

# Queen Charlotte 諸島 地震の観測について\* (1)

浜 松 音 蔵\*\*

## On the Queen Charlotte Islands Earthquake (Aug. 22, 1949)

### Observed in Japan (the 1st paper)

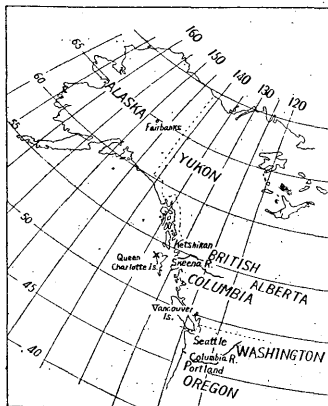
O. Hamamatsu

(Seismological Section, C. M. O.)

The author investigated some problems on the Queen Charlotte Islands Earthquake which was recorded clearly in Japan. The epicenter ( $53.07^{\circ}\text{N } 133.03^{\circ}\text{W}$ ) and origin time (04h 01m 13s G.M.T.) determined by J. S. A. were adopted. The data of 48 stations arranged in Table 1 were read from the Wiechert's Seismograph of C. M. O. net-work.

All initial motions observed in Japan direct to south, west and up. Traces of reflected waves as *PP*, *PPP*, *SS* etc., were too small to be read. Observed amplitudes and periods of *S* waves were large. Composed motion of *S* waves plotted in Fig. 7 shows very clearly the character of *SV* waves. Some phases are observed between *S*<sub>c</sub>*S* and *SS* at stations beyond  $62^{\circ} 24'$  (Nagoya). They are very clear, but whether they may be *S* waves of later group or later parts of *S* wave remains unknown.

Fig. 1



× Epicentre

## 1 緒言

昭和24年(1949年)8月22日04時01分ごろ(G.M.T.) Canadaの太平洋岸, British Columbia州の The Queen Charlotte Is. 附近(Fig. 1)に起つた地震は, この方面では最大級といえる地震で(Magnitude =  $7\frac{1}{2}$  Ottawa, 8 Pasadena, 8.1 Strasbourg, 8.2 Tucson,  $8\frac{1}{2}$  Praha)あるばかりでなく, 今まで日本で観測された遠地地震の中でも *S* および *Lr* 波が非常にはっきり記録された珍しい地震であった。

日本の各地震観測所は, 震央からの距離が大部分  $52^{\circ}\sim 69^{\circ}$ のあいだ(Fig. 2)に含まれている. 本調査では, Wiechert式地震計で観測した全国48か所の記象紙によつて験測し, *P*,

\* Received Aug. 27, 1954

\*\* 中央気象台地震課

PcP, PP, FPP, S, SS, SSS や Lq, Lr などの走時, 振幅, 周期, 地動などを調べ, その他に, 今まで 1, 2 の人によって調べられていたことを吟味, 検討した.

§ 2. 震央および発震時

本地震の震央および震源時は, 現在までの調査報告によると, U. S. C. G. S. は震央  $54^{\circ}\text{N}$ ,  $133^{\circ}\text{W}$ , 震源時 04 時 01 分 12 秒 (G.M.T.), J. S. A. は震央  $53.7^{\circ}\text{N}$ ,  $133.3^{\circ}\text{W}$ , 震源時 01 分 13 秒, C. M. O. は震央  $55^{\circ}\text{N}$ ,  $133.3^{\circ}\text{W}$ , W. G. Milne (1) は震央  $54.2^{\circ}\text{N}$ ,  $133^{\circ}\text{W}$  と推定されている. 震源の深さは, 津波の報告 (2) や余震を多数観測 (3) していることから, ごく浅いものと考えられる. 地震の規模が大きかった割合に, 被害は僅少であったようである.

Fig. 2

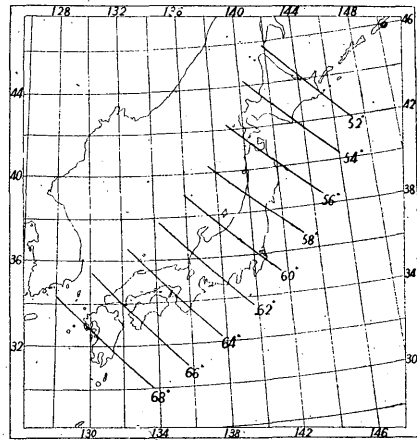
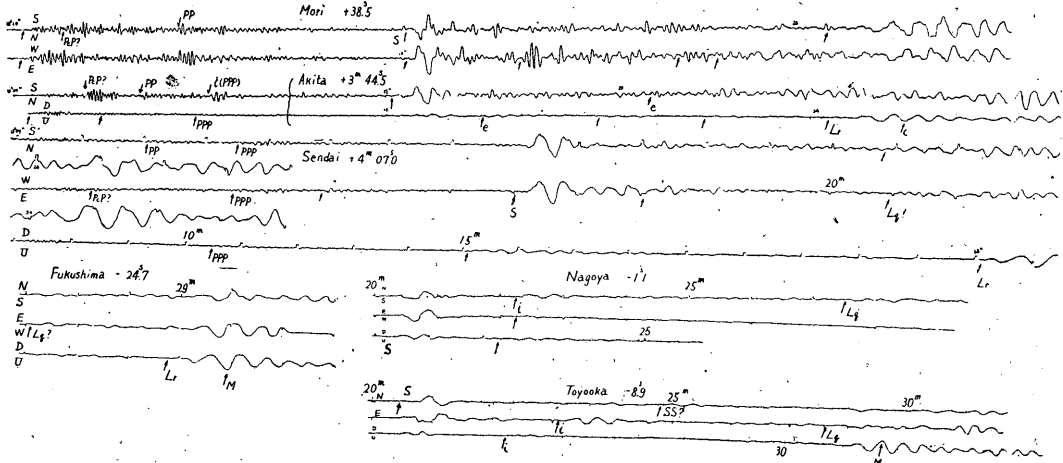


Fig. 3



本調査では, 第一近似として J. S. A. で決定した震央  $53.7^{\circ}\text{N}$ ,  $133.3^{\circ}\text{W}$  を用いた. 後に述べるように, また, Fig. 4 の P 波の走時曲線でも見られるように, 非常によく線に乗っているから, 第二近似を行うことなく, これをそのまま使って以下の調査を進めた.

- (1) J. Coulomb : "Love Wave of The Queen Charlotte Islands Earthquake of August 22, 1949" Bull. Seism. Soc. Amer. 42, No. 1
- (2) [Kyodo-A. P., Aug. 23.—偶然か大した被害も報告されていない. この震動は遠く Portland (Oregon) の南から北の Petersburg (Alaska) まで感じられた.—Terrace では商店のガラスが割れた.—Alaska の Ketchikan では, 地震後間もなく 2 feet の波が海岸をおそった. [Kyodo-U.P., Aug. 23]—Seattle の Lake Union 付近の路は割れ, 水道管が 2 か所破裂した. また, 同所にけいっしゅうしていた Houseboats が 1 ダースばかり地震後におしよせた波のために切離された.
- (3) U. S. C. G. S. の報告によると, 9 月 5 日 (1949 年) まで 15 回の余震を数え, その後にも起っている.

## § 3. P波およびその反射波

P波に続いてS波までに現れるP波の反射波は、Fig. 3でわかるように、小さい振幅が続くが、明らかに相の発現を指示することは困難である。しかし、P波は大部分の観測所で非常にはっきり

Table 1

Station	Epicentral Distance		P	Initial motions of P			PcP	PP	PPP
	°	'		N	E	Z			
Nemuro	51	55	m s E 10 23.1	(-) small	(-) small	(+) small	m s ?H 11 11.6		m s eN 13 19.6
Sapporo	54	23	iZ 42.3	-3.5 $\mu$ 3.5s	-2.1 $\mu$ 4.5s	+2.9 $\mu$ 3.2s	?H 11 54.-		
Mori	55	28	iH 50.5	(-) 4.3'	(-) small		?N 11 44.5		N 14 25.6
Hachinohe	56	03	iH 54.1	(-)	(-)	(+)	?Z 12 10.4		Z 14 22.8
Miyako	56	26	iZ 56.4			(+) 2.0			Z 14 51.-
Morioka	56	49	N 59.4	(-)					
Akita	57	23	iZ 11 04.8			(+) 4.5	N 12 17.-	Z 12 47.5	eZ 14 40.-
Sendai	57	54	eHZ 07.-				eE 12 20.-	eN 13 11.-	iHZ 14 31.-
Fukushima	58	35	eH 10.7						eZ 14 41.-
Onahama	58	56	iZ 14.9			(+)			E 14 59.0
Mito	59	34	Z 19.0	(-)	(-)	(+)			
Aikawa	59	36	iE 19.4		(-)				
Utsunomiya	59	47	iE 20.0		-3.6 4.0	+4.3 3.3	EZ 12 07.5		
Kakioka	59	50	iN 20.7	(-)	(-)	+1.7 5.0	?N 12 00.9	N 13 00.-	N 15 20
Tuskuba-san	59	53	eN 27.7						eN 15 31.9
Kumagaya	60	21	Z 25.5			(+)	EZ 12 06.4		
Tokyo	60	29	iZ 25.5			(+) 2.9			
Nagano	60	37	e ?						
Matsushiro	60	42	N 25.3	(-)					
Yokohama	60	44	eE 31.5						E 15 29.-
Wajima	60	48	eN 32.8				E 12 10.-		
Tomisaki	61	00	eN 31.7					N 13 26.-	EZ 15 32.-
Toyama	61	09	eN 29.0			(+)	eZ 12 16.-		
Funatsu	61	10	iZ 31.5			(+) 3.5	Z 12 14.5		EZ 15 18.-
Oshima	61	21	Z 30.1				eZ 12 13.1	eN 14 04.3	
Mishima	61	21	iE 30.3	(-) 3.8	(-) 3.4	(+)	HZ 12 13.-		NZ 15 18.-
Shizuoka	61	46	iZ 33.9			(+) 4.5	N 12 18.-		

りとそのはじまりを指示することができる。読取りえた初動方向のすべてが南、西および上動（押し）で始まり、明らかに震央と正反対の方向を向いている

S	Amplitudes and Periods of S			Composed Amplitude Mean period	ScS	SS	Other Phases		
	N	E	Z				m s	m s	m s
N 17 48.5	1120 <sup>μ</sup> 22.0s	280 <sup>μ</sup> 25.0s	170 <sup>μ</sup> 17.0s	1375 <sup>μ</sup> 21.3s	m s	m s	m s		m s
N 18 24.3	1630 24.0	2040 26.0	510 18.0	2660 22.7	E 20 31.0 T = 20.5s	H21 49.1	N 10 38.6 H 11 23		eN19.05
E 43.3	1140 19.0	2860 24.0		3079 21.5	iE21 05.1				
E 41.6	1950 24.2	1480 25.2	460 19.0	2491 22.8	eN20 34 T = 16s		EZ11 05 E 11 39		eE23 20
iH 48.3	1170 24.-	1340 21.2	250 19.4	1797 21.5	E 21 19			Z 15 48.2	
N 51.4	1120 22.6	1360 25.0	200 21.3	1872 23.0			N 11 36 Z 11 43	N 13 41 N 15 50	
N 19 00.8	1540 22.6	680 22.7	340 20.3	1717 21.9	eZ20 50	Z 23 14	Z 11 13.9	eZ13 35 iN14 55	
iE 13.4	1560 24.0	1390 23.0	440 22.0	2135 23.0	eE21 11			E 16 07	
iE 17.7	1000 25.2	760 20.6	346 20.7	1303 22.2	iE 21 21.3		eZ11 55		
E 21.5	1830 25.2	2300 25.2	440 19.6	2972 23.3	eE21 07.5	?E22 52	N 11 41.9		
Z 41.0			710 20.0	710 20.0			eZ11 37		
E 32.4	810 23.0	980 23.0		1272 23.0	iE 21 46.4				
E 30.6		1440 26.0	470 20.0	1515 23.0					
iH 26.1	1100 23.5	980 23.5	430 19.0	1535 22.0	?NZ 21 08				
N 30.0	1390 24.5			1390 24.5					
iNZ 52.0		1140 28.4	23.-	1140 25.7		E 23 47	E 11 33.5 N 12 33.2 Z 11 45.6		
E 33.2	1180 27.-	1800 24.-	380 20.6	2186 23.9					
E 57.-	1060 28.-	1750 24.-		2046 26.0	eE21 22		N 12 38 N 11 51.	eN14 16	
E 42.3	890 24.3	1200 24.3		1494 24.3					
N 46.6	2100 27.0	2500 28.0	190 21.0	3270 25.3			Z 11 51.8		
N 42.0	1070 24.0			1070 24.0			N 11 56.2 N 12 00 eN12 22	eN14 21 iN 12 48	iN22 25 eN22 38
N 54.7	26.4			26.4					
N 53.3	1200 28.0	1050 28.0	480 22.0	1665 26.0	iZ 21 54			eE 14 46	
N 46.-	1070 26.0	880 27.0	460 18.0	1460 23.7					
H 53.8	920 27.0		450 21.2	1024 24.1	iN21 06.6				
H 48.6	1370 26.7	1220 27.9	530 21.0	1910 25.2	eE21 03.5		iH11 53.6		
N 48.3	1160 28.0	1170 25.0	550 23.0	1737 25.3					

	°	'	m	s				m	s	m	s	m	s
Omaezaki	62	08	eH11	34.4				E	12 19.-				
Gifu	62	20	iH	37.4		(-)		EZ12	18.5			?N	15 09.-
Nagoya	62	24	eZ	35.9									
Hikone	62	43	iN	41.4	(-)	(-)	(+)	Z	12 21.6	N	14 23.-	N	15 59.-
Kameyama	62	55	iZ	42.3			(+)	NZ12	22.-				
Kyoto	63	11	iE	43.9	(-)	(-)		E	12 22.6			N	15 32.6
Toyooka	63	18	Z	43.3			(+)			E	14 23.-		
Osaka	63	35	Z	45.6	(-)	(-)	+5.4 3.9	iZ	12 34.0	eZ	14 20.-		
Owashi	63	38	iZ	46.6			(+)	Z	12 30.5				
Kobe	63	45	eH	46.9				Z	12 23.6	E	13 52.9	N	15 43.1
Sumoto	64	09	iZ	49.5	-1.0 2.0	-1.3 1.6	+2.7 1.7						
Shionomisaki	64	21	iZ	50.4			(+)						
Hamada	65	16	iZ	56.9			(+)						
Murotomisaki	65	22	iZ	57.2			(+)	?Z	12 42.5				
Hiroshima	65	28	NZ	57.7	(-)								
Matsuyama	65	42	iNZ12	00.3	(-)		(+)	NZ12	34.8				
Shimizu	66	23	iNZ	04.0	(-)		(+)			N	14 40.-	N	16 35.-
Fukuoka	67	15	Z	09.2			(+)			eN	13 56.-		
Kumamoto	67	35	Z	12.6			(+)	E	12 43.6				
Miyazaki	67	52	iZ	13.6			(+)	N	12 51.1	eE	14 19.0	N	16 45.-
Kagoshima	68	37	eN	21.7						eN	15 31.9		

次に、 $P$ 波の発現時、初動および周期、 $PcP$ ,  $PP$ ,  $PPP$ などの発現時の観測を掲げる。(Table 1). この観測に基いて、以下  $P$ 波の走時函数を求めた。計算にあたって、明らかに時刻補正 ( $\Delta T$ ) に誤りがある所、タイムマークの記録されなかった所などを除いた45か所の観測を用いた。

$$T = 04^h 10^m 24.^s 7493 \text{ (G. M. T.)} + 0.1226 (\Delta - 52^\circ 00') - 8.2 \times 10^{-6} (\Delta - 52^\circ 00')^2$$

$$\pm 0.5172$$

$$\pm 0.0308$$

$$\pm 8.411 \times 10^{-4}$$

$$52^\circ < \Delta < 69^\circ$$

Fig. 4 の  $P$ 波曲線は上式で描いたものであるが、かなりよく線上にのっている。

$PP$ および $PPP$ の読取りがいくつかあるが、全国的にはっきりと現れていないし、あまり信頼のおけるものではない。これはあとに述べる  $SS$ と同様に、Gutenberg & Richter (4) が述べているよ

(4) Gutenberg & Richter : "On Seismic Wave" Gerl. Beitr., 45

	$1930^{\mu}$	$1100^{\mu}$	$\mu$	$2221^{\mu}$	m s	m s	m s	m s	m s
eE19 54.1	29.7s	23.0s	s	26.3s			H 11 43.9		
iZ 20 12.9		750	490	896			E 11 56.9		iN22 10.5
E 06.5	720	23.0	24.0	23.5					iN22 18.3
	26.-	580	410	1011			N 11 58.9	iH 12 44	T=24s
E 08.4	1240	1080	690	1783		N 24 44.7			iH22 13
	28.0	26.0	21.0	25.0					
Z 13.2	1200	1260	740	1891	Z?21 38		H 11 59		iN22 35
	30.0	26.0	22.5	26.2					
E 14.1	910	1230		1530		N 24 40	iE12 01.6	eN18 47	iE22 45
	28.-	28.-		28.-			N13 09		
N 20.5	930	1000	410	1426		N 24 39.1	Z 12 51.1		iE23 03
	27.8	31.8	20.0	26.5					
Z 28.1	1020	1600	650	2006					eN22 46.1
	28.-	28.-	21.3	25.8					
N 22.5	760		390	855	N 21 32		iZ13 14		
	26.5		21.5	24.0					
N 23.1		400	390	559			N 11 57.3	N 12 14.6	iNZ23 02.1
		23.0	22.5	22.8			E 12 06.3	iN 13 01	
N 35.2			24.7	24.7					iN22 12.7
									T=20s
Z 39.2	430	660	400	884	iZ22 05		Z 12 06		
	24.0	22.5	24.0	23.5					
E 39.9		500	890	1021					iN 24 06
		26.3	22.0	24.2					T=23.4s
eZ 51.-			540	540			Z 12 05.8		iN 23 25
			21.5	21.5					
N 43.7	540	360		649					eN23 31
	32.0	28.0		30.0					
Z 47.8	210	320		383					iZ 23 59
	23.5	25.6		24.6					T=22.3s
N 52.-			240	240		eN24 45			eZ 23 59
			22.8	22.8					
N 21 03.2			310	310		eN25 59.1	E 12 26		iN 24 30.6
			19.0	19.0					T=25s
N 11.8			24.-	24.-			eN12 22		iZ 25 05
E 14.1			440	440	Z 22 23	iN25 20	eN12 17.9	H 13 19	iE 24 53
			22.5	22.5			iN 12 24.5	H 13 50	
N 30.0							E 12 29.9	eN13 11.9	eN24 47
							N 12 24.8		

うに、太平洋に反射点をもつ反射波は Continental Layer がいないために卓越しないのかもしれない

P 波のあと 1.5分くらいにいくつか明らかな相が読取れたが、これは PcP かもしれない。上下動にもいくつか読取りがある。

Fig. 4 の中で、P 波以外の PcP, PP, PPP の曲線は、和達・益田の走時 (h=0km) から作図したものである。また、S, Lr, M & C も走時函数から作図したものであるが、他の SS, SsS, SSS はいずれも和達・益田の走時 (h=0km) によるものである。

§ 4. S およびその反射波

S 波は P 波群に比較すると、Fig. 3 でも見られるように、ほぼ全国中の観測が振幅、周期ともに非席に大きく、はっきりした sine motion が 2, 3 動して後、急激に減衰している。しかし、S 波の発現時は 3 成分とも必ずしも一致していないので、明らかな成分から読み取った。

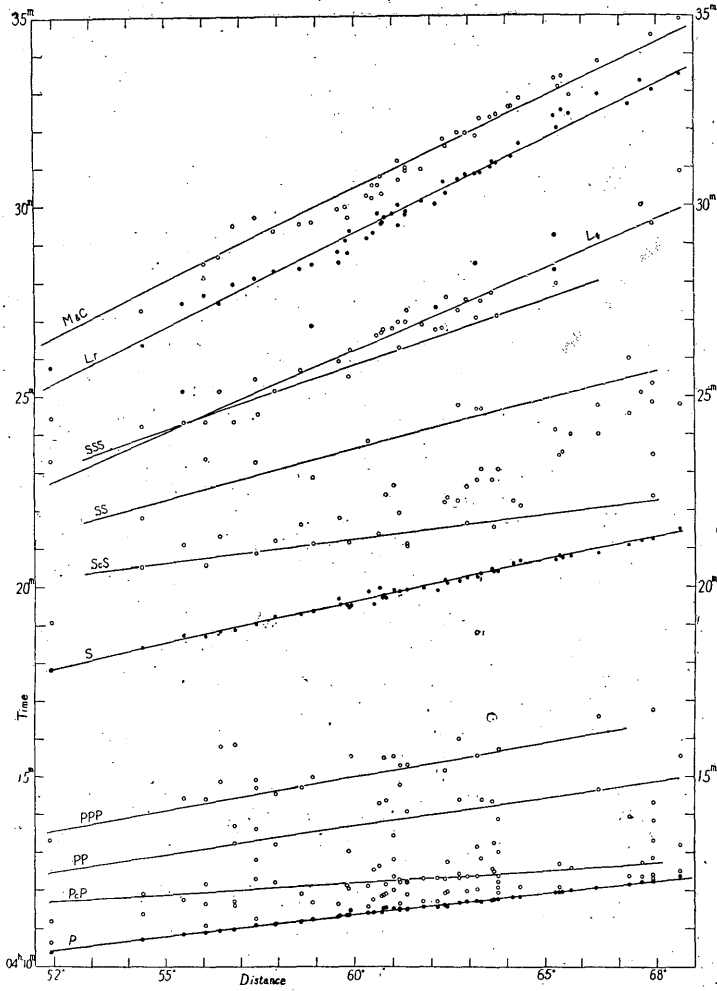


Fig. 4. Travel Time Curves

The curves of  $P$ ,  $S$ ,  $Lq$ , and  $Lr$  in figure were calculated by the data in Table 1 and 2<sup>(5)</sup> respectively. The other curves show travel time by Wadati-Masuda

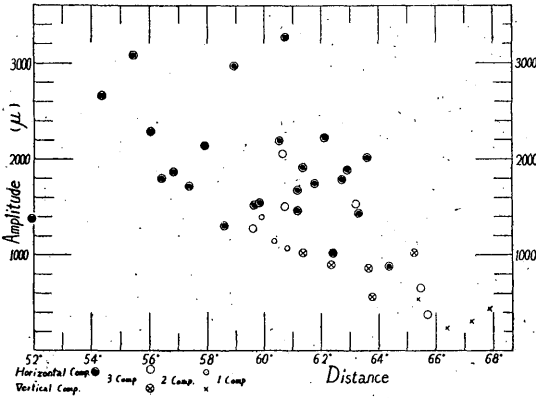
Tab. 1 中の  $S$  波の振幅は、初めの 2, 3 半振幅のうちで見掛けの最大の半振幅を読み、振動倍率から算出したものである。本計算にあたっては、後述する  $Lr$  の振幅と同様に、各測候所の地盤係数は考えに入れていない。周期は読み取った振幅の前後の平均の値である。

Tab. 1 中、 $S$  波の 3 成分の振幅と周期を算出してあるが、振幅は 3 成分あるいは 2 成分の合成値で、周期は算術平均したものである。この表に基き、Fig. 5 では振幅の変化を、Fig. 6 では周期を調べた。これらの図を見ると、 $S$  波の振幅は震央距離の増加とともに急激に減衰し、周期は大

(5) 次報参照

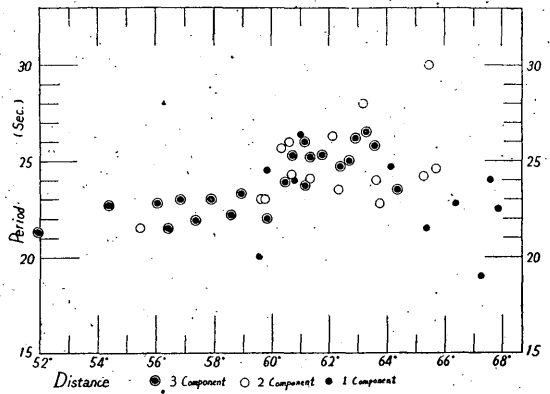
部分の観測が  $21^{\circ} \sim 27^{\circ}$  の範囲の値であるが、震央距離が  $60^{\circ} \sim 64^{\circ}$  の範囲では、他より 2, 3 長く現れているようである。

Fig. 5. Maximum Amplitudes of S wave



Amplitudes of 3 and 2 components in figure show composed value from 3 and 2 components

Fig. 6. Periods of S wave



Periods of 3 and 2 components in figure show mean value of 3 and 2 components

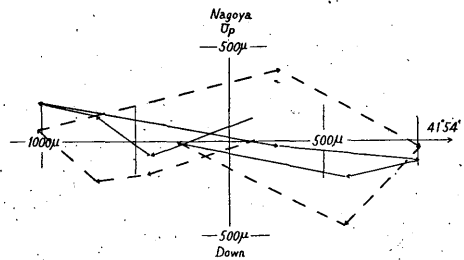
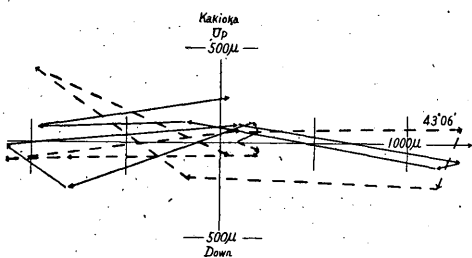


Fig. 7. Loci of particle motion of S wave.

The epicentral azimuth at stations are shown by degree and an arrow in figures. Time interval between two adjacent cusps is always five seconds. Full line : loci in horizontal plane, Broken line : loci in vertical plane which contain observation station and epicentre

Fig. 7 では S 波の初めより 2, 3 振動を  $5^{\circ}$  ごとに読み、振動を合成してその性質を調べた。図の中で実線は水平成分、点線は上下成分の振動を表わし、横軸右端上の度分で表わした数は、その観測所からの震央方向を示すのに子午線からの方位角で表わしたものである。図からわかるように、水平成分の振動はかなりよく震央の方向に一致した振動をしている。したがって、SV 波であるといえる。

Tab. 1 の S 波の発現時から求めた走時関数は



$$T = 04^h 17^m 50.^s 3143 \text{ (G.M.T.)} + 0.2249 (\Delta - 52^\circ 00') - 9.3 \times 10^{-6} (\Delta - 52^\circ 00')^2$$

$$\pm 2.4705 \quad \pm 0.1440 \quad \pm 4.018 \times 10^{-3}$$

$$m=46 \quad 52^\circ < \Delta < 69^\circ$$

これは今まで計算された (Bullen, Macelwane, Jeffreys, Gutenberg) 走時と比較すると, 和達・益田の走時によく合致する。

SS は S が雄大であるのに, 発現時, 振幅などはっきり読み取れないことは奇異の観がある。しかし, これも P 波の反射波の項で述べたように, 反射点が太平洋であるためと考えられる。Tab. 1 中には, いくつかの読み取りがあり, また, 曲線上にのっているものもあるが, 信頼のおけるものではない。このことは ScS についても同様である。

Fig. 4 を見ると, ScS と SS のあいだにはいるいくつか目だった観測があるが, 今までの走時のいずれにも該当しない相である。Fig. 3 にその中の 2, 3 例を示したが, これは名古屋以西 ( $62^\circ 24'$ ) に現れているが, 以東では S 波のために明らかに指示することはむずかしい。S 波が全く減衰してから振動が始まっているようであるが, あるいは S 波の遅い群か, または, S 波の一部なのかもしれない。

SSS 波は Lq (Love wave) と発現時が非常に接近しているので, その区別が困難で, いずれの波が観測されたのであるか不明である。前記した SS の項の考察や, SSS の走時曲線より全般にやや遅く現れていることなどから考えると, Lq とするのが妥当のようである。Lq については, 次の機会にのべる。