

有珠山の今後の火山活動の予測^{*}

(1978年6月現在)

北海道大学理学部有珠火山観測所
札幌管区気象台

1. はじめに

有珠山の火山活動の特徴は、過去の噴火例から見ても、あるいは石英安山岩質マグマの高粘性を考慮しても、地震活動と地殻変動とである。これらが、火山活動の推移を予測するのに役立つであろうとは考えられるが、過去の観測結果は必ずしも簡単ではなかった。1977年有珠山の噴火開始以来、総合観測班によって諸種の観測が実施され、1978年4月末現在で約9ヶ月間の観測結果が蓄積され、これにより今後の活動の見通しを論ずる試み - 妥当か否かは時間が解決するであろうが - が可能になった。本報文ではその試みの一つについて述べる。それは地震のエネルギー放出率と火口原内の隆起率とに関するものであり、両者は現象としては、互いに独立であるが両者の間には密な関係があることがわかった。

2. 地震エネルギーの放出率

1977年有珠山噴火による地震活動の概略を知るために、壮瞥温泉の気象庁観測点(火口原から約2 km)における日別の地震回数を第1図に示す。地震は増減を繰り返しながら、次第に減少している。

地震エネルギーの算出には、東北大理学部のように実体波(P波)による方法¹⁾と、札幌管区気象台のように表面波による方法²⁾とがあり、個々には相違する点もあるが大勢は同じ傾向を示している。以下は、後者を使用して議論を進める。

第2図には、日別の放出エネルギーと、その積算値とを示す。これによると、1977年8月の初期噴火活動が終った8月中頃からエネルギー放出は大きくなったが、10月頃から次第に減少を見せている。そして、1978年1月末に明らかな不連続が認められる。

第2図に見られるように、日別の放出エネルギーは変動が大きいため、大略の傾向をつかむ目的で、5日間ごとの移動平均を示すのが第3図である。これによると、図中の E_{01} 及び E_{02} を境として、現在までの活動は三つの期間に区分される。噴火開始から E_{01} までは噴火活動を主とする期間であるので噴火期とし、この後の E_{02} までを第I期とし、 E_{02} から現在までを第II期とする。第I期及び第II期の両曲線を指数曲線 $E_t = E_0 e^{-\lambda t}$ で近似して、最小二乗法により係数 λ を求めると次のようになる：

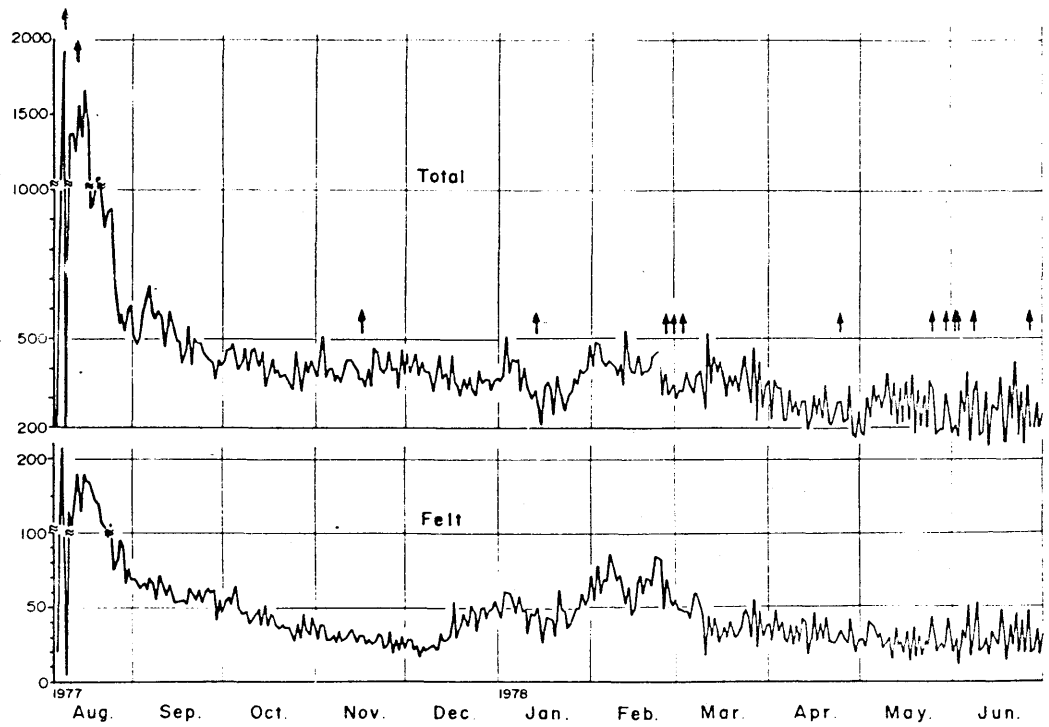
(単位は day⁻¹)

$$\text{第I期: } \lambda_1 = 7.2 \times 10^{-3}$$

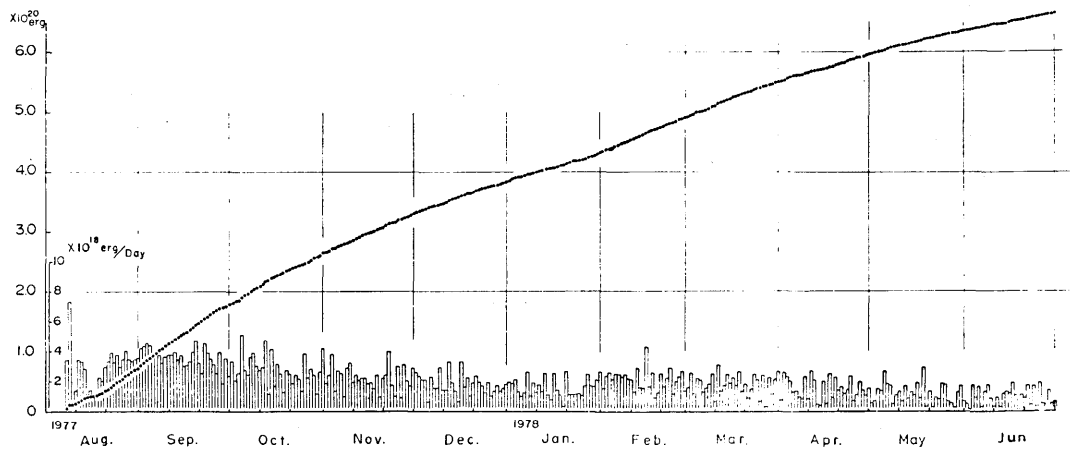
$$\text{第II期: } \lambda_2 = 6.6 \times 10^{-3}$$

今後、 E_{02} が同じように減衰していくとすると第II期の初め(1978年2月4日)から t_2 までの積算エネルギーは E_{02} を積分して、

* Received Aug. 26, 1978



第1図 壮瞥温泉における日別の地震回数と有感地震回数
矢印：噴火



第2図 日別の地震の放出エネルギーとその積算値
(札幌管区気象台59型地震計による)

$$\int_0^{t_2} E_2 dt = \frac{E_{02}}{\lambda_2} (1 - e^{-\lambda_2 t_2})$$

で表現される。 $t_2 \rightarrow \infty$ とした第Ⅱ期における積算エネルギーの極値は E_{02}/λ_2 であり、 E_{02} は最小二乗法により 2.3×10^{18} (erg/day) と求められるので、

$$E_{02}/\lambda_2 = 3.5 \times 10^{20} \text{ (erg)}$$

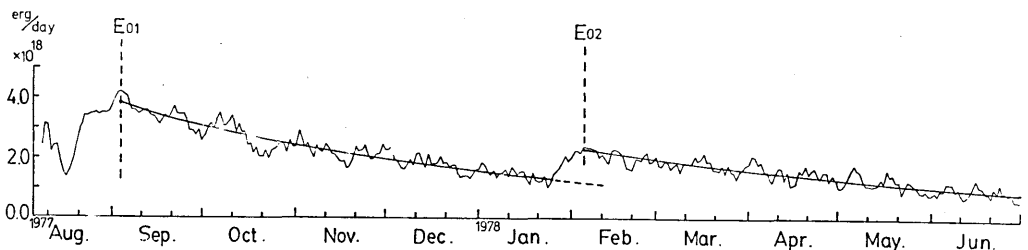
となる。有珠山の活動初期から第Ⅰ期終り(2月4日)まで地震の積算エネルギーは 4.4×10^{20} erg であるので、活動初期から終息までの地震の総エネルギーを試算すると 7.9×10^{20} erg となる。

なお、6月末までの積算エネルギーは 6.7×10^{20} erg に達しており、残りは 1.2×10^{20} erg 程度と推定される。しかし、この結果は、今後の活動を見るうえで第一近似的なもので、変化の可能性もあり、その都度修正しつつ監視する指標とすることができる。

3. 火口原内の新山及びおがり山の上昇率

1977年8月の有珠山噴火開始後、間もなく火口原及び北・東山麓に地殻変動が現われ始めた。それらは、角度測定による火口原内の隆起、水準測量による山麓の上下変動、光波測量による外輪縁・山麓間の辺長変化などである。ここでは、主として火口原内の新山及びおがり山の上昇について論ずる。これらを示すと、第4図のようになる。既に報告したように³⁾、これらの測高は、火口原から南々東約8km離れた伊達市役所屋上からセオドライトによってなされている^{*1}。第4図の新山及びおがり山の上昇率を示すのが第5図である。これは、地震エネルギーの放出率(第3図)に対応している^{*2}。ただし、地震エネルギー放出率では、噴火期、第Ⅰ期及び第Ⅱ期と区分されたが、上昇率では第Ⅰ期及び第Ⅱ期と区分される。

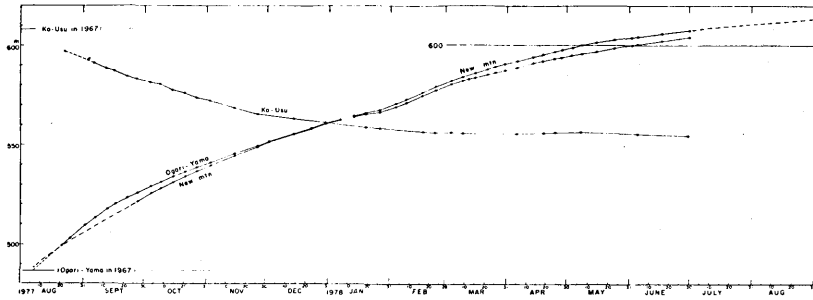
第5図に示される新山及びおがり山の隆起率を2月初めを境として、第Ⅰ期及び第Ⅱ期に分けて、それぞれを前述のように指数曲線 $v_t = v_0 e^{-\lambda t}$ で近似して、最小二乗法によって係数 λ を求めると次のようになる:(単位は day^{-1})



第3図 5日間ごとの移動平均による日別の地震の放出エネルギーの推移

*1 第4図において、新山及びおがり山ともに、隆起速度は指数曲線的に減少しているが、1978年1月末～2月初めにかけて、不連続が見られる。これは前述の地震エネルギーの放出にも見られたことであり、また、他の地殻変動、すなわち、辺長変化、傾斜変化にも見られる。

*2 明らかに、1978年1月末～2月初めの不連続が見られる。



第4図 新山、おがり山及び小有珠の変動

(伊達市役所屋上から高度角の測定によって求めたもの)
 新山の曲線の破線部分は実験によって外挿したものである。

| | 第 I 期 | 第 II 期 |
|------|----------------------|---|
| 新 山 | 6.1×10^{-3} | 9.4×10^{-3} (1978年4月までのデータ) |
| おがり山 | 8.6×10^{-3} | 12.4×10^{-3} (1978年4月までのデータ) 7.9×10^{-3} (1978年6月までのデータ) |

第5(b)図において、曲線④は4月までのデータ、①は6月までのデータを用いて決めたものである。第I期は既に完結しているの、その係数は不変であるが、第II期は資料の集積によって時間とともに修正されるはずのものである。上記において、新山の第II期の係数については現在まで大きい修正を必要としない。

いま、地震エネルギー放出の場合と同じく、新山隆起を次の実験式で近似する：

$$h_t = h_\infty (1 - e^{-\lambda t})$$

ここで h_∞ は高さの極限值である。これから隆起速度の

時間的变化(第5図)は次のようになる：

$$v_t = v_0 e^{-\lambda t}$$

ここで v_0 は隆起速度の初期値であり、また h_∞ と v_0 とは次の関係にある：

$$h_\infty = \frac{v_0}{\lambda}$$

第5図において、新山第II期に対して最小二乗法により v_{02} 及び λ を求めると

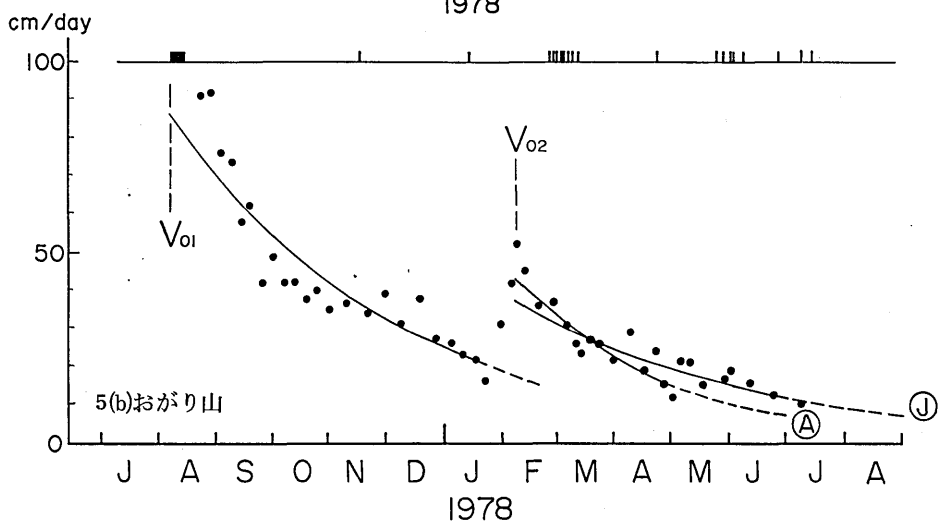
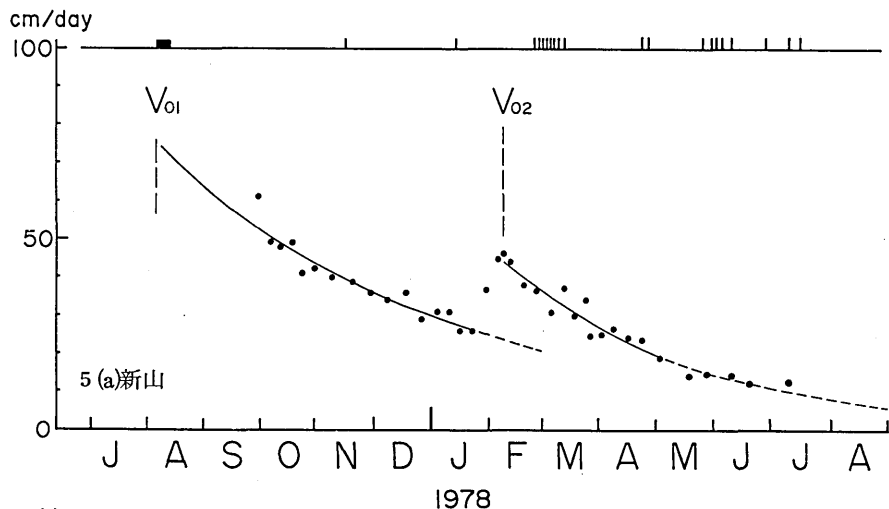
$$v_{02} = 44 \text{ cm/day} \quad \lambda = 9.4 \times 10^{-3}$$

となる。これから h_∞ を求めると、

$$h_\infty = 46.8 \text{ m}$$

すなわち、新山は第II期の初期高(1978年2月8日、約573m)より46.8mだけ上昇し得るので、新山の高さの極値は約620mとなる。

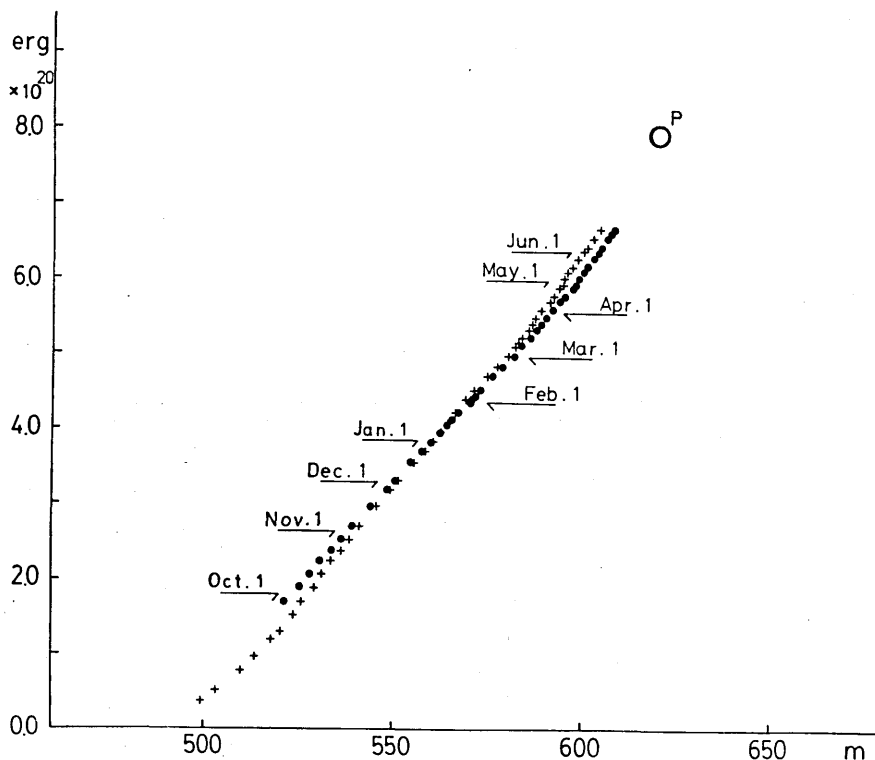
第4図の新山の隆起曲線で、1978年7、8月の破線は、1978年4月までの資料により決められた予想される隆起を示すものである。5月及び6月の実測値はほぼ予想値と一致している。



第5図 新山及びおがり山の隆起速度
 上の横軸上には表面活動を示す。
 ㊦は4月までのデータ
 ㊧は6月までのデータ

4. 地震エネルギー放出と火口原の隆起

前述のように、地震エネルギー放出と火口原内の隆起は、時間に対して似た形をとっていることがわかる。多分、両者が共通の原因（マグマの活動）に基づくためであろう。そこで、両者の関係を示すと第6図のようになる。縦軸は積算地震放出エネルギーで横軸はそのときの新山（●印）及びおがり山（+印）の海拔の高さである。いま、便宜上、隆起については新山だけを考える。前述のように6月末までの資料から期待される地震放出エネルギー積算の極限は約 7.9×10^{20} erg となり、また新山の高さの極限は約 620m である。これらの極限值によって指定される点は、第6図のP点であり、P点は実測値のつくる直線の延長上にほぼのっている。



第6図 新山およびおがり山の高さ(海拔m)と地震放出エネルギーの積算値(erg)
●:新山 +:おがり山

5. む す び

以上論じたことから、1977年8月の噴火開始以来有珠山における地震のエネルギー放出と火口原内の隆起との間には密接な関係のあることがわかる。すなわち、両者の原因は同じ「マグマの活動」である。1978年1月下旬のエネルギー放出の増加及び隆起速度の増加は、地下深部から有珠山へマグマの補給があったものと考えられる。しかし、このときの表面活動はそれほど拡大しないで終わった。

また、エネルギー放出率及び隆起速度が、ともに指数曲線的に減少していることは、上記1月末の補給を別として、今回の有珠山の活動に関与したマグマ系が、外部系と隔離して活動していることを意味している。

有珠山の今後の火山活動の予測については、新たなマグマの補給がない限り、本報文で述べた活動減衰の傾向が続くものと考えられる。今後、観測資料の集積によって、逐次、近似を高めてゆく予定である。

なお、本報文で論じた予測の試みは、多岐にわたる諸観測の成果によって支えられているものであり、また基礎的概念を与えられたものである。

参 考 文 献

- 1) 東北大学理学部：有珠山噴火に伴う地震活動、火山噴火予知連絡会会報、№12、P17。
- 2) 気象庁火山機動観測班・札幌管区气象台・室蘭地方气象台：有珠山噴火に伴う地震活動と地震の Energy、火山噴火予知連絡会会報、№11、p47。
- 3) 北大理学部有珠火山観測所：計器観測による有珠山頂火口原の地殻変動、火山噴火予知連絡会会報、№12、p6。