

1962年の三宅島の噴火(III)*

田 中 康 裕**

The Eruption of Miyakejima in 1962 (III)

Y. Tanaka

(Seismological Section, J. M. A.)

Abstract

In this paper, the author calculated the energy of the 1962 eruption of Miyakejima and the earthquake swarm following the eruption.

Total energy of the eruption was estimated as 2.0×10^{23} ergs and that of the earthquake swarm was estimated as 1.3×10^{21} ergs.

Moreover, the author investigated the connection between the 1962 great eruption and the earthquake swarms which occurred in and near Miyakejima during 1962.

The connection between the earthquake swarm of May to July of 1962 and the eruption of August of 1962 is not yet made clear, but the series of tremors which began 2 hours before the eruption was a premonitory phenomenon of the eruption.

The relation between this eruption and the subsequent earthquakes had many similarities to the relation between a great earthquake and its aftershocks that is,

1) The point of eruption was located on the edge of the area of the earthquake swarm, as a great earthquake was located near the edge of the aftershock area.

2) After Dr. A. Okada, Tokyo University, a remarkable level change of the ground all over the island took place before and after the eruption.

3) Earthquakes occurred very frequently over a short interval of time following the eruption, and their frequency decreased gradually.

4) Energy release in earthquake swarm became the largest after a certain interval of time from the end of the eruption, as energy release in an aftershock sequence is the largest after a certain interval of time from the principal earthquake.

5) If a great earthquake whose energy is equal to that of this great eruption occurs, its after shock area would be the order of 4×10^3 km². This area is approximately equal to the area of the earthquake swarm.

According to the historical records of the Volcano Miyakejima, it is recognized that, in the case of an eruption of Miyakejima, when the eruption lasted a short period of time, earthquakes swarmed remarkably after the eruption, but when the eruption lasted a long period of time, few earthquakes swarmed after the eruption.

The author considers that the earthquakes following the eruption are caused by the recovery of the underground stress produced by the eruptive activity.

* Received Sept. 10, 1963.

** 気象庁地震課

§ 1. ま え が き

筆者は、“1962年の三宅島の噴火（Ⅰ），（Ⅱ）”において、1962年の三宅島の噴火およびその前後に三宅島付近で起こった地震についてくわしく述べてきたので、ここでは、それらの現象を総合して考察し、あわせて、過去の噴火および群発地震と比較してみた。

§ 2. 噴火と噴火後の地震の energy

1962年の三宅島の噴火の energy を計算してみる。

噴出物の初速度を v 、火山弾が飛んだ最大距離を x 、重力の加速度を g 、火山弾の落下地点と火口とを結ぶ直線が水平線となす角を i とすると、これらの関係は

$$v = \cos i \sqrt{\frac{gx}{1 + \sin i}}$$

で現わされる。今回の噴火地帯を調査してみると、火山弾は火口から水平距離で最大250~200mくらいの所まで飛散しているの、その中間値をとって上式に代入して v を求めると

$$v = 45\text{m/sec}$$

となる。

また、噴火の機械的 energy E_K は、噴出物の重量を (M) とすると

$$E_K = \frac{1}{2}(M)v^2$$

で、今回の噴火で噴出した溶岩、礫、砂、灰の総容積は約 $0.9 \times 10^7 \text{m}^3$ と概算されるので¹⁾、噴出物の比重を2.2 とすると

$$E_K = 2.0 \times 10^{20} \text{ erg}$$

となる。

また、噴火の熱 energy E_Q は、溶岩の熱当量を J 、温度を H 、比熱を C とすると

$$E_Q = JH(M)C$$

で、約 1200°C の溶岩を噴出し、これが地上に出たために外気の温度まで冷えるとすると、 $J = 4.2 \times 10^7$ 、 $H = 1200$ 、 $C = 0.2$ とし上式に代入して

$$E_Q = 2.0 \times 10^{23} \text{ erg}$$

となる。すなわち、噴火の energy の大部分は熱 energy によって消費された。

一方、地震の energy E は、地震の magnitude を M

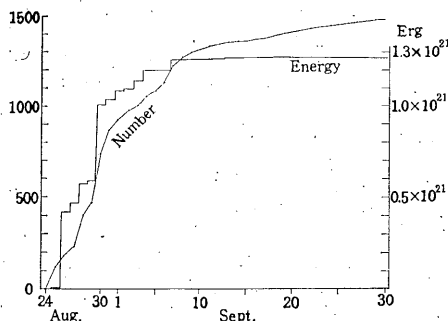


Fig. 1 Summation of daily energy and number of volcanic earthquakes at Miyakejima during the period from August 24 to September 30, 1962. Number of earthquakes is that observed at the Ajiro Weather Station.

とすると

$$\log E = 1.5 M + 11.8$$

(1956年 Gutenberg-Richter の式) から求められる。日別の地震の energy と地震回数の積算曲線は Fig. 1 のようになり、8月25日から8月30日の間に群発地震の energy が大きく放出され、さらに9月上旬まではやや著しく放出された時期であつた。そして、8月25日以降12月末までに起こった三宅島付近の地震の総 energy は

$$\Sigma E = 1.3 \times 10^{21} \text{ erg}$$

となる。

さて、噴火に続いて、このような顕著な地震活動があつたことについて少し考えてみよう。

今回の噴火とその後の地震の発生状態をみると、ちょうど大地震とその後の余震の発生状態によく似ていて、いくつかの類似点をあげることができる。すなわち、噴火を本震に置き換え、噴火後の群発地震を余震に相当させてみると

- (1) 本震は余震の端で起こるものが多いのに対して、今回の噴火は群発地震発生域の端で起きていた。
- (2) 1953年と1962年12月の三宅島の測量結果によれば²⁾、三宅島南部の bench mark を不動点と仮定して、島の北東側が顕著な隆起、南西側が顕著な沈降をしていた。これは大地震前後に震央付近の地殻の水準変動が現われていることがあるのに似ている。
- (3) 地震のひん度は噴火(大地震)後に最も多く、時間がたつにしたがつて次第に少なくなつた。

(4) 大地震後の余震の energy は本震発生の直後よりも、むしろいくらか遅れて大きく放出されるものだが³⁾、今回の噴火では、噴火発生後5時間を過ぎて、ようやく本格的な地震活動が始まり、また、噴火発生から2日後に最大地震が起きた。

(5) また、今回の噴火の総 energy ($E_C=2.0 \times 10^{23}$ erg) に相当する1つの地震が起こったとすると、その magnitude M は

$$\log E_C = 1.5M + 11.8$$

から、 $M=7.7$ と換算されるが、このような大地震が起こった場合に発生する余震は、次のような広い面積で起こることが予想される。すなわち、余震域の面積を A (km^2) とすると

$$\log A = M - 4$$

(1955年宇津・関の式)⁴⁾ から、 $A=4 \times 10^9 \text{km}^2$ となる。これは今回起こった三宅島の群発地震発生域の面積⁵⁾ とよく一致している。なお、この面積はこの群発地震の主震(8月26日15時48分、magnitude 5.9)の余震域としては余りにも広過ぎる。

余震は地殻に生じた stress を回復させるために起こるとされているが⁶⁾、上記のように、噴火現象を一種の地震作用と考えると、噴火後の群発地震は、噴火現象によつて生じた地殻の stress を回復させるために起こつたものと考えられないこともない。(これについては、さらに次項で説明を加える)。

§ 3. 三宅島の火山活動についての考案

ここで、1962年の三宅島の火山活動をもう一度ふりか

えつてみよう。

5~7月の群発地震が8月の噴火と直接関係があつたかどうかはわからないが、途中で地震の性質が変つたことは注目すべき事項であつた。

明らかに噴火の前兆地震であると言えるものは、噴火の起こる約2時間前から始つたが、これと同様な前兆地震は、三宅島の有史時代の噴火の古記録にはたくさん残されている。しかし、わずか2時間ばかりの間に、大噴火を起こす energy 源が噴火地点に集まることは考えにくい。したがつて、7月24日から8月23日までの静穏期中にも、はたして地下では、ごくわずかつつの変動すら進行していなかつたものかどうかの疑問が残る。これについては、将来、三宅島火山を監視する場合に、観測種目、方法を改善して次期噴火にそなえなければならない。

噴火後の群発地震は今回の噴火を特徴付けた一つの現象であつた。噴火状況のくわしくわかつている前回の噴火(1940年)と今回の噴火とを比較してみると、前回の噴火では約1か月間にわたり、山腹および山頂噴火を行なつたが、今回は1日半たらずという短い間に山腹噴火を行なつただけである。そして、噴出物の量は、今回のものは前回⁷⁾の約半分である。また、噴火後の顕著な地震は前回にはほとんど無かつた。

これらの相違点について筆者は次のように考える。

前回の噴火は長く続いたために、火山活動によつて生じた地殻の stress は、相次いで起きた噴火によつて、噴火活動期間中に回復されてしまつた。しかし、今回の噴火は、活動期間が短かつたために、噴火中だけでは stress が回復しきれず、後の活発な地震活動となつて現

Table 1. Records of durations of eruptions and earthquake occurrences after the eruptions at Miyakejima Volcano in historical times. Eruptions in 1811 and 1835 continued for a short period, but they were accompanied by many earthquakes. Other eruptions continued over a long period of time, but they were accompanied no earthquakes after the eruption.

Year of eruption.	Duration of eruption	Duration of earthquake occurrence after the eruption
1643	37 days	no earthquakes observed
1712	more than 27 days	do
1763	7 years	do
1811	1/2 day	about 1 week (for felt shocks)
1835	1/2 day	about 3 months (for felt shocks)
1874	2 months	no earthquakes observed
1940	1 month	do
1963	1 day 7 hours	about 6 months

われた。

なお、古記録によると⁸⁾、三宅島の噴火で今回のように噴火後に活発な群発地震が起こった例としては、1811年(文化8)と1835年(天保6)のものがあげられる。前者では約1週間、後者では約3か月間にわたって、かなりの地震があつた模様である。しかし、当時の記録には残らない無感地震まで含めると、地震活動はさらに長期にわたって続いたものと思われる。この1811年と1835年の2回の噴火は、いずれも噴火期間が短かつたことを特徴としているが、さらに、有史時代の三宅島の噴火について、その活動経過が割合くわしく残されているものを拾つて Table 1. にあげ、噴火期間と噴火後の地震の模様を対象させた。

噴火継続時間とその後の地震の有無は compressional stress の回復時期と shear stress の回復時期とに深い関係があるものと思われるが、両 stress の転換期は、大地震の場合では主震後2~3日以内である。

§ 4. 過去の群発地震

三宅島付近には群発地震が多く、1935年以降だけでも Table 2. のようなものがある。それらの地震が噴火に

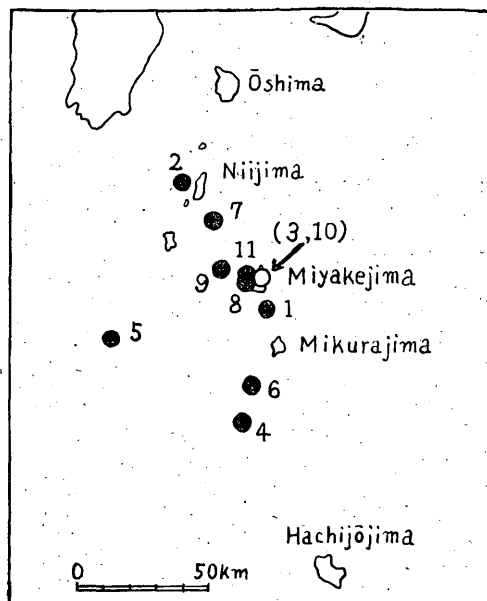


Fig. 2 Epicenters of the main shocks of the earthquake swarms occurring near Miyakejima. Numbers 1~11 are the same one as in Table. 2.

Table 2 Earthquake swarms near Miyakejima, since 1935

No.	Period	Number of felt shocks	Number of unfelt shocks	Main shock					
				Date	Epicenter		Depth	Magnitude	Remarks
	Year Month & date				E	N	km		
1	1935 Aug. 27~Sept. 2nd decade	0	309	Aug. 77	139.6°	34.0°	—	—	
2	1936 Dec. 27~29	6	82	Dec. 27	139.2	34.4	10~20	6.3	Damage on Niijima & Shikinejima (Eruption)
3	1940 Jul. 12	a few	many	—	—	—	—	—	
4	1943 Dec. 9~31	58	82	Dec. 11	139.4	33.6	5	5.5	
5	1956 Aug. 12~Sept. 3rd decade	2	208	Aug. 13	138.8	33.8	40~60	6.5	
6	1956 Dec.21-1957 Jan. 1st decade	36	245	Dec. 22	139.5	33.7	20	6.0	
7	1957 Nov. 6~Nov. 3rd decade	40	266	Mov. 11	139.3	34.3	5	6.3	Slight damage on Shikinejima.
8	1959 Apr. 25~26	0	5	—	—	—	—	—	
	May 27	5	0	—	—	—	—	—	
	Jul. 2~27	0	29	—	—	—	—	—	
	Aug. 3~4	4	16	Aug. 3	139.4	34.2	20	—	
9	1962 May 5~Jul. 23	32	416	May 5	139.3	34.1	0	5.8	
10	1962 Aug. 24	many	many	—	—	—	—	—	(Eruption)
11	1962 Aug. 24~1963 Feb.	>879	>6345	Aug. 26	139.5	34.1	40	5.9	Slight damage on Miyakejima

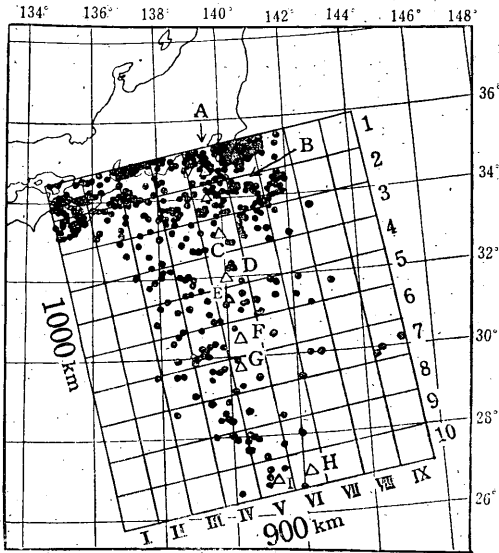


Fig. 3 Distribution of the epicenters of major earthquakes, during the period from 1926 to 1956. A : Oshima, B : Miyakejima, C : Hachijojima, D : Bayonnaise Rocks, E : Smith Reef, F : Torishima, G : Lot's wife (Sōfu-gan Rocks), H : Bonin Islands (Ogasawara Islands, coral reefs & volcanoes of Tertiary Period), I : Rosary Island (Nishino-shima).

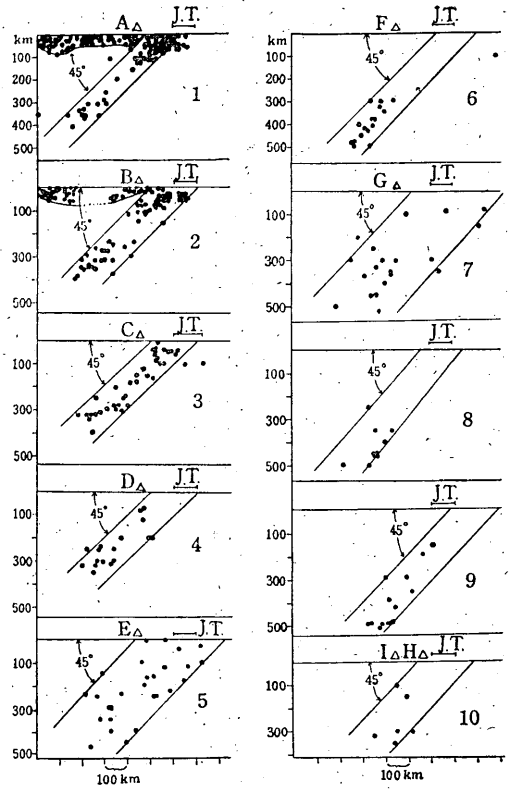


Fig. 4 Vertical distributions of the hypocenters of the earthquakes in Fig. 3 shown in the cross-sections, J. T. shows the deep region of the Japan Trench.

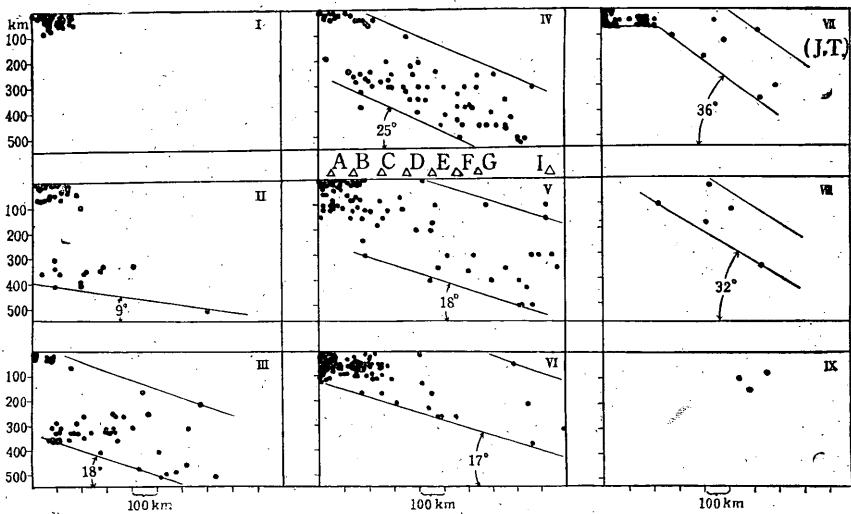


Fig. 5 Vertical distributions of the hypocenters of the earthquakes shown in Fig. 3 in the cross-sections. J. T. shows the deep region of the Japan Trench.

直接結び付いた例は少ない。しかし、噴火の直前には必ず前兆地震が群発した。各群発地震中の主震の震央の分布は Fig. 2 のとおりである。この分布状態は1962年5～7月および8月以降の群発地震の発生域⁹⁾とよく一致している。また、主震以外の小地震も大体主震の近くで起こっていた。すなわち、三宅島の北側から西・南部にかけて、かなり広い海域にわたり、浅い地震の起こりやすい場所があり、その地殻は三宅島火山と密接な関係を持つていると考えられる。

一方、三宅島を含む伊豆諸島の下には深発地震の起こる所があり、その模様は Fig. 3～5 のようである¹⁰⁾。三宅島火山の真下では100～300 kmの深さに深発地震帯があるが、これと、1962年の三宅島の噴火後に起こった地震の分布⁹⁾を合せてみると、深発地震帯と浅発地震帯とは或る地域で接続しているとみなされる。

参 考 文 献

- 1) 気象庁地震課・東京管区气象台調査課・三宅島測候所：1962年の三宅島の噴火(I)，験震時報，28(1964)別冊，1～12。
- 2) 岡田惇：1962年(昭和37年)三宅島噴火にともなう地形変動，地震研究所彙報 41 (1963)，447～457。
- 3) 宇津徳治：余震のエネルギーと頻度について，験震時報 18 (1953)，66～84。

- 宇津徳治：余震のエネルギーと頻度について(続報)，験震時報 18 (1954)，165～175。
- 宇津徳治：地震のマグニチュードと余震の起りかた，地震2輯 10 (1957)，35～45。
- T. Utsu: A Statistical Study on the Occurrence of Aftershocks, *Geophys. Mag.*, 30 (1961), 521～605.
- H. Bénéoff: Earthquakes and Rock Creep (I), *Bull. Seism. Soc. Amer.* 41 (1951) 31.
- 4) 宇津徳治・関彰：余震域の面積と本震のエネルギーとの関係，地震2輯 7 (1955)，233～240。
- 5) 気象庁地震課・三宅島測候所：1962年の三宅島の噴火(II)，験震時報 28 (1964) 別冊 13～21。
- 6) 3) 4) と同じ。
- 7) S. Omote: The Eruption of Miyake-sima, One of the Seven Izu Islands, in 1940, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 19 (1941), 381～392.
- 8) 震災予防調査会：震災予防調査会報告，86 (1918)。中央气象台：気象要覧 (1940)。一色直記：三宅島5万分の1地質図幅説明書(1960)，地質調査所。
- 9) 5) と同じ。
- 10) 田中康裕：鳥島火山の活動性。(II)，験震時報 25 (1960)，1～8。