

56. 1967年(昭和42年)4月6日の式根島、 神津島附近の地震

地震研究所 { 下 鶴 大 輔
堀 米 和 夫
長 田 昇

(昭和42年5月23日発表—昭和42年9月30日受理)

1. 緒 言

1965年(昭和40年)8月頃から神津島附近に有感地震が群発し、相当長期間続いた。火山活動との関連もあり、筆者らは、翌年5月および10月に神津島において高感度地震観測を行った。その結果についてはすでに発表済みであるが、¹⁾ 天上山山体あるいはその直下、比較的浅い所に地震が発生しておらず、火山の表面活動あるいは噴火は起きないであろうと推論された。

その後も、地震はしばしば起り、神津島村役場に設置した加速度地震計にS-Pの比較的短かい地震を多数記録した。昭和42年4月6日までのそれらの地震のうち、神津島で震度Vを示したのもいくつかあったが、目に見えた被害を出した地震はなかった。

4月6日15時17分頃に相当大きな地震が発生し、式根島で家屋の被害および神津島で地割れなどの地変があった。余震はその後も引続いて起ったので、我々は、地震観測を主目的として調査を行った。

神津島、式根島、新島には地震計が今まで設置されず、この附近に発生する地震の実体がよく判らなかつた。昨年5月に神津島に設置した加速度地震計は村当局の努力によってこの附近の地震を記録しつつ来て、今回の群発地震も、神津島の地震計に見事に記録され、震央の推定、最大加速度の算出に大いに役立った。

本報告では、神津島の加速度地震計の観測結果、および式根島において実施した高感度地震観測の結果およびその吟味について述べ、さらに、この附近の一般的地震活動と火山活動との関係について議論を行う。

2. 神津島加速度地震計にもとづく最近の地震活動の概観

1965年(昭和40年)8月頃から神津島附近に有感地震が群発しはじめ、翌年5月、加速度地震計が同島に設置されるまでの期間、村役場によって、有感地震の時刻、震度が記録されていた。5月に加速度地震計が設置され、現在に至るまで観測が続けられている。

1965年8月より1966年4月までの期間は、村役場の記録により、それ以降、1967年

1) 下鶴大輔・堀米和夫 火山 12, (1967), 11-25.

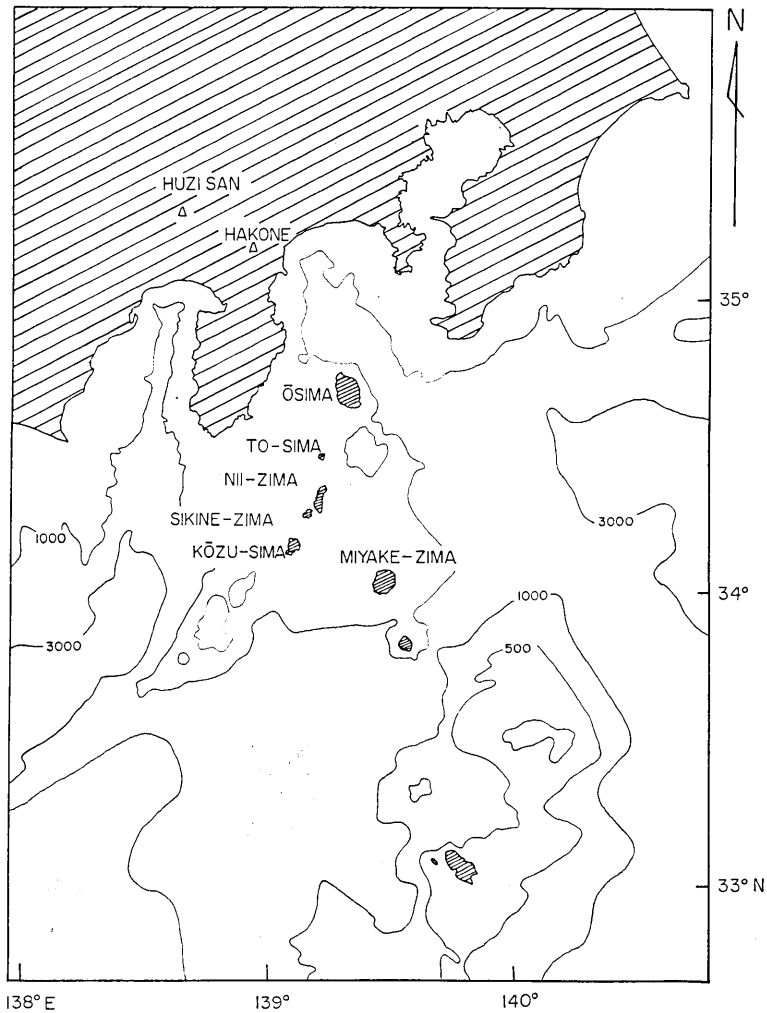


Fig. 1. Bathymetric map around Izu Island

6月までは加速度地震計による地震の日頻度を Fig. 2 に示す。加速度地震計による日頻度は、無感地震も含まれているので、村役場による有感地震の記録と直接比較は出来ないが、本年6月までの23ヶ月間に地震活動が活潑であった時期は、1965年10月—11月、1966年9月、1967年4月および6月である。

この一連の地震活動が始まったのが1965年8月であるが、これは丁度、松代群発地震が起りはじめた時期と同じであり、富士火山帯の南北でたまたま、群発地震が時を同じくして起きたことは誠に興味深い。たゞ、神津島附近の地震の消長と、松代地震群の消長と

DAILY NUMBER OF FELT EARTHQUAKES

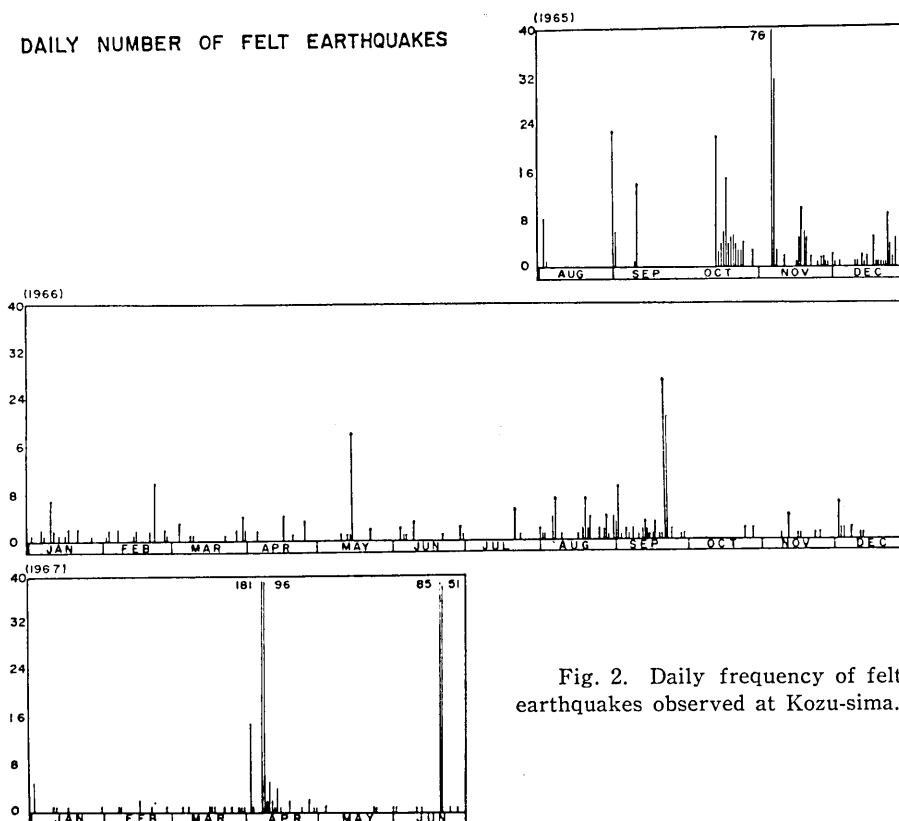


Fig. 2. Daily frequency of felt earthquakes observed at Kozu-sima.

の間には、時間的相関は全く見られない。もし、松代群発地震と神津島附近の地震とが共通の因果関係にあるとの観点に立つことを許されるならば、地震活動の消長の差異は、松代附近および神津島附近の地殻の物理的條件の局所的相違を反映していると解釈することも出来よう。

本年に入ってから、4月および6月に、ごく短時間に有感地震が群発し、残りの期間は、比較的、地震活動が低かったのが特徴である。このような短時間の群発は、この地方に今後とも起るであろうことは推察出来るが、一昨年来の一連の地震活動度の消長としては、活動度は次第に減衰してゆくように見える。

3. 1967 年 4 月 6 日の地震

4月6日15時17分頃、神津島、式根島附近に震源を持つかなりの地震があった。神津島の加速度地震計(水平動)によれば S-P は 1.7 秒、最大加速度は 142.0 gal であった。これは気象庁震度階によれば震度 V である。この地震により神津島および式根島に被害が

Table 1. Seismic sequence based on acceleration seismograph at Koze-sima

Date	Time	Intensity						Total
		V	IV	III	II	I	0	
Apr. 6	15 ^h - 17 ^h	1	1	2	10	21	58	93
	17 - 19		3	1	8	13	29	54
	19 - 21				2	7	9	18
	21 - 23					3	13	16
	23 - 01					2	5	7
Apr. 7	01 - 03					1	4	5
	03 - 05					1	5	6
	05 - 07					1	3	4
	07 - 09	1			3	6	6	16
	09 - 11				2	5	7	14
	11 - 13					8	2	10
	13 - 15					2	3	5
	15 - 17			1	1	3	5	10
	17 - 19					1	0	1
	19 - 21					1	1	2
	21 - 23						2	2
23 - 01					2	2	4	
Apr. 8	01 - 03							0
	03 - 05						2	2
	05 - 07							0
Total		2	4	4	26	77	156	269

あった(後述). 余震はその後もひき続いて起ったが, 4月7日いっぱいまで余震活動は終わった.

神津島の加速度地震計によるこれらの地震の消長を2時間毎の積算で表わしたものが Table 1 である. 15時17分頃の地震にひきつづいた余震は翌7日07時頃までに次第にその発生数を減じて来たが, それ以後, 再び最大加速度 59 gal の大きな地震があり, その余震と思われる地震が多少起り, さらに再び震度 III の地震がおきて, 少しの余震を伴いつつ, 地震活動が終了. 今回の地震のうち, 神津島の加速度地震計に記録された地震の総数は 269 ケであり, そのうち無感地震の数は, 58% である. 勿論, 感度の高い地震計によれば, 無感地震の数は飛躍的に増大するわけである.

今回の主な地震のうち, 気象庁によって震源および magnitude が決められたものを Table 2 に示す. 三宅島の S-P は気象庁の観測によるものであり, 大島のそれは, 泉津に設置してある我々の微動計によるものである. Table 2 の地震のうち, 4月6日 15^h 21^m および 17^h 30^m の地震は, magnitude 4 以上と思われるが, 大島および三宅島の

Table 2. List of major earthquakes

Origin Time	S-P in sec.			ϕ	λ	h (km)	M
	Kozu-sima	O-sima	Miyake-zima				
Apr. 6, 15h 17m 26.9s	1.70	8.2	(4.6?)	34°13'	139°09'	10	5.3
15h 21m	1.65	—	—	—	—	—	—
17h 30m	1.55	—	—	—	—	—	—
17h 49m 36.2s	3.05	7.2	(5.0?)	34°19'	139°10'	0	5.2
18h 06m 42.4s	2.80	6.60	(5.7)	34°17'	139°11'	20	4.9
7, 08h 28m 28.9s	2.40	6.20	—	34°15'	139°09'	10	5.2

ϕ -latitude, λ -longitude, h-focal depth in km, M-magnitude.

Kōzusima, Acceleration Seismograph

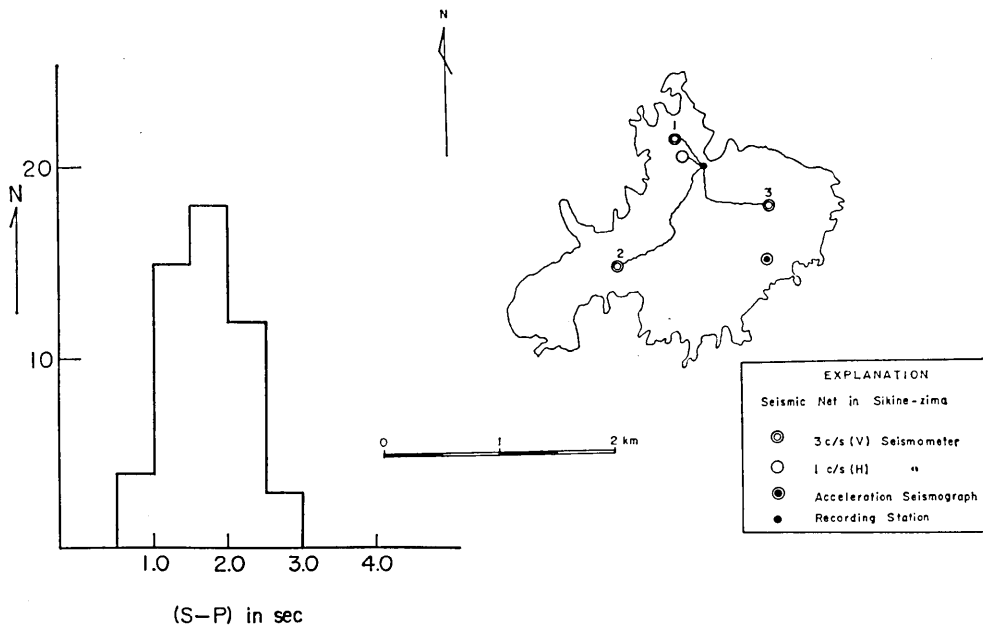


Fig. 3. Frequency distribution of (S-P) of earthquakes of April 6-7, 1967 recorded by acceleration seismograph at Kozu-sima.

Fig. 4. Location of seismometers placed in Sikine-zima.

地震計には観測されていない。

神津島の加速度地震計によれば、4月6日の地震の発生5日前に、前震と思われる顕著な地震群を記録している。すなわち、4月1日06^h07^m頃に、最大加速度30 gal, S-P 1.45 secの地震をはじめとして、4月1日06^hより09^hの間に17ケの地震を記録している。S-Pから推察して、4月6日の地震群とほぼ同じ震源域であろうと思われる。

4月6日の地震群の神津島加速度地震計によるS-P度頻分布をFig. 3に示してある。S-Pが1.5~2 secの地震が卓越しているように見える。しかしS-Pは時間的な変化を示し、地震が起きてから、2時間ほどの地震のS-Pはすべて例外なく2 sec以下であるに反し、17時以降、S-Pが2 sec以上の地震が起きはじめている。これは、余震域の拡大を意味していると理解してよい。15^h17^m頃の地震の震央は気象庁発表によれば $\lambda=139^{\circ}09'$, $\phi=43^{\circ}13'$ であり、これは神津島の西岸に相当するが、神津島のS-Pが1.7 secであることを考慮に入れば、神津島西又は北西のやや沖合になるであろう。従って、震央の位置は式根島より神津島に近い。それ以後の余震は、主震の震央より、西又は北西に広がっている。

15^h21^m頃および17^h30^m頃の余震は比較的大きいものであるが、Fig. 11に示したように大島の微動計には殆んど記録されていない。また、気象庁の大島および三宅島の地震計にも明瞭に記録されていない模様である。この2つの地震はFig. 10を見ても判るように、Pの立上りがmain shockや、その他の余震に比べて非常によい。この事実は発震機構によるものか、地震波の経路によるものか追跡してみる価値がある。

なお、今回の地震をも含めて、神津島附近に発生する地震を筑波で記録したものは、他の近地地震に比べて一般に短周期部分が欠けているといわれる(宮村撰三談)。このことも、伊豆諸島の地下構造と関連して興味ある問題であって、より詳細な観測が望まれる。

4. 式根島における高感度地震観測

4月6日~7日の群発地震後、高感度地震観測を目的として9日に新島に到着、同島村役場に水平動加速度計1台を設置し、11日に式根島に渡り、野伏の菊水旅館を本拠とし、Fig. 4に示すように地震計を配置し、3%換振器によるtripartite netは、Data Recorder(使用倍率180,000倍)により、夜間21時より02^hまでぬきとり観測を行い、また1%水平動換振器はモニターとして、常時15,000倍で煤書記録を行った。また水晶時計は(952TM7)毎日1回JJYで校正した。

モニター観測期間は4月12日18^h24^mより、18日06^h45^mまでである。気象要因による脈動の周期が0.8秒であり、モニターの換振器の固有周期が1秒であったため、0~1.5 mmの脈動を記録した。このような島で地震観測を行うときは、脈動の変位振巾が0.1 μ を越えることは珍しくないので、早い固有周期の換振器を使用すべきである。

観測期間中、モニター地震計に記録された地震の数は総計144ケであって、そのうち、震度Iのものが1~2程度であって、地震は、次第に減少しつつあった。モニター地震計に

記録された地震は Table 3 に表にしてある。

モニター地震計に記録された地震の S-P は, 殆んど 3.0 秒以下であって, その頻度分布は, Fig. 5 に示してある。

Table 3. List of aftershocks observed at Sikine-zima

Date	No.	Arrival time			S-P in sec.	Maximum trace amplitude in mm	Date	No.	Arrival time			S-P in sec.	Maximum trace amplitude in mm
		h	m	s					h	m	s		
Apr. 12	1- 1	21	36	22.3	2.2	7.6	Apr. 13	2-20	16	05	06	1.9	3.6
	1- 2	23	21	20.7	0.6	36.2		2-21	16	26	36	0.8	3.4
	13 1- 3	00	31	00	1.3	12.2		2-22	17	30	31.5		1.0
	1- 4	00	32	10.8	1.3	6.6		2-23	17	30	36		1.3
	1- 5	01	20	44.1	1.9	14.6		2-24	19	16	24	0.6	2.1
	1- 6	01	31	49	1.6	8.0		3- 1	19	47	58		38.3
	1- 7	02	33	22.3	1.0	4.0		3- 2	19	56	46	0.5	4.5
	1- 8	03	05	54	1.3	48.2		3- 3	20	09	51	1.6	5.4
	1- 9	05	33	23	1.7	33.4		3- 4	20	31	38	1.25	15.1
	1-10	05	34	37	2.1	5.0		3- 5	20	43	27		0.7
	1-11	05	44	00	1.1	3.6		3- 6	20	54	47	0.5	1.6
	1-12	06	08	29	2.0	6.4		3- 7	21	52	16.5	1.5	2.4
	1-13	06	42	40	1.5	4.2		3- 8	22	01	34.5	1.8	5.9
	2- 1	09	40	16	1.2	3.5		3- 9	22	53	15		88.5
	2- 2	09	53	49	2.4	5.4		3-10	22	55	40	1.4	2.5
	2- 3	10	30	44	0.5	4.2		3-11	23	19	17.5	1.5	2.0
	2- 4	10	38	42	0.6	18.0		3-12	23	22	37		1.7
	2- 5	11	16	44	0.5	15.0		3-13	23	47	07.5		2.4
	2- 6	11	23	06	0.3	4.8		14 3-14	00	58	51	1.5	10.4
2- 7	11	32	53	0.6	3.0	3-15	01	12	07	1.3	5.9		
2- 8	11	37	16	1.3	9.2	3-16	01	25	30		1.7		
2- 9	11	46	00	1.1	18.2	3-17	03	17	02.5	1.1	6.2		
2-10	12	25	22	1.1	8.0	3-18	03	50	00	2.2	7.8		
2-11	12	30	52	0.4	6.2	3-19	05	55	25	1.5	2.8		
2-12	12	58	23	0.3	3.2	3-20	05	55	36	0.8	4.2		
2-13	13	42	30	0.9	2.2	4- 1	09	31	26	1.9	0.9		
2-14	13	44	38	0.3	3.8	4- 2	10	22	00		61.6		
2-15	15	22	58	0.8	7.4	4- 3	10	47	47		1.8		
2-16	15	23	16	1.0	2.8	4- 4	11	33	28	1.2	4.0		
2-17	15	27	10	3.3	17.8	4- 5	11	58	28	0.5	1.3		
2-18	15	27	31	2.3	49.8	4- 6	12	11	46	1.9	2.6		
2-19	15	28	09	3.2	5.2	4- 7	12	50	19	1.6	2.7		

(to be continued)

Table 3.

(continued)

Date	No.	Arrival time			S-P in sec.	Maximum trace amplitude in mm	Date	No.	Arrival time			S-P in sec.	Maximum trace amplitude in mm
		h	m	s					h	m	s		
Apr. 14	4- 8	12	53	50		0.8	Apr. 15	6-13	16	21	20	1.3	1.6
	4- 9	13	06	01	1.6	13.8		6-14	16	28	53	1.5	4.0
	4-10	13	18	00		7.4		6-15	16	48	20	1.7	8.0
	4-11	13	18	17.5	1.3	6.7		6-16	16	54	58	1.0	1.4
	4-12	14	14	5.5		6.0		6-17	16	55	07	1.0	1.8
	4-13	14	18	25	1.3	14.2		6-18	16	55	17	1.2	10.4
	4-14	14	34	43	1.3	6.0		6-19	17	20	31	1.1	3.0
	4-15	17	01	21	1.5	0.8		6-20	17	26	08	1.0	5.0
	4-16	17	11	39		0.9		6-21	18	53	38		12.4
	4-17	17	11	53	2.2	5.0		7- 1	19	38	45		1.6
	4-18	17	34	36	1.9	2.8		7- 2	21	29	50	1.1	7.6
	4-19	17	37	06	1.0	3.6		7- 3	21	53	12	1.0	9.0
	4-20	18	11	31		2.6		7- 4	22	13	21.5	1.0	7.0
	5- 1	20	10	38	1.2	12.7		7- 5	22	30	37		2.6
	5- 2	20	56	25	1.3	2.8		16 7- 6	00	55	14.5		2.5
	5- 3	23	21	37.5	1.1	14.2		7- 7	01	08	08	1.9	4.6
	5- 4	23	58	34	1.1	0.7		7- 8	02	10	30		2.3
	5- 5	23	59	24	1.4	1.6		7- 9	02	20	17		3.8
	5- 6	23	59	35.5	1.3	4.0		7-10	06	30	10	1.0	5.3
	15 5- 7	00	12	10	1.4	3.8		8- 1	17	43	19	1.2	9.7
5- 8	04	07	52		6.5	8- 2	17	50	34		3.2		
5- 9	04	12	35	2.6	3.4	8- 3	18	16	09		2.2		
5-10	04	13	38		0.8	8- 4	18	21	12		1.4		
5-11	06	09	11	2.2	4.8	17 9- 1	01	58	45		5.2		
6- 1	09	56	27	1.1	3.0	9- 2	02	30	31	1.1	29.6		
6- 2	11	10	43	1.1	2.8	9- 3	02	41	49.5		5.8		
6- 3	12	22	19		1.8	9- 4	03	23	05	1.5	28.6		
6- 4	12	23	18		2.3	9- 5	06	05	17.5		4.2		
6- 5	12	28	05	1.1	3.7	9- 6	06	06	46.5		1.2		
6- 6	13	08	47	2.0	1.9	9- 7	06	08	52.5	1.2	4.3		
6- 7	15	00	45		1.1	10- 1	08	17	18		32.6		
6- 8	15	25	59	2.6	2.2	10- 2	08	49	07	1.4	16.0		
6- 9	15	48	21	1.1	6.0	10- 3	09	02	53	1.7	17.8		
6-10	15	51	48	1.7	8.9	10- 4	16	02	08	1.7	2.2		
6-11	16	12	34	1.4	1.6	10- 5	17	42	16		28.6		
6-12	16	12	54		2.0	11- 1	20	53	33		0.8		

(to be continued)

Table 3.

(continued)

Date	No.	Arrival time			S-P in sec.	Maximum trace amplitude in mm	Date	No.	Arrival time			S-P in sec.	Maximum trace amplitude in mm
		h	m	s					h	m	s		
Apr. 17	11- 2	22	39	16	1.1	3.6	Apr. 18	11- 7	02	06	18	1.1	1.8
	11- 3	23	08	02	1.0	3.4		11- 8	02	19	04		1.0
18	11- 4	00	58	51	1.5	2.2	11- 9	03	06	36		0.9	
	11- 5	01	25	29		1.8							
	11- 6	01	39	20.5	1.0	4.0							

Sikine-zima, Monitor Record (X3000)

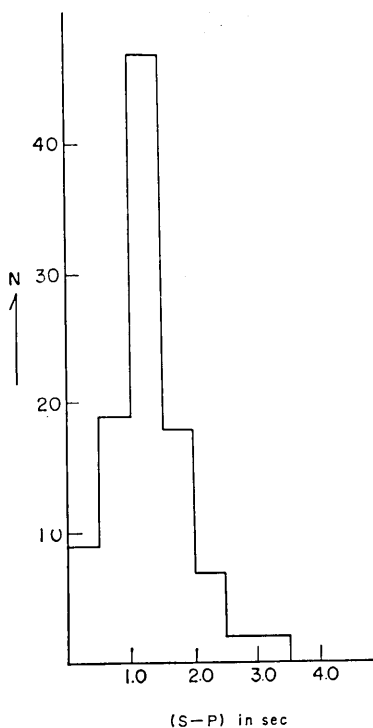


Fig. 5. Frequency distribution of S-P of aftershocks recorded at Sikine-zima. Magnification of seismograph : 3,000

Sikine-zima, Magnetic Tape (X180000)

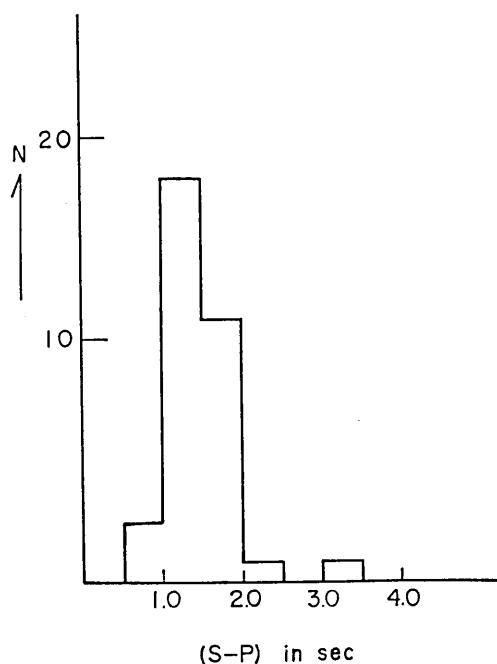


Fig. 6. S-P distribution of earthquakes recorded by Sony Data Recorder at Sikine-zima.

データレコーダーによる高感度地震観測は、4月13日夜より18日早朝まで実施し、その間に記録された地震数は119ケであった。これらの地震のうち、初動およびSの明瞭な地震の数は49ケであり、これらの地震に対して見かけの速度および地震波の到来方向が計算された。テープにとれた地震のS-Pは、1.0~1.5秒にピークがある(Fig. 6)。

tripartite netの換振器の高度差は、±5mの範囲に入っているため、地震波到達時刻

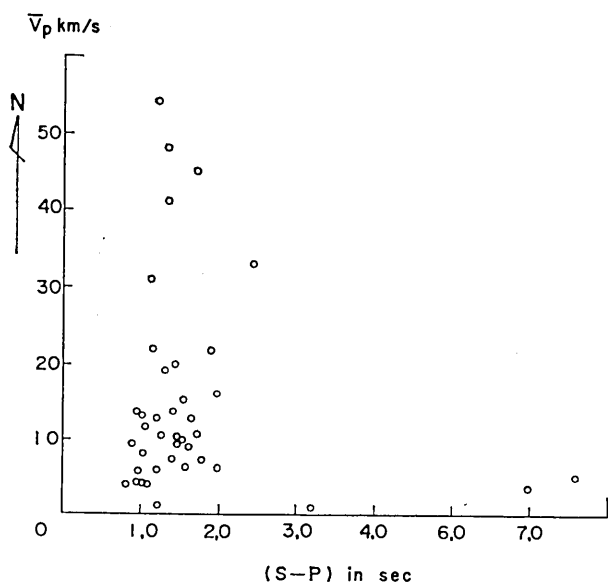


Fig. 7. Relation between apparent velocities and S-P.

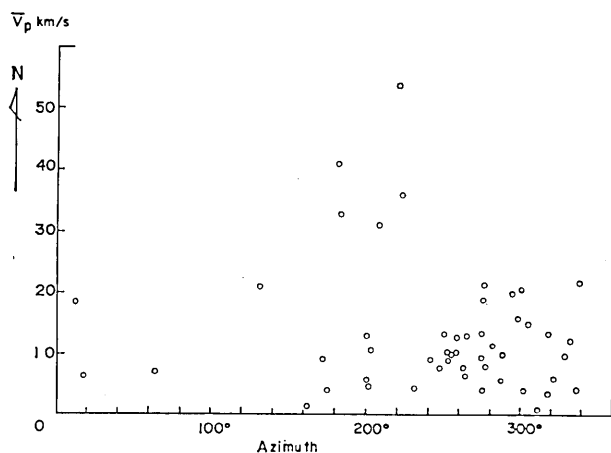


Fig. 8. Relation between apparent velocities and direction of approach.

の傾斜補正の必要はなく、各地震計の到達時刻の差から見かけの速度および到来方向を計算した。見かけの速度とS-Pの関係をFig. 7に示してある。3.5km/sあたりに表層の速度が落着くようである。

いま、到来方向の角度を北から時計廻りにとると、見かけの速度と到来方向との関係はFig. 8の如くなる。すなわち、殆んど地震は、式根島の西または北西に発生し、それらの地震の見かけの速度は、10~20km/sである。一方、南西(azimuth 200°)におきる地震の見かけの速度は、これよりも早い。

見かけの速度と、到来方向をベクトルで表したものがFig. 9である。

5. 観測結果と考察

高感度地震観測によって得られた見かけの速度を10~15km/sとし、表層の速度を3.5km/sとし、また $K=5$ km/sと仮定すると、式根島の西および北西に起った地震の震源の深さは7~10kmと

なり、又、震央は式根島より西および北西に2~5 kmとなる。

4月6日15^h17^m頃の主震の震央は神津島のやや西と推定されたが、その後の余震域は、それより北に長く伸びた形になる。

1963年12月27日に新島近海にM=6.3の地震があり、新島および式根島に相当の被害をもたらした地震があった。この地震には少数の前震および余震を伴ったが、主震の震央はFig. 10に示すように、新島北西方向にあたり、その後の余震の震央は新島西部海底に位置し、余震域は、Fig. 10の斜線部分と考えられる。

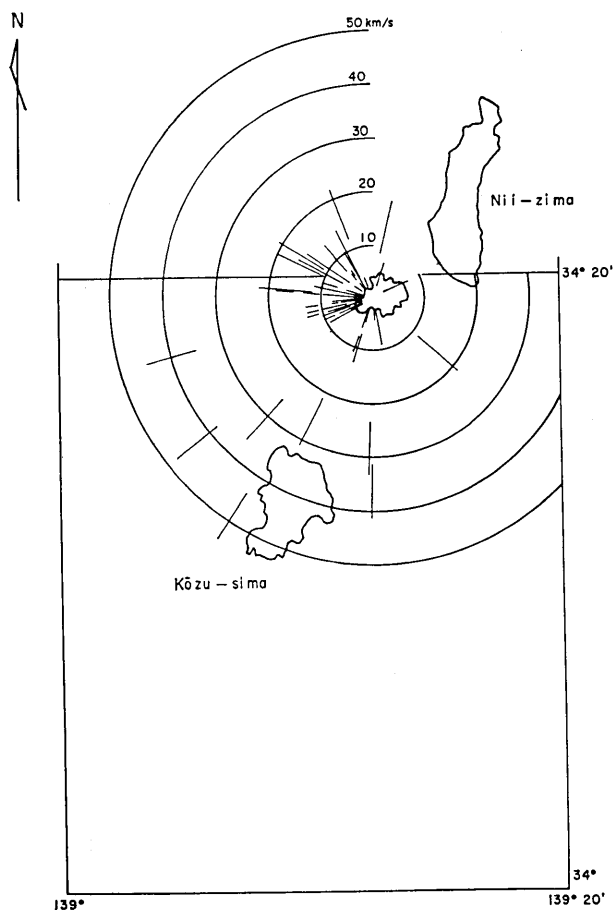


Fig. 9. Vectors show apparent velocities and direction of approach.

今回の地震の主震の震央は神津島西方沖であり、余震域はそれより北に長く伸びた形となっている。この2つの地震に共通のことは、どちらも新島、神津島を結ぶ浅いridgeの西側に震源が分布し、また震源域がridgeの軸に平行して長いように思われる。

1936年の新島近海の地震も、今回の地震も、震源が海底下比較的浅いので津波発生のおそれもあったが、前者のmagnitudeが6.3、後者のそれは5.3であって、飯田汲事²⁾によれば津波を発生する地震の最小magnitudeが6.3であって、両方の地震に対して津波発生のお報告はなかった。最近の神津島附近の地震のmagnitudeは、6を越えたものは皆無であり、また、相当長期間にわたって地震エネルギーを放出しつづけ

2) K. IIDA, "Magnitude of tsunamigenic earthquake, aftershock area, and area of tsunami origin", *Geophysical Papers dedicated to Prof. Sassa*, (1963), 115-124.

ているので、近い将来も、津波を発生する地震が起きる可能性は極めて少ないと考えられる。

6. 4月6日の地震による被害

神津島では、地震による道路法面崩壊によって、3名の負傷者が出たが、その他の人的災害は、神津島、式根島両島にはなかった。

神津島における災害は家屋一部破損2、水道鉄管切断2ヶ所の他に、道路法面崩壊、地割れ、石垣の亀裂などが全島に及んだ。

これに反し、式根島では、地変は道路法面崩壊のみで、神津島のような目立った地割れなどは見られなかったが、家屋の被害が甚大であった。式根島では、耐火石を主材にした家屋が多く、これらの家屋のうち、本村東南部では特に被害が多く、全壊7、半壊9、一部破損57を数えた。本村東南部に家屋被害が集中したのは、式根ヶ沢の堆積物の上に家

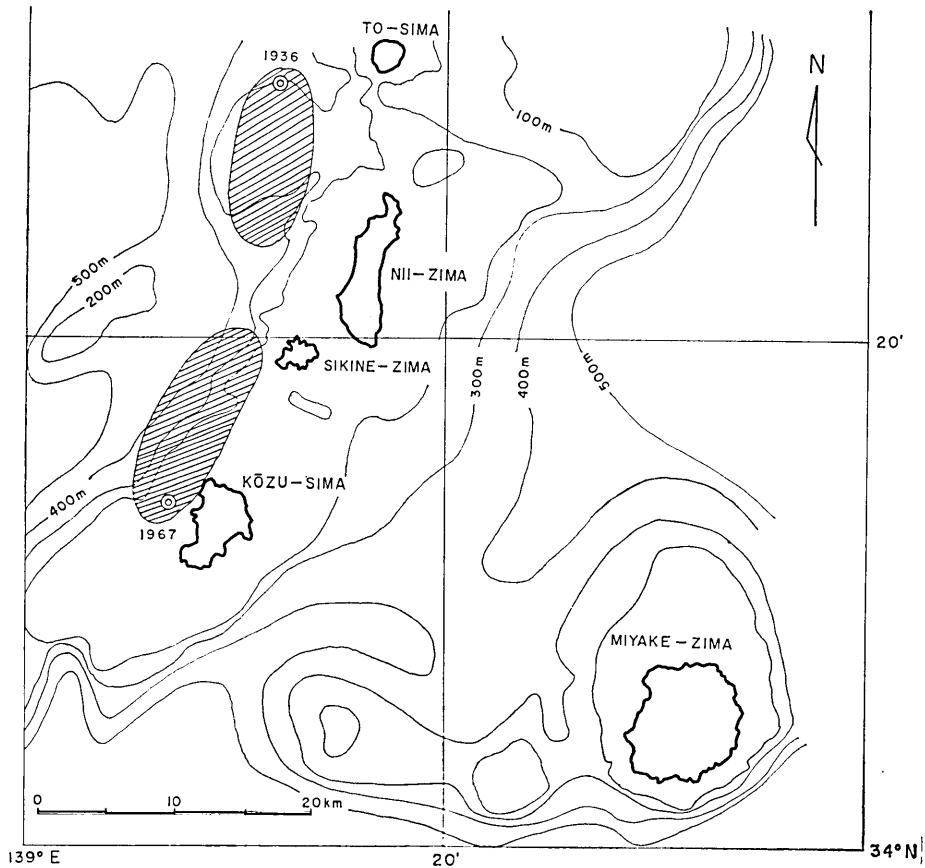


Fig. 10.



Fig. 11. Acceleration seismogram at Kozu-sima.

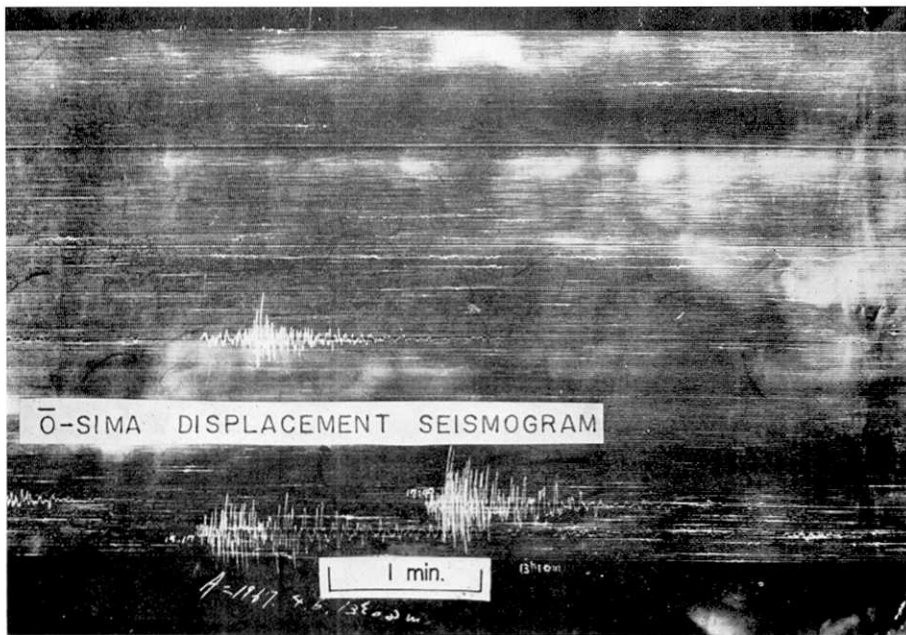


Fig. 12. Displacement seismogram at O-sima.

屋が建てられていたため地盤の影響を受けたと考えられる。なお、被害を受けた家屋はすべて抗火石造りであって、木造家屋には被害はなかった。

7. 結 語

本年 4 月 6 日の地震およびその余震について主として述べた。この附近は、この 2~3 年地震活動が盛になって来たが、これらの地震活動と火山活動との関係は未知であり、地震が概ね、流紋岩火山列の西側に帯状に発生していることは、新島、神津島などの流紋岩火山の生成に関連して興味あることである。

1966 年 5 月以来、加速度地震計の観測を続けていたゞいている神津島村役場当局、および、今回の観測に際し、協力を惜しまれなかった新島本村、式根島本村役場当局に感謝する次第である。

なお、この研究は文部省特定研究費によって行われたことを記して、当局に感謝する。

56. *Earthquakes of April 6, 1967 near Sikine-zima and Kozu-sima.*

By Daisuke SHIMOZURU, Kazuo HORIGOME and Noboru OSADA,
Earthquake Research Institute.

An earthquake of magnitude 5.3 occurred on April 6, 1967 off the west coast of Kozu-sima. Reconnaissance seismic survey was carried out by means of a tripartite seismic net set up at Sikine-zima during one week.

The aftershock area was determined as being located several kilometers west of Sikine-zima and Kozu-sima in an elongated shape in which the epicenter of the main shock was estimated as being at the south western part of the area.

The present seismic activity is a continuation of the earthquake swarm which commenced in August, 1965. It should be pointed out that the commencement is almost the same time as that of the Matusiro (Matsushiro) earthquake swarm. Matusiro is located near the northern extreme of Huzi Volcanic Belt and the present seismic area is located 300 kilometers south along this belt. Though we cannot find any correlation of seismic activity between these two, it will be worthy of note from the view-point of general activity of Huzi Volcanic Belt.

No volcanic activity of Kozu-sima and Nii-zima has been recognized in relation to the recent seismic activity. However, seismic activity of this area is interesting in relevance to the origin of rhyolite which is the main constituent rock of Kozu-sima, Sikine-zima and Nii-zima. Moreover, seismic activity at the area of basalt-rhyolite association is worthy of study precisely in relation to the origin of rhyolite magma.



Fig. 13. Cracks made on the road of Kozu-sima.



Fig. 14. Landslide at Kozu-sima.



(震研彙報 第四十五号 図版 下鶴・堀米・長田)

Fig. 15. Cracks made on the road of Kozu-sima.



Fig. 16. Damage to house constructed of "Koga-seki", vesicular rhyolite lava, at Sikine-zima.



Fig. 17. Damage to house at Sikine-zima.



Fig. 18. Damage to house at Sikine-zima.



Fig. 19. Damage to house at Sikine-zima.