

鳥島火山の活動性 (II)*

(鳥島付近の地震)

田 中 康 裕**

551.21

Investigation of Volcanic Activity of Torishima (II)

(On the Earthquakes near Torishima)

Y. Tanaka

(Seismological Section, J. M. A.)

The results of this investigation are summarized as follows :

1) About 60 % of the volcanic earthquakes belong to swarms of shocks and their occurrences are given by the following expression,

$$NPt^{1.5} = \text{const.}$$

where NP is the number of volcanic earthquakes, t the time interval between every two successive shocks.

2) The occurrences of the volcanic earthquakes were related to tidal phases, and 3 local maximums were seen in the frequency curve of volcanic earthquakes. That is, at 2 to 3 hours before and 2 to 3 hours after the high tide and at the low tide.

14 % of the volcanic earthquakes are closely related with the tide.

3) Deep focus earthquakes zone is running through the island of Torishima of Fuji Volcanic Zone. The foci of these earthquakes are the shallowest under the Japan Trench, 200 km east from Torishima, and there seem to be close relations between the earthquake zone and volcanic zone.

4) The eruptions in 1902 and 1939 at Torishima were accompanied by many shocks.

§ 1. ま え が き

本稿では、鳥島付近に起った火山性地震および一般地震について若干述べる。

§ 2. 火山性地震の群発

鳥島にはたくさんの火山性地震が起るが、その約30%はA型地震、約70%はB型地震である¹⁾。火山性地震には群発性があり、一度地震が起ると、有感地震も含めた微小地震が短期間に数回ないし数十回も相ついで起る場合がある。これらの群発性地震の数は、全体の火山性

地震の約60%をしめていた。Table 1は1951~58年に起った火山性地震のうち、比較的短い時間に5回以上群発したものを示した表である。

地震がつぎつぎに起って来るとき、相ついだ地震の間の時間を $t_1, t_2, \dots, t_i, \dots$ とする。Table 1の群発地震では、相隣る地震の最も長い間隔は42時間であったから、 $t_1 = 0 \sim 1$ 時間、 $t_2 = 1 \sim 2$ 時間、 \dots 、 $t_{42} = 41 \sim 42$ 時間にとって、 t_i を大きさの順に分類し、Table 1に示したすべての地震を用いて度数の分布を調べた (Fig. 1)。

いま一般の地震について考えると、

* Received Aug. 19, 1959.

** 気象庁地震課

¹⁾ 田中康裕：鳥島火山の活動性 (I)，*験震時報* 23 (1958), 155~170.

Table 1. Swarms of volcanic earthquakes at Torishima, during the period from 1951 to 1958. Figures in the brackets show the number of felt shocks.

No.	Time				Number of shocks	No.	Time				Number of shocks
	Year	Month	d h	d h			Year	Month	d h	d h	
1	1951	VII	22 10	~ 25 02	19	42	1955	X	14 15	~ 14 20	6(1)
2		VIII	11 11	~ 12 07	7(1)	43		XI	23 15	~ 24 15	5
3		X	1 10	~ 2 19	6	44		XII	10 18	~ 13 22	14
4	1952	IV	29	~ V 9	>1100(12)	45		XII	26 20	~ 31 02	13(6)
5		VI	8	~ 10	14	46	1956	I	25 16	~ 27 16	8
6		VII	9 16	~ 12 15	11	47		III	15 15	~ 18 11	11
7		VII	21 08	~ 21 10	8	48		III	30 08	~ 31 21	6
8		IX	4 15	~ 6 09	19	49		IV	7 16	~ 9 01	8
9		XI	26 12	~ 26 21	5	50		IX	6 13	~ 7 02	8(1)
10		XII	14 14	~ 15 18	5(1)	51		IX	12 03	~ 13 17	9
11		XII	16 19	~ 16 23	6	52		IX	15 01	~ 15 22	7
12	1954	I	17 12	~ 18 05	5	53		XI	15 12	~ 15 13	6
13		II	11 12	~ 12 12	7	54	1957	IV	4 11	~ 6 01	7
14		II	16 21	~ 17 22	6	55		IV	20 12	~ 28 23	21(1)
15		III	1 04	~ 2 10	5	56		V	11 09	~ 19 23	54(2)
16		III	19 16	~ 22 03	10	57		VI	1 03	~ 2 07	5
17		III	24 21	~ 27 18	18	58		VI	10 12	~ 16 02	41(2)
18		IV	10 01	~ 13 04	9	59		VI	19 06	~ 20 09	8
19		IV	22 20	~ 23 11	5	60		IX	29 04	~ 30 07	17
20		VII	25 13	~ 26 22	10	61		X	1 06	~ 2 06	39
21		VII	28 09	~ 31 20	35(2)	62		X	6 11	~ 7 22	7
22		VIII	10 04	~ 13 01	12	63		X	13 11	~ 17 17	16
23		IX	1 08	~ 5 21	16(1)	64		XI	1 00	~ 2 09	5
24		IX	23 08	~ 24 15	6	65		XI	30 22	~ 30 24	5
25		IX	27 23	~ X 1 16	11	66		XII	1 00	~ 3 00	19
26		X	15 11	~ 18 01	7	67		XII	13 13	~ 13 20	20
27		XI	9 08	~ 9 11	8	68	1958	I	28 05	~ 29 22	10(3)
28		XI	17 10	~ 18 13	13	69		II	21 04	~ 23 24	18(1)
29		XI	30 02	~ 30 03	6	70		IV	14 08	~ 14 15	27
30		XII	6 01	~ 8 02	6	71		V	12 04	~ 13 12	8
31		XII	10 22	~ 11 16	12	72		V	26 11	~ 27 10	7
32	1955	II	15 05	~ 16 07	20	73		VI	18 00	~ 22 15	15
33		III	2 11	~ 4 07	11	74		VI	26 17	~ 28 05	10
34		IV	20 03	~ 22 08	9	75		VIII	14 00	~ 14 20	5
35		V	2 01	~ 4 03	11	76		VIII	28 00	~ 30 12	8
36		V	9 00	~ 15 10	16	77		IX	24 14	~ 24 20	6
37		V	20 16	~ 26 11	33	78		X	1 15	~ 3 04	10
38		VII	8 03	~ 9 17	11	79		X	25 08	~ 25 17	5
39		VII	14 07	~ 14 09	6	80		XI	13 08	~ 15 19	11
40		VII	2 09	~ 3 01	17	81		XII	2 22	~ 2 24	6
41		VIII	20 01	~ 21 17	7	82		XII	11 23	~ 16 01	54(8)

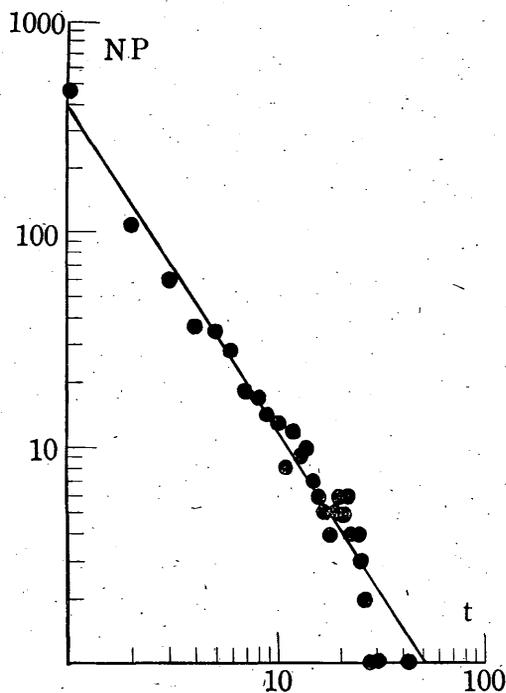


Fig. 1. Relation between frequency (NP) and time interval of every successive shocks of the volcanic earthquake swarms. ($NPt^{1.5}=K$) (t : time interval, unit=hour)

$m(t)$ = 任意の時刻 t において単位時間に地震の起る確率.

$q(t)dt$ = 地震が t と $t+dt$ の間に起る確率.

$P(t)$ = t まで地震が起らないでいる確率.

とすれば、時刻 t まで地震が起らないでいて、次の dt 時間内にはじめて地震が起る確率は $Pmdt$ であり、これは $-dP$ に等しいから

$$Pmdt = -dP \text{ もしくは } dP/dt = -mP$$

したがって

$$m = -d(\log P)/dt$$

一方、定義によって

$$P(t) = \int_t^{\infty} q(t)dt, \quad P(0) = 1$$

であるから、地震の総数を N とすれば

$$NP = N \int_t^{\infty} q(t)dt$$

は観測値から求められる。そこで NP の対数を時間 t に対してプロットすれば、その傾斜の符号を逆にしたものが m を表わすことになる。

もし、地震が偶然の分布をしているならば、 m は t に関せず一定でなければならない。すなわち、 $\log NP(t)$

は t に対して直線となる²⁾。したがって

$$Pdt = \exp(-mt) dt$$

また、 $q = -dp/dt$ であるから

$$q dt = m \exp(-mt) dt$$

となり、 q の大勢は指数曲線をなすはずである。

Fig. 1 でわかるとおり、鳥島で群発する火山性地震では、上記の統計をそのまま用いることができない。むしろ両対数によって示されるグラフで直線をなし

$$NPt^{1.5} = K \quad (K: \text{常数})$$

で表わされるような起り方をしていた。これは、2~3時間以内といった短時間のうちに、相ついでおびただしい地震が群発するためであると考えられる。

同一地震群に含まれる地震は、A、B型が入りまじっていることもあるが、多くの地震がたがいに似た型をしている。すなわち、同一地震群の各地震はほぼ同じくらいの $P \sim S$ 時間を持ち、震動方向も似ているので (Fig. 2, 3)、震源域は多くのものがほぼ同じ所で、同じような発震機構によって起っている地震であることが想像される。

§ 3. 火山性地震と潮汐との関係

潮汐の変動は複雑なものであるが、だいたい一日の間に高潮と低潮とがそれぞれ2回づつある。各高潮と低潮、または高潮と高潮との時間差は厳密にいえば一定ではなく、また、高潮と低潮の起る時刻は場所によって異なる。鳥島には検潮所はないが、潮汐表³⁾によれば鳥島の平均高潮間隔は6時間6分であり、潮時差は横浜の時刻に40分を加えることによって補正される。

筆者は、上記の補正をほどこした鳥島の高潮時および低潮時を計算し、地震が起った時刻に最も近い高潮時刻あるいは低潮時刻を時間の起点として、その前後の潮汐の如何なる位相の所に地震の時刻が分布されているかを調べた⁴⁾。もっとも、先にも述べたごとく、潮時差は一定ではないので、時間の起点を高潮時刻に選ぶか低潮時刻に選ぶか、または、そのどちらも考慮に入れるかによって、いくらかの差は出てくるようである。たとえば1956年の地震について上記の3つの方法を試みるとFig. 4のようになり、3つの線は細部では異なるが大勢は同じであることがわかる⁵⁾。そこで地震と潮汐との関係の大勢を知るために、上記の方法で1951~58年の各年ごとの

²⁾ たとえば松沢武雄：地震学 282~283 ページ。

³⁾ 海上保安庁：潮汐表 1 (1958) 273 ページ。

⁴⁾ 潮汐時刻は海上保安庁発行潮汐表 (1956~58年)、気象庁発行潮位表 (1951~55年) によった。

Fig. 2. An example of the seismogram of earthquakes swarm, at about 23^h Oct. 1, 1957.
39 volcanic earthquakes were recorded during 6^h of 1st to 6^h of 2nd of Oct. 1957.

Fig. 3. An example of the volcanic earthquakes of same type in swarm at about 09^h Apr. 19, 1959, at Torishima.

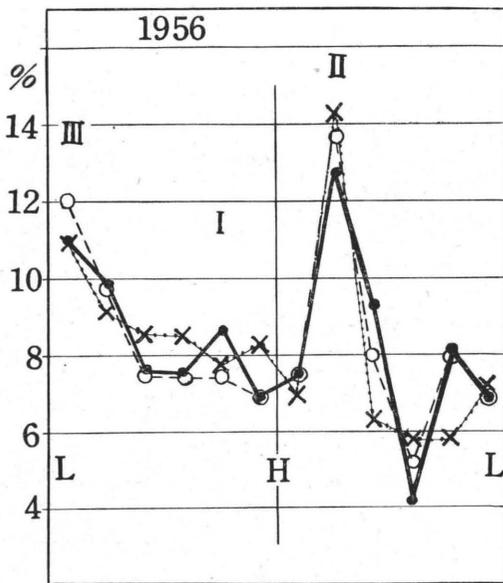


Fig. 4. An example of frequency curves of the volcanic earthquakes at Torishima, referred to the tides.

○ : Time referred to the high tidal times is used.

× : Time referred to the low tidal times is used.

• : Time referred to the high or low tidal times is used.

H : High water time L : Low water time

地震回数と潮汐の位相との関係を検討した (Table 2, Fig. 5). これらは比較のため地震回数を百分率で表わしてある。面白いことには、地震の発生状態には各年と

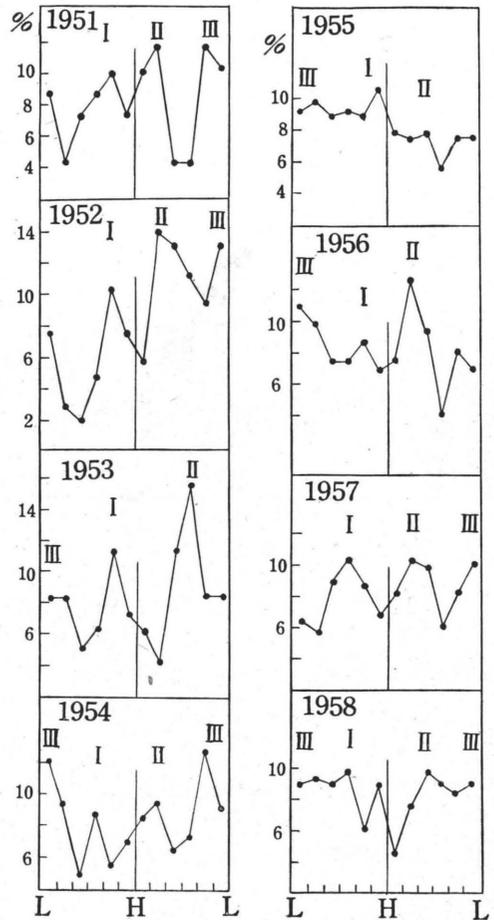


Fig. 5. Frequency curves of the volcanic earthquakes of Torishima, which are dealt with the last method mentioned in the explanation of Fig. 4.

H : High water time, L : Low water time, I, II, III : Local maximum.

も共通した顕著な傾向が見うけられ、高潮時の2~3時間前 (Fig. 4~7ではIで示した), 2~3時間後 (Fig. 4~7ではIIで示した) および低潮時 (Fig. 4~7ではIIIで示した) には地震が誘発されていることがわかる。

Fig. 6は1951~58年の全部の火山性地震について潮汐の位相との時間的關係を平均して示した図であり、きれいな正弦的変動をしている。この地震数の変動がすべ

5) 高潮時刻 (または低潮時刻) を時間の起点としたとき、そこから±6時間をこえる所に地震が起っていることもあり、その地震については低潮時刻 (または高潮時刻) から測った時間差で表わした。

Table 2. The number of volcanic earthquakes at Torishima, during the period from 1951 to 1958. Figures in the brackets show the percentage. (t_0 : time of the high tide).
*: The data of April to June are excepted.

Year	Hour	t_0-5	t_0-4	t_0-3	t_0-2	t_0-1	t_0	t_0+1	t_0+2	t_0+3	t_0+4	t_0+5	Total	
		t_0-6	t_0-5	t_0-4	t_0-3	t_0-2	t_0-1	t_0	t_0+1	t_0+2	t_0+3	t_0+4		t_0+5
1951		6 (8.8)	3 (4.4)	5 (7.4)	6 (8.8)	7 (10.1)	5 (7.4)	7 (10.3)	8 (11.8)	3 (4.4)	3 (4.4)	8 (11.8)	7 (10.3)	68 (99.9)
1952		8 (7.4)	3 (2.8)	2 (1.9)	5 (4.6)	11 (10.2)	8 (7.4)	6 (5.6)	15 (13.9)	14 (13.0)	12 (11.1)	10 (9.3)	14 (13.0)	108* (100.2)
1953		8 (8.3)	8 (8.3)	5 (5.1)	6 (6.2)	11 (11.3)	7 (7.2)	6 (6.2)	4 (4.1)	11 (11.3)	15 (15.5)	8 (8.3)	8 (8.3)	97 (100.1)
1954		40 (12.2)	27 (8.4)	16 (4.9)	29 (8.8)	18 (5.5)	23 (7.0)	28 (8.5)	31 (9.4)	21 (6.4)	24 (7.3)	42 (12.8)	30 (9.1)	329 (100.3)
1955		27 (9.2)	29 (9.9)	26 (8.9)	27 (9.2)	26 (8.9)	31 (10.6)	23 (7.8)	21 (7.2)	23 (7.8)	16 (5.5)	22 (7.5)	22 (7.5)	293 (100.0)
1956		19 (11.0)	17 (9.8)	13 (7.5)	13 (7.5)	15 (8.7)	12 (6.9)	13 (7.5)	22 (12.7)	16 (9.3)	7 (4.1)	14 (8.1)	12 (6.9)	173 (100.0)
1957		24 (6.5)	21 (5.7)	35 (9.0)	38 (10.3)	32 (8.7)	25 (6.8)	30 (8.2)	38 (10.3)	36 (9.8)	22 (6.0)	30 (8.2)	37 (10.0)	368 (99.5)
1958		36 (9.0)	37 (9.3)	35 (9.0)	39 (9.8)	24 (6.0)	35 (9.0)	18 (4.5)	30 (7.5)	39 (9.8)	36 (9.0)	33 (8.3)	36 (9.0)	398 (100.2)
Total		168 (9.2)	145 (7.9)	137 (7.3)	163 (8.9)	144 (7.9)	146 (8.0)	131 (7.1)	169 (9.2)	163 (8.9)	135 (7.4)	167 (9.1)	166 (9.0)	1834 (99.9)

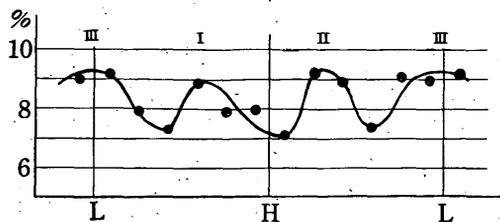


Fig. 6. Frequency curve of the volcanic earthquakes at Torishima, referred to the tides. (during the period from 1951 to 1958)

H: High water time, L: Low water time, I, II, III: Local maximums.

て潮汐の変化によって起っているものとすれば、その割合は

$$\frac{\sum N_i - N_{\min}}{N} \times 100 = 14.3$$

N: 地震の総数; N_i : 各1時間以内に起った地震数, N_{\min} : 1時間以内に起った地震の最小値

すなわち、全体の火山性地震の14.3%のものが潮汐の変動によって左右されていることになる。

なお、これらの関係は群発性の火山性地震および一般の火山性地震についても同様な傾向が求められたので

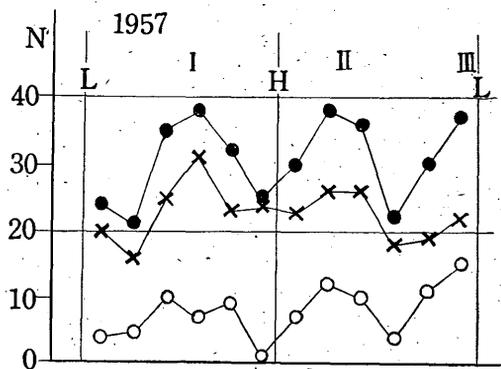


Fig. 7. An example of the frequency curve of volcanic earthquakes (N) in 1957.

○: Volcanic earthquakes, not in swarms.

×: Volcanic earthquakes in swarms.

●: Total volcanic earthquakes.

H: High water time, L: Low water time

(Fig. 7), 群発性地震だけが潮汐の変動で誘発されているものではない。

潮汐の変動は、その荷重が直接地殻の上に作用するために、それが地下の起震力に抵抗となって働き、潮汐の荷重が起震力に打ち勝っている間は地震数は少ないが、起震力が潮汐の荷重に打ち勝った場合には地震は起りや

すくなることを示しているものであろう。

なお、山口博士は⁶⁾、大地震の余震について潮汐との関係を調べ、各余震は共通して低潮時に最も多く起り、さらに関東地震（大正12）の場合には高潮時の前に、丹後地震（昭和2）、但馬地震（大正14）、大町地震（大正7）の場合には高潮時の少し後に余震の回数の第2の最大があったことを述べている。これを合せ考えるとき、鳥島のごとく海洋中の島においては、そこに発生する微小な火山性地震が潮汐の影響を受けやすいことは疑問の余地がない。

§ 4. 地震帯（深発地震帯）と火山帯

火山活動とは一般に地表に現われたり、またはごく浅い地中で起る火山現象をいうのであるが、深火山作用をも含めた広い意味の火山活動を考えるとき、深発地震も火山作用の一つにあげられよう。そこでこの項では、鳥島付近の深発地震帯と火山帯とについて若干述べる。

地質学上、富士火山帯の火山活動は第三紀前期の小笠

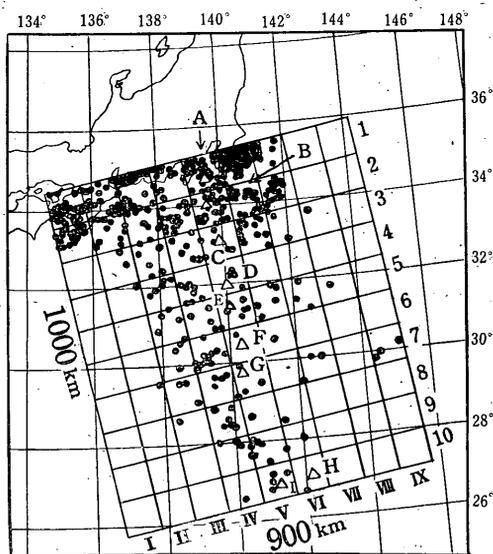


Fig. 8. Distribution of the epicenters of major earthquakes, during the period from 1926 to 1956. A : Oshima, B : Miyakejima, C : Hachijojima, D : Bayonnaise Rocks, E : Smith Reef, F : Torishima, G : Lot's wife (Sōfu-gan Rocks), H : Bonin Islands (Ogasawara Islands, coral reefs & volcanoes of Tertiary Period), I : Rosary Island (Nishino-shima).

⁶⁾ Seiti YAMAGUTI : Relation between Tidal Phases and the Earthquakes, B. E. R. I., 8 (1930), 393—408.

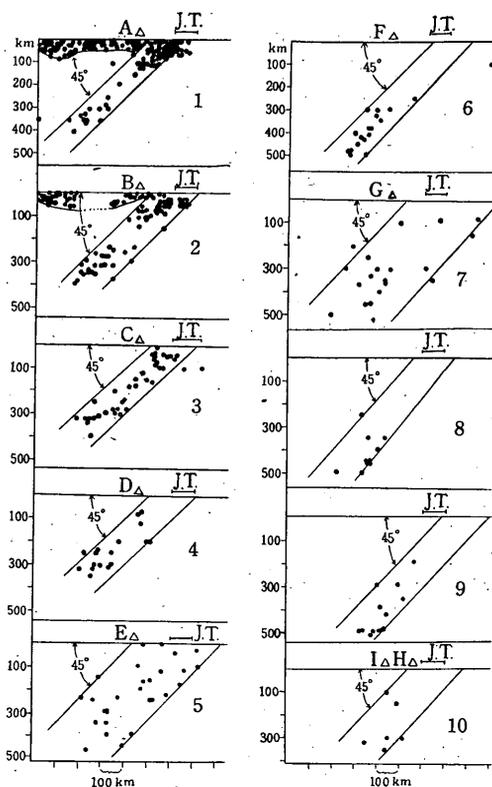


Fig. 9. Vertical distributions of the hypocenters of the earthquakes in Fig. 8 shown in the cross-sections.

J. T. shows the deep region of the Japan Trench.

原諸島、向後期の伊豆地方の活動によって始められ、小笠原諸島以外の伊豆諸島は、伊豆地方から火山列島を経て南々東の方向に進み、マリアナ諸島に達する海嶺上にできた第四紀の火山島であると認められている。

直線状に火山島の並ぶ伊豆諸島（その走向はほぼ北10°西にかたむいている）を真中にして、それに平行および直交して100 kmごとに区切り、1000×900 km²の地域に、1926~56年に起った730個の地震⁷⁾について震央の分布および震源の深さを調べた。Fig. 8, 9, 10において“V”で区切られた地帯には伊豆諸島のすべての火山島が含まれ、“VII”には日本海溝の最深部（火山諸島の約200km東側）が含まれている。伊豆諸島の地下における地震帯の様子は、これらの図によってその詳細を知ることができるが、その状態は日本海溝付近の地震が最も浅く、それより西側にゆくにしたがって約45°の角度を

⁷⁾ 気象庁：日本付近の主要地震の表（1926~56年）、地震月報別冊I（1958）。

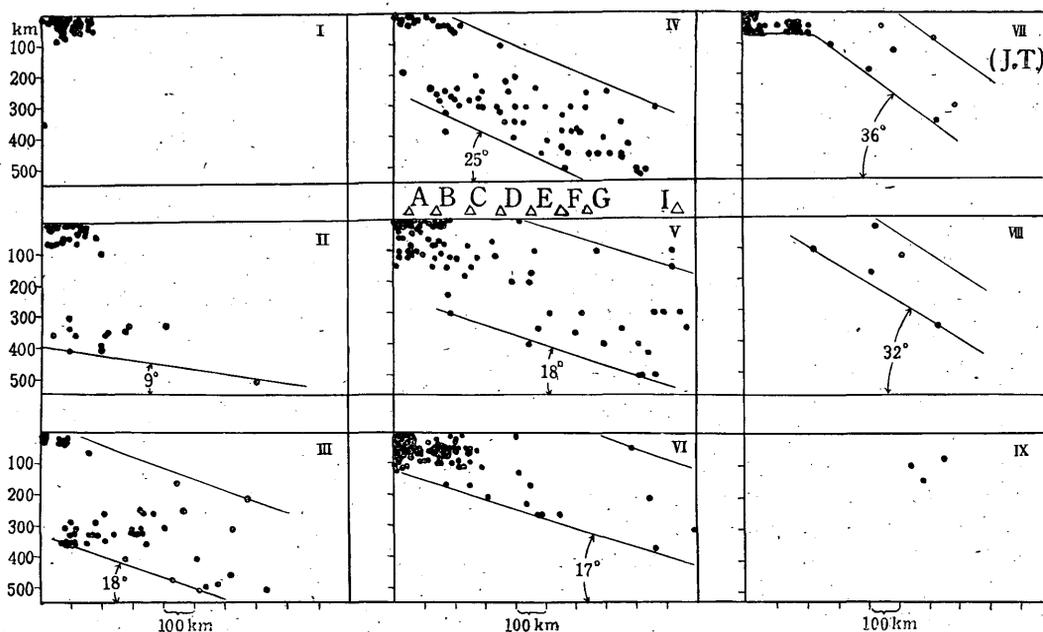


Fig. 10. Vertical distributions of the hypocentres of the earthquakes shown in Fig. 8 in the cross-sections. J. T. shows the deep region of the Japan Trench.

なして震源は深くなる。鳥島の地下には約 200~400 km の深い所に地震発生域があり、これらは前項までに述べてきた火山性地震とは区別される。火山性地震と一般地震の発生域との連絡その他のからくりについては今のところまだわかっていないが、大島や三宅島付近では島の地下に明らかに浅発地震帯が存在しているのに対して、八丈島以南ではそれが明らかでない。

また、Fig. 10 によれば、震源の深さは本州寄りのものほど浅くなる傾向があるが、これは深発地震帯が火山群島または日本海溝と完全には平行していないことを意味している。すなわち、Fig. 8 で区切った各方眼の地域に起った深発地震の底部の状態をみれば、いはゆる深発地震帯は火山諸島（火山帯）と約 30° のくいちがいがあがる (Fig. 11)。

いづれにしても、日本海溝と平行して、その西側だけに分布する伊豆の火山諸島および深発地震帯の傾斜の状態は、遠い地質時代から続いている富士火山帯の造山活動と密接な関係を持っているのであろう。

鳥島の火山性地震の P~S 時間は 1~3 秒のものが最も多く、まれに 10 秒以上の近地震がある⁸⁾。一般に火山性地震は、その震源が浅く、かつ、火山地帯は複雑な地殻構造であるために、大森係数は一般の地震のそれにくらべて小さい。たとえば大島では $k=2.2+0.41 d^{0.9}$ 、昭和

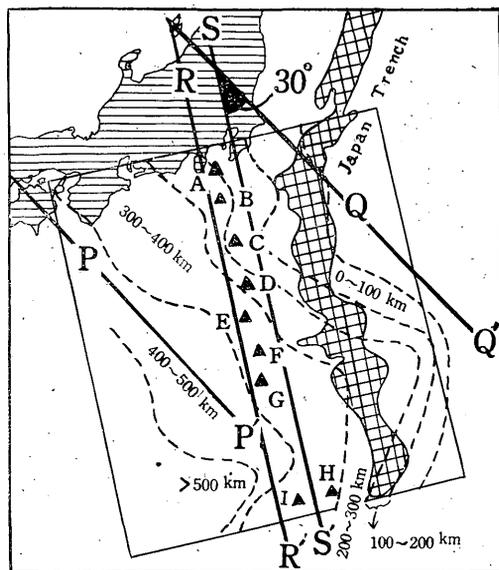


Fig. 11. Direction of the deep focus earthquake zone (PP' or QQ'), volcanic zone (RR' or SS') and the Japan Trench. The depth of the Japan Trench is 8000 m or more under the sea level. The number in km shows the maximum depth of earthquakes occurring in the region bounded by dotted lines.

新山では $k=2.3+0.4d^{10}$ (d は震源の深さ) と求められており、これらの係数を参考にしても、火山性地震は浅いから、その震源は鳥島気象観測所から数十 km とは離れておらず、鳥島の火山性地震帯が地下の深発地震帯に直接連続しているとは考えられない。しかし、こうした火山の“根”の問題は、今後研究を要することである。

§ 5. 1902 年および 1939 年の噴火と地震活動

1902 年および 1939 年の鳥島の噴火は、いづれも日本の噴火史上に残る最大級に属する噴火であった¹¹⁾。しかし、両者の噴火様式は著しく異っていた。すなわち、1902 年の噴火は中央火口丘が噴き飛ばされる爆発的噴火であったのに対して、1939 年のものは膨大な流出溶岩と噴出物によって噴石丘を生成し、ストロンボリ式噴火に近い活動であった。いま両噴火に伴った前兆現象を記録¹²⁾ によってくらべてみると次のようである。

1902 年の噴火 (噴火開始時: 1902 年 8 月 7~10 日)
(噴火終息時: 1902 年 8 月末)

熱現象: 噴火の約 2 年前から山上の植物が枯れた。噴火の約 3 か月前から千歳湾海岸の温泉の温度が高まり、付近の木は枯れた。また、海岸の砂浜から熱湯を噴出した。

地震現象: 噴火の直前 (8 月 5 日) に鳥島で鳴動、微動を感じた。

その他: 噴火の約 3 か月前から鶏が時を報じなくなった。

1939 年の噴火 (噴火開始時: 1939 年 8 月 17 日)
(噴火終息時: 1939 年 12 月末)

火山付近の異状: 噴火の直前 (8 月中旬) に島の付近の海水が濁った。

地動現象その他: 噴火の前日、山頂で音響が聞えたが、その他とくに異状は認められなかった。

これで見ると 1902 年の噴火には前兆地震があったことは確かであるが、1939 年の噴火ではそれが認められな

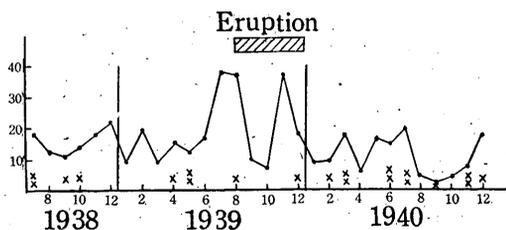


Fig. 12. Frequency of earthquakes near Torishima during the period from Jul. 1938 to Dec. 1940.

× : Deep focus earthquake

かった。しかし、当時は鳥島における地震計の観測がなかったため、無感の火山性地震が全く起きていなかったと断言することはできない。そこで当時の八丈島および父島測候所における地震記録から、この付近一帯に起った地震のひん度を調べた (Fig. 12)。この中には深発地震も若干含まれているが、1939 年の地震回数は 7~8 月および 11 月に異状的に多いことは注目される現象である。勿論、鳥島を含む八丈島~父島では、相当広い地域であり、かつ、前項で述べた深発地震帯もあり、とくに八丈島は第四紀に属する火山島であるから火山性地震も起ることであろうし、これらの地震がすべて鳥島火山の活動と直接関係しているかどうかは疑問ではあるが、微小な記録であるために正確な震源の位置が求められなかったものの方が多かった。ただ 1939 年の鳥島の噴火が 8 月に始まり 12 月に終わったことから、あるいはこれらの地震が鳥島の噴火と間接的にでも関係があったのではないかと考えられる。

§ 6. む す び

鳥島付近に起った地震のいくつかのことがらについて述べたが、なお将来の大きな問題点として筆者が気づくところを記すならば

- 1) 次期噴火の際の前駆地震の模様 of 予想。
- 2) 火山性地震の震源の分布および発震機構。
- 3) 火山 (帯) と深発地震帯との関係。

などである。噴火の予知は勿論地震活動の監視だけにたよるわけにはゆかぬが、地震活動の適切な監視は次期噴火の予想に対する重要な手がかりになることであろう。

⁸⁾ 1) と同じ。

⁹⁾ 高橋竜太郎・永田武: 昭和 13 年 6 月 18 日頃大島に頻発した地震群, 地震 II, No. 4 (1939) 17~23.

¹⁰⁾ 水上 武: 日本火山学会 1959 年春季大会で講演。

¹¹⁾ Hiromichi TSUYA: Geological and Petrological Studies of Volcano Fuji (V), B. E. R. I., **33** (1955), 379 によれば、1902 年噴火の噴出物は 0.03 km³、1939 年噴火の噴出物は 0.09 km³ で津屋式噴火強度階はいづれも V。

¹²⁾ 田中館秀三: 昭和 14 年の鳥島噴火概報, 地質学雑誌 **47**, No. 565 (1940), 387~403.