

38. 紀伊半島の局地地震 (第3報)

—和歌山附近における臨時地震観測網—

地震研究所 宮村 攝三

(昭和 28 年 4 月 21 日, 29 年 3 月 23 日, 34 年 9 月 22 日発表—)
(昭和 34 年 9 月 29 日受理)

すでに報告した高感度地震計による偵察観測¹⁾と人体感覚にもとづく震度調査²⁾とにより, 紀伊半島の局地地震の現在の活動中心は和歌山県北西部の和歌山附近にあり, その深度はきわめてあさいものであるということが推定された. このような極浅発局地震と地質構造との関係をしらべることは興味ある問題であるが, それにはまづ震源位置の精密な決定が必要である. そのために 1952 年秋以降 1956 年春まで 4 回にわたり, この地域に臨時地震観測網をもうけて, 精密な刻時方式による観測を実施した. 基本地震計としては石本式加速度計 3 成分をもちい, 記録紙速度約 4 mm/s, 1952 年には JJY 無線報時を, 1953—1956 年には LTC³⁾方式で基地標準時計の分秒刻時をそれぞれ記象上に直接記入, $\pm 1/50$ 秒の刻時精度をえた. また電子地震計による自然地震の高感度連続観測, LTS⁴⁾, RTS⁵⁾による無人観測の実施等あたらしい地震観測法を開発し, その実地試験をおこなつた. ここにはこれらの臨時観測網の概要と観測資料の一部をのべる. 観測結果の詳細の解析は第 4 報以下に報告する予定である.

1. 序 言

第 1 報¹⁾で検討したように, 今回の和歌山地方の頻発地震群のもつとも活潑な中心地域は和歌山県中部海岸に位置する御坊町より北方にあることはたしかであり, 種々の資料よりみて, 和歌山市と湯浅町とのあいだの海草郡および有田郡の海岸地方にかぎられるものと推定された. これは地質からみると, 長瀨変成帯 (従来 of 三波川系, 御鉾系) とその南方に接する非変成秩父累帯古生層乃至中生層のしめるところで, 中央構造帯と仏像・糸川構造線にはさまれる地域である.

もちろん, この地域外にも紀伊半島の局地地震活動がないわけではない²⁾. 特に紀伊山

1) S. MIYAMURA, "Local Earthquakes in Kii Peninsula, Central Japan. Part I. Reconnaissance Observations of Minor Shocks at Gobo, Wakayama Prefecture," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **37** (1959), 347-358.

2) S. MIYAMURA, "Local Earthquakes in Kii Peninsula, Central Japan. Part II. A Brief Review of Seismicity in Wakayama Prefecture based on Intensity Investigation," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **37** (1959), 593-608.

地内部の状況は、観測においてもなお不十分のきらいがあるので、研究がすすむにつれて、このほかにも活動中心のみいだされる可能性もあるが、一応、もつともいちぢるしい地震地域として、上記の地域をとりあげ、その地震状況の研究をおこなうことにした。

基本観測点の地震計としては石本式加速度計 (IA) をもちい、できるだけ記録紙速度を早くして、同一標準時計による分秒刻時を各点の記象上に直接記入させ³⁾、現在の常時観測はもちろん、従来の余震観測等のいかなるばあいよりも精度のたかい観測をおこなうようにつとめた。観測は臨時的に 1952~1954 年毎秋および 1956 年春約 1~2 ヶ月程度、Table 1 のごとき計画で実施した。

Table 1. Schedules of the temporary seismological network operations in the neighbourhood of Wakayama, 1952~1956. IA—Ishimoto accelerograph. ES—Electronic seismograph. JJY—Standard radio time signal, 4 Mc/s.

No.	Year	Date	Number of		Time service	Number of	
			IA stations	ES stations		LTS stations	RTS stations
1	1952	X 20—XII 20	5	0	JJY	0	0
2	1953	X 20—XII 20	6	1	LTC	1	0
3	1954	XI 10—XII 20	6	1	LTC	2	1
4	1956	III 27—IV 30	6	2	LTC	2	3

また、精密観測としての必然的要求と、1954 年ごろよりの地震活動度の若干の低下に応ずる対策とから、電子地震計による高感度観測の研究をすすめ、特に有線搬送遠隔記録地震計 LTS⁴⁾ および無線遠隔記録地震計 RTS⁵⁾ による無人観測法を開発、その実地試験をおこなった。

以下各回の観測網の状況、観測方法、使用計器、観測結果の概要等につきのべる。

2. 観測網の概要

各年度における臨時地震観測網の概要として、Table 2 には観測点名称、計器設置場所、その位置(行政区域)、観測担当者とその所属機関、設置した主要計器、観測実施期間等を

3) S. MIYAMURA and M. TSUJIURA, "Line Carrier Telerecording Chronograph (LTC) for Local Seismological Network," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **33** (1955), 702-713.

4) S. MIYAMURA and H. MATUMOTO, "Line Carrier Telerecording Seismograph (LTS)," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **33** (1955), 715-724.

5) S. MIYAMURA and M. TSUJIURA, "A VHF Radio Telerecording Seismograph (RTS)," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **33** (1955), 725-731.

S. MIYAMURA and M. TSUJIURA, "UHF Multi-channel Radio Telerecording Seismograph. Part I," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **35** (1957), 381-394.

M. TSUJIURA and S. MIYAMURA, "UHF Multi-channel Radio Telerecording Seismograph. Part II," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **37** (1959), 193-206.

Table 2. Items of the temporary seismological observations in the neighbourhood of Wakayama, 1952~1956.

年度 番号 Year, Number	名称(略号) Name (Abbre- viation)	観測場所 Place	位置 Location	観測者(所属) Observer (Organization)	主要計器 Instruments	観測期間 Obs. Period	
1952 1	中松江 (NM)	関西電力松江営業店	和歌山市中松江	松本英照(震研)	石本式加速度計(3成分) 短波時報受信機	X 24-XII 15	
2	動木 (T)	関西電力野上変電所	海草郡東野上町	堀 実(震研)		X 22-XII 15	
3	海南 (K)	関西電力海南変電所	海南市筑地	今村 久 (海南二中)		X 25-XII 15	
4	箕島 (M)	関西電力箕島変電所	有田郡箕島町	辻浦 賢(震研)		X 23-XII 15	
5	広 (H)	関西電力広変電所	有田郡広町	新屋兼次郎 (耐久高校)		X 22-XII 15	
1953 1	羅漢寺 (R)	五百羅漢寺庫裏	和歌山市和歌浦口	今村久(海南二中)	石本式加速度計(3成分) LTC 受信機	X 24-XII 20	
2	琴浦 (KO ₁)	関西電力琴浦発電所社宅	和歌山市毛見	松本英照(震研)		X 27-XII 20	
3	動木 (T)	関西電力野上変電所	海草郡東野上町	新谷垣内正巳 (大成高校)		X 25-XII 20	
4	海南高 (KA)	県立海南高等学校	海南市大野中	西口憲章 (海南高校)		X 25-XII 20	
5	箕島 (M)	関西電力箕島変電所	有田郡箕島町	堀 実(震研)		X 23-XII 20	
6	湯浅 (Y)	県立耐久高等学校	有田郡湯浅町	新屋兼次郎 (耐久高校)		X 23-XII 20	
7	海南 (K)	関西電力海南変電所	海南市筑地	辻浦 賢(震研)		LTC 送信機 LTS 受信機	X 27-XII 19
8	大崎 (O)	升本氏邸内	海草郡大崎町加茂郷	無人		LTS 送信機	実験のみ
1954 1	星林 (SR)	県立星林高等学校	和歌山市西浜	小川恵三 (星林高校)	石本式加速度計(3成分) 同上および電子地震計, LTS, RTS, LTC 受信機	XI 12-XII 20	
2	琴浦 (KO ₂)	関西電力琴浦発電所隣接地	和歌山市毛見	松本英照(震研)		XI 10-XII 20	
3	海南高 (KA)	県立海南高等学校	海南市大野中	西口憲章 (海南高校)		XI 7-XII 17	
4	大成 (TA)	県立大成高等学校	海草郡東野上町	新谷垣内正巳 (大成高校)		XI 6-XII 14	
5	箕島 (M)	関西電力箕島変電所	有田郡箕島町	田中実蔵 (箕島中学)		XI 5-XII 20	
6	湯浅 (Y)	県立耐久高等学校	有田郡湯浅町	新屋兼次郎 (耐久高校)		XI 5-XII 20	
7	海南 (K)	関西電力海南変電所	海南市筑地	堀実, 辻浦賢 (震研)		LTC 送信機	
8	三田 (S)	関西電力カマ山散宿所	和歌山市三田	無人	LTS 送信機	XI 14-XII 20	
9	出島 (D)	県漁港修築工事々務所	和歌山市和歌浦	無人	RTS 送信機	XI 14-XII 19	
1956 1	新高町 (NI)	小川氏邸内	和歌山市新高町	小川恵三 (星林高校)	石本式加速度計(3成分) 同上および電子地震計, LTC 受信機	III 20-IV 29	
2	琴浦 (KO ₃)	関西電力琴浦発電所事務室	和歌山市毛見	松本英照(震研)		III 30-IV 29	
3	海南高 (KA)	県立海南高等学校	海南市大野中	西口憲章 (海南高校)		III 17-IV 29	
4	大成 (TA)	県立大成高等学校	海草郡東野上町	新谷垣内正巳 (大成高校)		III 18-IV 28	
5	箕島 (M)	関西電力箕島変電所	有田郡箕島町	田中実蔵 (箕島中学)		III 20-IV 28	
6	湯浅 (Y)	県立耐久高等学校	有田郡湯浅町	新屋兼次郎 (耐久高校)		III 17-IV 29	

年 度 番 号 Year, Number	名称(略号) Name (Abbreviation)	観 測 場 所 Place	位 置 Location	観 測 者(所属) Observer (Organization)	主 要 計 器 Instruments	観 測 期 間 Obs. Period
8	海 南 (K)	関西電力海南変電所	海南市筑地	堀実, 辻浦賢 (震研)	LTC 送信機, LTS, RTS 受信機, 電子地震計	III 30-IV 29
9	伊太祈曾 (L ₂)	柳野氏邸	海草郡山東村	無人	LTS 送信機	III 28-IV 29
10	金屋(L ₁)	関西電力金屋変電所	有田郡烏屋城町	無人		III 27-IV 29
11	東燃(R ₃)	東亜燃料下津港棧橋	海草郡下津町	無人		IV 10-IV 30
12	鉢巻山(R ₁)	鉢巻山山頂	海草郡加太町	無人	RTS 送信機	IV 20-IV 29
13	動木 (R ₂)	関西電力野上変電所	海草郡東野上町	無人		IV 20-IV 29

Table 3. Coordinates and geology of the stations. Group I were equipped with Ishimoto accelerographs and group II were equipped with electronic seismographs. Coordinate origin is primary triangulation point at Kuro-sima. $\varphi = 34^{\circ}00'8''N$, $\lambda = 135^{\circ}05'6''E$, $h = 121.6m$ and $+x$ and $+y$ being taken to the north and east respectively.

No.	Name	Abbr.	Year	Coordinates			Geology of foundation
				x km	y km	z km	
I.	1 Nakamatue	NM	52	27.24	3.92	0	Alluvium (Sand)
	2 Rakanzi	R	53	21.29	7.15	0	Thin alluvium on paleoz. cryst. schist
	3 Seirin	SR	54	21.50	6.64	0	Alluvium (Sand)
	4 Niitaka-mati	NI	56	21.91	7.06	0	
	5 Kotono-ura 1	KO ₁	53	17.07	8.82	0	Very thin alluvium on paleoz. cryst. schist
	6 Kotono-ura 2	KO ₂	54	16.99	8.60	0	
	7 Kotono-ura 3	KO ₃	56	17.07	8.82	0	
	8 Kainan	K	52	16.38	10.44	0	Alluvium
	9 Kainan Kōkō	KA	53, 54, 56	16.57	12.46	0	Thin alluvium on paleoz. cryst. schist
	10 Todoroki	T	52, 53,	17.72	19.63	0	Paleoz. cryst. schist
	11 Taisei Kōkō	TA	54, 56	17.42	19.62	0	
	12 Minosima	M	52, 53, 54, 56	9.24	2.27	0	Very thin alluvium on paleoz. cryst. schist
	13 Taikyū Kōkō	Y	53, 54, 56	3.42	8.23	0	Thin alluvium on mesoz. basement
	14 Hiro	H	52	1.67	7.68	0	
II.	15 Kainan	K ^E	53, 54, 56	16.38	10.46	0	Alluvium
	16 Kotono-ura	KO ₁ ^E	54	17.03	8.64	0	Paleoz. cryst. schist
	17 Kotono-ura	KO ₂ ^E	56	17.09	8.82	0	
	18 Taisei Kōkō	TA ^E	56	17.39	19.62	0	
	19 Santa	S	54	21.66	10.36	0	Alluvium
	20 Kanaya	L ₁	56	5.33	15.53	0	Diluvium (River terrace)
	21 Idakiso	L ₂	54, 56	21.82	14.64	0	Paleoz. cryst. schist
	22 Dezima	D	54	20.37	6.41	0	Paleoz. cryst. schist
	23 Hatimaki-yama	R ₁	56	28.59	-1.77	0.2	Izumi sandstone (Upper Cretaceous)
	24 Todoroki	R ₂	56	17.71	19.62	0	Paleoz. cryst. schist
	25 Tōnen	R ₃	56	12.38	2.70	0	

かかけ、Table 3 には各観測点の坐標を黒島一等三角点 ($\varphi=34^{\circ}00'.8N$, $\lambda=135^{\circ}05'.6E$, $h=121.6m$) を原点とし、 $+x$ を N, $+y$ を E, $+z$ を地下にむけてとつた右手系直角坐標により、km 単位でしめし、基礎の地質のおよそのところを附記した。

これらの観測点の位置は Fig. 1 によつてわかるように、北方の鉢巻山 (R_1)、中松江 (NM) と南方の広 (H) 湯浅 (Y) 金屋 (L_2) をのぞき、すべて長湊変成帯のなかにある。

無線遠隔記録地震計 RTS による無人観測点をのぞき、1953 年以降の、すべての観測点は、関西電力株式会社の業務用通信線を経由して基地に連絡され、有線搬送遠隔刻時装置 LTC により基地におかれた標準時計の刻時を受信し、あるいは有線遠隔記録地震計 LTS による無人観測点として、基地にむけ地震記録を送信するようになっていた。基地としては海南変電所 (1953, 1956) または琴浦発電所 (1954) にもうけた観測点がえらばれた。

なお、これらの観測点のうち、湯浅町耐久高校 (Y)、海南市海南高校 (KA)、東野上町大成高校 (TA) には、それぞれ 1953 年 1 月、1953 年 7 月、1954 年 3 月より常時観測を依頼した。その結果については別に報告する予定である。

3. 使用計器および観測方法

3.1 石本式加速度計 臨時精密観測の基準地震計として石本式加速度計 3 成分 (上下動 1, 水平動 2) をもちいた。1) 第 1 報⁶⁾ でのべたように基本倍率約 200 倍、自己周期 0.1 秒の石本式加速度計の感度でも、1~2 カ月の臨時観測で紀北海岸地方では相当数の

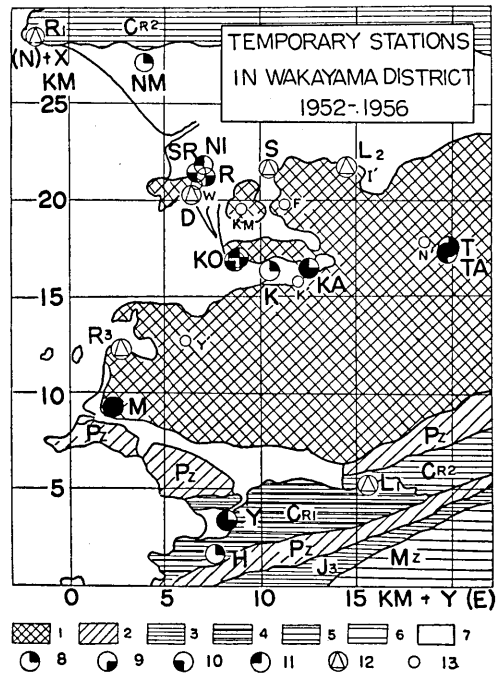


Fig. 1. Locations of temporary stations in the neighbourhood of Wakayama.

Geology. 1-Nagatoro metamorphic rocks (Paleozoic), formerly called Samba-gawa and Mikabu. 2-Paleozoic Titibu formation. 3-Jurassic formation. 4-Lower Cretaceous formation. 5-Upper Cretaceous formation. 6-Unknown Mesozoic (Simanto or Hidaka) formation. 7-Cenozoic formation.

Station. 8~11-Ishimoto accelerograph station at work in 1952, 1953, 1954 and 1956 respectively. 12-Unattended station by LTS and RTS. 13-Temporary station of Kyoto Univ. in 1954 and 1956.

6) S. MIYAMURA, *loc. cit.* 1).

Table 4. Ishimoto accelerographs used in the observations and their instrumental constants calibrated in the field. Type: PIA-I—Portable Ishimoto accelerograph, M=5 kg ca. PIA-II—Portable Ishimoto accelerograph, M=15kg. FIA—Fixed Ishimoto accelerograph, 2 horizontals combined. M=15 kg.

Temporary station	Seismograph				Instrumental constants							
	Type	No.	Comp.	T_0	V_G	S	V_0	v	ρ			
1952	1	NM	PIA-II	H 3	N	0.10_2^s	16_8	mm/gal	—	$9.6 \pm 0.8_2$	mm	0.01
			"	H 4	E	0.09_5	16_8	—	—	$9.6 \pm 0.9_6$	0.01	
			"	V 2	Z	0.10_1	19_8	—	—	11 ± 1.3	0.00	
	2	T	"	H 1	N	0.09_6	16_8	—	—	10 ± 0.8	0.01	
			"	H 2	E	0.09_6	16_8	—	—	$7.6 \pm 0.5_8$	0.01	
			"	V 1	Z	0.09_6	19_8	—	—	$9.6 \pm 0.8_2$	0:01	
	3	K	PIA-I		N	0.21_0	15_2	—	—	11 ± 1.1	—	
			"		Z	0.08_3	24_0	—	—	$6.5 \pm 0.5_5$	—	
	4	M	PIA-II	H 5	N	0.10_2	16_8	—	—	$6.5 \pm 0.9_6$	0.01	
			"	H 6	E	0.10_2	16_8	—	—	$8.6 \pm 0.6_5$	0.01	
			"	V 3	Z	0.10_2	19_8	—	—	9.9 ± 1.1	0.02	
	5	H	"	H 7	N	0.14_4	16_8	—	—	$6.3 \pm 0.5_8$	0.02	
"			H 8	E	0.11_0	16_8	—	—	$7.4 \pm 0.8_4$	0.01		
"			CMO	Z	0.10_2	19_8	—	—	$8.8 \pm 0.8_9$	—		
"										0.01		
1953	1	R	PIA-II	H 7	N	0.10_4	21_0	0.41_3	15_1	$6.0 \pm 0.9_6$	—	
			"	H 8	E	0.11_0	21_0	0.43_1	14_0	8.0 ± 1.3	—	
			"	Hagi.	Z	0.10_2	24_6	0.50_5	18_6	11 ± 1.4	—	
	2	KO ₁	"	H 3	N	0.10_2	21_0	0.51_6	19_3	$9.4 \pm 0.9_1$	—	
			"	H 4	E	0.09_5	21_0	0.51_6	22_6	$9.2 \pm 0.6_6$	—	
			"	V 2	Z	0.10_1	24_7	0.44_6	17_4	$7.6 \pm 0.7_9$	—	
	3	T	"	H 5	N	0.10_2	21_0	0.47_9	18_2	$4.3 \pm 0.3_3$	—	
			"	H 6	E	0.10_2	21_0	0.41_0	15_6	9.9 ± 1.5	—	
			"	V 3	Z	0.10_2	24_7	0.48_0	18_3	12 ± 1.7	—	
	4	KA	FIA Two		N	0.12	21_2	0.56_8	15_6	5.4 ± 0.8	—	
			H. Comp.-type		E	0.12	21_2	0.55_4	15_6	7.4 ± 1.6	—	
			PIA-I		Z	0.08_3	30_0	0.34	19_5	$9.9 \pm 0.1_6$	—	
5	M	PIA-II	H 1	N	0.09_6	21_0	0.46_3	19_9	$8.4 \pm 0.4_9$	—		
		"	H 2	E	0.09_6	21_0	0.46_3	19_9	8.8 ± 1.2	—		
		"	V 1	Z	0.09_6	24_7	0.47_8	20_6	9.2 ± 1.1	—		
6	Y	FIA Two		N	0.12	21_0	0.54_4	14_9	13 ± 1.9	—		
		H. Comp.-type		E	0.12	21_0	0.49_7	13_3	9.1 ± 1.1	—		
		PIA-II	V 4	Z	0.10_5	24_7	0.47_4	17_0	10 ± 1.1	—		
1954	1	SR	PIA-II	H 7	N	0.10_4	21_0	0.45_1	15_5	8.6 ± 1.3	—	
			"	H 8	E	0.11_0	21_0	0.48_1	16_7	9.7 ± 1.1	—	
			"	V 3	Z	0.10_2	24_7	0.45_4	17_3	8.9 ± 1.1	—	
	2	KO ₂	"	H 3	N	0.10_2	21_0	0.45_7	17_4	9.7 ± 1.1	—	
			"	H 4	E	0.09_5	21_0	0.39_4	17_0	$10 \pm 0.8_5$	—	
			"	V 2	Z	0.10_1	24_7	0.46_6	18_0	11 ± 1.1	—	
	3	KA	FIA Two		N	0.12_0	21_0	0.61_7	16_9	11 ± 1.0	—	
			H. Comp.-type		E	0.12_0	21_0	0.63_7	17_4	$*6.8 \pm 1.1$	—	
			PIA-I		Z	0.08_3	20_0	0.36_2	20_7	9.2 ± 1.5	—	
	4	TA	FIA Two		N	0.12_0	21_0	0.61_3	16_8	11 ± 1.6	—	
			H. Comp.-type		E	0.12_0	21_0	0.54_3	14_9	11 ± 1.1	—	
			PIA-I		Z	0.11_0	33_0	0.48_5	15_8	11 ± 1.3	—	

(to be continued)

(continued)

Temporary station	Seismograph			Instrumental constants						
	Type	No.	Comp.	T_0	V_G	S	V_0	v	ρ	
1954 5	M	PIA-II	H 1	N	0.09_6^s	21 ₀	0.45 ₁	19 ₂	9.7±1.2	mm
		"	H 2	E	0.09 ₆	21 ₀	0.44 ₁	18 ₉	10±1.3	—
		"	V 1	Z	0.09 ₅	24 ₇	0.42 ₃	18 ₂	9.9±1.5	—
6	Y	FIA Two		N	0.12 ₀	21 ₀	0.62 ₄	17 ₁	11±1.8	—
		H. Comp.-type		E	0.12 ₀	21 ₀	0.65 ₂	17 ₉	11±2.0	—
		PIA-II	V 4	Z	0.10 ₅	24 ₇	0.49 ₆	17 ₈	14±1.2	—
1956 1	NI	PIA-II	H 1	N	0.09 ₆	21 ₀	0.44 ₉	19 ₂	11±0.9	—
		"	H 2	E	0.09 ₆	21 ₀	0.40 ₅	17 ₄	9.6±0.8 ₁	—
		"	V 1	Z	0.09 ₆	24 ₇	0.45 ₂	19 ₄	10±0.7 ₇	—
2	KO ₃	"	H 7	N	0.10 ₄	21 ₀	0.46 ₃	16 ₉	11±0.8 ₈	—
		"	H 8	E	0.11 ₀	21 ₀	0.43 ₂	14 ₁	9.8±1.4	—
		"	V 3	Z	0.10 ₂	24 ₇	0.47 ₀	17 ₈	8.7±1.0	—
3	KA	FIA Two		N	0.12 ₀	21 ₀	0.56 ₀	15 ₃	10±0.8 ₈	—
		H. Comp.-type		E	0.12 ₀	21 ₀	0.55 ₀	15 ₁	*6.4±1.5	—
		PIA-I		Z	0.08 ₃	30 ₀	0.48 ₀	25 ₆	11±0.8	—
4	TA	FIA Two		N	0.12 ₀	21 ₀	0.61 ₂	16 ₈	11±1.0	—
		H. Comp.-type		E	0.12 ₀	21 ₀	0.60 ₅	16 ₅	12±1.0	—
		PIA-I		Z	0.11 ₀	30 ₀	0.49 ₇	16 ₂	*5.5±1.3	—
5	M	PIA-II	H 3	N	0.10 ₂	21 ₀	0.60 ₄	16 ₇	11±1.2	—
		"	H 4	E	0.09 ₅	21 ₀	0.62 ₆	19 ₃	12±1.1	—
		"	V 2	Z	0.10 ₁	24 ₇	0.60 ₁	19 ₁	11±0.6 ₈	—
6	Y	FIA Two		N	0.12 ₀	21 ₀	0.59 ₀	16 ₁	8.2±1.1	—
		H. Comp.-type		E	0.12 ₀	21 ₀	0.59 ₀	16 ₁	6.3±0.9 ₀	—
		PIA-II	V 4	Z	0.10 ₅	24 ₇	0.48 ₄	17 ₃	8.7±0.7 ₈	—

* コック不良

局地震を記録できることが推定されたこと。2) 上下動と水平動とにそろつた特性をえられること。3) 振動数数サイクル以上のはやい振動の卓越する局地震の記録に適していること。4) 自己周期がみちかいので刻時装置が簡単に附加できること。5) 設置、移動、保守等実用上便利にできていること。以上がこの地震計を採用したおもな理由であるが、これはまた同様の理由で地震研究所余震観測班用としても推奨され、整備されていたので⁷⁾、それらの一部流用することができたことも好都合であつた。

この観測にもちいられた石本式加速度計 (IA) は主として基本倍率 200 倍の大型携帯用 (PIA-II) であり、耐久 (Y)、海南 (KA)、大成 (TA) 各高校では常時観測が依託されてのちは水平 2 成分として固定型 (FIA) が設置された。基本倍率 100 倍の小型携帯用 (PIA-I) がもちいられたときもある。

各年度に各観測点でもちいられた石本式加速度計とその常数とは Table 4 にまとめてしめした。この地震計の実地使用の条件についてはすでに筆者と堀実⁸⁾ によつて詳細な実験的研究が報告されているので参照されたい。結局、現地の使用条件下ではふたけたの

7) T. HAGIWARA, Read at the 299th Monthly Meeting of Earthq. Res. Inst., April 21, 1953.

8) S. MIYAMURA et M. HORI, "Quelques essais au laboratoire pour utilisation pratique du sismographe accélérométrique du type d'Ishimoto," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **33** (1955), 788-747.

精度で各地震計の特性をそろえることは困難であつた。

固体摩擦は 1952 年度における測定の結果から $\rho \leq 0.02 \text{ mm}$ であり、記録線のふとさを考慮し、要求される刻時精度をかながえて、まったく無視しうることがわかつたので、1953 年以降は特に ρ の測定値を算出しなかつた。

荷重静感度試験からもとめた静感度 S にもとづき計算した基本倍率 $V_0 = (2\pi/T)^2 S$ と拡大してこの腕長比等からもとめた幾何倍率 V_G とは、拡大してこの慣性能率の影響から当然 10% 程度の差がかながえられるが、同一地震計で同一幾何倍率の基本倍率が年度によりちがつてるようなのは、幾何倍率の測定の方に誤差があるとみなされる。 V_G は調整時の目標値とかながえていただきたい。

3・2 電子地震計 石本式加速度計をそなえた数点のわれわれの観測網では、のちのべるように 1 点のみで記録された地震が総数の 60% に達し、4 点以上で記録されたものは 12% にすぎない。しかも非常にはつきり、するどいたちあがりて初動がよみとれるものは、そのうちの一部にすぎない。したがつて、さらに地震活動がおとろえてきたときには、この観測網での臨時観測はまったく効果がすくなくなる。そこで観測点の増設と高感度観測とが当然必要になる。高感度観測のためには、光学記録地震計があるが、実用上、経済上もちにくいし、倍率にも限度がある。当時爆破地震動観測用として、動電型換振器、増幅器、電磁オッシュログラフをもちいた地震計がもちいられてきたので、この電磁オッシュログラフのかわりに、電力増幅器を附加し、連続使用にたえるペンがき検流計を駆動し、すすがきにより、自然地震の連続観測のできる電子地震計 (ES) をつくつた。この方向の努力はすでに 1950 年ころより表俊一郎⁹⁾ によりつづけられていたが、現地で実用化されたのは今回の観測が本邦では最初であろう。

一方、かぎられた人員で必要な多数の観測点を維持運転することは、非常に困難となり、電子地震計もなお学校等に委託観測ができるまでにすすんでなかつたことと、LTC 刻時をあたえうる通信線の利用に制約がおおいために、独立観測点の新設が制限されたので、遠隔記録による無人観測点をもうけ、基地において集中記録をおこなう方式を開発した。これはまた観測精度においても画期的向上を期待できるものである。この観測に導入された有線搬送式遠隔記録地震計 LTS および無線搬送式遠隔記録地震計 RTS については、すでに報告されている¹⁰⁾のでここには詳述しない。

3・3 記録装置 水平 2 成分固定型加速度計のばあい以外では、今市地震余震の舟生における観測で筆者と秋間哲夫¹¹⁾ により試用された、3 成分用大型円筒記録装置をもちいたが、駆動はワレンモーターで商用交流 (60 c/s, 100 V) によるように変更した。廻転速度は今市地震のときの 2 倍、2.5 min/Rev. としたので、はぐるまのガタについての条件はさ

9) S. OMOTE, Y. YAMAZAKI and N. KOBAYASHI, Temporary Observation of Volcanic Tremors of Mt. Asama at Asinodaira. Read at the 314th Monthly Meeting of Earthq. Res. Inst., Sept. 28, 1954.

10) S. MIYAMURA *et al.*, *loc. cit.* 4 and 5).

11) S. MIYAMURA und T. AKIMA, "Über die Beobachtung der Nachbeben des Imaiti-bebens am Dorfe Hunyu, Totigi Provinz," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **28** (1951), 421-433.

らに向上したはずである。固定用のものは従来の軸おくり型式のもので、駆動はおなじくワレンモーターで商用交流により、2.5 min/Rev. であるが、旧式のものであり、はぐるまのガタの点でやや精度がおちる。高感度地震計の記録もすべて上記大型円筒記録装置によりおこなわれた。

このような装置で、1日2回記録紙のとりかえをすることにより、従来の2倍、約4 mm/sec の記録紙速度の観測ができた。

3.4 刻時方式 1952年には海南(K)をのぞく4点では短波受信機により JJY (4 Mc/s) 分秒報時を直接受信して、ふりに分秒信号による衝撃をあたえ、記象上に刻時した。海南(K)には LTC の実用試験のため、箕島(M)で受信した JJY 刻時を LTC 送信機にあたえ、通信線を利用した簡易裸搬でおくりだし、これを受信して刻時した。

1953年以降は海南変電所(K)を基地として、JJYにより規正された標準時計の分秒刻時を LTC 送信機でおくりだし、各観測点にてこれを LTC 受信機で受信、刻時する LTC 方式を実用化した。

刻時信号をふりにあたえるには Fig. 2 にしめすように、ふりに固定した鉄片 A を、固定電磁石 M に負荷される信号電流でひく。電磁石になれる電流は、受信機の整流出力を1次側とするリレーの2次がわとなつている。

1953年以降 LTC 方式をとつたのは、1952年における JJY 直接受信方式が、つぎのような理由で連続観測用として適当でないとかんがえられたからである。1952年における4点での JJY の刻時状況を優、良、可、不可の4階級にわけて評価し、それぞれの通算時間数の総観測時間数に対する比率をもとめると Fig. 3 のようになり、ほぼ 1/3 程度の時間良好な刻時をえられるにすぎないことが判明した。しかもある点で受信が良好なときに、他の点では不良のばあいもあるので、各点でひとつの地震を記録したときに、それらの点の刻時がそろつて良好であるということは、きわめてまれになってしまう。もちろん受信方式、受信機の改良、受信の頻繁な監視などにより、このような短波報時受信のフェーディング、混信等による不安定はある程度さけられるであろうが、LTC 方式の方がさらに確実性がたかいとかんが

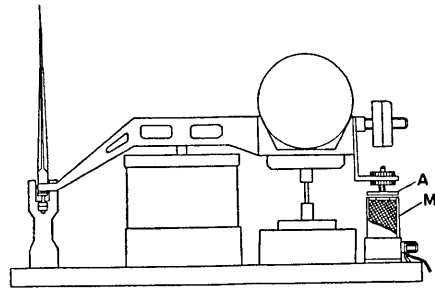


Fig. 2. Time marking device for Ishimoto accelerometer.
A-Iron piece. M-Electromagnet.

a) QUALITY OF JJY RECEPTION

ST.	% OF OBSERV. TIME			
NM	37	12	2	39
T	30	14	21	35
M	33	14	10	43
H	28	25	10	37

EXCELLENT
 GOOD

RATHER GOOD
 BAD

b) DAILY VARIATION OF JJY RECEPTION QUALITY

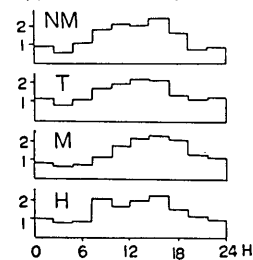


Fig. 3. Result of time mark reception by short wave standard signal, JJY (4Mc/s).

えられるにいたつたからである。

4. 観測精度

4-1 観測点位置の精度 各観測点の位置は、地理調査所測量用航空写真により確認できた附近の地物または三角点等から平板測量によりみちびき、黒島一等三角点を原点とする右手直角坐標 (+x を北方, +y を東方) であらわしたが、その精度はほぼ ± 10 m 程度とみなされる。z 坐標は5万分の1地形図からよみとつたが ± 10 m 程度であり、大部分の点は $z = 0$ m とみなしうる。

4-2 時刻精度 すでにのべたように、秒の刻時が各点共通に記入されているので、初

Table 5. Mean lengths of a second in 25 seconds before arbitrarily selected seismograms.

No.	Date	Time	Station	Comp.	Mean length of a second	No.	Date	Time	Station	Comp.	Mean length of a second
1	1952 XI 5	11.47 ^{h m}	NM	N	3.93 \pm 0.11 ^{mm}	7			KO	N	3.83 \pm 0.07 ^{mm}
				E	3.95 \pm 0.12				KA	"	3.38 \pm 0.12*
				Z	3.97 \pm 0.08				K	"	3.87 \pm 0.06
				N	3.91 \pm 0.12				T	"	3.84 \pm 0.26
				E	3.96 \pm 0.08				M	"	3.83 \pm 0.05
				Z	3.97 \pm 0.08				Y	"	3.37 \pm 0.07*
2	1952 XI 10	19.50	T	N	3.95 \pm 0.07	8	1953 XI 19	07.85	R	N	3.84 \pm 0.08
				E	3.97 \pm 0.10				KO	"	3.86 \pm 0.06
				Z	3.96 \pm 0.07				KA	"	3.36 \pm 0.10*
				H	3.99 \pm 0.07				K	"	3.87 \pm 0.11
3	1952 XI 16	12.17	T	N	3.86 \pm 0.26	9	1953 XI 21	01.51	R	N	3.80 \pm 0.05
				E	3.86 \pm 0.21				KO	"	3.90 \pm 0.06
				Z	3.86 \pm 0.22				KA	"	3.38 \pm 0.09
				M	3.91 \pm 0.21				K	"	3.89 \pm 0.06
4	1952 XI 22	21.32	M	N	3.80 \pm 0.17	10	1954 XII 10	03.45	KO	N	3.96 \pm 0.06
				E	3.80 \pm 0.18				"	E	3.94 \pm 0.06
				Z	3.80 \pm 0.19				"	Z	3.96 \pm 0.06
5	1952 XI 24	18.35	NM	N	3.86 \pm 0.11	11	1954 XI 12	22.15	KO	N	3.94 \pm 0.08
				E	3.82 \pm 0.27				"	E	3.93 \pm 0.06
				N	3.88 \pm 0.11				"	Z	3.93 \pm 0.07
				E	3.82 \pm 0.13				T	N	3.35 \pm 0.05*
				Z	3.82 \pm 0.10				M	"	3.92 \pm 0.05
				M	3.83 \pm 0.08				Y	"	3.92 \pm 0.05
6	1952 XI 28	22.15	NM	E	3.88 \pm 0.11	7	1953 XI 16	04.59	R	N	3.84 \pm 0.07
				Z	3.89 \pm 0.09						
				E	3.87 \pm 0.14						
				Z	3.86 \pm 0.09						
				M	3.87 \pm 0.02						

* Diameter of recording drum is 200 mm, while the other drum has 600 mm circumference.

動時刻は1秒間の廻転不同だけの範囲におさえられることはいうまでもない。分刻時のみのばあいにくらべ非常に有利である。

1秒間の記象上のながさは交流周波数の変動に支配されるが、それは急激な変化は影響ないので、11回の任意の地震の記録で、初動前25秒間の1秒のながさをよみとると、Table 5のような結果となり、1~7%の分散をしめすにすぎない。したがって、地震の直前の数秒の平均値から、刻時のみわけられない振動中の時刻を推定しても数パーセントの精度が確保できるわけである。初動時刻については ± 0.02 sec, S時刻またはS-P時間についてはS-P時間の数パーセント以下の精度とかがえてよい。なお、記録紙のつぎめにまたがる1秒のながさはあきらかに若干ののびがあるので、注意を要する。

以上のべた刻時精度からみて、位相受震時の精度はむしろその明確なる同定に依存することがあきらかである。

4-3 絶対時刻 JJY 直接記入のばあいは問題がないが、標準時計をもちいる LTC 方式のばあいは、えられた時刻はこの標準時計による地方時になるわけで、海南地方時(KLT)と称する。これはわれわれの観測網の資料を気象台、京大など他の観測網の資料とくらべるときには、絶対時刻(日本標準時 JST)になおす必要があり、そのため基地の標準時計は1日2回以上 JJY 分秒報時と比較した。1分以上のちがいは分をもどしてかぞえているので生じない。使用した時計の分刻時は盤面正時より5秒おくらせている。われわれの整理では今後特にことわらないかぎり 1953~1956 では KLT をもちいるであろう。

4-4 地震計の精度 石本式加速度計の常数決定の精度については既報¹²⁾のごとくで現地における使用状況では5%の精度ですべての地震計をそろえることは不可能であり、波形、振巾については10%程度の範囲内で議論するにとどめなくてはならないとかがえられる。位相差については10%としても時間としては1/100秒以下のずれであり、計測には支障ないものとみとめられる。

電子地震計の精度については当時なお充分検討されてなかつたし、特に感度をそろえるような考慮ははられなかつた。増幅器等電子回路の利得はほぼ Table 6 のようなものであり、換振器は約 0.6 volt/kine の爆破グループ型小型換振器が使用された。

Table 6. Gains of seismograph amplifiers. Sensitivity of the transducers used was about 0.6 volt/kine at 10 c/s, free oscillation period of which being 3 c/s.

Year	Station	Sensitivity μV eff. value/mm
1953	K ^E	100
1954	KO ^E	10
1954	S	150
1954	D	30
1956	KO ^E	10

12) S. MIYAMURA et M. HORI, *loc. cit.* 8).

5. 観測成果概要

5.1 観測地震数 各年度各観測点における観測実動日数, 記録地震総数, および毎日あたり回数を Table 7 にしめす. 器械記録地震計 (石本式加速度計 IA) によるものは K (1952) をのぞきすべてほぼ同一感度であり, 観測開始終了日時の若干のずれ, 記録紙交換中の短時間欠測および若干の故障による欠測等のため多少のちがいはあるが, ほぼその附近のその時期の地震活動をしめすものとかがえられる. K (1952) は倍率約 1/2 で

Table 7a. Effective observation periods and numbers of recorded earthquakes at the temporary stations equipped with Ishimoto accelerographs of approximately same sensitivity.

Year	Station	Period (days)	Earthq. Numbers		Year	Station	Period (days)	Earthq. Numbers	
			Total	Per day				Total	Per day
1952	NM	53	42	0.79	1954	M	45	24	0.53
	K*	52	37	0.71		Y	45	56	1.24
	T	55	62	1.13	1956	NI	39.6	48	1.21
	M	54	40	0.74		KO	29.7	97	3.17
	H	55	36	0.65		KA	42.7	45	1.05
1953	R	56.5	89	1.57		TA	28	22	0.79
	KO	54	110	2.04		M	32	16	0.50
	KA	56	100	1.79	Y	43	45	1.05	
	T	56	58	1.03	Mean through 1952~1956	R,SR,NI	133.6	187	1.40
	M	57.5	57	0.99		KO	123.7	277	2.24
Y	57.5	65	1.13	KA		138.7	188	1.36	
1954	SR	37.5	50	1.33		T, TA	101.5	86	0.85
	KO	40	70	1.75		M	134.5	166	1.14
	KA	40	43	1.07		Y, H	200.5	202	1.01
	TA	17.5	6	0.34					

* Sensitivity was about half of the others.

Table 7b. Effective observation periods and numbers of recorded earthquakes at the temporary stations equipped with electronic seismographs of similar frequency characteristics but of different sensitivities.

Year	Station	Instrument	Period (days)	Earthq. Numbers	
				Total	Per day
1953	KE	ES	53	290	5.48
1954	D	RTS-I	35	348	9.94
"	S	LTS	36	80	2.22
"	KOE	ES	32	649	20.2
1956	KOE	ES	30	1175	39.2

あるから, 地震数は大体倍にして
かがえてよい. 電子地震計によ
る観測の方は観測点の雑微動水準
により種々のちがった感度でおこ
なわれているので, このような意
味で相互の比較をおこなうことは
できないことは当然である.

Table 8 は石本式加速度計によ
る観測結果を整理してどの観測点
乃至観測点のくみあわせで, いく
つの地震が記録されたかをしめし
たものである. 1点のみで観測さ
れたものが総数の 60% に達し,

Table 8. Numbers of earthquakes recorded at the temporary stations and at combinations of the stations.

Number of stations	Combination of stations*	Number of recorded shocks				Total
		1952 ($X = NM,$ $Y = H$)	1953 ($X = R,$ $Y = Y$)	1954 ($X = SR,$ $Y = Y$)	1956 ($X = NI,$ $Y = Y$)	
1	X	51	34	11	18	397 (60%)
	KO	7 (K)	30	20	59	
	KA		21	9	8	
	T	26 (62%)	6 (56%)	0 (54%)	6 (68%)	
	M	15	8	1	5	
	Y	14	33	31	20	
2	X, KO	19 (15%)	10	14	7	122 (18%)
	X, KA		5	1	5	
	KO, KA		11	7	6	
	T, KO		0	0	0	
	T, KA		3	0	1	
	M, KO		1	0	1	
	M, KA		1	0	0	
	Y, KO		0	0	4	
	Y, KA		2	2	3	
	X, T		5	0	1	
	X, M		0	0	0	
	X, Y		0	0	0	
	T, M		0	3	0	
	T, Y		3	0	1	
M, Y	4	5	5			
3	X, KO, KA	13 (11%)	8	8	3	58 (9%)
	T, KO, KA		5	0	0	
	M, KO, KA		1	1	1	
	Y, KO, KA		0	0	1	
	X, T, KO		4	1	2	
	X, T, KA		0	0	2	
	X, M, KO		1	0	0	
	X, M, KA		0	0	0	
	X, Y, KO		0	0	1	
	X, Y, KA		1	0	0	
	T, M, KO		4	2	0	
	T, M, KA		0	0	0	
	T, Y, KO		0	0	0	
	T, Y, KA		0	0	2	
	M, Y, KO		0	0	0	
	M, Y, KA		0	0	1	
	X, T, M		0	0	0	
	X, T, Y		1	0	0	
	X, M, Y		0	0	0	
	T, M, Y		2	1	0	

(to be continued)

(continued)

Number of stations	Combination of stations*	Number of recorded shocks								
		1952 ($X = NM,$ $Y = H$)		1953 ($X = R,$ $Y = Y$)		1954 ($Y = SR,$ $Y = Y$)		1956 ($X = NI,$ $Y = Y$)		Total
4	X, T, KO, KA	0		8		0		2		
	X, M, KO, KA	0		4		3		0		
	X, Y, KO, KA	0		0		1		1		
	T, M, KO, KA	0		3		0		0		
	T, Y, KO, KA	0		1		0		0		
	M, Y, KO, KA	0		0		1		2		
	T, M, Y, KO	0		0		1		0		
	T, M, Y, KA	4	13 (11%)	4	22 (9%)	0	8 (6%)	0	6 (4%)	
	X, T, M, KO	4		0		0		0		
	X, T, M, KA	4		0		1		0		
	X, T, Y, KO	2		0		0		0		
	X, T, Y, KA	2		0		0		1		
	X, M, Y, KO	0		0		1		0		
	X, M, Y, KA	0		0		0		0		
X, T, M, Y	3		0		0		0			
5	X, T, M, KO, KA	0		4		0		0		29 (4%)
	X, T, Y, KO, KA	0		2		1		3		
	X, M, Y, KO, KA	0	2 (2%)	2	14 (6%)	5	8 (6%)	1	5 (3%)	
	T, M, Y, KO, KA	0		6		1		1		
	X, T, M, Y, KO	2		0		1		0		
	X, T, M, Y, KA	2		0		0		0		
6	X, T, M, Y, KO, KA			9	4 (4%)	0	0 (0%)	1	1 (1%)	10 (1%)
Total			124 (101%)		236 (100%)		133 (100%)		172 (102%)	665 (99%)

発震時刻による震源要素決定の必要最小観測数である5点以上で観測されたものは総数の5%にすぎず、初期微動時間法による最小数4点以上をとつても12%程度にすぎない。しかも、これらのうちには充分明確に位相時刻をよみとりえない記録もふくまれているのであるから、この観測の効率はあまりよくなかつたといえる。すべての観測点で、おおかれすくなかれ、そこだけで観測された地震のあることは、地震がこの観測網の範囲内にあまねく分布して発生していることをしめし、しかも4点以上の観測点で共通に観測された地震のすくないことは、これらの地震が比較的震源深度のあさい、規模のちいさいものであり、したがつて震央距離による減衰が非常にはやいものであることをしめしている。これらの点からも、観測点の増設乃至高感度化が当然要求されることがわかるのである。

5.2 初期微動時間 各年度各観測点でえられた初期微動時間 t_{S-P} の頻度とその総数に対する百分率を Table 9 にしめす。百分率10%以上の部分を実線、5%以上の部分を点線でかこんである。Fig. 4にまとめた頻度分布の型式を通覧してさらにはつきりするが、これらは1)ほとんど0.5~1.5 secにあつまっているa-タイプ、2)1.0 sec以下のものがすくなく、主として1.0~2.0 secに集中、2.0 sec以上のものもかなりあるb-タイプ、(3)両者の中間型で、0.5~2.0 secのあいだにひろがるab-タイプに大別することができる。

Table 9. Frequency of $S-P$ intervals observed at the temporary stations in the neighbourhood of Wakayama. Station name abbreviations are referred to Tables 1~2.

t_{S-P}	1952		K		T		M		H	
	NM	%		%		%		%		%
≥ 0.0	0	0.0	4	11.1	2	3.3	2	5.1	1	3.0
≥ 0.5	2	5.0	8	22.2	11	18.3	8	20.5	1	3.0
≥ 1.0	17	42.5	14	38.9	20	33.4	12	30.8	10	30.4
≥ 1.5	9	22.5	2	5.6	10	16.6	8	20.5	10	30.4
≥ 2.0	4	10.0	0	0.0	5	8.3	3	7.7	2	6.1
≥ 2.5	1	2.5	0	0.0	3	5.0	0	0.0	1	3.0
≥ 3.0	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 3.5	0	0.0	0	0.0	1	1.7	0	0.0	0	0.0
≥ 4.0	0	0.0	1	2.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 4.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	3.0
≥ 5.0	1	2.5	0	0.0	1	1.7	3	7.7	3	9.1
≥ 5.5	0	0.0	2	5.6	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 6.0	0	0.0	1	2.8	3	5.0	2	5.1	0	0.0
≥ 6.5	1	2.5	1	2.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 7.0	0	0.0	0	0.0	1	1.7	0	0.0	0	0.0
≥ 7.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	3.0
≥ 8.0	0	0.0	1	2.8	0	0.0	1	2.6	1	3.0
≥ 8.5	1	2.5	1	2.8	0	0.0	0	0.0	1	3.0
≥ 9.0	0	0.0	0	0.0	1	1.7	0	0.0	0	0.0
≥ 9.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
$\geq 10.$	3	7.5	1	2.8	2	3.3	0	0.0	1	3.0
Subtotal	40	100.0	36	100.2	60	100.0	39	100.0	33	100.0
Uncertain	2		1		2		1		3	
Total	42		37		62		40		36	
$\bar{\tau}_m$	0 ^s 85		0 ^s 41		0 ^s 45		0 ^s 54		0 ^s 98	
Type	b		a		ab		ab		b	

(to be continued)

(continued)

1953 t_{S-P}	R		KO		KA		T		M		Y	
		%		%		%		%		%		%
≥ 0.0	1	2.3	6	5.5	13	13.3	0	0.0	1	1.8	1	1.9
≤ 0.5	40	46.0	38	34.5	20	20.4	3	5.3	19	35.2	6	11.5
≤ 1.0	37	42.5	49	44.5	32	32.7	8	14.0	18	33.3	15	28.9
≥ 1.5	4	4.6	12	10.9	21	21.4	20	35.1	1	1.9	10	19.2
≥ 2.0	1	1.1	0	0.0	4	4.1	10	17.5	5	9.3	7	13.4
≥ 2.5	1	1.1	2	1.8	2	2.0	5	8.8	4	7.4	3	5.8
≥ 3.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	3.5	0	0.0	1	1.9
≥ 3.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	3.7	2	3.8
≥ 4.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 4.5	1	1.1	1	0.9	1	1.0	2	3.5	0	0.0	0	0.0
≥ 5.0	0	0.0	1	0.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.9
≥ 5.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.8	0	0.0
≥ 6.0	0	0.0	0	0.0	1	1.0	1	1.8	0	0.0	1	1.9
≥ 6.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.8	1	1.9
≥ 7.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 7.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.9
≥ 8.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 8.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.8	0	0.0	0	0.0
≥ 9.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.8	1	1.8	0	0.0
≥ 9.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
$\geq 10.$	0	1.1	1	0.9	4	4.1	4	7.0	1	1.8	3	5.8
Subtotal	87	99.8	110	99.9	98	100.1	57	100.1	54	99.8	52	99.8
Uncertain	2		0		2		1		3		13	
Total	89		110		100		58		57		65	
\bar{r}_m	0 ^s .4		0 ^s .41		0 ^s .39		0 ^s .91		0 ^s .68		0 ^s .77	
Type	a		a		ab		b		ab		b	

(to be continued)

(continued)

1954 t_{S-P}	SR		KO		KA		TA		M		Y	
		%		%		%		%		%		%
≥ 0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 0.5	20	40.0	33	47.2	13	30.2	0	0.0	6	25.0	1	1.9
≥ 1.0	27	54.0	28	40.0	15	34.9	2	32.0	4	16.7	11	20.8
≥ 1.5	2	4.0	5	7.1	7	16.3	1	17.0	2	8.3	17	32.1
≥ 2.0	0	0.0	1	1.4	1	2.3	0	0.0	4	16.7	6	11.3
≥ 2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	4.2	5	9.4
≥ 3.0	0	0.0	1	1.4	0	0.0	0	0.0	1	4.2	5	9.4
≥ 3.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	17.0	1	4.2	0	0.0
≥ 4.0	0	0.0	1	1.4	2	4.7	0	0.0	0	0.0	1	1.9
≥ 4.5	0	0.0	0	0.0	1	2.3	1	17.0	0	0.0	0	0.0
≥ 5.0	1	2.0	0	0.0	2	4.7	0	0.0	0	0.0	2	3.8
≥ 5.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	3.8
≥ 6.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	8.3	1	1.9
≥ 6.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 7.0	0	0.0	1	1.4	0	0.0	0	0.0	1	4.2	0	0.0
≥ 7.5	0	0.0	0	0.0	1	2.3	1	17.0	0	0.0	0	0.0
≥ 8.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 8.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 9.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 9.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	4.2	1	1.9
$\geq 10.$	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	4.2	1	1.9
Subtotal	50	100.0	70	99.9	43	100.1	6	100.0	24	100.2	53	100.1
Uncertain	1		0		0		0		1		3	
Total	51		70		43		6		25		56	
$\bar{\tau}_m$	0 ^s 57		0 ^s 61		0 ^s 50		(1 ^s 0)		0 ^s 77		1 ^s 00	
Type	a		a		ab		b		ab		b	

(to be continued)

(continued)

1956 t_{S-P}	NI		KO		KA		TA		M		Y	
		%		%		%		%		%		%
≥ 0.0	4	10.0	2	2.2	1	2.2	1	4.5	0	0.0	0	0.0
≥ 0.5	18	45.0	40	43.9	9	20.0	3	13.6	7	50.0	3	8.1
≥ 1.0	14	35.0	32	35.2	14	31.2	8	36.4	3	21.4	12	32.5
≥ 1.5	1	2.5	8	8.8	14	31.2	3	13.6	3	21.4	9	24.3
≥ 2.0	1	2.5	4	4.4	3	6.8	4	18.2	0	0.0	8	21.6
≥ 2.5	1	2.5	2	2.2	0	0.0	1	4.5	0	0.0	1	2.7
≥ 3.0	0	0.0	0	0.0	1	2.2	2	9.1	1	7.1	2	5.6
≥ 3.5	0	0.0	1	1.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 4.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 4.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 5.0	0	0.0	0	0.0	2	4.4	0	0.0	0	0.0	1	2.7
≥ 5.5	1	2.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 6.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 6.5	0	0.0	1	1.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 7.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 7.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 8.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 8.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 9.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
≥ 9.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
$\geq 10.$	0	0.0	1	1.1	1	2.2	0	0.0	0	0.0	1	2.7
Subtotal	40	100.0	91	100.0	54	100.2	22	99.9	14	99.9	37	100.2
Uncertain	8		6		0		0		2		8	
Total	48		97		45		22		16		45	
\bar{r}_m Type	0 ^s 45 a		0 ^s 53 a		0 ^s 51 ab		0 ^s 50 ab		0 ^s 83 ab		0 ^s 93 b	

(to be continued)

(continued)

t_{S-P}	1953 K		1954 KOE		1954 S		1954 D		4956 KOE	
		%		%		%		%		%
≥ 0.0	59	21.8	0	0.0	0	0.0	2	0.6	12	0.1
≥ 0.5	70	25.8	246	39.2	28	32.9	190	58.9	495	43.3
≥ 1.0	83	30.6	239	38.1	35	41.2	89	27.6	441	38.6
≥ 1.5	29	10.7	51	8.1	9	10.6	10	3.1	81	7.1
≥ 2.0	7	2.6	10	1.9	2	2.4	5	1.5	31	2.7
≥ 2.5	3	1.1	17	2.7	2	2.4	6	1.9	9	0.8
≥ 3.0	1	0.4	8	1.3	0	0.0	2	0.6	6	0.5
≥ 3.5	0	0.0	11	1.8	0	0.0	6	1.9	4	0.3
≥ 4.0	3	1.1	3	0.5	0	0.0	0	0.0	6	0.5
≥ 4.5	5	1.8	3	0.5	1	1.2	3	0.9	9	0.8
≥ 5.0	0	0.0	5	0.8	0	0.0	0	0.0	2	0.2
≥ 5.5	1	0.4	1	0.2	0	0.0	1	0.3	3	0.3
≥ 6.0	0	0.0	5	0.8	3	3.5	2	0.6	3	0.3
≥ 6.5	3	1.1	3	0.5	1	1.2	1	0.3	5	0.4
≥ 7.0	1	0.4	2	0.3	1	1.2	0	0.0	3	0.3
≥ 7.5	2	0.7	4	0.6	1	1.2	1	0.3	3	0.3
≥ 8.0	1	0.4	2	0.3	0	0.0	1	0.3	0	0.0
≥ 8.5	0	0.0	4	0.6	0	0.0	1	0.3	1	0.1
≥ 9.0	0	0.0	2	0.3	0	0.0	0	0.0	2	0.2
≥ 9.5	1	0.4	1	0.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0
$\geq 10.$	2	0.7	10	1.6	2	2.4	3	0.9	28	2.4
Subtotal	271	100.0	627	100.0	85	100.2	323	100.1	1144	100.2
Uncertain	91		23		5		26		31	
Total	290		650		90		349		1175	
$\bar{\tau}_m$ Type	0 ^s 39 a		0 ^s 64 a		0 ^s 61 a		0 ^s 60 a		0 ^s 57 a	

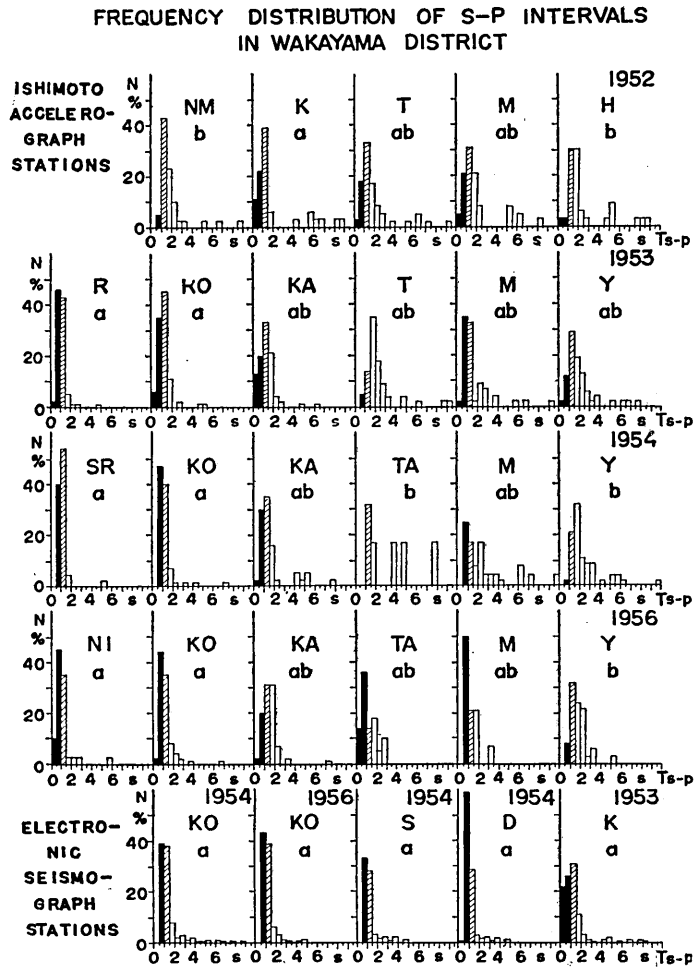


Fig. 4. Frequency distributions of $S-P$ intervals observed at the stations in respective years.

Filled histogram— $t_{S-P} < 1.0s$. Hatched histogram— $t_{S-P} = 1.0-1.5s$.
Blanc histogram— $t_{S-P} \geq 1.5s$.

a-タイプには K, R, SR, NI, KO, D, S, b-タイプには NM, H, Y (1953 年は 0.5~1.0sec が若干おおく ab-タイプにちかい), そして ab-タイプには T, TA, M, KA が属する。ただし TA (1954) は観測数がすくないのであやしい。

初期微動時間の最小値をしれば、それに一定数(大森常数)をかけた数値にひとしい距離よりその観測点にちかい地殻内の部分に発生した地震はないことになる。観測点を中心とするこのような半球状の部分各観測点を中心としてえがき、その包絡面をつくるならば、この曲面は、その地域において地震の発生の期待しうる地殻部分と地震の発生のみら

れなかつた無地震表層の境界面となるので、これは地殻の地震活動度を表現するひとつの方法といふことができる。このようなかんがえから、各点の最小初期微動時間をしらべてみる。偶然誤差をさけるために初期微動時間をよみとりえた総地震数の10%だけの個数を、最小の t_{S-P} から順次とつて、その算術平均をつくり、 \bar{t}_m として、Table 9 に附記した。この数値はほぼ a-タイプで 0.4~0.6 sec, b-タイプで 0.8~1.0sec, ab-タイプで 0.6~0.8sec 程度になつてゐる。そこで、この地域で海南附近をとおる南北および東西両断面について、この数値をもとに、同一観測点は各年の平均値をとつてつくつた無地震表層底面すなわち地震発生域上面をしめしたものが Fig. 5 である。ただし Fig. 5 をつくるには近接観測点については平均値をつくり、これをもちいた。距離係数としては別に報告する¹³⁾ ようにこの地域の平均値として 6.8 km/sec が適當であることがわかつてるので、これをもちいた。

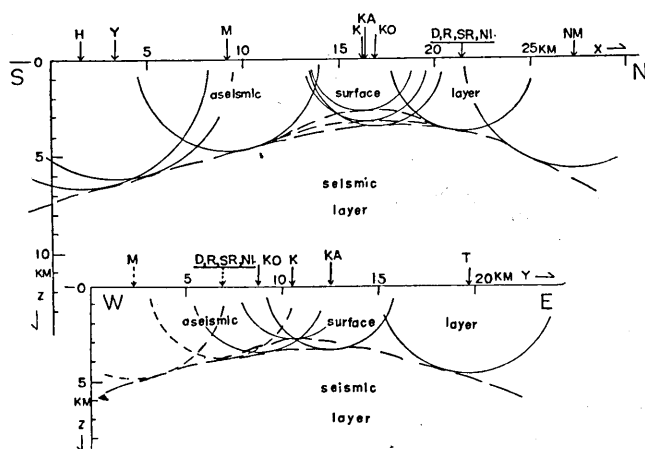


Fig. 5. Schematic profiles showing seismicity near Wakayama. Circles are 10% minimum S-P interval semi-spheres. Broken lines are the sections of border surface enveloping aseismic upper layer.

5.3 最大記録振巾 一点で観測された地震動の最大記録振巾の頻度分布はいわゆる石本一飯田の関係¹⁴⁾にしたがうといわれている。この臨時観測でえられた地震数は石本式加速度計では非常にすくないため、各回ごとにこれを検討することは適當でないで、同一地点またはごく近接した地点でおこなわれた観測は各回のもをを通算したものについてしらべてみた。また電子地震計で相当多数の記録がえられたところについてもしらべてみた。それらの結果をまとめたものが Fig. 6 である。

石本一飯田の式の係数はその最小振巾区割と1区割内地震数が0となつた振巾以上の区

13) S. MIYAMURA, Read at the 396th Monthly Meeting of Earthq. Res. Inst., June, 1959.

14) M. ISHIMOTO et K. IIDA, "Observations sur les séismes enregistrés par le microsismographe construit dernièrement." *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **17** (1939), 443-478. K. IIDA, *ibid.*, **17** (1939), 741-782, **18**^r (1940), 575-674.

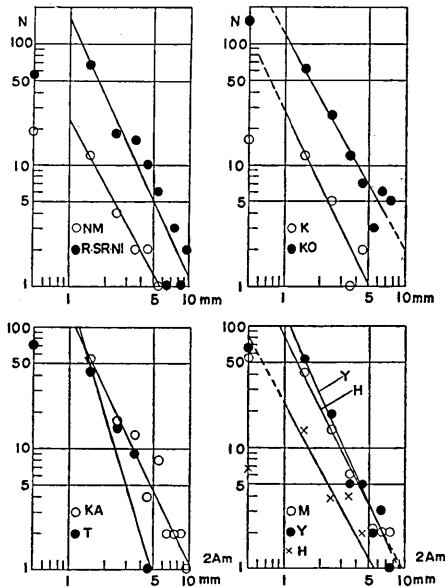


Fig. 6 a. Frequency distributions of maximum trace amplitudes at the Ishimoto accelerograph stations. Ishimoto-Iida's formulae at respective stations are determined by the least squares methods. (cf. Table 10)

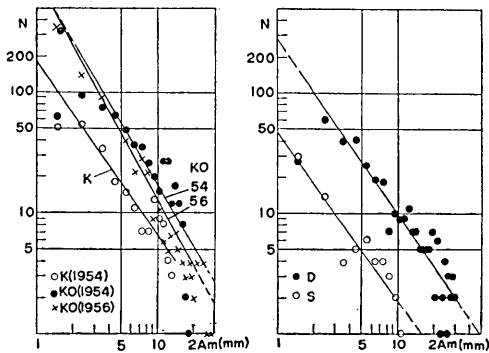


Fig. 6 b. Frequency distributions of maximum trace amplitudes at the electronic seismograph stations. Ishimoto-Iida's formulae at respective stations are determined by the least squares methods. (cf. Table 10)

Table 10. Coefficients of Ishimoto-Iida's formula $N = kA^{-m}$.

Station	log k	m
NM	1.36±0.15	0.80±0.51
R, SR, NI	2.20±0.16	2.10±0.51
KO	2.05±0.19	1.73±0.46
K	1.41±0.49	2.01±2.15
KA	2.11±0.16	2.05±0.31
T, TA	2.30±0.83	3.1 ±3.7
M	1.93±0.11	1.99±0.27
Y	2.12±0.17	2.31±0.42
H	1.39±0.25	1.63±0.99
K ^E ('53)	2.26±0.19	1.43±0.24
KO ^E ('54)	2.90±0.28	1.69±0.28
KO ^E ('56)	2.91±0.68	1.79±0.14
S ('54)	1.67±0.22	1.41±0.39
D ('54)	2.46±0.10	1.46±0.08

画とはとらないという通常もちいられてる方法で最小自乗法できめた。Table 10 にえられた係数をしめす。Fig. 6 にはその直線をしめした。動木 (T) は初期微動頻度型に年度による変動があること、1954 年のように有効観測日数のすくない年度があることからみて、誤差がおおきいのはやむをえない。1952 年の海南 (K) もやや観測精度がおちていたことがあらわれてるとおもわれる。

6. 考 察

上記臨時観測の結果については、現在なお解析をすすめているから、詳細の議論はのちの機会にゆずりたい

いが、前節でえた結果から推定できる若干の事項について簡単に言及しておく。

紀伊半島局地震のもつとも活潑な中心地域は海草有田両郡の海岸地帯であるが、特に和歌山市、海南市附近 (R, SR, NI, KO, K, D) は、もつとも地震発生数がおおく、しかも

震源は地表面から 3~4 km のところにはじまり、数 km 程度のものが大多数である (a-タイプ)。この地域の北方和泉砂岩地域の中松江や、南方の湯浅、広方面には、そのような極端にあさい地震はすくなく、全般的にややふかい地震 (10 km ca.) がふえる (b-タイプ)。これらの事情は Fig. 4 でもよくうかがうことができた。海岸からはなれた、海南市東方の動木では、1952 年にはやや活動が活潑で、ちかい (あさい?) 地震もみられたが、1953 年以後は海南高校 (海南市東端)、箕島 (長湍変成帯南端) とともに ab-タイプになり、地震活動も a-タイプ地域にくらべ低調になつた。上記 a-タイプ地域は、かつて第 1 期の活動期に今村明恒¹⁵⁾が研究した名草地震群乃至和歌浦湾地震群の震央域に対応するもので、水準測量による地殻の局部的相対隆起とよく一致していたが、最近の水準再測の結果¹⁶⁾によると今回も同様の関係をしめしているようである。

よくしられているように、筑波山などでは初期微動時間 4 秒以下の地震はまつたくないといつてよいが¹⁷⁾、この地方では逆に 4 秒以上の地震は非常にまれであつて、おなじく活潑な地震地域でありながら、関東地方とは大変ちがつた地震地域であることがわかる。このような極浅発地震は波動の減衰も顕著であつて、和歌山において震度 II の地震で他の測候所でどこでも験測されないこともめずらしくない。したがつてその震源決定ができないだけでなく、同程度の地震がなお多数紀伊半島各地で発生しているものをのがしているおそれも充分あるといえる。

初期微動時間の頻度分布は従来の余震観測結果にしばしば報告されているが、それらのタイプをみるに、最近の例では今市地震 (1949, XII, 26)¹⁸⁾のもので今市、西大芦が ab-タイプ、舟生、鹿沼、日光が b-タイプ、福井地震 (1948, VI, 28)¹⁹⁾のもので塩屋、三国、丸岡が ab-タイプ、イブリ橋、大聖寺、清水、山中が b-タイプ、鳥取地震 (1943, IX, 10)²⁰⁾で鳥取は a-タイプにちかい ab-タイプ、倉吉、鹿野は ab-タイプ、青谷は b-タイプにちかい ab-タイプ、加茂 b-タイプとなつていて、明確な a-タイプはみいだせない。すなわちこれらとくらべるとき a-タイプ S-P 時間頻度分布をしめす和歌山附近の地震はこれら大地震の余震群よりさらに局所的な浅発地震群であるといふことができる。S-P 時間 a-タイプのモードを 0.5~1.0 sec として $k = 6.8 \text{ km/s}$ とすれば、もつともふかく直下としても 3~7 km のふかさに震源が分布することになる。

地表から数 km といえば、地質学的にみて当然その対象となる岩石があり、構造がある部分であつて、関東平野のおおくの地震のような地殻下地震が大構造との関連で考察さ

15) A. IMAMURA *et al.* "The Earthquake Swarms of Nagusa and Vicinity." *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **10** (1932), 636-648.

16) S. MIYAMURA and A. OKADA, Read at the 311th Monthly Meeting of Earthq. Res. Inst., May 25, 1954.

17) S. MIYAMURA, "Minor Shocks Observed at Mt. Tukuba," *Zisin*, Ser. ii, **9** (1957), 236.

18) Earthq. Res. Inst., "Observations of After-shocks carried out in Imaichi District, Tochigi Prefecture," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **28** (1951), 389.

19) H. TSUYA, "The Fukui Earthquake of June 28, 1948. Chapter III. Aftershocks." Compiled by S. OMOTE, p. 44.

20) S. OMOTE, "Aftershocks that accompanied the Tottori Earthquake of Sept. 19, 1943," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **33** (1955), p. 646.

れなくてはならないのに対して、普通の意味での地質構造と対比してかんがえうる地震であるという点、きわめて興味あるものとおもわれる。地質時代の構造運動の継承、反転、新生と最近の構造運動との関連を西南日本外帯全帯にわたつてしらべ、その部分部分に発生している浅発地震（和歌山以外に四国の劔山附近、渥美湾、豊川附近、大井川流域などの地震活動が知られているが、いづれも詳細にはしらべられてない）の活動を考察することは、この地帯の現在における構造地質学的位置と地殻上層地震の地質的意義とを明確にするための第一歩であり、この点に特に紀伊半島局地地震研究の目標をおきたいのである。

7. 謝 辞

各回の観測は Table 2 にしるしたように、耐久高校教諭新屋兼次郎先生はじめ、今村久（海南二中）、新谷垣内正巳（大成高校）、西口憲章（海南高校）、小川恵三（星林高校）、田中実蔵（箕島中学）の諸先生およびこれらの学校の地学クラブその他の有志生徒諸君の熱心な協力によりなされた。また通信線引込工事、計器輸送、観測保守等に関し、関西電力株式会社和歌山支店および管下各変電所、琴浦火力発電所の各位の厚意ある御援助をうけた。和歌山県、大阪管区气象台、および関西電力株式会社工務部からは今回の観測実施について全面的後援をえた。また海南市、和歌山市、和歌山県経営者協会、海南市商工会議所、朝日生命保険相互会社和歌山支社、和歌山電気軌道株式会社、野上電気鉄道株式会社、朝日新聞和歌山支局等からも各種の便宜をあたえられた。そのほかにも和歌山県の公私の多数から種々の応援をうけた。これらについて、ここにこころから感謝の辞をのべたい。

観測計器の借用をゆるされた气象台井上地震課長、本所萩原教授、表助教授の厚意に深謝する。観測点の位置決定をされた岡田惇氏、無線地震計の試験を応援された後藤健一氏、鈴木善吉氏をはじめ、つねにこれら観測の準備に協力された実川技官以下本所技術部の各位に感謝する。また本研究において終始協力をえた同僚堀実、辻浦賢、松本英照の三氏には特に深甚の謝意を表す。おわりに、長期にわたり著者に対しあたえられた那須所長のかわらざる厚意と激励とに謝意を表す。

38. *Local Earthquakes in Kii Peninsula, Central Japan.* *Part III. Temporary Seismological Network* *in the Neighbourhood of Wakayama.*

By Setumi MIYAMURA,
Earthquake Research Institute.

According to the instrumental observations¹⁾ and intensity investigations²⁾ already reported, current seismic activity in Kii Peninsula was inferred to be concentrated in the littoral part between Wakayama and Gobo, and the depth of earthquake origins to

be very shallow. The author intended to locate them as accurately as possible, in order to search any geological implications of such supra-crustal seismicity.

In the autumns of 1952 to 1954 we operated temporary seismological networks in the neighbourhood of Wakayama and the 4th expedition was supplemented in April, 1956. General schedule of the 4 expeditions is given in Table 1, and several items of each network including the names of the observers are tabulated in Table 2. Table 3 lists the coordinates of the stations together with their geologic foundations. Fig. 1 illustrates the locations of those stations and the geology of the district.

Standard stations installed at 5 or 6 places in the district were equipped with 3-component Ishimoto accelerographs and their calibrated instrumental constants are tabulated in Table 4. As the writer with M. Hori⁸⁾ reported, 5% accuracy of uniformity in the constants used could not be attained easily. As recorders long drums like that adopted previously by the author with T. Akima¹¹⁾ in the aftershock observation of Imai Earthquake, 1949, at Hunyu, were again used, replacing their driving motors with A.C. Wallen motors instead of D.C. motors. Rotating them in the speed of 2.5 minutes per revolution and renewing the recording papers two times a day, we were able to get a fairly rapid paper speed of about 4 mm/sec. Time marks were given in every second from one common standard clock directly on the pendulums by a device shown in Fig. 2. In 1952 we used the standard time signals from Tokyo Astronomical Observatory through the short wave radio, JJY (4 Mc/s), receiving them separately at each station. Merits of the reception of JJY were not satisfactory as shown in Fig. 3, and we intended to get a more stable method giving time marks from a common clock. For this purposes line carrier telerecording chronograph, LTC, was developed by the writer with M. Tsujiura³⁾ and since the 2nd expedition the LTC system was introduced. In this case the standard chronometer at the transmitting station was, of course, checked by the standard time of JJY.

As expected by the reconnaissance observations¹⁾ several tens of earthquakes were recorded at the temporary stations with Ishimoto accelerographs, but about 60% of them were recorded only at a single station. Only 12% were recorded at more than 4 stations which is the necessary condition in locating the hypocenter by *S-P* method. Namely, our standard station network was too sparse, or the instruments used were not sensitive enough to cover the seismic area concerned. Consequently, we can only locate the hypocenters of comparatively deep and probably larger earthquakes by our seismological networks and very shallow, small ones cannot be located, as they are recorded only at one or two stations. On the other hand, seismic activities of the district seemed to decrease in 1954 especially in magnitude. Thus we developed an electronic seismograph, having a sensitivity as high as that used then in explosion seismology. It was used at Kainan (K) in 1953 and at Kotono-ura (KO) in 1954 and 1956, but we could not increase the number of station by entrusting it to an appropriate new observer. Above all, there are many inconveniences to install new stations, linked with the private telephone lines of Kansai Electric Co. Ltd. enabling the time mark of LTC system and to find reliable observers, to whom we entrust the keeping of our instruments. Thus the line and radio telerecording seismographs, abbreviated as LTS and RTS respectively, were designed and constructed^{4,6)}. Practical use was tested in 1954 and 1956, but here we do not touch upon anymore in detail.

Determination of geographical coordinates of the stations was executed by A. Okada, Techn. Div. of our Institute, connecting the stations geodetically to certain field objects, which could be fixed on the air photographs of Geographical Survey Institute, Ministry of Construction, and the accuracy was inferred to be nearly ± 10 m.

Time accuracy of the observations was assumed to be as high as 0.02s, seeing from the adopted recording and time marking systems. As shown in Table 6 the lengths of a second on the seismograms have the dispersions of about 1~7%, and we can safely assure the time of later phase, e.g. that of *S* from the time marks before *P* within ± 0.05 s, neglecting the uncertainties in phase identification.

Having nearly equal sensitivity instruments, numbers of earthquakes recorded at the standard stations given in Table 7a are said to be a measure of seismicity in the region in respective period of the expeditions. As there were no remarkable changes during the 4 periods in all stations, we can sum up the numbers of the same or very near stations in different periods and put them also in the Table 7a. The most active seismicity was again indicated in Wakayama (R, RS, NI, KO) and Kainan (K, KA). Other stations in the bordering area follow them in seismicity. Results of electronic instruments in Table 7b cannot be compared to see the seismicity, for the sensitivities adopted were different in each other. Table 8 lists the details of items shown in Table 7a. As stated before, only very limited numbers were recorded at the enough numbers of stations to determine the origins by *P* or *S-P* methods.

Frequency distributions of *S-P* intervals observed are listed in Table 9 and illustrated in Fig. 4. In Table 9, percentage numbers of *S-P* intervals occupying more than 10% of all identified shocks at a station are enclosed by rectangles in full lines and those more than 5% by rectangles in dotted lines. They clearly show that there are 3 types of *S-P* frequency distribution (See Fig. 4): at some stations greater part of *S-P* intervals is smaller than 1.0s, while almost none is found at longer than 2.0s. (a-type) At other stations *S-P* intervals smaller than 1.0s can hardly be found and greater part of them is greater than 1.0s, inclusive of many being greater than 2.0s. (b-type) And, of course, there are stations called to the intermediate type, with a broad distribution between 0.5~2.0s and with some greater than 2.0s. (ab-type) These 3 types represent the general tendency of space distribution of earthquakes around the stations. All a-type stations (IA stations: 1952-K, 1953-R, KO, KA, 1954-SR, KO, 1956-NI, KO; Electronic and telerecording stations: 1953-K, 1954-KO, S, D, 1956-KO) are distributed near Wakayama and Kainan, and coincide with the highest seismicity. ab-type and b-type stations are situated around the a-type area and characterized with rather low seismicity. Frequency distributions of *S-P* intervals obtained in the aftershock observations of the recent Japanese earthquakes¹⁸⁻²⁰⁾ indicate that most of them were ab- or b-type, and comparing with them, the Wakayama earthquake swarms are said to have more local and shallower origins.

The author proposed a concept of an aseismic surface layer which is simply defined as follows and will be a rough but useful measure of seismicity. If the minimum *S-P* interval observed at a certain station in a limited period is τ_m , we can construct a hemisphere in the crust, its center being the station and its radius being $k\tau_m$ km, where k is Omori's distance coefficient or the fictitious velocity of *S-P* wave in km/s. We can safely ascertain that we found no earthquake origin within this hemisphere during the period concerned. Constructing such hemispheres at all stations covering an area, we can obtain an enveloping surface of the hemispheres, bounding the upper aseismic and lower seismic layers in the earth's crust beneath the area. Considering the rare but inevitable errors in *S-P* interval identification and the statistical nature of geophysical inferences deduced from the observations in limited times, we should rather take the following averaged value $\bar{\tau}_m$, instead of a single τ_m value. When the number of total identified *S-P* intervals is N , mean value of $0.1 \times N$ smallest *S-P* intervals is calculated and defined as $\bar{\tau}_m$, which we call 10% minimum *S-P*. In Table 8, $\bar{\tau}_m$ values for every

station were given, and basing these values we construct an envelope surface between the upper and lower layers of opposite nature in seismicity. In the construction we take mean values of \bar{r}_m at a station for different years and of very near stations for different years, and $k = 6.8$ km/s calculated as a mean in the district¹³⁾. In Fig. 5 show the N-S and E-W vertical sections through Kainan and vicinity indicating the aseismic surface layer under the area. It clearly shows that the seismic activity comes up very near the surface as shallow as a few kilometers in the neighbourhood of Kainan and Wakayama. Consider that no earthquake with $S-P$ smaller than 4s is observed at Tsubu¹⁷⁾, which lies in the center of Kwanto District, the most active seismic region of Japan!

Frequency distributions of recorded maximum amplitudes were investigated and, generally speaking, so-called Ishimoto-Iida's formula¹⁴⁾ hold good in every case. Results are shown in Table 10 and Fig. 6.

There remain many items to be considered including the seismometrical determination of the location of earthquake origins, but we will treat them in the following papers.