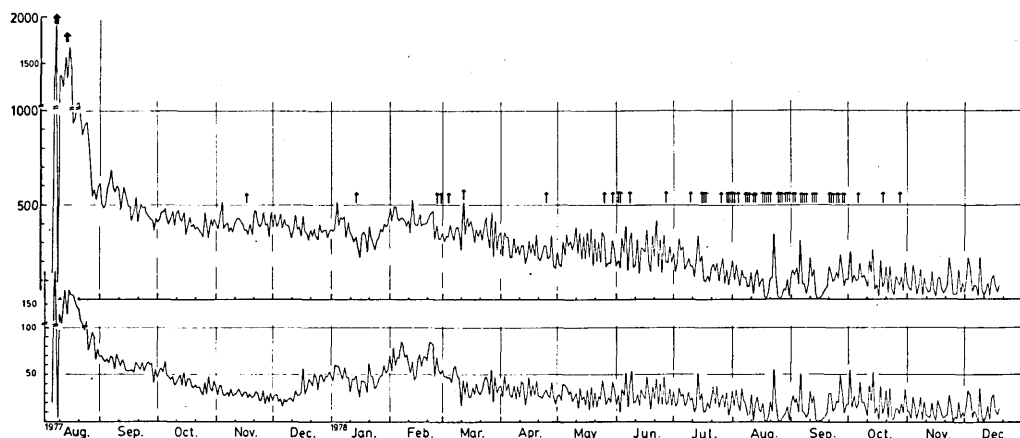


# 有珠山噴火に伴う地震活動と地震のEnergy (その4)\*

気象庁火山機動観測班  
札幌管区气象台  
室蘭地方气象台

1977年8月6日～1978年6月末の地震活動は、第1・2・3報<sup>1)</sup>で報告したが、7月～12月末の調査結果をまとめた。

## 1. 地震回数及び地震のEnergy

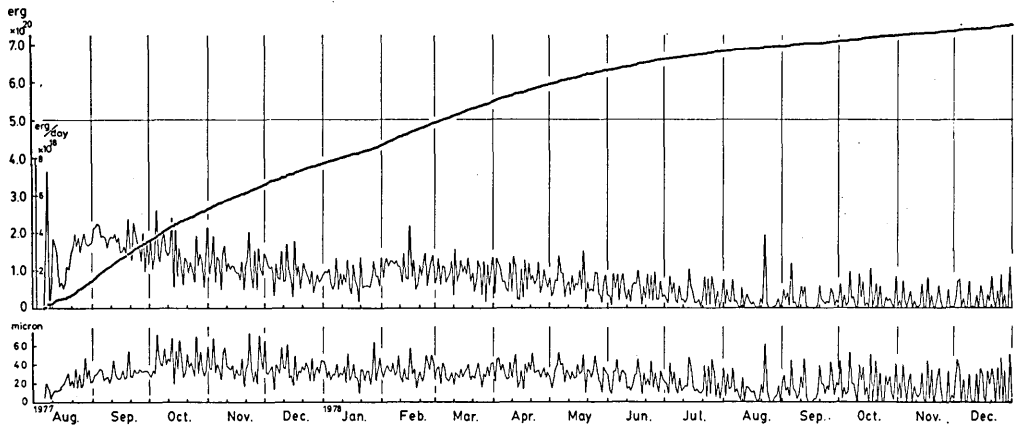


第1図 壮瞥温泉における日ごとの地震回数と有感地震回数  
(1977年7月6日～1978年12月18日)矢印：噴火

第1図は、壮瞥温泉における日ごとの地震回数及び有感地震回数を示す。図中の矢印は噴火が発生した日を示すが、1978年7～9月に小噴火の回数は多く、表面活動が活発であった。1977年11月16日～1978年10月27日の一連の小噴火のEnergyは、全部まとめても1977年8月7～9日の噴火のEnergyの数10分の1程度と推定されるが、これら小噴火の中では、8月16日、24日、9月12～13日の噴火が多量の新溶岩を放出し火柱を噴き上げるなど顕著なものであった。日ごとの地震回数は、6月末までの減少傾向に変化はないが小噴火が多かった7～9月にやや著しい減少傾向を示している。なお、壮瞥温泉における観測は12月18日で停止し、地震回数は有珠A点で観測する。

第2図上段には、地震の累積Energyと日ごとの地震のEnergyの推移とが示される。累積Energyは12月末で $7.6 \times 10^{20}$  erg. に達した。日ごとのEnergyは当然のことながら地震回数と同様の経過をたどっている。第2図下段には、日ごとの最大地震の振幅(水平1成分)の推移が示されている。12月になってもまれに40～50 $\mu$ (M=4.1)程度の地震が発生しており、1977年10～11

\* Received Feb. 8, 1979



第2図 地震のEnergy及び日ごとの最大地震の振幅の変化  
(札幌管区気象台59型による)

月の70 $\mu$  ( $M = 4.3$ )程度よりは小さくなっているものの、地震回数及び地震のEnergyの減少程度と比較すると地震規模はあまり小さくなっていない。

## 2. 小噴火・火山性微動・地震の関係

1977年8月7～14日の噴火では、噴火—火山性微動出現—地震減少という型が明瞭であった。1977年11月～1978年6月の小噴火では、微動の出現も地震の減少もはっきりしなかった。しかし、7月9日以後、噴火場所が火口原南部の銀沼付近に移動するとともに明瞭な微動が出現するようになったが、一方地震活動は従来の減少率以上の低下傾向を示した。火山性微動は、目視観測による噴火の発生時間及び継続時間と対応がつくことから、噴煙が火口から噴出されるときに火口付近の地盤を震動させることにより発生すると推定される。

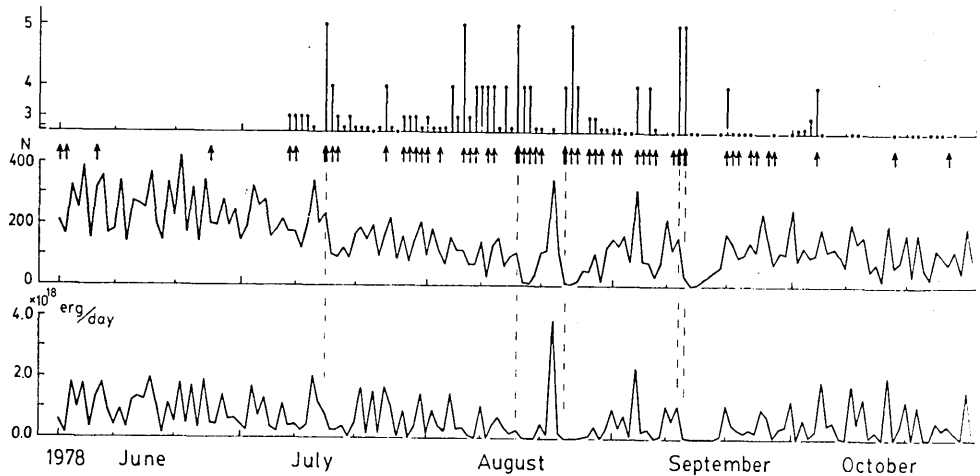
火山性微動のEnergy ( $E_t$ ) は、有珠A点(室蘭地方気象台)で観測された微動の振幅( $a$ )と継続時間( $\Delta T$ )を利用して近似的に算出できる。Energyの式は、YOKOYAMA<sup>2)</sup>が三原山の微動に使用した式を次のように簡略化した。

$$E_t = 5.0 \pi^2 \rho r \left( \frac{C}{0.42} \right)^2 \left\{ a_0^2 + \frac{1}{2} (a - a_0)^2 \right\} \frac{\Delta T}{\tau} \quad (1)$$

ここで、 $\rho$ は地盤の密度(2.0 gr./cm<sup>3</sup>)、 $r$ は火口から有珠A点までの距離(2.1 km)、 $c$ はレイリー波の速度(1 km/sec.)であり、微動の周期は $\tau$ (0.7秒)とした。なお、 $a_0$ (0.5 $\mu$ )以下の微動は省略した。こうして求められた微動のEnergyは、日別に積算され次の5階級規模で定量化される。

- 1: 痕跡  $\leq E_t < 0.1 \times 10^{15}$  erg.
- 2:  $0.1 \times 10^{15} \leq E_t < 0.5 \times 10^{15}$
- 3:  $0.5 \times 10^{15} \leq E_t < 1.0 \times 10^{15}$
- 4:  $1.0 \times 10^{15} \leq E_t < 5.0 \times 10^{15}$
- 5:  $E_t \geq 5.0 \times 10^{15}$

第3図上段の棒グラフは上記の階級を使用した微動の発生状況であり、矢印は噴火した日、中段及び



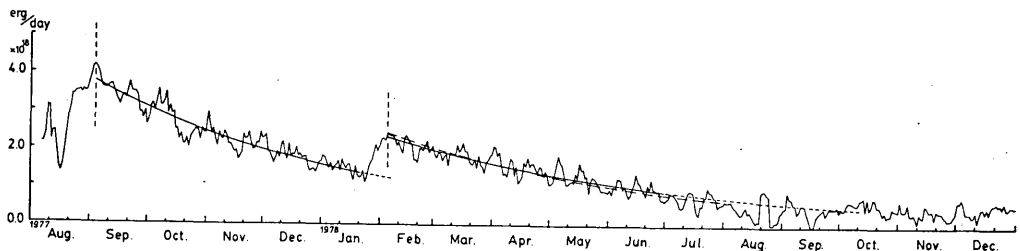
第3図 火山性微動・噴火・地震回数・地震のEnergyの相互関係  
 上段：火山性微動の規模、矢印：噴火  
 中段：日ごとの地震回数  
 下段：日ごとの地震Energy

び下段は日ごとの地震回数及び地震のEnergyを示す。この図からみて、顕著な噴火が発生した7月15日、8月16日、24日、9月12～13日には、微動の規模が大きい反面、地震回数及び地震のEnergyは噴火後3～8日間極端に少ない状態が続く。また、7月下旬～8月中旬に、顕著な噴火はなかったが小噴火及び微動がくり返し発生し、この時期の地震活動にも低下傾向が著しい。このような現象は、定性的には地震活動（地震のEnergyが火口原の隆起量と直線的関係がある<sup>3)</sup>ことから地殻変動も同様であろう）と噴火活動とが相補的状态にあることを示す。

### 3. 5日間の移動平均による日ごとの地震のEnergyの推移

第4図は、日ごとの地震のEnergyを5日間の移動平均により平滑化したものであるが、第3報<sup>1)</sup>に報告したように、1978年2月上旬以降、指数曲線に沿って減少している。その式は、日ごとの地震のEnergyを $\dot{E}$  (erg/day) とし、 $\lambda$ 、 $\dot{E}_0$  を常数とすると、

$$\dot{E} = \dot{E}_0 e^{-\lambda t} \quad (2)$$



第4図 日ごとの地震のEnergyの推移（5日間ごとの移動平均による）

で表現された。常数を6月末までの資料で最小二乗法により決めると、 $\lambda = 6.6 \times 10^{-3}$  (day<sup>-1</sup>)、 $\dot{E}_0 = 2.3 \times 10^{18}$  (erg./day)である(図中実線)。しかし、7月～9月の状態はこの曲線の延長上(図中点線)より全体として下まわっており、前節で述べたように噴火が地震活動を低下させていると考えてよい。7～9月の地震のEnergyが一連の噴火のために一時的に指数曲線からはずれたという解釈は、噴火が少ない9月下旬以降再び指数曲線上にほぼ戻っていることから確かめられよう。

このように考えると、(2)式の $\lambda$ 及び $\dot{E}_0$ を最小二乗法で決める場合、むしろ7～9月の資料は除かれた方がよく、その結果は次のようになる。

$$10 \text{ 月末まで; } \lambda = 5.9 \times 10^{-3}, \dot{E}_0 = 2.2 \times 10^{18},$$

$$11 \text{ 月末まで; } \lambda = 6.4 \times 10^{-3}, \dot{E}_0 = 2.3 \times 10^{18},$$

$$12 \text{ 月末まで; } \lambda = 5.6 \times 10^{-3}, \dot{E}_0 = 2.2 \times 10^{18}.$$

この値は6月末までの値とほぼ一致しており、(2)式に従った地震のEnergyの減少状態が基調であり、7～9月には地震及び地殻変動のEnergyの一部が一時的に噴火の運動Energyに変換されていると推定される。

このように、(2)式は有珠山の火山活動の推移を測る指標として有効であったが、いつまでもこの式に沿って地震のEnergyが減少していくか疑問もある。10～12月の地震活動は5～6日ごとに変動をくり返すようになり5日間の移動平均が平滑化の目的を果さなくなりつつあること、12月末までの $\lambda$ の値がやや小さくなっていること、地震のEnergy水準が低下するに従い、(2)式に表現されていない要素が影響を与えだすことなどから、更に検討が必要であろう。

#### 参 考 文 献

- 1) 気象庁火山機動観測班・札幌管区气象台・室蘭地方气象台(1978): 有珠山噴火に伴う地震活動と地震のEnergy(その1、2、3)、火山噴火予知連絡会報No.11、P47、No.12、P26、No.13、P31。
- 2) I. YOKOYAMA(1956): Energetics in Active volcanoes. 1st paper, Bull. Earthg. Res. Inst., vol. 34, P185。
- 3) 北海道大学理学部有珠火山観測所・札幌管区气象台(1978): 有珠山の今後の火山活動の予測(1978年6月現在)、火山噴火予知連絡会報No.13、P37。