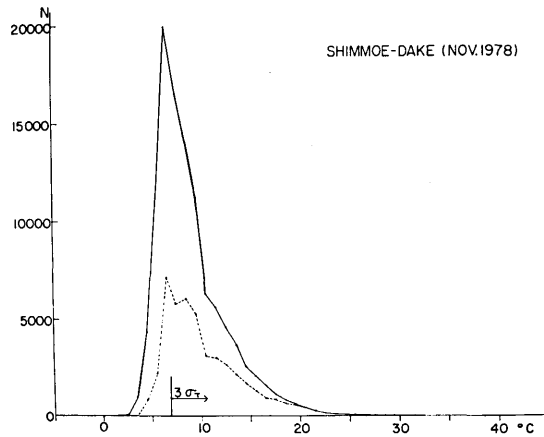


第3 a 図 新燃岳火口の測定範囲



- ① 30℃～25℃
- ② 25～20
- ③ 20～15
- ④ 15～10

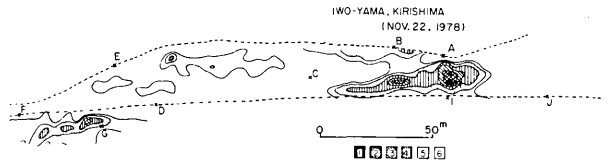
第3 b 図 新燃岳火口の表面温度分布
(1978年11月15、16日)



第3 c 図 表面温度の頻度分布
—— 測定範囲全点
..... 内壁東側

4. 硫 黄 山

赤外放射温度計の設置点は、第1図の pt.3である。第4 a、b図に測定結果およびヒストグラムを示す。 T_0 、 σ_T はそれぞれ2.9℃、1.2℃と推定される。今回の表面温度測定範囲は西側斜面のみであり、地熱活動の大部分は範囲外となっている。また、噴気による放熱量（硫黄山全体）は、連続写真撮影により、 $6.1 \times 10^7 \text{ watt}$ と推定される。噴気温度は、第5図に示す地点で測定し、最高温度17.4℃を得たが、1975年3月に24.7℃を記録した場所では測定ができず、比較することはできない。

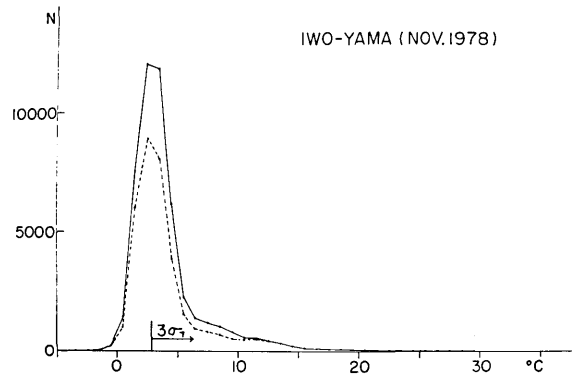


- ① 30℃～25℃
- ② 25 ～ 20
- ③ 20 ～ 15
- ④ 15 ～ 10
- ⑤ 10 ～ 6
- ⑥ 6 ～ 4

第4 a図 硫黄山西側斜面の表面温度分布（1978年11月21、22日）

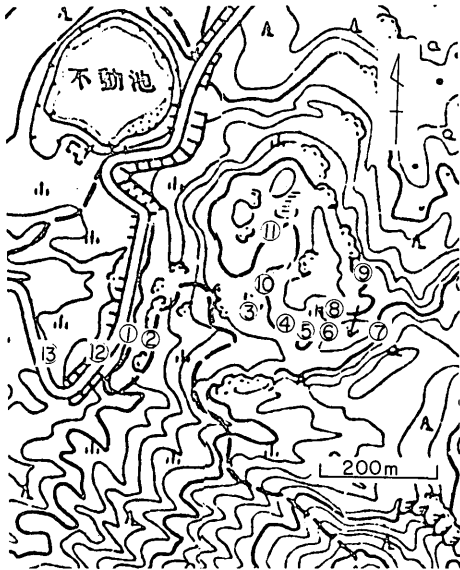
5. 結果の検討

- i) 御鉢・新燃岳……………御鉢火口の噴気温度は1972年と比較して変化はないが、高温部の広がり、強さなどのデータが得られたのは、今回の測定が初めてのケースであり、両火口とも再測によって判断すべきである。
- ii) 硫黄山……………第6 a図は、1977年3月にキャノンCT5Bにより得られた温度分布である。1978年の測定と比較して高温部のパターンが同じであり、最高温度と平常温度との差も30℃程度で変化していない。また、第4 b図と第6 b図とを比較すると、高温部の面積も変化していない。したがって、表面温度の測定結果からは、硫黄山の熱的活動の変化は見られない。しかし、一方では、熱異常域の南西側への拡大（あるいは移動）を示す兆候がいくつかあり、それらの地域は今回の測定範囲に含まれていない。今後、測定を面的・時間的に充実していく必

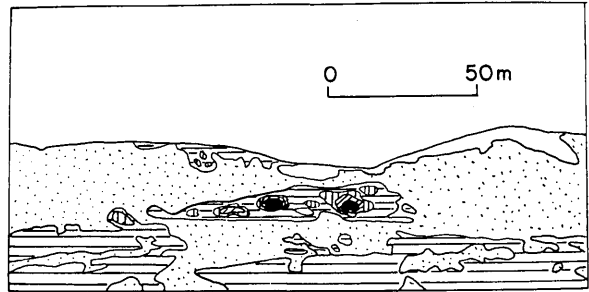


第4 b図 表面温度の頻度分布
 — 測定範囲全点
 …… 図6 aと同じ範囲の点

要がある。

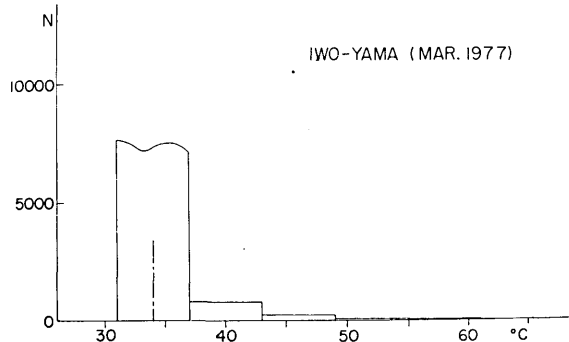


第5図 噴気温度の測定点



- ① 61℃～55℃
- ② 55～49
- ③ 49～43
- ④ 43～37
- ⑤ 37～31

第6a図 硫黄山西側斜面の表面温度分布 (1977年3月21日、キャノンCT5B使用)



第6b図 表面温度の頻度分布

参 考 文 献

- 1) 東京大学地震研究所 (1979) : 霧島山周辺の地震活動、噴火予知連会報、14、73-77
- 2) 渡部暉彦・山口勝・増谷文雄・宮崎務・寺尾弘子 (1978) : 1977-1978年霧島火山周辺における地震活動、火山2集、23、286
- 3) Sekioka, M. and Yuhara, K. (1974) : Heat flux estimation in geothermal areas based on the heat balance of the ground surface. J. Geophys. Res. 79, 2053-2058.
- 4) 気象庁観測部 (1973) : 火山機動観測実施報告、9、21-50

第2表 硫黄山 噴気温度（1978年11月21日）

*は水銀留点温度計による

測点	℃	備 考	測点	℃	備 考
1	96.2		6	91.0	
	95.0		7	94.0	
	95.5			94.5	
	96.5*		8	174.0	
2	94.2	温泉	9	139.0*	
	95.0			93.5*	
3	94.7		10	147.0*	
	94.0		11	104.0*	
	95.0		12	96.0*	道路の石垣
4	97.0		13	96.0*	15cm深地中温度
5	112.0				
	128.0				
	156.0				