

# 宮崎における有感地震の一調査\*

宮崎における一点観測による震源決定の精度\*\*

安井 豊・日高 武恒

550.340

## A Study of Earthquakes felt at Miyazaki

### The Accuracy of Epicenter Determination from a Single Station Observation at Miyazaki

Y. Yasui and T. Hidaka

(Miyazaki L. M. O.)

Rapid estimation of the epicenter of a large earthquake has sometimes been required for tsunami warning against the coast of Miyazaki Prefecture.

The authors checked the accuracy of epicenter determination from observational data on three components of an initial motion and a P-S interval obtained at a single station, Miyazaki. It is concluded that although the method might bring about some errors, they are not very serious and can practically be neglected in an urgent case.

It is also recognized that according to the distribution of epicenters, earthquakes are divided into several groups and the earthquakes of each group are characterized by depth of hypocenters, type of seismograms and deviated angle of initial motions from the direction of epicenters.

#### § 1. ま え が き

地震があった際の震源は気象庁と管区気象台で定めるようになっているが、宮崎のような臨海地帯では津波対策上、ときにはその通知を待ちきれぬ場合がある。また、宮崎にしか記象されない局発地震の震源を推定する必要が起こる場合もある。そこで有感地震の際、宮崎の3成分観測値とその記象型だけでどの程度震源を推測できるかを調べた。

なおこれに近い調査としては大籠信雄氏の「日向灘地震について（験震時報21巻，51—56，1956）」および大野譲氏外の「北海道周辺における地震活動域と地下構造（験震時報26巻，39—59，1960）」があり、ともに参考にした。また日向灘地震に関する部分的調査としては筆者が西部気象研究会で発表した「南九州の群発地震についての一調査（験震時報27巻，108—124，1962）」「油津の水位と日向灘地震（研究時報14巻，428—435，1962）」「日向灘地震に及ぼす気圧・気温の影響（研究時報，印刷中）」「外所地震調査（験震時報，26巻，33—38，1961）」

\* Received Feb. 25, 1963

\*\* 宮崎地方気象台

「南九州の地鳴りと震央距離との関係について（験震時報，26巻，119—124，1961）」「日向灘地震に伴う発光現象について（測候時報29巻，273—280，1962）」などがある。将来は無感地震についても同様な調査をする予定で、目下資料の収集を行なっているが、地震個数は2万を越すほどであるため、完成までにあと数年かかるであろう。

#### § 2. 観 測 表

Table 1 は昭和26年より36年までの宮崎における有感地震の観測表である。発震時、 $P-S$ 秒、最大振幅、初動諸要素はだいたいは原簿の値を採用したが、今回の調査にあたり該当記象紙を全部再験測したので、それによって訂正したものも相当数あった。震度と極急、急、緩の体感には全部原簿のものを採用したが、体感には記入のないものもかなりあった。記象型は今回の調査で新たに決定したものが多く、種別欄に\*印のあるものは気象庁の地震月報に震源が明確に記載されていないもので、\*印のないものは地震月報に記載された震源を採用した。\*印のあるもののうち、一部は宮崎、大分、熊本、鹿児島、

Table 1. List of Earthquakes felt at Miyazaki during 1951~1961

1	2	3	4	5	6	7			8	9	10	11	12	13	14	15	16	
						N	E	D										
1951 I	6 07 33 13.0	4.6	110	II	V	near Miyazaki perhaps NE			*				D		iP iS	Hyuganada	O, coincidence no good	×
I	11 09 18 25.6	6.4	184	II	Q	31.8	131.7	S		91	-37	D	150		iP iS			
I	17 05 22 44.6	6.1	158	I	Q	321.	131.9	S		113	-14	D	60		iP iS			
II	6 18 12 31.1	6.6	153	II	V	31.6	131.7	40		100	-19	D	40		eP iS			
II	15 16 11 48.8	20.4	285	I	S	32.8	130.2	10		90	-7	U	220		iP iS			
II	19 03 22 18.6	7.0	57	I	Q	32.0	132.0	v.s.		110	+40	U	180		eP iS			
III	6 05 12 54.1	46.2	46	II	V	28.3	129.3	200		104	-10	D	400		iP iS			
IV	26 03 30 28.0	21.3	47	I	V	30.8	130.7	130		89	-30	U	30		iP iS		depth may be shallower	
VI	6 01 58 17.1	24.7	3300	III	Q	29.8	131.7	90		94	-14	D	300		iP iS			
VII	26 05 34 33.7	24.5	182	I	Q	29.8	131.9	60		100	-12	D	350		eP iS			
XII	19 20 00 23.8	6.1	64	I	Q	31.8	131.8	v.s.	*	92	+42	D	50		iP iS	Hyūganada	O, K	
1952 I	30 21 44 36.2	13.6	36	I	Q	31	132	S		100		U			eP iS	I. M. faint		
II	7 15 29 08.3	11.0	104	I	Q	32.5	132.2	40		104	+5	U	50		iP iS			
III	13 22 58 52.3	48.0	117	I	Q	28.5	127.3	240		122	0	U	1000		iP iS			
VIII	5 20 06 25.2	6.9	300	II	S	31.7	132.1	v.s.		137	+16	D	100		iP iS			
VIII	20 15 38 14.3	8.6	200	I	Q	32.0	132.3	20		118	+9	D	120		iP iS			
XII	4 23 01 27.2	7.0	8	I	Q	32.4	131.9	v.s.		125	+33	D	20		eP iS		felt? amplitude too small	
XII	19 06 05 47.8	37.6	58	I	Q	29	130	S		102					eP eS	I. M. very faint		
XII	4 23 28 12.3	32.7	190	I	S	28	130	S		154	-11	U	1600		eP eS		depth may be deeper	
XII	31 02 34 39.9	7.1	141	I	Q				*			D			eP iS	Hyuganada	O, K, G, near Shimizu, but for Miyazaki no good	×
1953 I	18 05 47 47.5	7.6	>421	III	Q	32	132	20		100	-16	U	160		iP eS			
I	23 11 48 27.2	21.5	305	I	Q	33.3	132.2	40		84	0	D	80		eP eS			
II	23 19 18 39.1	4.2	930	III	Q	31.8	131.8	10		108	-3	D	100		eP eS			
IV	13 13 48 40.2	7.2	146	I	S	31.6	131.8	40		94	-35	U			eP eS	I. M. (UD) faint		
VI	1 13 13 21.5	6.5	94	I	S	Hyuganada			*			D			iP iS	Hyuganada	for Miyazaki, 120km ENE O, G	×
XI	27 04 26 03.3	5.0	1976	III	Q	32.0	132.1	20		170	-3	D	100		iP iS			
XII	14 04 10 47.8	7.3	75	I	Q	32.2	131.8	20		84	+2	U	125				recording very bad	
1954 II	16 08 06 58.3	13.3	433	II	Q	31	131.7	S		90	+48	U	110		eP iS			
II	24 02 32 39.2	16.6	235	I		E off Tanega- shima, deep			*						eP eS	Southern part of Kyūshū	O, G, K, may be 100km E, depth 60km from Tanegashima	×
II	24 03 28 28.0	5.5	420	II	Q	31.8	130.9	20		145	+5	D	75		iP iS			
II	28 09 56 43.4	48.4	223	I	S	27.7	131.0	200		110	-26	D			iP iS	I. M. (UD) faint		
III	6 00 18 07.2	11.9	83	I	V	31.0	131.4	20		100	+20	U	125		eP iS			
III	23 14 25 59.3	11.4	200	I	Q	32.6	132.1	20		104	+2	D	85		iP iS			
IV	20 10 18 08.1	11.7	127	I	V	31.0	131.5	S		100	+16	U	260		iP iS			
IV	24 05 20 17.8	13.5	97	I	Q	31	131.3	S		85	+38	D	340		iP iS			
V	27 15 50 21.8	4.1	1350	III	V	31.7	131.7	20		151	+35	D	75		iP eP			

1	2	3	4	5	6	7			8	9	10	11	12	13	14	15	16
						N	E	D									
1954VI14	11 27 11.7	6.2	59	I	Q	50km E off Nobeoka	*							eP iS	Hyūganada	K, O, coincidence no good	×
IX10	22 15 38.9	24.8	89	I	Q	30.2 131.1 50	*	85	+ 5	U	600			eP iS	Near Yakushima	O, K, G, Y	
X20	02 26 51.1	112.3	112	I	Q	31 132 S		116	-14	D	180				Seismogram missed		
XI13	23 47 13.2	25.1	139	I	Q	30.0 131.8 80		86	+ 8	U	210			eP iS			
1955 I	420 00 49.7	28.1	87	I	Q	30.5 131.5 S		65						eP eS	I. M. faint	epicenter?	
III28	18 13 03.9	33.8	500	I	S	29.4 130.1 60		90	+12	U	400				Seismogram missed		
IV23	15 07 42.0	7.3	117	I	Q	32.3 131.9 10		112	+27	U	80			iP iS			
V29	14 36 32.8	4.4	517	II	Q	E of Miyazaki v. s.	*							iP iS	Hyūganada	O, G, K, Y, coincidence no good perhaps E 50km from Miyazaki	×
X11	05 35 47.1	6.6	764	II	S	31.7 131.7 S		94	+28	D	40			iP iS			
1956IV10	22 08 13.6	4.4	166	I	Q	31.6 131.5 40	*	136	- 8	D	90			iP iS	East off Miyazaki	O, G, K, Y	
V28	18 13 14.7	5.6	156	I	Q	31.9 131.8 40	*	109	0	D	100			iP iS	near Miyazaki	O, G, K	
VI 8	03 19 22.8	5.8	417	II	Q	31.7 131.7 30		103	+23	D	70			iP iS			
VI16	15 20 23.3	41.5	145	I	Q	28.3 131 50		108							I. M. faint Seismogram missed		
VI30	23 39 49.9	15.4	128	I	Q	30.6 131.0 40	*	105	-30	U	120			iP iS	Seismogram missed		
VIII0	05 35 18.3	14.2		I		32.6 132.3 10		100	+30	U	80			iP iS	South off Kyūshū	O, G, K, Y	
IX 7	07 45 47.5	13.2	152	I	Q	31 132 40		91		U				eP iS	I. M. (E-W) faint, but negative		
X24	10 01 41.4	7.3	315	II	Q	32.3 132.0 20	*	104	+15	U	150			eP iS	East off Miyazaki	O, G, K	
1957III19	11 55 12.2	9.5	262	I	Q	32.0 132.0 20		76	+22	D	110			iP iS			
V30	15 25 59.5	10.0	61	I	Q	32.6 130.8 30		95	+ 3	U	170			iP iS			
VI25	09 34 25.4	6.6	335	II	Q	31.7 132.0 20		121	- 5	D				iP iS	I. M. (UD) faint		
XI11	20 25 29.8	13.6	134	I	Q	32.7 132.1 70		97	0	D	110			iP iS			
1958 II	8 06 37 27.4	7.0	282	II	Q	31.4 132.1 40		140	+ 8	D	110			iP iS			
V26	02 41 17.0	22.9	270	I		31.5 129.7 S		83	+ 5	D	60			eP iS			
VI15	05 22 39.5	6.4	72	I		80km E of Miyazaki S	*							iP iS	Miyazaki Prefecture	O, G, K, Y coincidence no good	×
VI19	22 50 15.7	17.7	143	I		32.9 130.4 10		96	+24	U	105			eP iS			
VI25	03 36 37.1	8.2	128	I	Q	31.4 131.3 10		93		D				eP iS	I. M. faint		
IX 5	01 02 43.4	5.1	379	I	Q	31.7 131.8 20		128	-22	D	100			iP iS			
IX 8	23 53 51.4	24.1	700	II	S	33.8 131.9 80		88	+ 6	D	155			eP iS			
IX15	04 42 24.0	6.2	2000	III	Q	31.8 131.9 20		110	- 7	D	55			iP eS			
1959VI 2	09 47 30.6	7.9	1300	III	Q	31.4 132.1 20		133		D				iP iS	I. M. (NS) faint		

1	2	3	4	5	6	7			8	9	10	11	12	13	14	15	16			
						N	E	D												
VI	415.37	20.6	10.1	80	I	Q	about 31.5	131	80	*	106		D	iP	iS	Southern part of Kyūshū	K, G, Y, coincidence no good.	×		
VI	1911	38	03.6	8.9	64	I	Q			*			U	eP	iS	East off Miyazaki	K, G, coincidence very bad	×		
VII	112	30	02.8	11.0	66	I	Q	31.1	131.5	20	*	91	+25	U	210	eP	iS	East off Osumi Peninsula	K, G, Y	
IX	901	05	47.8	8.1	416	III	Q	31.4	132.0	40		112	-15	D	70	iP	iS			
XII	3019	19	00.1	5.2	127	II	V	32.0	131.5	20	*	92	-18	D	150	iP	iS	East off Miyazaki Prefecture	K, G, O, Y	
1960 I	1912	10	58.9	5.5	474	III	V	31.9	131.6	30	*	96	-25	D	100	iP	eS	Hyūganada	O, G, K	
II	517	43	46.6	6.4	800	III	Q	31.9	132.0	20		119		D		iP	eS	N-S, broken		
III	412	53	34.7	18.5	2300	III	Q	30.9	130.7	140		100	-40	U	230	iP	eS			
V	1815	35	55.8	34.1	1200	II	S	29	130	100		101	-23	U	350	iP	eS			
VII	821	51	55.0	20.3	643	II	Q	30.3	130.7	60		99	-23	D	160	iP	iS			
VIII	1018	38	57.7	7.1	75	I	Q	31.9	131.9	40		94				eP	iS	I. M. faint		
VIII	513	46	34.0	7.4	97	I	Q	31.9	132.1	20	*	111	-18	D	140	iP	iS	Hyūganada	O, G, K	
IX	410	13	38.1	6.2	200	II	Q	32	132	20		124	+13	D	80	iP	iS			
IX	2620	36	45.0	13.0	494	II	Q	32.5	132	20		79	+23	D	90	iP	iS			
X	1500	26	33.9	13.0	100	I	Q	31	131	S		92	-35	D	150	eP	iS			
X	2908	27	54.8	2.0	62	I	Q	near Miyazaki			*					eP	eS	near Miyazaki I. M. faint	the other stations have no good records	×
XI	2722	23	25.2	11.3	1520	III	Q	32.4	132.1	60		97	+14	U		iP	eS			
XII	3104	09	28.0	4.0	448	II	V	near Miyazaki			*			D		eP	eS	off Miyazaki Prefecture	O, G, K, coincidence very bad, for Miyazaki, SSE, near	×
1961 I	621	52	20.0	5.2	78	I	Q	31° 46'	131° 35'	20		98	0	D	90	eP	eS			
I	2100	38	14.2	36.5	158	I	Q				*					iP	eS	Hyūganada I. M. broken	G, Y, K, Y, perhaps a deep earthquake	×
II	1110	57	27.5	5.4	119	I	Q	near Miyazaki			*			U		iP	iS	Miyazaki	K, G, O, coincidence no good. for Miyazaki SE or E	×
II	2703	10	59.1			V	V	33° 36'	131° 51'	40			-10			iP		Principial Motion broken		
II	04	43	18.1	5.4		I	Q	31° 26'	131° 38'	40		133		D		iP	eS	broken		
II	05	34	56.5	5.3		I	Q	E of Miyazaki			*			D		iP	eS	Miyazaki Prefecture not reconditioned	K, hypocenter undetermined	×
II	15	30	21.1	6.9	223	I	Q	31° 38'	131° 52'	0		116	-22	D	60	eP	eS			
II	2804	35	40.2	3.2	183	II	Q	31° 40'	131° 45'	20		213	-15	D	130	iP	eS			
II	05	42	56.8	5.3	67	I	Q	32° 01'	131° 29'	0		34	-30	D	33	iP	iS			
III	105	59	28.8	7.4	81	I	Q	32° 02'	131° 43'	0		68				eP	iS	I. M. faint		

1	2	3	4	5	6	7			8	9	10	11	12	13	14	15	16
						N	E	D									
1961III	122 50 43.8	5.9	77	I	Q	31° 41'	131° 41'	0		88				eP iS	I. M. faint		
"	23 55 02.7	6.3	224	I	Q	31° 39'	131° 36'	0		95	+10	D	70	iP iS			
III	8 17 47 01.7	1.6	78	I	Q	near Miyazaki			*					eP iS	Miyazaki	the other stations have no good records	×
"	17 47.26.5		81	I	Q	31° 51'	129° 36'	40						eP iS	W of Kagoshima Prefecuter	hypocenter may be erroneous.	
III	14 12 25 21.3	4.8	103	I	Q	East off of Miyazaki			*					eP iS	Miyazaki Prefecture	O, K, coincidence no good	×
"	18 27 08.7	8.0	74	I	Q	31° 58'	130° 43'	20		106	+ 5	D	100	eP iS			
III	16 07 16 47.3	6.0	804	I	S	32° 00'	130° 42'	0		153	- 5	D	20	eP iS			
III	18 15 22 54.2	8.5	314	I	Q	31° 59'	130° 44'	0		106	+15	D		iP iS	I. M. (UD) faint		
"	17 58 05.7	8.0	135	I	Q	31° 56'	130° 46'	20		100	+28	D	25	iP eS			
IV	4 11 39 01.4	15.0	82	I	Q	E of Miyazaki 100km			*			D		eP eS	off Miyazaki Prefectnre	G, K, O, coincidence no good	×
"	13 53 55.5	14.1	33	I	Q	31° 09'	132° 07'	60		94	+33	D	180	eP iS			
"	20 55 07.3	2.3	69	I	Q	near Miyazaki			*					eP iS	near Miyazaki	the other stations have no good records	×
V	2 00 36 48.9	7.4	59	I	S	31° 26'	131° 46'	20		107				eP iS	I. M. faint		
"	00 38 20.9	7.5	194	I	S	31.7	131.8	10	*	97				eP iS	Hyūganada I. M. faint	O, G, K coincidence good	
V	7 21 15 25.9	58.2	169	I	S	35° 06'	134° 25'	40						eP iS	I. M. faint		
V	17 06 45 55.4	19.4	610	I	S	30° 27'	132° 02'	60		98	0	U	310	iP iS			
VI	9 19 52 48.3	7.0	97	I	Q	31° 51'	131° 56'	0		103	+30	D	50	iP iS			
VI	28 10 47 37.7	2.7	38	I	Q	near Miyazaki			*					eP iS	I. M. faint	the other stations have no good records	×
VII	18 23 04 16.1	23.1	4800	III	Q	29° 37'	131° 46'	60		114	0	U	420	iP eS			
"	23 34 41.8	1.23		I		29° 48'	131° 36'	60							not recondi-tioned		
VII	19 15 33 56.1	25.2	180	I	Q	29° 44'	131° 50'	60						eP iS			
"	20 55 24.6	24.4	130	I	Q	29° 32'	131° 29'	100						eP eS	I. M. faint		
VII	20 18 03 18.4	26.6	143	I	Q	29° 59'	131° 49'	60				D		eP iS	I. M. faint		
VII	22 07 40 32.0	26.0	43	I		150km SE of Yakushima			*					eP eS	off south of Kyūshū I. M. faint	O, G, K, Y coincidence no good	×
VIII	1 19 30 49.5	16.9	212	I		32° 57'	131° 29'	100		95	-27	U	80	iP iS		depth questionable	
VIII	4 04 34 17.0	3.9	85	I	S	11.7	113.2	0	*	118	-34	U	38	eP iS	near Miyazaki	K	

1	2	3	4	5	6	7			8	9	10	11	12	13	14	15	16
						N	E	D									
1961VIII11	13 27 33.3	5.7	490	II		31° 40'	132° 07'	0		116+	3	D	95	iP iS		depth questionable	
"	15 08 28.7	7.7	2400	III		31° 41'	132° 11'	20		117+	5	D	70	iP iS			
VIII14	00 40 49.2	6.1	2200	I		31° 37'	132° 12'	40				D		iP iS		hypocenter questionable or recording at Miyazaki no good	×
VIII15	07 05 12.6	7.2	1400	III		31° 27'	131° 50'	0		125-	2	D	80	iP iS			
"	12 18 15.4	7.3	44	I		31° 16'	131° 43'	20		130				eP iS	I. M. faint		
VIII16	04 52 36.9	7.2	80	II		SE of Miyazaki			*					eP iS	off Miyazaki Prefecture I. M. faint	G, K, Y, coincidence no good	×
IX 4	10 10 03.3	6.4	106	I		31.8	131.7	20	*	72				eP iS	off Miyazaki Prefecture I. M. faint	G, K, O	
IX13	12 20 18.1	7.0	37	I		near Miyazaki			*					eP iS	Kyūshū I. M. faint	O, K, coincidence no good	×
IX14	02 48 39.0	5.6	25	I		near Miyazaki			*					eP iS	near Miyazaki I. M. faint	the other stations have no good records	×
IX22	05 45 44.8	6.7	97	I		31° 35'	131° 51'	0		75				eP iS	I. M. faint		
X24	09 22 42.4	5.6	105	I		near Miyazaki			*					eP iS	off Miyazaki Prefecture I. M. faint	G, hypocenter unknown	×
XI 4	06 14 19.9	5.5	40	I		31° 31'	131° 37'	60						eP iS	I. M. faint		
XI27	14 57 30.5	6.4	13600	IV		31° 18'	131° 33'	40		133-	3	D	80	iP iS			

Column 1: Date.

Column 2: Time at Miyazaki (h, m, s).

Column 3:  $P-S$  in seconds.

Column 4: Maximum amplitude in  $\mu$ .

Column 5: Seismic intensity at Miyazaki.

Column 6: Nature of ground motion, V=very quick, Q=quick, S=slow.

Column 7: Hypocenter; Latitude and longitude in degrees, depth in km. Most of hypocenter locations are adopted from the Seismological Bulletin of J. M. A. Some are determined by the authors.

Column 8: Mark \* indicates the hypocenter location is not from the Seismological Bulletin of J. M. A.

Column 9: The ratio of  $P-S$  interval observed at Miyazaki to that given by Wadati's table assuming a hypocenter of column 7. The ratio is shown in percentage.

Column 10: The angle between the direction of initial motion in horizontal plane observed at Miyazaki and the direction of epicenter from Miyazaki.

Column 11: Up or down in vertical component of initial motion.

Column 12: Depth calculated from a combination of initial motions in three components and a  $P-S$  interval (in km).

Column 13 : iP or eP, and iS or eS

Column 14 : Location of epicentre given in the Seismological Bulletin of J. M. A., conditions of recorded initial motion (I. M.) and of seismographs in operation.

Column 15 : Accuracy of hypocentre determination by the present authors. Marks O, G, K, and Y show that the data from stations Ooita, Kagoshima, Kumamoto, and Yakushima are used in determining the hypocentre respectively with the data of Miyazaki.

Column 15 : Mark × indicates that the data of this shock are not used in this study because of their lack of accuracy.

屋久島の記象から震源を推定して補充した。記事欄には用いた資料の観測所をO, K, G, Yの記号で示してあるが、宮崎だけの資料しかないものは記入していない。震央距離差は和達走時表によって震源から宮崎までのP-S秒が何秒となるかを求め、それを実際に観測されたP-S秒で割った百分率で示されている。初動方向差は当台記象の初動による水平入射方位角と地震月報記載

(\*印のついているものは筆者決定)の震源から宮崎への方位角との差(記載決定震源から宮崎に向って、その右側から入射したものを正号、左側から入射したものを負号とする)であるが、震源が経緯度の度単位でしか示されていないものがあり、このようなものではこれによる誤差は大きいであろう。計算深度とは当台の初動だけから垂直入射角を求め、これと地震月報記載または決定された震央距離から求めたものである。

§ 3. 使用地震計

この調査に使用した宮崎地方気象台の地震計は Table 2\* に示されたようなウィーヘルト式3成分地震計であり、大きな地震の最大振幅においては強震計の験測結果を採用したものがある。

§ 4. 震源分布

昭和26年より昭和36年までの宮崎における有感地震のうち震源の判明したものを記入したものが、Fig. 1である。ただし単に「極浅」と記載しあるものは○、「浅」と記載しあるものは◎で記入した。

これによると地域によって震源の深度はほぼ一定しているようである。つまり、日向灘南部から沖縄にかけて豊後水道の震源が深く、その他の地方では深いものはほとんどなく、ただ日向灘中部にやや深い地域があるだけである。もちろん遠地の浅発地震は遠くには伝わらないから、上の結果から南方洋上では浅発地震はないとは云えない。しかし、九州本土一帯ではこの11年間に深く強い地震が生じていないことは云いうるであろう。

§ 5. 押し引きの分布

同様に宮崎における有感地震のうち、上下動地震計により初動の押し引きの判明したものを記入したのが Fig. 2である。これによれば震央によりだいたい押し引きの区域がまとまっているようである。押し地震の数は引き地震より少ないが、九州北西部、日向灘北部、佐多

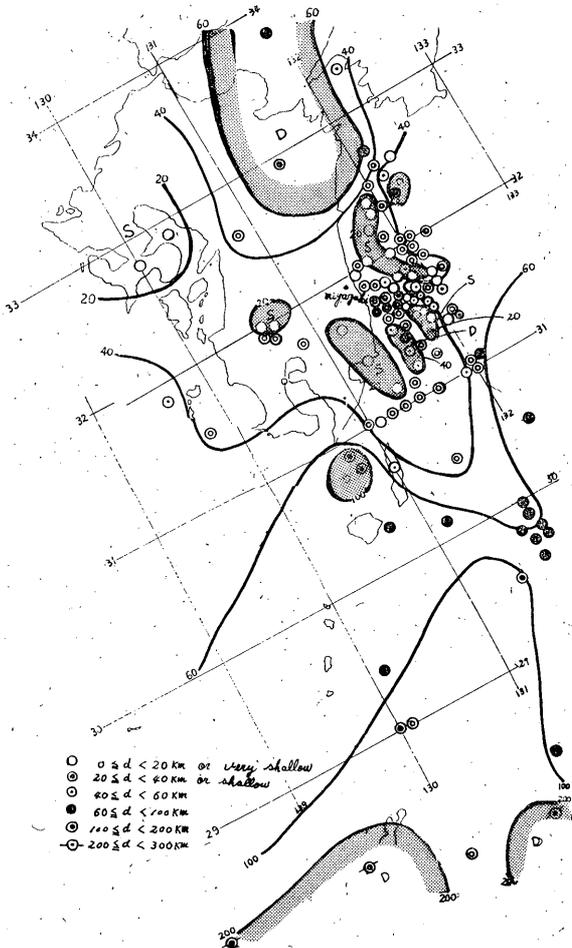


Fig. 1. Distribution of epicentres classified according to the depth of hypocentres.

\* Table 2 はページ数のつごうで印刷を省略した。

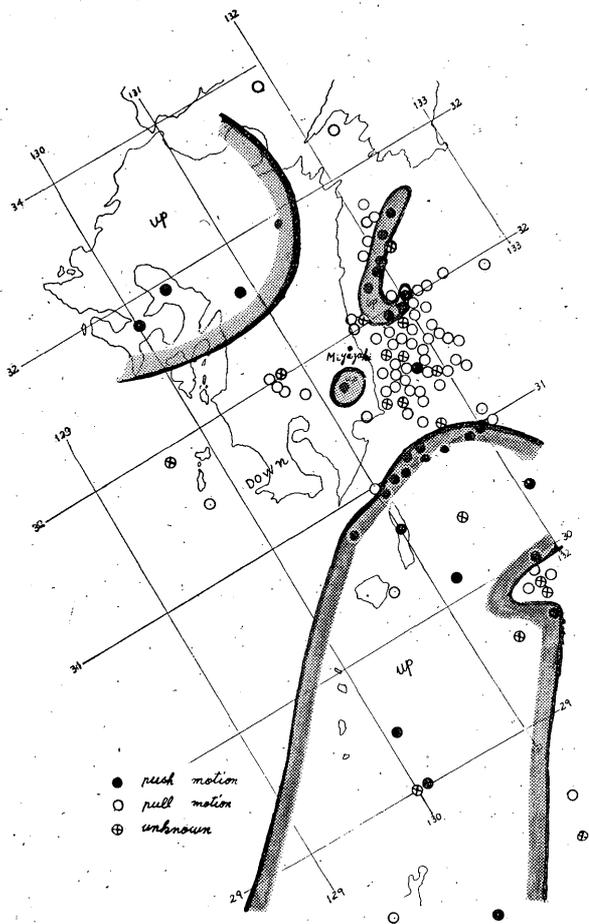


Fig. 2. Distribution of epicentres classified according to the direction of initial motions at Miyazaki

岬種子島の東方海域一帯、奄美大島一帯の海上に押し地震が多く、また今回の調査期間中にはなかったが、台湾沖繩付近にも押し地震が多い。

§ 6. 上下動初動記象と深度

同様に宮崎における有感地震中震源深度と当台の初動成分が判明しているものについて、宮崎の初動3成分より垂直入射角を計算し、これを震央距離まで延長して求めた計算深度と地震月報記載あるいは決定された深度との関係を図示したものが Fig. 3 である。

これによれば P 波がまっすぐに入射するとして得た計算深度は真深度より一般にはなほ深く通常数倍ときとしては十数倍に達し、特に浅層地震においてその倍率が大きい。この差は鷲坂氏の結果「地殻浅層内の地震波速度(験震時報, 5 卷, 55-92, 1931)」よりも大きいよ

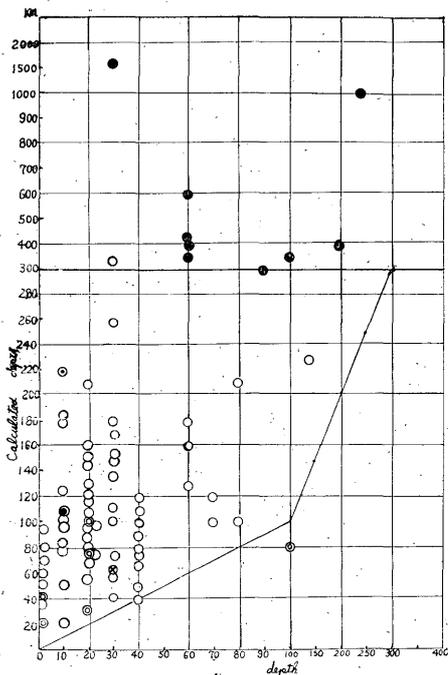


Fig. 3. Comparison between a calculated depth from three components of initial motion at Miyazaki and the depth determined by ordinary method.

- : earthquakes in Hyūganada (30°-34°N)
- : // (28°N-30°N)
- ⊗ : earthquakes in Kirishima and Aso regions
- ⊙ : // in Unzendake region

うである。したがって計算深度が 100 km となっても、真深度は 10 km かあるいは 40 km かは判定できず、ただ震源深度は 50km より深くはないということが言えるだけであり、一般的には宮崎の 1 点観測からは到底震源深度を求められないことが明らかである。これは地震波動が地表面に対し concave に湾曲して入射するから当然であるが、とくに宮崎の近地地震では上下動初動がはっきりと、あるいは過大にあらわれるためであろう。これは宮崎の地盤の関係のためかもしれない。

§ 7. 初動偏角

同様に宮崎における有感地震のうち、震央と当台の初動水平成分の判明しているものについて、その地震が宮崎に入射する場合震央方向とどれぐらいの方向差で入射するを図示したものが Fig. 4 である。震央から宮崎に向う線の右側から入射した角度を正值、左側から入射した角度を負値にとってある。

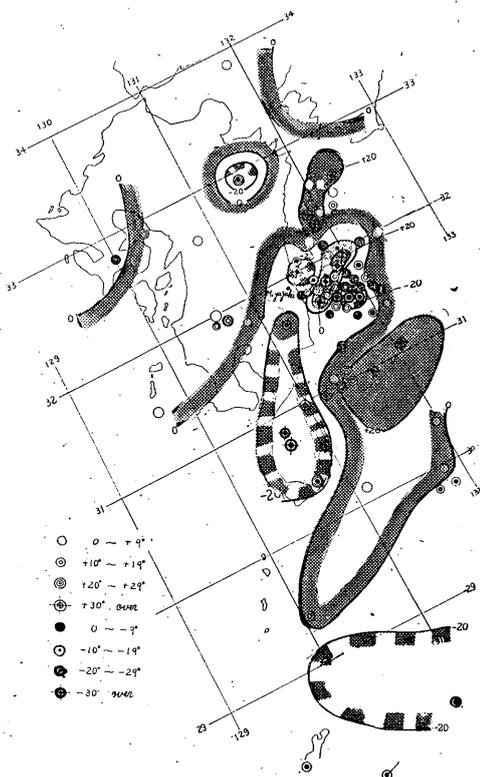


Fig. 4. Distribution of epicentres classified according to an angle between the direction of epicentre and of initial motion at Miyazaki.

これによると震央の区域によって同じような偏りで宮崎に入射していることがわかる。すなわち、九州本島、日向灘北部、日向灘中央部と種子島東方一帯の日向灘、南部が偏りの正域その他は負域であって、宮崎沖の日向灘中部では正域と負域が交錯している。観測表の項で述べたように地震月報記載の震源にはかなり広範囲の不明確なものがあり、宮崎の地震計記象の初動にも験測上不明確なものもあるので、この結果は確実なものとは言えないが、それでも数多くの測定値の分布が、この図のようにはっきり区分されているところからみて、全く無意義な分布とは思えない。

この偏りがなにによって生ずるか、すなわち宮崎に地震波が入射する場合、宮崎に近いところの地層の構造による屈折によるのか、発震地近くの地層の構造によるのかははっきり断定できない。しかし宮崎からほぼ同一方向の震央でも区域により差があるところからみて、その原因は後者のほうが強いようである。日向灘中央部で偏りの分布がこんでいるのはその付近の地層構造が複雑な

ためであろう。いずれにせよ宮崎からみて北西から、北東方向および南東方向に正域が分布し、南西方向に負域がかたまっているのはなにかの意義があるものと思う。

このように地震波がいろいろな偏角で入射しその偏りの大きなものは $\pm 40^\circ$ に達するので、宮崎の1点観測で震源を決定した場合、震源方向にかなりの誤差が生ずる。かつて日高季芳氏は宮崎測候所在勤当時、宮崎の1点観測からみて、多くの局発地震が油津奥の男鈴山付近に発生していることに注目されたが、Fig. 4にみられるように油津沖は負域であるから、これらの地震の多くは油津沖で発震したものが男鈴山付近に発生したように宮崎に入射したものではないかと思う。当台では初動からみて南ないし南南西に震源があるとみられる記象の地震についても、それが油津沖の海中に生じたものかもしれないとの見地を立て、津波防災上一応の警戒をしている。

#### § 8. P-S走時表による誤差

1点観測で震源を求める場合、震源または震央距離は通常和達走時表で求められるが、その場合の精度は宮崎ではどれくらいであろうか、実際の場合には震源の深さは不明であるため、何km深度の走時表を使用するかわからない。しかも前に述べたように宮崎での初動3成分が判明しても宮崎では上下動が過大に現われる傾向があるので水平動に対する入射角が信用できないためなおさらである。そこで、実用的ではないが、地震は地震月報記載の深さで生じたものと仮定して、和達走時表によってP-S秒を算出し、それを実際に宮崎で観測したP-S秒で割った百分率を求めてFig. 5に示した。

もちろん当台で相の験出を誤ってP-S秒を誤測する場合もあるし、地震月報には震源の経緯度を度単位で表わしているものもある。しかしだいたい誤差はTable. 1に示されているように $\pm 10\%$ までである。つまり宮崎から震央までの距離が100kmのものでは $\pm 10$ kmぐらい、500kmのものでは $\pm 50$ kmぐらいまでの誤差がある。前に述べたように初動方向の偏りも相当あるから、宮崎の1点観測だけで震源を求めることはかなりの誤差が生ずることになる。

Fig. 5をみればその分布にもいくらかの規則性があるようである。つまり日向灘中部より南部の沖合、霧島火山地帯、種子島東方沖と沖繩方面にかけては過少域がある。ここで過少域というのは宮崎で観測されたP-S秒が和達走時表によって計算したP-S秒より短いこ

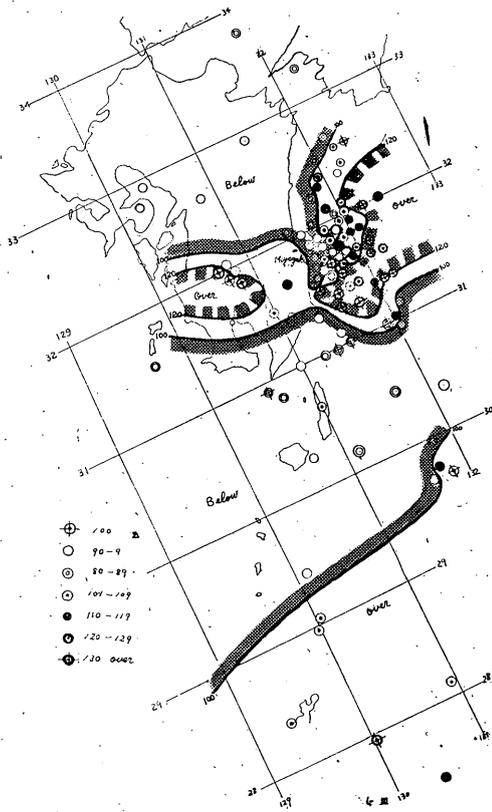


Fig. 5. Distribution of epicentres classified according to a ratio of observed  $P-S$  interval to that calculated from Wadati's table.

とを意味し、また伝搬速度が標準より速いことを意味しているようである。これに反しその他の地域、特に日向灘中部の宮崎に近い (50 km 以内) ところでは過大値となる傾向がある。

§ 9. 最大振幅と体感震度

宮崎にける地震動最大振幅と体感震度との関係を  $P-S$  秒と極急・急・緩の体感別に図示したものが Fig. 6 I・II である。

これによると同じ最大振幅の地震でも極急・急・緩の体感の順に震度は減少し、また同じ最大振幅の地震でも近地より遠地の地震のほうが震度が減少している。これは一般に遠地のものほど地震の振動周期が長い傾向があるためと考えられる。

§ 10. 震源の深さと震度

宮崎における体感震度と震源深度との関係を  $P-S$  秒

と極急・急・緩の体感別に図示したものが Fig. 7 である。

これによると遠地の地震ほど極急が少なく緩が多く、震央距離の同じ地震では震源の深いものに大規模の地震が生じやすいことがわかる。

§ 11. 初動型の分布

宮崎での有感地震について震源別に初動型を  $iP$   $iS$ ,  $iP$   $eS$ ,  $eP$   $iS$ ,  $eP$   $eS$  に別けて示したものが Fig. 8 である。

前に述べたように宮崎での有感地震の多くは初動、特に上下初動が強くなる傾向があり、Fig. 8 によれば九州本島の南部および宮崎沖では  $eP$  が多く、九州本島の東部、日向灘北部および沖繩西方海域では  $iP$  が多い傾向がある。 $S$  についていえば  $iS$  が多く、 $eS$  区域は日向灘の中央部あたりに少し存在するだけである。

すなわち、この点では宮崎における有感地震は一般に震源が判定しやすいと言することができるが、この  $iP$ ,  $eS$  などの判定には各験測者の主観がはいるため、個人

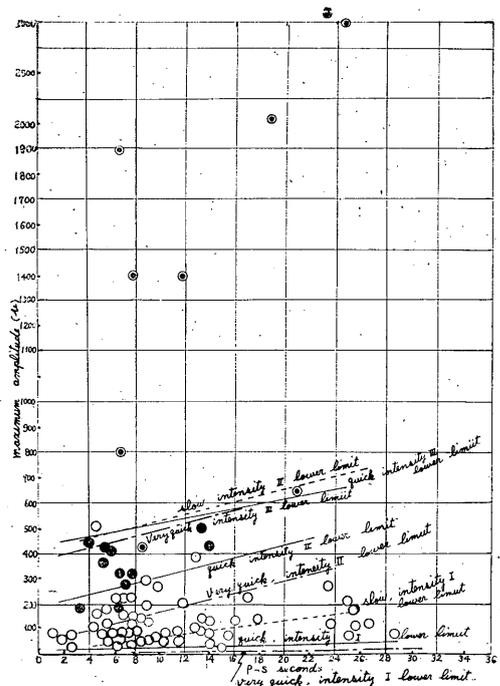


Fig. 6. I A relation between maximum amplitude and seismic intensity. (quick oscillation).  
 ○ : intensity I, ● : intensity II, ⊙ : intensity III.

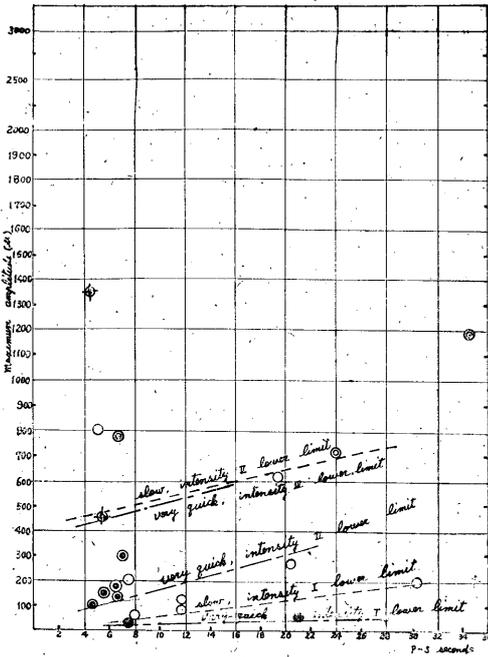


Fig. 6. II A relation between maximum amplitude and seismic intensity (slow and very quick oscillation).

- : intensity I (very quick)
- ⊙ : intensity II (very quick)
- ⊕ : with a cross : intensity III (very quick)
- ⊗ : intensity II (slow)

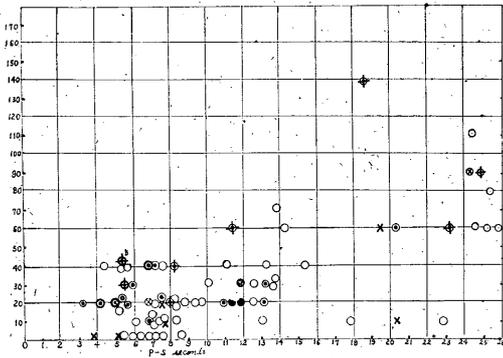


Fig. 7. A relation between depth of hypocentre and seismic intensity.

- : intensity I (quick)
- ⊙ : intensity II (quick)
- ⊕ : with a cross : intensity III (quick)
- : intensity I (very quick)
- ⊗ : intensity II (very quick)
- ⊕ : with a cross : intensity III (very quick)
- ⊖ : × : intensity I (slow)
- ⊗ : × : intensity II (slow)

差がかなり大きいであろう。

§ 12. 振 動 型

宮崎での有感地震の振動型については各区域にわたるほどの差は見つからない。前に述べたように大体は *iP* *iS* であり、地震規模によって見かけ上の形が大きく変わるの、振動型から震源地を推定することは困難である。

しかしやや無理をおして分類してみれば Fig. 9 のよ

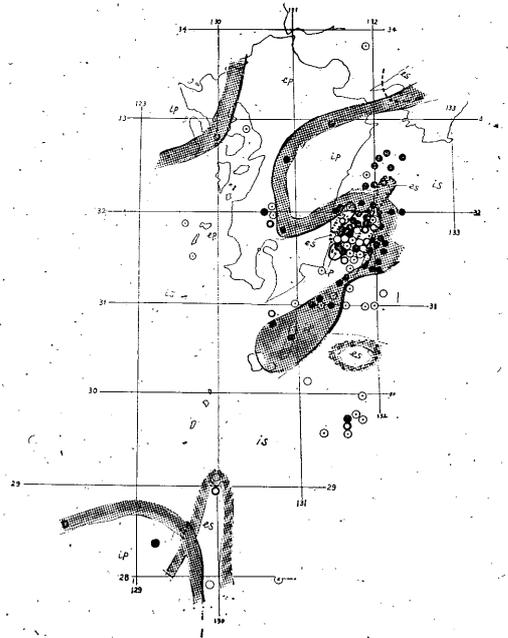
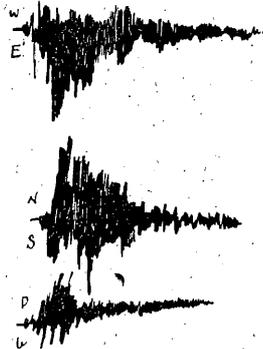


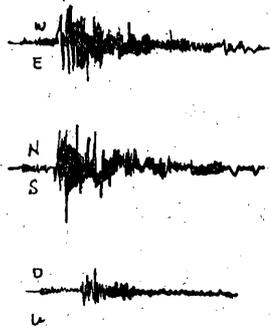
Fig. 8. Distribution of epicentres classified according to types of P and S on seismograms at Miyazaki.

- ⊕ : *iP*, *iS*, ⊗ : *iP*, *eS*, ⊙ : *eP*, *iS*, ○ : *eP*, *eS*

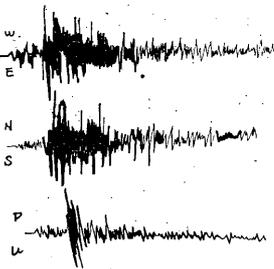


(i) Near Mt. Kirishima *iP*, *iS*

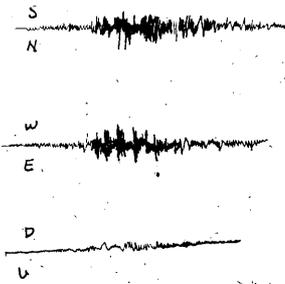
Fig. 9. I



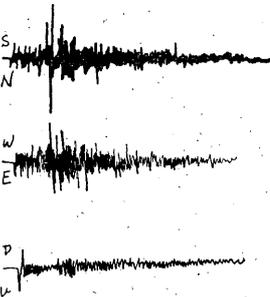
(ii) Near Mt. Unzen eP, iS



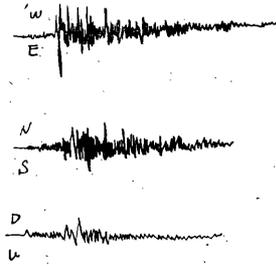
(iii) West of Kagoshima eP, iS



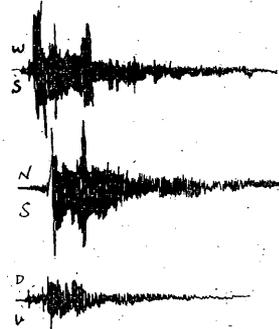
(iv) Near Amami-Oshima eP, eS



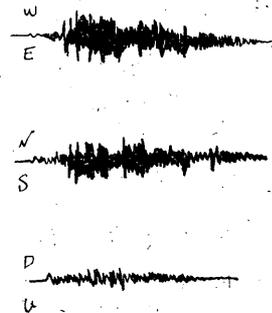
(v) Near Yakushima and southern part of Hyūganada iP, iS



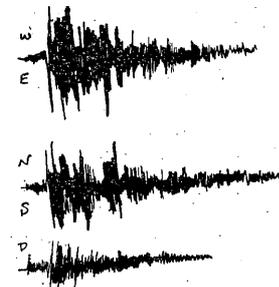
(vi) South of Aburatsu and Southern Hyūganada eP, iS



(vii) East of Miyazaki and central part of Hyūganada iP, iS



(viii) East off Nobeoka and northern part of Hyūganada iP, iS



(ix) Bungo Channel and northern part of Hyūganada iP, iS

Fig. 9. II

うになる。なお以下減衰うんぬんというのは主要動の振幅がだいに小さくなっていくことを指している。

(i) 霧島一帯

浅い地震であり、初動は一般に明確、通常引きではじまる。形としてSのは最初が大きくほぼ一様に強く減衰している。

(ii) 雲仙系統

浅い地震であり、初動は一般に明確、通常押しではじまる。形としてはSのは最初が大きく、霧島一帯のものに似ているが減衰はやや不規則である。

(iii) 鹿児島西方海域

40 km ぐらいの浅い地震が多い。初動はあまり明確でなく、通常引きではじまる。形としては雲仙系統のものに似ている。

(iv) 奄美大島付近

かなり深い100 km ぐらいの地震が多い。初動は一般に明確であり、通常押しではじまる。形としては減衰が小さく、数箇のPack 状をなしている。奄美大島東方にはやや浅い地震もあり、それらは初動が明確でなく、減衰はなだらかである。

(v) 屋久島近海から日向灘南部にかけて

かなり深い(100 km 内外)地震が多い。初動は一般に明確で、主動にくらべてP波が大きい。通常押しではじまる。

形としては減衰が小さく、不規則である。

(vi) 油津南方から日向灘南部にかけて

浅い地震の初動は一般に不明確で、通常押しではじまる。減衰は小さく不規則である。

(vii) 宮崎東方の日向灘中部

深さ40 km 以下の浅い地震の数ははなはだ多い。初動は一般に明確、通常引きではじまる。減衰は小さく、やや不規則である。

(viii) 延岡東方の日向灘北部

深さ40 km 以下の浅い地震の初動は一般に明確で、通常押しではじまる。(vii) と形はよく似ている。

(ix) 豊後水道より日向灘北部にかけて

深さ50 km ぐらいのやや深い地震が多い。初動は一般に明確で、通常引きではじまっている。減衰は小さく、やや不規則である。

以上を要約すれば発震域によって明確な差はないが、だいたい陸地地震では減衰が大きく、深い地震でもかなり大きな減衰がみられるのに対し、海洋域の地震では減衰が小さくて不規則という傾向がみられる。

もちろん、地震記録を一見しただけで、その形から発

震域を推定することは無理である。

### § 13. 特異な地震

この調査期間中の昭和36年に特異な地震が2回発現している。

1つは2月27日3時11分の「日向灘地震」であり、これは宮崎で震度Vを記録し、海岸一帯に多少の津波被害をもたらしたものである。他の1つは1月21日0時38分の地震で宮崎で震度Iを記録した近地深発地震である。

(i) 2月27日3時11分の「日向灘地震」

これについては験震時報26巻3号の「日向灘地震調査報告」と宮崎地方気象台昭和36年異常気象報告第1号「日向灘地震調査報告」に詳しいので詳細は記載しない。ただ本庁地震課で決定された震源は $31^{\circ} 36' \pm 2' N$ ,  $131^{\circ} 51' \pm 2' E$ , 40 km であり、当台の初動方向(ならびに墓石転倒方向調査の結果)と $-10^{\circ}$ の偏りがあるが、深度偏角ともその地域の地震としては妥当な値であろう。

(ii) 1月21日0時38分の「深発地震」

この地震は地震月報では単に「震源日向灘」と記載され、各地の験測値などは載っていないが、九州近地の深発地震として特異のものであり、この調査期間中には他に例がないのでその状況を一応申し上げたい。

Fig. 10 は宮崎における記録であり、その形は宮崎で

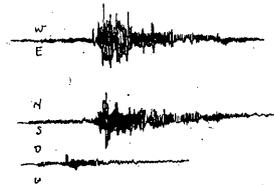


Fig. 10. Earthquake of 00h 38m, Jan. 21, 1961

は特異のものであった Fig. 3 は各地の観測表である。これによれば各地での初動発現時とP-S秒はかなり不規則で震源を的確につかみにくい。震源はP-S秒の分布からみてほしい。32.5°N, 131°Eあたりの300 km ぐらいのかなり深い所とみられ、初動発現時の分布からみれば31.3°N, 131.4°Eのあまり深くないところとみられ、両者は大きく異なる。もっとも両者とも算出には多くの疑問があるので、いずれが正しいかは今のところ判定できない。この地震の発生後2か月たって「日向灘地震」と「吉松地震」、すなわち「霧島群発地震」が発生したので、これらに関係があるかどうかを検討する必要もあるから、もっと各地の資料を入手してこ

Table 3. Data of the earthquake felt at 00h 38m, Jan. 21, 1961.

station	phase	arrival time	phase	arrival time	intensity
Miyazaki	eP	00 38 14.2	S	00 38 50.7	I
Kagoshima	iP	38 16.9		38 54.1	0
Yakushima	eP	38 20.1	eS	39 11.9	0
Asosan	eP	38 58.1	eS	39 33.2	0
Nagasaki	iP	39 09.0	S	39 42.9	0
Oita	iP	39 09.1	eS	39 40.4	0
Kochi	eP	39 09.7	eS	40 15.0	0
Shimonoseki	e	39 20.0			0
Takamatsu	eP	39 20.7	eS	40 49.6	0
Fukuoka	eP	39 22.4	eS	40 02.7	0
Saga	P	39 22.8	eS	39 48.0	0
Shimizu	eP	39 25.4	e	39 53.9	0
Matsuyama	eP	39 28.0	eS	40 13.0	0
Hikone	eP	39 57.8			0
Sumoto	P	40 22.8			0
Matsushiro	P	40 23			0
Osaka	e	40 37.0			0
Kyoto	e	41 39.3			0
Kameyama	e	41 55.0			0

の震源を決定したい。

#### § 14. ま と め

これまで述べたように地震深度、押し引き、初動偏角、初動の型などには区域ごとにそれぞれ特有の性質がある。したがって、今回調査した地震はそれぞれの区域においてほぼ同じような発震機構によって生じたものとみてよいであろう。

宮崎の1点観測から震源を決定する場合には方向、距離ともかなりの誤差が生じ、特に震源の深度は全くわからない。しかし統計的に扱えば発震区域によってだいたい同じような押し引き、深度、初動偏角、和達走時表とP-S秒差を示すので、これらを参考にすれば津波に対する警戒のような緊急の場合にはだいたいの震源が判断できるものとみてよいであろう。たとえば震源が宮崎の東方にあってP-S秒が6~7秒以内の地震では震源深度は通常20kmぐらい、震源は初動から算出した方向よりいくぶん南偏り、距離は深さ20kmの和達走時表で求めたものより10%程度遠く、P-S秒が3~5秒のものでは逆に震源はやや北偏り、距離も逆に10%程度近いというように判断して大過あるまいと思う。初動や振動の型には区域ごとに大きな差はないから、あまり

参考にはならない。

同じ最大振幅の地震でも振動周期の短いものほど震度が大きく、同じ震源距離では深度の大きいものほど振動周期が短いという傾向があることは当然であろう。

#### § 15. あとがき

この調査は宮崎の有感地震だけについて行なったが九州各地の地震計設備箇所についても同様な調査がなされ、それぞれを管区气象台が総合し、さらに無感地震についても調査がなされるならば、単に1点観測による精度の問題だけでなく、地震予報その他の研究にも有益な資料となるものと信ずる。

終りにのぞみ御指導をいただいた和達気象庁長官、本庁地震課、ならびに当台よりの照会に対し心よく資料を提供された鹿児島・熊本・大分の各气象台および屋久島測候所に対し謝意を表したい。

#### 追記

本文中の昭和36年1月21日0時38分の地震には多くの疑問点があるので、各气象台、測候所よりこの地震の記象紙、写し、データなどの提供を受けて再調査した結

果、主震の16秒前に一つの前駆小地震があったものとして整理すれば Fig.11のごとく各地のP-S秒分布から震源はエビノ付近地下 320km としてよいようである。(等 P-S 時線が同心円でないのは深発地震の1特性であろう。一方宮崎の発震時を基準にとった各地の等発震時線によれば Fig.12のごとく定性的には震央はエビノ付近となるが、その線型は Fig.11 同様複雑である。(洲本以東の発震時は松代を除けば S 相であろう。)

Fig. 11, Fig. 12 のごとく震源はエビノ付近地下

320 km とすることにもなおかなりの疑問点がある。震源より各地に直線伝搬したものとすれば付 Fig. 12 より作製した Fig. 13 にみられるごとく、宮崎を基準にとれば各地とも P 波の直進伝搬速度は大きくても 3km/sec となりあまりにも過少である。しかし大分を基準にとれば遠くなるほど伝搬速度は大きくなり高松では約 9 km/sec となる。これからみればこの震央付近の宮崎・鹿児島あたりにはほぼ直線的に P 波が伝搬し、それより遠い所には一度最深点を通る concave 経路によって伝搬

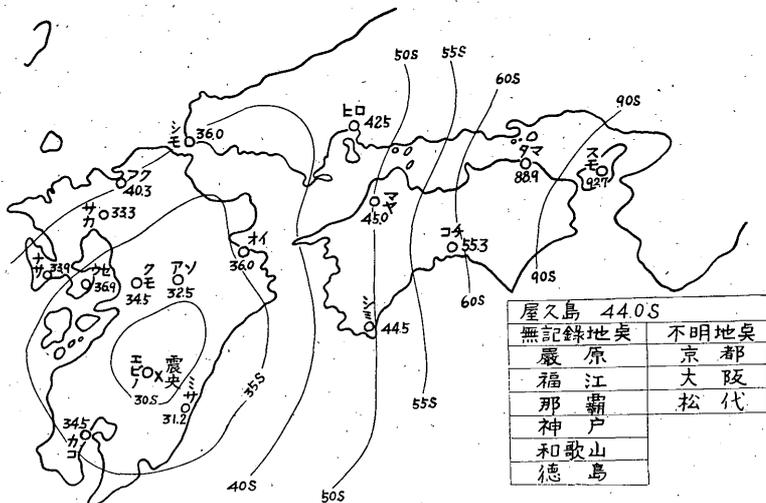


Fig. 11

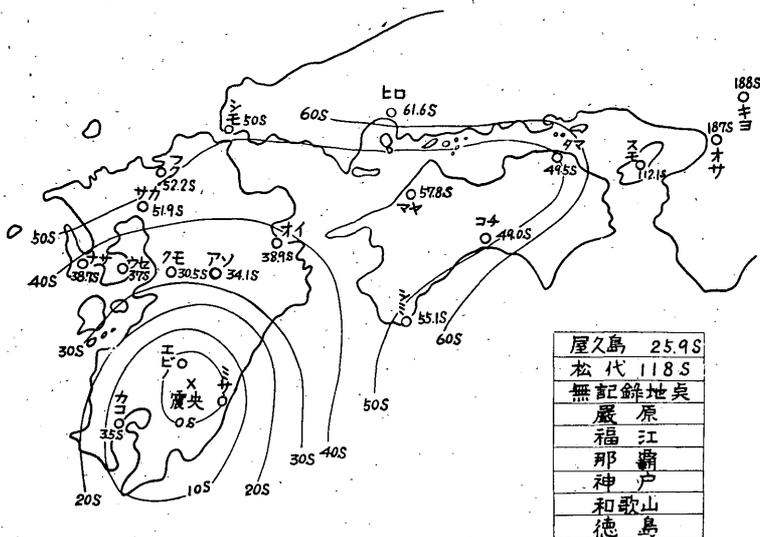


Fig. 12

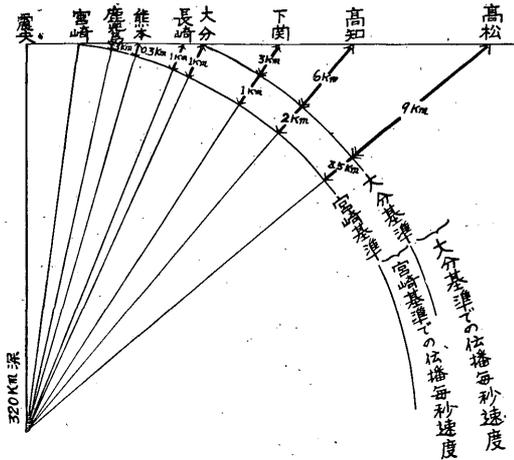


Fig. 13

したためにかかる妙な等震時線が形成されたのではあるまいかと思う。気象大学の高木聖氏はこの地震を志布志沖と市房山付近に起った兩地震ではないかと考えておられるようであるが、もしこの地震が筆者の推定するよう

にエビノ付近のやや深発地震であったとすれば、3月より6月にかけて生じた吉松群発地震（安井豊，験震時報 27 卷，109—124，1962）と対比して興味が深い。つまりその吉松群発地震は別に前兆もなく発生し、かつ霧島火山噴火にまで導かれるのではないかと当時さわがれたものであるが、あるいは火山地帯におけるこの深発地震は地下 magma の活動を示すものでただその勢力が弱かったために地上噴火にまではいたらずに群発地震でとどまったものではあるまいか。そうとすれば火山地帯における深発地震は今後注意を要するものと考えられる。

いずれにせよこの地震は規模の小さなもので各地の記象も微少で初動 3 要素の読取れる箇所はなく、もっとも近いと思われる霧島山エビノ観測所の地震計はあいにく記象中止の状況であったので、正確詳細な調査ができなかったことを遺憾とする。

終りにのぞみ本調査に御協力をいただいた地震課・各気象台・測候所・地震観測所、特に御教示をいただいた気象大学校の高木氏と本地震記象が 2 地震の合成ではないかとの御示しをいただいた長崎海洋気象台に感謝を申し上げます。