

昭和 14 年 1 月 25 日 チリ - 大地震の調査

木 澤 綏

内 容:—1. 緒 言

2. 震央、震源の深さ、及び、震源に於ける發震時。
3. 世界各地の觀測結果に依る諸相の走時曲線。
4. 本邦に於ける諸相の觀測結果及び走時曲線。
5. 本邦で觀測された諸相の振幅及び週期。
6. L 相の振動方向の調査。
7. W_2 波の驗測結果と k の値。
8. 結 語

1. 緒 言 昭和 14 年 1 月 25 日 3 時 32 分頃 (G.M.T.) 南米智利中部の Chillan 市附近に非常に大規模な地震が起つた。震央に極近い Chillan, Parral, San Carlos, Egun 等では被害が、甚大で死傷者數萬を生じたと報ぜられる程であつた。⁽¹⁾ 地震の規模から云ふと昭和 8 年 2 月 23 日智利北部の Arica 附近に起つた地震と大體同じ程度のもので近頃稀な大地震であつた。昭和 8 年の地震に就いては氣象臺の森田技師が詳細に調査されて、其の結果は既に發表されてゐる。⁽²⁾

筆者は今回昭和 14 年の地震に關し、外國の觀測結果を對照しつゝ主として本邦に於ける觀測結果に基いて調査を行ふ事とした。

本地震の震央は後に述べる様に $72^{\circ}15'W$, $36^{\circ}45'S$ と求められる。從つて對震央は $107^{\circ}45'E$, $36^{\circ}45'N$ で北支、西安の北方約 200 km' の地點に當る。本邦地震觀測所は、大部分、震央から約 150° 乃至 163° の距離の間に含まれてゐる。筆者は中央氣象臺地震課に於て本邦地震觀測所のうち、36 ケ所の地震記象に就いて詳細な驗測を行ふことを得て、之等地震記象上に明瞭に記録せられた、 P_1' , P_2' , P_i , SKP, PP, SKS, PPP, SKKS, PSKS, PPS, SS, SSS 等の實體波及び L, W_2 等の表面波の走時を調査した。又 P' , PP, SS, L 等の振幅と震央距離との關係並びに SS, L 等に依る土地の振動状態を明らか

(1) Seismological Despatches: Georgetown University Washington, January, 1939.

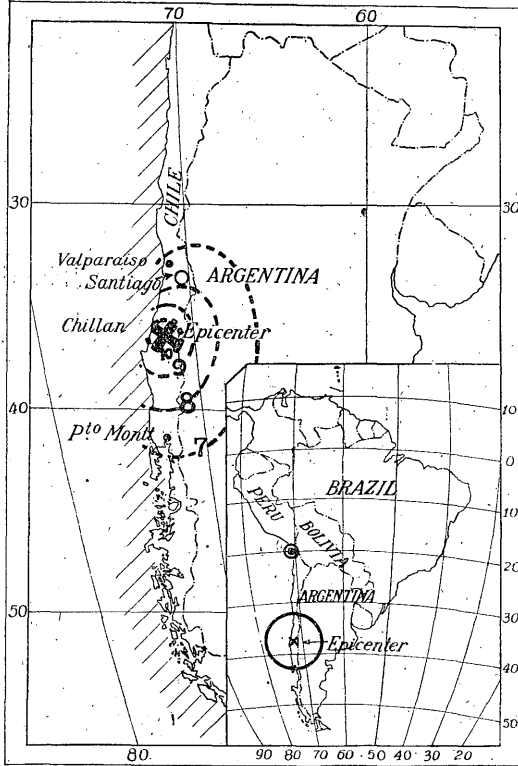
Nature (Vol. 143. No. 3614 No. 3615)

齊田時太郎: チリ - 國震災視察報文, 地震研究所彙報 第 18 號 第 3 冊

(2) 森田稔, 吉村慶丸, 昭和 8 年 2 月 23 日チリ北部強震の調査, 驗震時報 第 10 卷

にし、且つ L 及び W₂ の観測結果から表面波に対する吸収係数及び速度を求めること等を試みた。次にその結果の概要を報告する。

第 1 圖



震央位置 (×印)

震度: ロッシー・フォーレル震度階

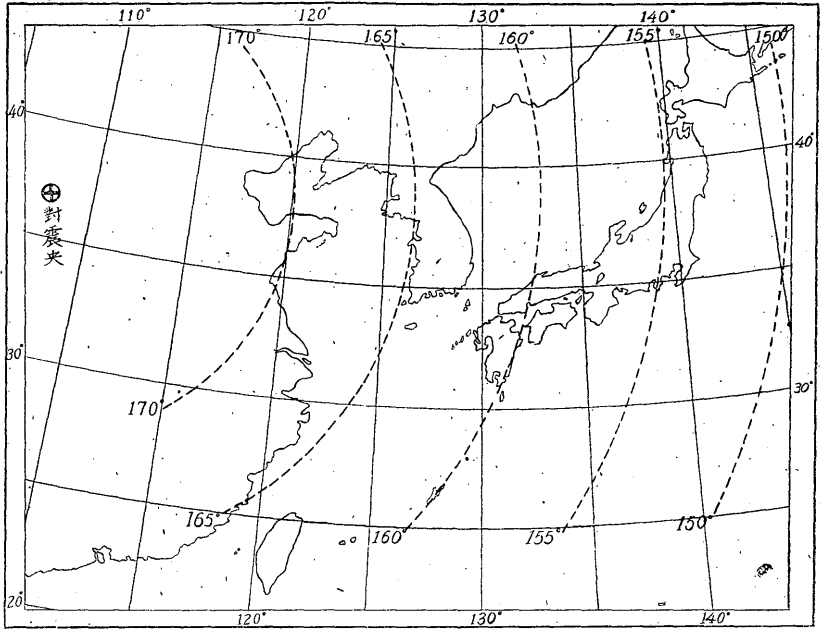
- 7; 坐りの悪いものが倒れ、一般に驚く程度、但し建築物が損じる程でない。
- 8; 烟突が倒れ、壁や建物に龜裂を生ずる。
- 9; 建築物の一部又は全部が破壊する。
- 10; 破壊的、地層の龜裂を生じ、山岳が崩壊する。

註: 昭和 8 年 2 月 23 日に起つた地震の震源地。(●印)

第 1 表 震央の位置、深さ、震源に於ける發震時

観測所	φ: S	λ: W	震源に於ける發震時 (G.M.T.)			震源の深さ H km
			h	m	s	
Strasbourg	36.°6	72.°2	3	32	15	50-250
U.S.C.G.S	37°	73°	3	32	16	150
Tacubaya	36.°30'	72°10'	3	31	24	—
Fordham	—	—	—	—	—	180
J.S.A	36.°4	72.°1	3	32	20	100
Kew	—	—	—	—	—	75

第 2 圖 本邦各地に於ける等 Δ 線



2. 震央、震源の深さ、及び震源に於ける發震時

Strassbourg, U.S.C.G.S, J.S.A. 其の他數個所の報告により、本地震の震央位置、震源に於ける發震時及び震源の深さ等を表示すると第 1 表の如くである。

此等の値及び外國の地震觀測結果に基き雜誌 Nature に報告された所によると震央位置は $36^{\circ}45'S$, $72^{\circ}15'W$ ⁽¹⁾ と推定されてゐる。本文ではこの震央位置を第一近似値として、筆者が現在迄に調査する事の出來た限りで外國の材料及び本邦の報告をも参照して走時曲線を調べた所によると、大體之でよささうであるから、結局第二次近似法を行はずに、上記の値を震央位置として採用する事にした。

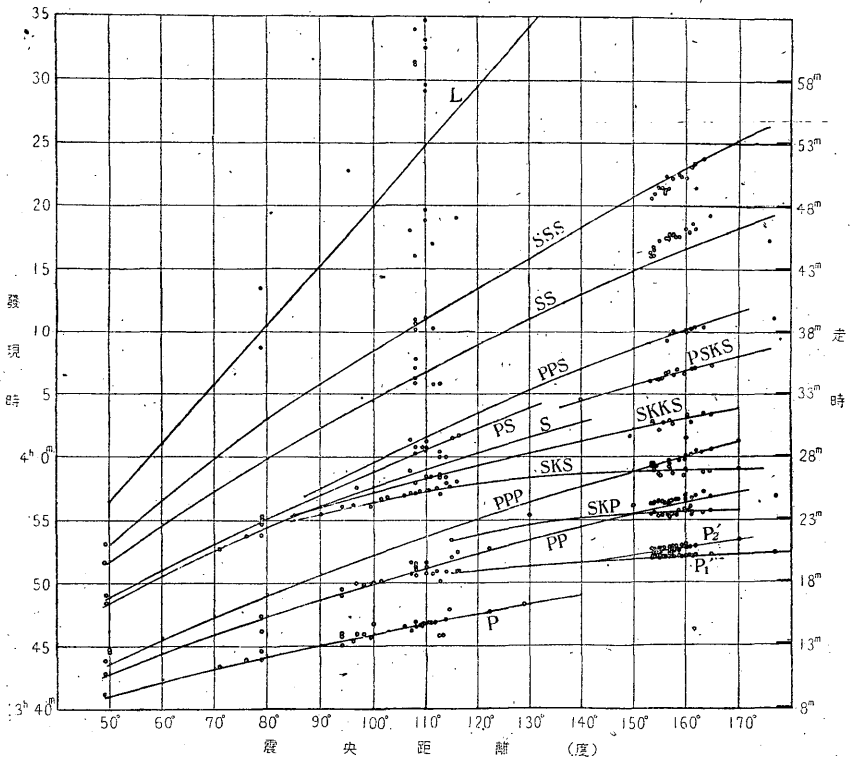
震源の深さに就いては第 1 表に示したやうに 75 km 乃至 250 km の範圍に與へたものもあるが、震央附近に於て、斯くも大被害を惹起した事及び各地に於て、表面波が明瞭に記録された事 (W_2, W_3 の觀測もある。) 等により、震源の深さは極めて淺いものと考へられる。本調査に於ては假に震源の深さを零として研究を進めた所が、從來得られた結果と殆ど矛盾する所はない。

震源に於ける發震時は外國各地の値は第1表の如くであるが、筆者が本邦に於ける P_1 の走時曲線と、J. B. Macelwane の淺發地震の走時表とから求めた所によると、3時32分10秒となる。従つて以下の調査に於ては、3時32分10秒を震源に於ける發震時として採用した。

即ち：一 震 央： $72^{\circ} 15' W$, $36^{\circ} 45' S$. 震源の深さ：極めて淺し。

震源に於ける發震時：3時32分10秒

第 3 圖 世界各地の觀測結果による諸相の走時曲線
實線は Macelwane (淺發地震) の走時曲線



第 2 表 世界各地の觀測による諸相の發現時

Station	Δ	P 3h	eP 3h	i 3h	S 3h	PP 3h	SS 4h	SKS	PS 4h	SKKS	L 4h
Tacubaya	59.95	$42^m 25^s$	—	43^{11} 26^s	50^{11} 49^s	—	—	—	—	—	—
Papeete	69.95	—	—	43 26	52 43	—	—	—	—	—	—
Fordham	76.35	—	—	44 01	53 47	47 24	—	—	—	—	08 45

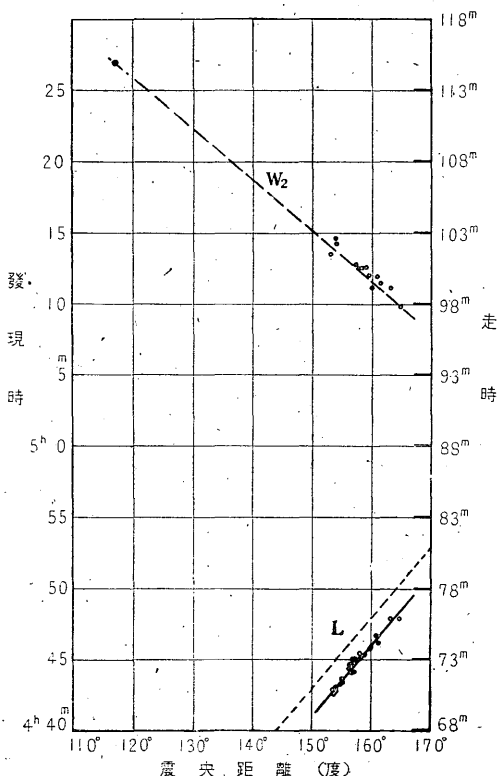
Station	Δ	P 3h	eP 3h	i 3h	S 3h	PP 3h	SS 4h	SKS 3h	PS 4h	SKKS 3h	L 4h
San Fernando	94.°59	—	e45 39	—	i56 01	—	—	—	—	—	—
Côimbra	95.°81	—	e45 24	—	i56 10	—	—	—	—	—	—
Malaga	95.°86	—	e45 47	—	—	e49 59	—	—	—	—	—
Alger	96.°4	—	e46 10	—	57 33	—	—	—	—	—	—
Cartuja Granada	96.°6	—	—	45 53	—	i49 58	—	—	—	—	—
Toledo	98.°1	—	—	46 00	—	i49 50	—	—	—	—	—
Tananarive	101.°3	—	—	—	—	e50 10	—	e56 37	—	—	—
Bagneres	102.°6	—	e46 17	—	—	—	—	i56 48	—	—	—
Marseille	105.°8	—	e46 32	—	—	—	—	e56 53	—	—	—
Paris	107.°3	—	e46 13	—	—	—	—	i57 08	—	—	—
Kew	108.°1	46 31	—	—	—	51 01	05 53	i57 05	—	—	—
Heuchâtel	108.°8	—	e46 39.1	—	—	—	—	e57 13.1	—	—	—
Uccle	109.°3	i46 47	—	—	—	—	—	—	00 35	—	—
Basel	109.°4	—	e46 43.5	—	—	—	—	—	e00 46.0	—	—
Zurich	109.°9	—	e46 45.2	—	—	—	—	—	00 29.2	—	—
Strasbourg	110.°1	—	e46 40	—	—	—	—	i57 18	—	—	—
De Bilt	110.°5	i46 50	—	—	—	—	—	i57 20	—	—	—
Padova	110.°9	—	e50 43	—	—	—	—	—	(05 46)	—	—
Stuttgart	110.°9	—	e46 51	—	—	—	—	—	—	i58 25	—
Tarente	111.°8	—	e46 52	—	—	—	—	—	—	i58 30	—
Trieste	112.°2	(P') 50 59,8	—	—	—	—	—	57 26.3	—	—	—
Jersey	112.°6	—	e45 50	—	e58 20	—	—	—	—	—	—
Hamburg	113.°8	—	e47 08	—	—	51 48	07 34	i57 35	01 23	—	20
Praha	114.°5	—	e47 50.5	—	—	—	—	e57 36	01 11	—	—
Beograd	115.°9	—	eP'50 53	—	—	i52 26	—	—	—	—	—
Athenes	116.°2	P'50 55	—	—	—	—	—	—	01 30	—	—
Budapest	119.°4	P'50 51	—	—	—	—	—	i57 56	01 48	—	—
Bucarest	122.°3	—	—	47 45	—	i52 46	—	—	—	—	—
Ksara	115.°1	—	—	—	—	e52 02	—	—	—	—	—
Helgoland	113.°6	—	—	—	—	e51 53	7 24	—	i01 23	eN16 eF18	—
Kew	108.°1	ipP; 3 ^b 46 ^m 53 ^s , iPP; 3 ^b 51 ^m 19 ^s , iSPP, 3 ^b 51 ^m 32 ^s , iSSKS; 3 ^h									
Hamburg	113.°8	57 ^m 53 ^s , iSSS; 4 ^h 10 ^m 39 ^s , Hamburg PPP; 3 ^b 54 ^m 39 ^s ;									
Helgoland	113.°6	ScPcS; 3 ^b 57 ^m 35 ^s , 3 ^b 58 ^m 47 ^s , SSS; 4 ^h 12 ^m 35 ^s , W ₃ ; 7 ^h 42 ^m . SSS; 4 ^h 11 ^m 28 ^s ; W ₂ ; N. 5 ^h 27 ^m —5 ^h 28 ⁿ (max)									

3. 世界各地の観測結果による諸相の走時曲線 ($50^\circ < \Delta < 180^\circ$)

世界各地の地震観測所の報告第 2 表 により $P, P_1', P_2', SKP, PPP, SKS, SKKS, S, PS, PSKS, PPS, SS, SSS, L, W_2$ 等の諸相に 就き、震央距離が約 50° から 180° に近い範囲に於いて走時曲線を描くと第 3 圖の如くなる。圖の曲線は、震源に於ける發震時を 3 時 32 分 10 秒として Macelwane の走時表によるものである。

第 4 圖

世界各地の観測結果による L 及び W_2 の走時曲線
實線は観測値。點線は Macelwane の走時曲線



殆ど凡ての観測値は之等の曲線によつて可成充分に表はされてゐる。

特に震央距離 110° 乃至 170° の範囲に於ける、 L 及び W_2 の走時曲線を第 4 圖に示す。此の圖で●印は Helgoland ($\Delta=113.6^\circ$) に於て観測された W_2 の値で、他の點は凡て本邦に於ける観測値であるが、之等の分布も一本の直線で可なりよく説明されてゐる。又 L は凡て本邦に於ける観測値を示してゐるが、實線は之等の値を最小自乗法で表はしたものである。破線は Macelwane の L の走時表に依るもので、之等 L の値を比較すると兩者に於いて可成りの相違が認められる。此の

事に就いては後に詳述する。尙 Hamburg ($\Delta=113.8^\circ$) では W_2 は観測出来なかつたが、第 2 表に示す如く、7 時 42 分に W_3 を観測してゐる。

4. 本邦に於ける諸相の観測結果（主として走時）及び走時曲線

i) 観測結果 本調査の主な目的である、本邦各地観測所に於ける地震象紙について詳細に、凡ゆる相を驗測した。之等の結果の中 P_1' , P_2' , i , PP, SKS, PPP, SKKS 等の發現時を第 2 表（其の 2）に掲載する。

第 2 表（其の 2）本邦各地の観測に依る諸相の發現時

観測所	Δ 100° +		P_1' 3h		P_2' 3h		i 3h		SKP	PP	SKS	PPP	SKKS
	m	s	m	s	m	s	m	s	3h	3h	3h	3h	3h
根室 八丈 札盛	50	30	—		—		—		(56 08.2)		—		—
	53	29	E 51	54.5	52	07.0	52	40.5	55	28.5	55	57.5	59 27.0 2 41.5
	53	36	—		eN 52 11		—		—		56 13.0		—
仙臺 柵岡	53	44	E 51	58.5	Z 52	15.5	52	36.0	—	56	11.5	—	59 13.6 2 47.5
	53	59	E 52	01.0	52	13.0	52	38.0	55	55.7	55	56.5	59 09.5
	54	01	N 52 00.5		—		—		—		56 18.5		—
福富 東京	54	01	Z 51	59.0	—	—	52	39.0	55	31.5	56	05.8	58 54.8 59 34.0 2 18.0
	54	13	—		52 14		—		—		(e5549.9)		—
	54	29	N 52 01.0		—		52 42.0		—		—		—
秋三 前甲 長	54	45	Z 51	59.5	52	12.7	52	40.5	55	17.0	Z 55	58.5	58 38.5 59 46.0 3 06.0
	54	54	Z 51	59.6	52	11.5	52	43.5	—	—	56	01.5	58 35.5
	55	11	N —		52 13.0		52 43.5		—		56 23.0		—
	55	39	N 52 00.6		—		52 44.5		55 20.0		Z 56 21.0		58 54.3 59 34.5 2 41.5
名古屋 富山 龜輪 潮	56	20	Z 52	01.4	52	18.5	52	45.4	—	—	56	18.3	—
	56	26	E 00.5		52 22.7		—		—		56 16.5		—
	56	41	N 003.0		52 25.6		52 48.0		55 20.5		56 22.0		59 06.8 59 26.0 2 23.5
	56	46	Z	01.6	52	22.5	52	45.5	55	21.8	56	24.5	59 01.9 59 41.9 2 54.8
大豊 高神	56	53	E N 01.8		52 31.0		52 49.3		—		56 10.3		58 49.0 59 28.2 2 43.0
	57	22	N 52 01.6		52 22.6		52 50.4		55 28.5		Z 56 29.7		58 43.6 59 28.5 2 36.3
	58	09	—		—		52 51.1		55 19.9		Z 56 35.5		58 51.0 59 36.0
	58	43	Z	06.4	52	32.8	—		—		Z 56 10.6		58 46.5 59 40.5 2 55.3
松宮 名屋 久田	58	57	—		—		—		—		(55 17.4)		—
	57	40	N 05.6		52 34.6		—		55 41.3		—		(58 17.4)
	59	25	N 04.1		—		52 59.7		—		—		—
宮古 福島 臺東 花蓮 大	59	53	Z	05.0	52	41.0	53	02.0	55	30.5	Z 56	55.1	58 59.9 59 59.9 3 07.5
	59	54	—		52 46.0		53 03.3		—		56 51.5		58 32.2 59 51.8 3 00.5
	60	04	Z	04.5	52	47.2	—		55 21.6		Z 56 58.5		59 09.5 4h 08.0 3 19.0
	60	13	—		—		—		—		—		—
宮福 臺東 花蓮 大	60	50	Z	09.4	52	56.0	—		56 06.5		Z 57 02.0		59 09.0 00 15.5 2 45.8
	61	15	E 02.7		52 55.5		—		55 36.0		—		59 02.5
	61	54	E 10.5		—		—		55 26.5		56 54.4		00 29.0
	62	34	—		—		—		—		57 12.1		—
	63	09	—		—		—		55 35.2		—		58 49.5 00 21.5 3 20.5
臺北 仁川	63	25	Z	10.7	—	53	15.6	55	46.0	56	52.6	59 57.3 00 33.5 3 20.5	
	64	56	—		53 10.5		—		57 56.4		—		01 15.3 4 20.1

第 2 表 (其の 2) 本邦各地の観測に依る諸相の發現時

観測所	Δ 100° +	PSKS	PPS	SS	SSS	其の他の相
		4h m s	4h m s	4h m s	4h m s	
根室	50 30	—	—	—	—	
八丈	53 29	6 02	9 03	16 16	20 48.5	
札幌	53 36	—	—	—	—	
盛岡	53 41	—	—	(17 14.6) (17 24.8)	—	
仙台	53 44	6 18.7	9 06.5	16 02.5	—	4 ^h 04 ^m 24.5 ^s ; 4 ^h 10 ^m 33.5 ^s
柿福	53 59	6 16.7	—	16	—	4 ^h 10 ^m 40 ^s
富岡	54 01	—	9 08	16 06	20 48.5	4 ^h 10 ^m 51 ^s
富岡	54 01	—	—	16 32	20 58	4 ^h 10 ^m 57 ^s
東秋	54 13	—	—	16 35	20 49	3 ^h 58 ^m 06.4 ^s
京田	54 29	6 54	9 19.5	16 47.5	—	4 ^h 04 ^m 52.5 ^s
三島	54 45	Z 6 12.5	—	—	—	4 ^h 04 ^m 30 ^s ; Z: 4 ^h 10 ^m 48 ^s
前橋	54 54	6 13.2	9 09	16 42.5	21 28.6	4 ^h 10 ^m 41 ^s
甲府	55 11	6 15.2	9 13.3	17 16.0	21 22	
長野	55 39	6 14.3	9 43	17 34.5	21 27	4 ^h 04 ^m 46 ^s ; 4 ^h 10 ^m 14 ^s
古屋	56 20	5 42.5	9 18	17 30.5	21 06	
富山	56 26	—	9 42.3	—	21 52.5	4 ^h 04 ^m 55 ^s ; 4 ^h 10 ^m 43 ^s
龜山	56 41	—	9 36.5	17 43.5	21 16.5	4 ^h 07 ^m 14.0 ^s
輪島	56 46	—	—	17 20.0	21 03.5	
潮岬	56 53	6 46.5	9 49.5	—	21 21.5	
大坂	57 22	—	10 04.5	17 41.5	22 10.6	
豊岡	58 09	6 58	9 48.5	17 39.5	22 22	3 ^h 54 ^m 57.4 ^s ; 4 ^h 04 ^m 23 ^s
高知	58 43	6 45	9 56	17 34.5	—	
清水	58 57	—	—	(17 22.0)	22 28.9	
神戶	57 40	6 49	9 45	17 45.0	22 22.8	4 ^h 04 ^m 56 ^s ; 4 ^h 11 ^m 40 ^s
松山	59 25	—	—	—	—	Z: 3 ^h 53 ^m 25.7 ^s
宮崎	59 53	—	10 06	—	—	
名瀬	59 54	6 42	—	(18 14.9)	—	3 ^h 53 ^m 46.7 ^s
屋久島	60 04	—	10 03.5	—	22 14.9	Z: 3 ^h 53 ^m 31.3 ^s
濱島	60 13	—	—	18 09.5	—	
宮古島	60 50	—	10 02	18 00	—	4 ^h 04 ^m 36 ^s ; 4 ^h 11 ^m 29 ^s
福岡	61 15	7 03	10 15	18 37	23 08.5	
臺東	61 54	7 08	10 25	18 11	23 26.5	
花港	62 34	—	—	—	—	
大連	63 09	—	10 24	—	23 48.9	
臺北	63 25	7 18	—	16 18.5	—	
仁川	64 56	7 24.9	11 47.9	16 31.7	23 26.5	

ii) P₁' , P₂' の相

P₁' は振幅が極めて小さく餘り明瞭には出現せず、脈動の多い地方では、發現時を正確に求める事は望まれない位であつた。又上下動成分は水平動成分に比べて比較的よく出現してゐるので、表には上下動成分による値が多く掲げられてゐる。P₂' は P₁' に比べて振幅は大きく週期も長く現はれてゐる。又 P₂' より

少し遅れて P_2' と SKP との間に可成り明瞭に出現した相があつたので、假に之を i と記す。この i 相は震央距離 150° から 160° の間で P_1' から約 45 秒乃至 60 秒位遅く、出現してゐて (第五圖参照) Macelwane⁽¹⁾ の走時表には載せられてゐないが昭和八年の智利の地震の時にも此の相が明らかに出現してゐた。此の相を説明する爲に或は此の地震は幾分深い處に起つたものではないかと考へ Gutenberg-Richter⁽²⁾ の深さ 100km の走時表に依り、 P_1' の走時曲線を觀測値に合はせて描いて見ると Macelwane の走時に依るよりも 5 秒小さくすれば合致するので此の走時を基にして P_2' , pP_1' , pP_2' , sP_1 , PP, PPP, SKKS 等の走時曲線を鎖線に入れて見た處が第 6 圖の如くなり、何れも i 相の此等の觀測値を明瞭に説明する曲線はない。

又 PP (黒點) は鎖線 ($H=100$ km) の方が、實線よりも近いが、PPP 及び SKKS は實線に近い。

斯くして此の地震が多少深處に起つたとしても此丈の材料では正確に深さを定める事は出来ないので、結局 2 で述べたやうに震源は極めて淺いと考へてよいやうである。第 6 圖に實線で示した P_1' 及び PP の走時曲線を描くには、最小自乗法によつて、 P_1' は Δ^2 の項迄採り PP は Δ の項迄採つた。尙之等の結果は第 3 表に示した。

iii) PSKS 及び PPS の走時

PSKS 及び PPS は週期がかなり長く、又上下動成分には殆ど出現しなかつた。第 7 圖に之等の觀測値と Macelwane の走時曲線を示す。圖に於て PSKS を一重圓で示したが、之より少し後に二重圓で示した觀測値がある。之を假りに e 相と名付ける事にすれば、此の相は震央距離 149° から 164° の間で、 P_1' から 15 分乃至 16 分位後に出現してゐる (第 4 表参照)。

之は比較的明瞭な相で、且つ週期も長く、此の走時を第 8 圖に入れて見ると PSKS の走時曲線が Δ 軸となす傾と極めてよく似てゐるし、PSKS とは僅かしか違はない事が解つたので S' [SZS] ではないと判斷する事にした。

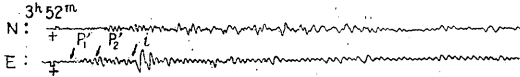
(1) J. B. Macelwane and F. W. Sohn: Introduction to Theoretical Seismology (1936) p. 252

(2) B. Gutenberg, et C. F. Richter; Publications du Bureau central Sismologique international, Série A: Travaux Scientifiques, fascicule 15—1937.

第 5 圖

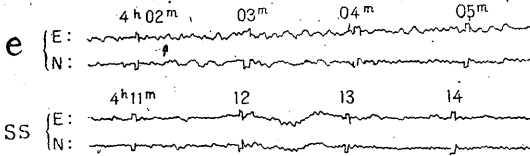
昭和 14 年 1 月 25 日 チリ—大地震の記象 地震計は凡て Wiechert 式 原記象×0.8 Δt=時差
 V_N, V_E, V_Z は夫々成分の倍率

父 島 ($\Delta=149^{\circ}23'$)



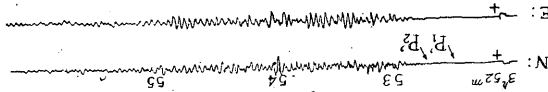
$V_N=70$
 $V_E=73$
 $\Delta t=-11.4^s$

八丈島 ($\Delta=153^{\circ}29'$)



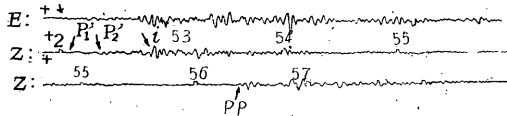
$V_N=115$
 $V_E=115$
 $\Delta t=+4^m 08.^s 4$

甲 府 ($\Delta=155^{\circ}11'$)



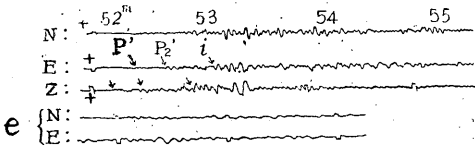
$V_N=70$
 $V_E=70$
 $\Delta t=-28.^s 4$

長 野 ($\Delta=155^{\circ}39'$)



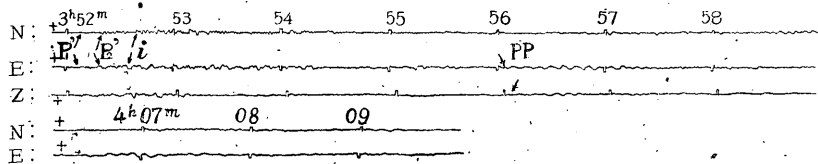
$V_N=82$
 $V_E=82$
 $\Delta t=-28.^s 2$

龜 山 ($\Delta=156^{\circ}41'$)

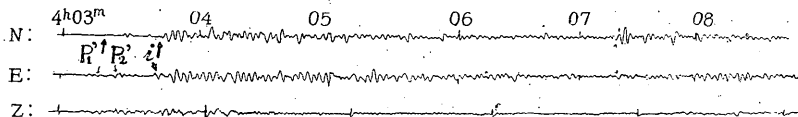


$V_N=83$
 $V_E=82$
 $\Delta t=-05.^s 7$

福 島 ($\Delta=154^{\circ}01'$) [$V_N=73$ $V_E=83$ $\Delta t=+0.^s 9$]

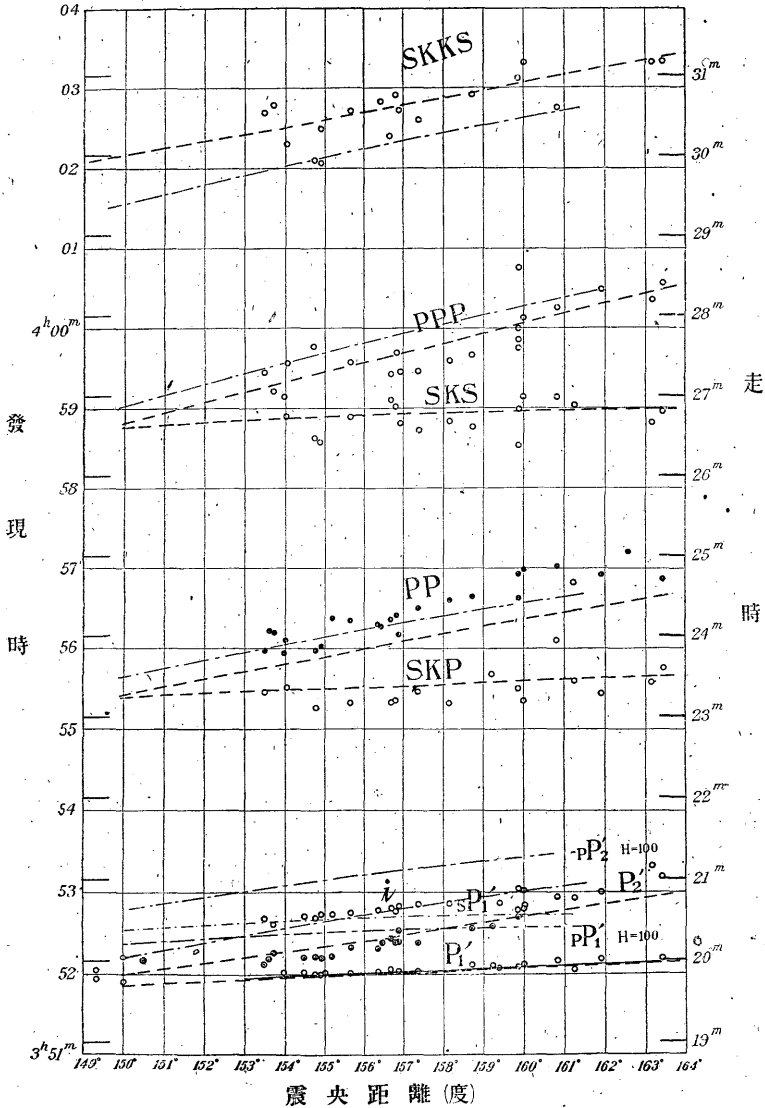


名 古 屋 ($\Delta=156^{\circ}20'$) [$V_N=117$ $V_E=120$ $V_Z=63$] $\Delta t=-10^m 54.^s 6$



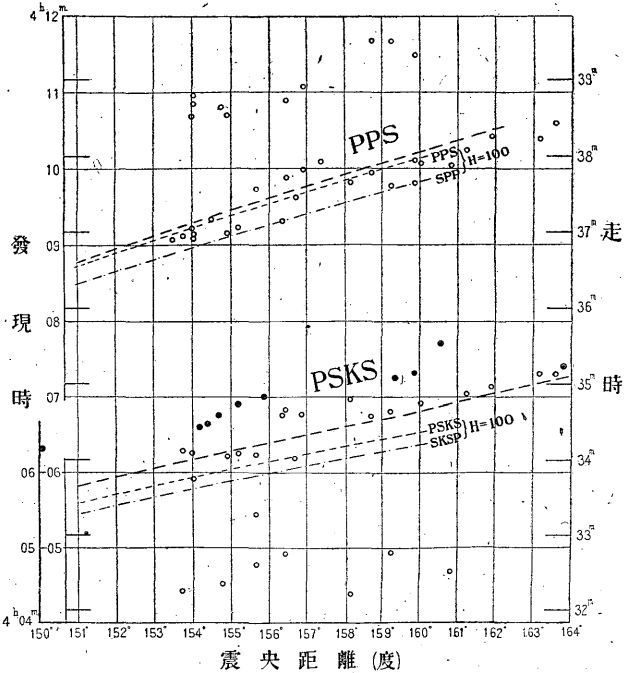
第 6 圖

本邦各地の観測に依る諸相の走時曲線 破線: Macelwane の走時曲線
 鎖線: Gutenberg and Richter (H=100) の走時曲線



第 7 圖

PSKS 及び PPS の走時曲線 破線: Macelwane の走時曲線
 鎖線: Gutenberg and Richter (H=100) の走時曲線



第 3 表 本邦各地の観測より最小自乗法に依つて求められた
 P'_1 , PP, SS 及び L 相の走時函数

P'_1 :	$n=24$	$\epsilon=1.259$	適用範囲
(1)	$T=(3^h 51^m 53.5^s + 3.873Y) + 1.825(\Delta - 153.5) - 0.8097(\Delta - 153.5)^2$		$153^\circ < \Delta < 164^\circ$
	± 0.027	± 0.285	± 0.010
PP:	$n=26$		
(2)	$T=(3^h 55^m 55.8^s + 7.86) + 6.882(\Delta - 153.5)$		$153^\circ < \Delta < 164^\circ$
SS:	$n=19$		
(3)	$T=(4^h 16^m 00^s + 25.84) + 15.896(\Delta - 153.5)$		$153^\circ < \Delta < 164^\circ$
L:	$n=24$		
(4)	$T=(4^h 42^m 00^s + 45.85) + 30.828(\Delta - 153.5)$		$153^\circ < \Delta < 164^\circ$

第 4 表 e 相の表

観 測 所	Δ 100° +	e 相の走時	最大振幅	週 期
父 島	49° 23'	E 34 ^m 09.3 ^s	"	"
八 丈 島	53° 29'	34 36.7		
盛 岡	53° 41'	E 34 28.2		
秋 田	54° 29'	34 44.8	E: 8	6
福 島	54° 01'	34 35.4		
甲 府	55° 11'	34 50.1		
潮 岬	56° 53'	34 57.5	E: 201	22
高 知	58° 43'	35 04.8		
名 瀬	59° 54'	35 31.9	N: 36	18
大 邸	63° 09'	35 15	E: 145	24

S' 波の存在に関しては、既に諸家の大いに論ずる所であるが、我國に於て

第 5 表

PP 及び SS の観測走時表 (O) と Macelwane(M) の走時表との比較

Δ	PP O-M	SS O-M
	^s	^m ^s
153°	15.0	
154°	16.6	1 03.1
155°	17.3	1 09.7
156°	19.0	1 14.6
157°	19.8	1 18.6
158°	21.4	1 23.8
159°	23.0	1 29.8
160°	25.0	1 34.5
161°	25.9	1 40.7
162°	28.5	1 47.1
163°	28.4	1 53.6
164°	30.1	1 59.2

は最近本多博士は核 (Core)

の内部の剛性に就いて ScS

波の観測値と理論⁽¹⁾⁽²⁾との比較か

ら核の内部は殆ど液體の如き

ものであると云ふ結論に達し

た。故に最近では Core の内

部を S 波が通過し得ないと

云ふ事になつてゐる。

(iv) PP 及び SS の走時

第 2 表 に示した諸相のう

ちで PP 及び SS はかなり明

瞭に出現してゐる。但し之等

の相は前驅波の振動中にあ

り、驗出はかなり困難なもの

もあつた。之等の相の走時曲線を最小自乗法によつて描き、震央距離 153 度

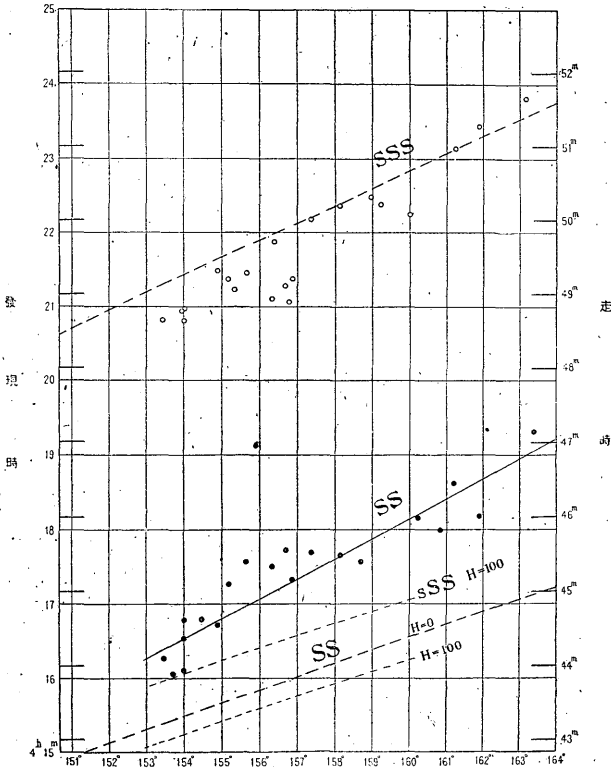
(1) 本多弘吉; ScS 波の観測と地球内核の剛性に関する問題, 驗震時報. 第 8 卷 1.

(2) 本多弘吉, 杵島, 窪田; 地球内核の表面に於ける地震波の反射及屈折. 驗震時報 第 8 卷. 115.

から 164 度に就いて Macelwane の走時表と比較して、第 5 表に掲げる。これによると PP の走時は約 15 秒から 30 秒位、SS は約 1 分から 2 分位 Macelwane のものよりも遅くなつてゐる。昭和 8 年の智利の地震の時(文献(2)森田を参照)でも之等の相は矢張り此の範囲では今回と同程度の相異を生じてゐる。故に之等の相異は智利の地震に特有のものではないかとも思はれる。

尙之等の内で SS は特に東西動が卓越して出現したから、観測値の大部分は東西動による讀取値である。PP の走時曲線は第 6 圖に SS 及び SSS の走時曲線は第 8 圖に示す。此等の圖に於て走時表には無いものも悉く讀取つた

第 8 圖
SS 及び SSS の走時曲線
實線は観測値、破線は Macelwane の走時曲線



武央地誌(續)

値を記入してある。

(v) L 相の走時

本文では一番始めに出現した週期の長い表面波を L と名付ける。L は極めて顕著に發現しており、發現時他の前驅波に妨げられる事はなく、最も正確に讀取る事が出来た。上下動成分に於ても優勢に出現して此の成分の發現時は水平動より、多少早いので第 6 表 に示した觀測値には讀み取つた成分を記してある。その中でも最も顯著に出現したのは東西動成分であつた。

L の走時の觀測結果を圖示すると第 9 圖の様になるので。此等の値を最少自乗法に依つて表はすと次の様になる（圖には此の値を實線で示す）

$$T = 14^h 42^m 45.^s5 + 30.^s28(\Delta - 153.5) \quad 153^\circ < \Delta < 164^\circ$$

尙此の走時曲線の傾きから求めた L 波の速度は $V = 3.67 \text{ km/sec}$ である。

L は凡ての觀測所で極めて明瞭に記録され、その發現時を表はす點の分布は圖

第 6 表 本邦各地觀測所に於ける L 相の發現時

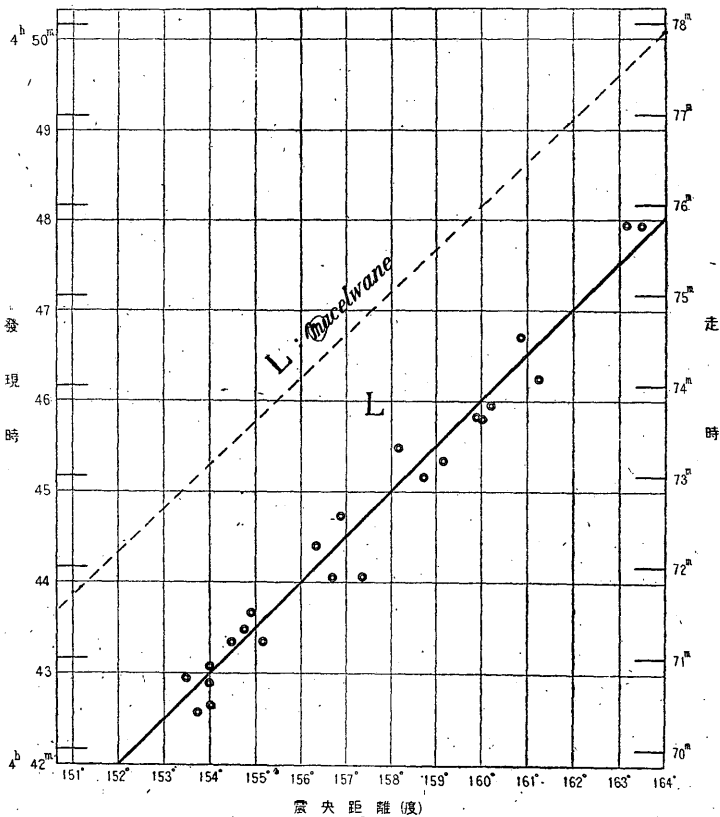
觀測所名	Δ 100° ±	L 4h	觀測所名	Δ 100° ±	L 4h
父 島	49 23		輪 島	56 46	E:44 41
根 室	50 30		潮 岬	56 53	E:44 43
八 丈 島	53 29	E:42 56.8	大 阪	57 22	(E44 03.7)
札 幌	53 36		大 豊 岡	58 09	E:45 28.7
盛 岡	53 41	{ E:42 56.0 i 42 17.8	高 知	58 43	E:45 09.2
仙 臺	53 44	{ Z:42 30 E:42 34.3	清 水	58 57	E:45 21
柿 岡	53 59	{ E:42 53.2	神 戸	57 40	
福 島	54 01	{ E:42 38.9	松 山	59 25	
富 崎	54 01	{ (Z 42 52.5) E:43 0.45	宮 崎	59 53	E:45 49.5
東 京	54 13	(42 48.2)	名 瀬	59 54	
秋 田	54 29	E:43 20.4	屋 久 島	60 04	E:45 48
三 島	54 45	{ E:43 29.4 Z:43 18.4	濱 田	60 13	E:45 57.5
前 橋	54 54	{ :43 40	宮 古 島	60 50	E:46 42.2
甲 府	55 11	E:43 20.7	福 岡	61 15	46 14.5
長 野	55 39		臺 東	61 54	
名 古 屋	56 20	Z:44 23.3	花 蓮 港	62 34	
富 山	56 26	E:44 40.4	大 邱	63 09	E:47 56.9
龜 山	56 41	E:44 03	臺 北	63 25	47 56
			仁 川	64 56	(44 17.2)

の如く直線一上につてゐる。又記象の型から見ても（第 19 圖参照）規則正しい表面波で太平洋底を通過して來た代表的なものである。然るに第 9 圖で觀測値(實線)と Macelwane (破線)の値とを比較すると、震央距離が此の範圍で約 2 分餘りの相違がある。之等を吟味する爲に次に P_1' と L の走時差を震央距離 153° から 164° の間で實測と Macelwane の走時表によるものとの差を取つて第 7 表に示す。之に依ると $\Delta = 153^\circ$ では 2 分 22 秒 $\Delta = 160^\circ$ では 2 分 07.5 秒となり此の範圍で約 2 分餘り Macelwane の値よりも早く出現してゐる。尙 M 相は今度の場合には餘りよく發現してゐなかつた。(記象型参照)

第 9 圖

本邦各地の觀測に依る L 相の走時曲線

實線: 觀測値 破線: Macelwane の走時曲線



第 7 表

L-P₁' に就いて Macelwane と観測値との相異

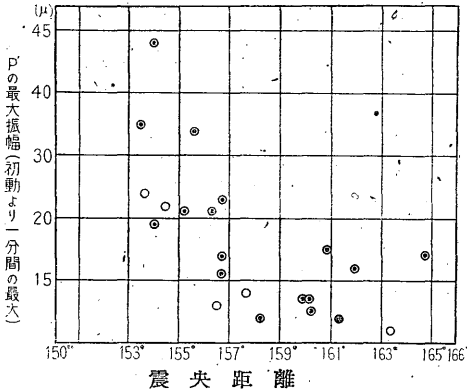
Δ	L-P ₁ '		Δ	L-P ₁ '	
	m	s		m	s
153°	2	21.5	159°	2	08.3
154°	2	21.3	160°	2	07.5
155°	2	15.0	161°	2	08.0
156°	2	14.9	162°	2	01.9
157°	2	13.7	163°	2	02.5
158°	2	07.4	164°	2	02.2

5. 本邦で観測された諸相の振幅及週期

(i) P', PP の振幅及び週期

第 8 表に本邦各地の観測より求めた P', PP, 及び SS の最大振幅及び之に對

第 10 圖
◎三成分, ○二成分, ⊙一成分



應する週期を掲げる. 第10圖に

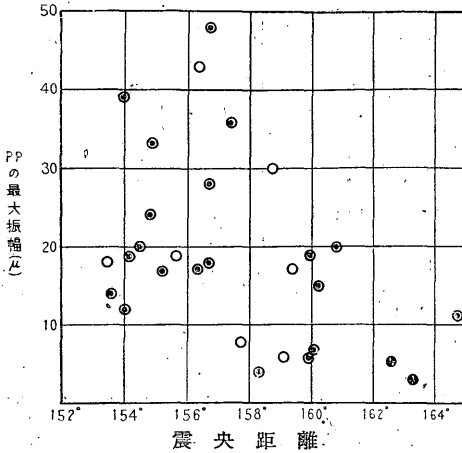
はP'の最大動の振幅と震央距離との關係を $153^\circ < \Delta < 165^\circ$ の間で示す. 但しこゝにP'の最大振幅と云ふのは P₁' が發現してから一分間以内に於ける最大振幅を意味し P₂' に屬する部分も大體含まれてゐる. 尙一分間以内の最大振幅を採つたのは、曩に記した様に P₁' の初動は極めて

小さく初動の振幅で比較する事

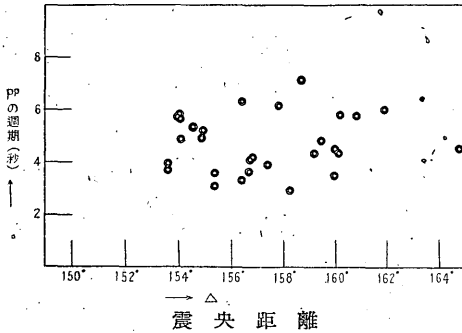
は不可能であるからである. 圖を見ると P' の振幅は $153^\circ < \Delta < 165^\circ$ の範圍内で先づ震央距離が大きくなると急に小さくなつてゐるが、 157° を越すと大した變化をしない様である. P' の振幅を讀取つた所の週期は Δ の之の範圍では大した變化を示してゐなかつた. 但しこゝに週期は讀取つた各成分の平均値である.

第 11 圖には PP の最大振幅と震央距離との關係を示す. PP の振幅の減衰状態は P' 程急ではない. 第 12 圖に PP の最大振幅の出現した所の週期と震央距離との關係を示す. 此の範圍では週期は震央距離の増加に従ひ幾分長くなつ

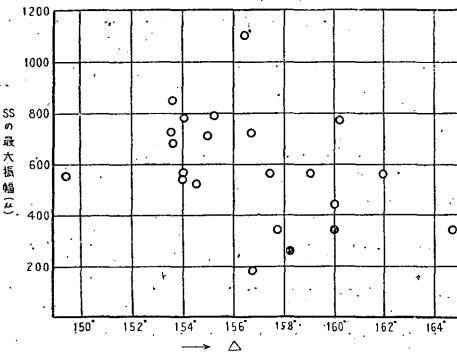
第 11 圖
 ◎三成分, ○二成分, ●一成分



第 12 圖



第 13 圖



てゐるやうである。

(ii) SS の振幅及び週期

SS の最大振幅が $149^\circ < \Delta < 164^\circ$ の間に變化する有様を第 13 圖に示す。此圖で黒點は一成分丈の観測値であり白點は二成分の合成値である。

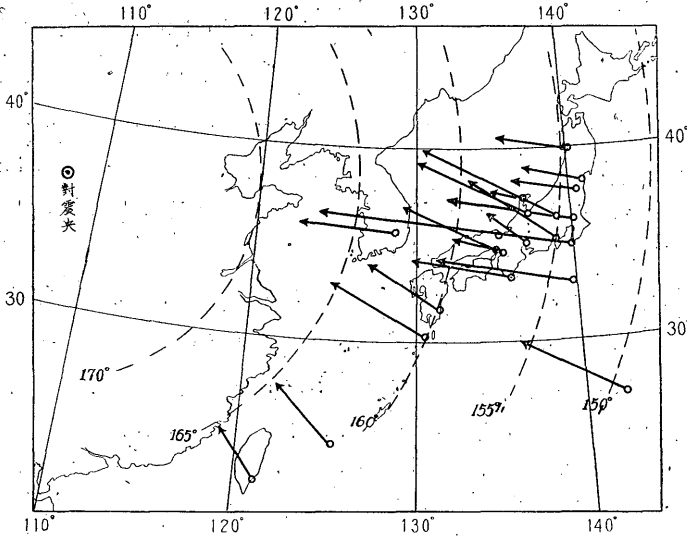
SS の振幅が震央距離に關して次第に減少して行く状態は P_1' の場合に比べて緩やかである。

SS は極めて顯著に出現して振幅も週期も極めて大きく、所に依つては、L 波よりも大なる所が多い。併し上下動には殆ど出現せず、水平動によく出現してゐる。又之等の値は殆ど全部が東西動成分の振幅の方が南北動成分の振幅よりも特に大きく出てゐる。第 5 圖の記象の型を見ても P_1' や PP の大きさが東西動と南北動の兩成分では殆ど同じ位であるのに SS の振幅は東西動が極めて顯著である。此の状態を調査する爲に、東西動成分の最大振幅と之に對應する南北動成分の最大振幅の値から此の部分の振動方向を地圖上に記入すると第 14 圖の様な

る。圖中に對震央の位置を示してあるが、SS の振動方向は殆ど對震央の方向に向つてゐる事が解る。勿論地盤の影響や地震波の屈折等の影響があるにしても此の波は、波の進行方向を含む鉛直面内に振動してゐる様に考へられ即ち SH 波の如きものでは無く、波の進行方向を含む鉛直面内に振動する SV 的の波である事が想像される。

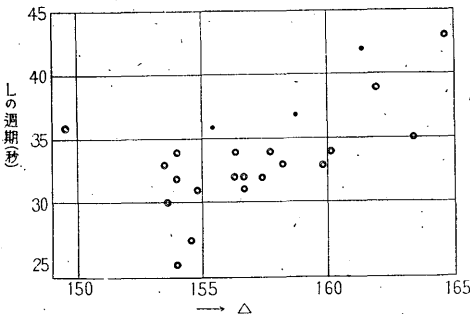
第 14 圖

本邦各地に於ける SS 波の水平成分の振動方向 (破線は等 Δ 線)



(iii) L 波の振幅及び週期

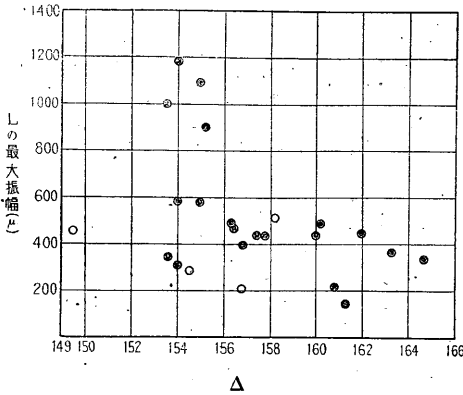
第 15 圖



L 波の最大振幅及びその週期の観測値は第 8 表 (其の 2) に示す。之等は三成分の合成値を求めたが、地震計の状態等で止むを得ざるもの丈は、二成分又は一成分の値丈の所もある。第 16 圖には L の振幅と Δ の變化を示す。第 15 圖には週期と Δ の

関係を圖示したが、表面波の週期は斯る遠距離では殆ど一定の値であると云

第 16 圖



ふことが、K. Wegener (1912)等に依つて云はれたが、第 15 圖を見ると此丈の狭い範圍ではあるが、 $(149^\circ < \Delta < 164^\circ)$ 未だに震央距離が増すと稍々増加をしてゐる様である。

第 17 圖には、L 波の振幅の對數を取り、 $\log \Delta$ との關係を調べたが之等の値の分布が直線的に減少してゐるので最小自乗法で

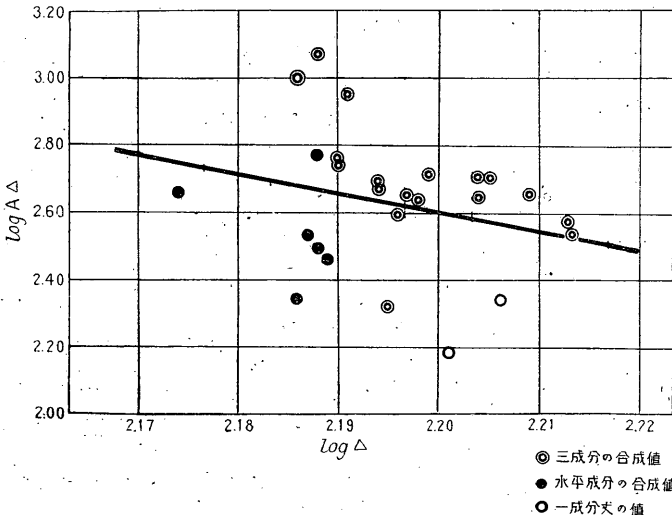
表はして見ると、次の如くなる。

$$\log AL = -0.55 \log \Delta + 2.77$$

即ち此の様な遠距離 ($149^\circ < \Delta < 164^\circ$) で此丈の 15° 位の範圍であるが、表面波減衰の状態が見掛上 Δ の 0.55 乗に逆比例してゐる事を示してゐる。

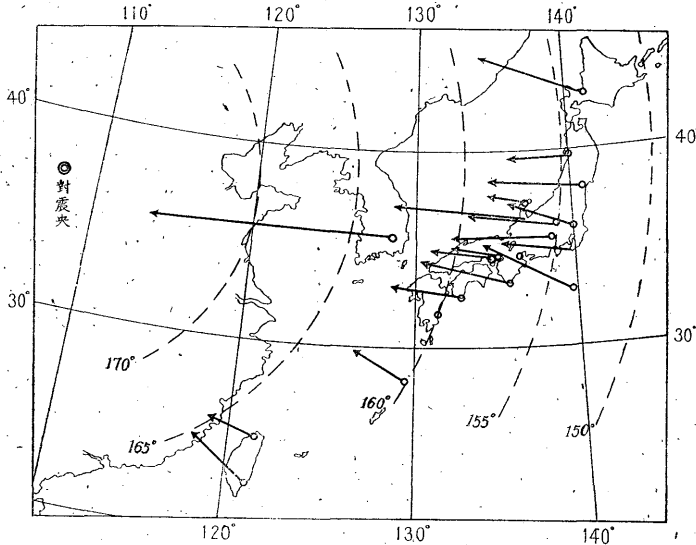
次に L 波の最大動に於て、この波の振動方向を調べると、第 19 圖に掲げ様に等 Δ 線に殆ど直角で對震央の方向に向つてゐる事が解る。

第 17 圖 L 波の減衰



第 18 圖

本邦各地に於ける L 波の水平成分の振動方向 (破線は等 Δ 線)



第 8 表 (其の 1)

観測所	Δ 100° +	P'(最大振幅)			合成 値	週 期			平 均	PP(最大振幅)			合成 値	週 期			平 均
		MN	ME	MZ		TN	TE	TZ		MN	ME	MZ		TN	TE	TZ	
父根	49°23'	16	42	—	45	3.4	3.4	—	3.4	—	—	—	—	—	—	—	—
	50 30	—	—	—	—	2	3	—	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—
	53 29	20	18	20	35	2.9	3.3	3.3	3.1	11	14	—	18	—	—	—	—
八丈	53 36	—	—	—	—	3	2.6	2.5	2.7	—	—	—	—	—	—	—	—
	53 41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
札幌	53 44	4	8	22	24	2.3	3	2.8	2.7	6	9	4	12	3.1	4.1	4.2	3.7
	53 59	9	9	14	19	1.9	1.7	4	2.4	6	5	17	19	6.1	6.5	4.8	5.8
仙臺	54 01	—	—	—	—	—	—	—	—	3	9	5	11	4.5	6.7	5.9	5.7
	54 01	31	35	16	48	4.5	3	3	3.5	23	31	5	39	4.5	6.9	3.2	4.9
福富	54 29	20	8	—	22	2.9	2.9	—	2.9	2	20	—	20	3.9	6.8	—	5.3
	54 45	—	—	—	—	—	—	—	—	3	8	23	25	4.2	4.2	6.4	4.9
三前	54 54	—	—	—	—	—	—	—	—	8	30	10	33	5.6	6.1	3.9	5.2
	55 11	25	19	—	—	3.1	1.7	—	2.4	8	12	9	17	3.2	3.3	3.0	3.1
甲長	55 39	15	30	2	34	2.8	1.1	3.6	2.5	9	—	17	19	2.8	—	4.5	3.6
	56 20	11	15	14	23	3	2.9	2.1	2.7	2	15	8	17	3.2	5.3	3.7	4.1
富輪	56 26	6	6	—	—	2	3	—	2.5	28	33	—	43	6.3	6.3	—	6.3
	56 41	14	12	14	23	2.9	3.1	1.6	2.5	7	9	26	28	3.2	5.1	4.1	4.1
潮大	56 46	7	8	—	—	11	1.7	1.9	1.8	6	5	47	48	3.3	2.6	4.8	3.6
	56 53	7	8	9	14	—	—	—	—	8	16	—	18	5.8	6.8	—	6.3
大阪	57 22	—	—	—	—	—	—	—	—	20	29	6	36	4.3	4.6	5.3	3.95

観測所	Δ 100° +	P'(最大振幅)			合 成 値	週 期			平 均	PP(最大振幅)			合 成 値	週 期			平 均
		MN	ME	MZ		TN	TE	TZ		MN	ME	MZ		TN	TE	TZ	
		^μ	^μ	^μ		^μ	^μ	^μ		^μ	^μ	^μ		^μ	^μ	^μ	
豊高	58° 09'	2	2	3	4	2.8	2.1	3.3	2.7	1	4	1	4	3.1	3.1	2.7	2.95
清神	58 43	—	—	—	—	—	—	—	—	14	26	—	30	8.	6.2	—	7.1
松	58 57	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3	—	5	3.2	5.4	—	4.3
水月山	57 40	7	3	—	8	2.6	2.6	—	2.6	6	6	—	8	3.9	7.4	6.8	6.1
宮名	59 25	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	16	3.2	—	6.4	4.8
宮名	59 53	—	—	—	—	—	—	—	—	9	10	14	19	6.0	5.2	2.5	4.5
屋久	59 54	4	4	—	7	3.5	2.5	2	2.7	5	3	2	6	3.5	3.5	3.5	3.5
瀨田	60 04	3	4	5	7	2.2	2.2	2.2	2.2	2	4	5	7	4	4.6	4.4	4.3
宮古	60 13	3	4	—	5	2	2	3	2.3	3	4	14	15	4	6.	8	5.6
宮古	60 50	9	5	12	15	2.9	7	5	5	15	9	10	20	6.3	5.4	5.8	5.8
福臺	61 15	4	—	—	4	2.6	—	—	2.6	—	—	—	—	—	—	—	—
臺	61 54	9	7	4	12	3.5	5.5	4.5	4.5	22	11	11	27	6.4	6.0	5.5	6
運	62 34	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	3.3	—	—	—
花	63 09	2	1	—	2	2.8	2.8	—	2.8	3	—	—	—	6.4	—	—	—
臺	63 25	12	4	—	14	3	2	2.6	2.5	5	6	5	9	2.8	4.7	6	4.8

第 8 表 (其の2)

観測所	Δ 100° +	SS(最大振幅)			合 成 値	週 期			平 均	Lの最大振幅			合 成 値	Lの週期			平 均
		MN	ME	MZ		TN	TE	TZ		MN	ME	MZ		TN	TE	TZ	
		^μ	^μ	^μ		^μ	^μ	^μ		^μ	^μ	^μ		^μ	^μ	^μ	
父根	49° 23'	238	500	—	554	34	34	—	34	225	400	—	459	35	36	—	36
八丈	50 30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
札	53 29	(278)	(665)	—	—	(38)	(40)	—	—	100	550	825	997	25	37.5	37.5	33
盛	53 36	274	800	—	—	12	43.5	—	28	—	—	—	—	—	—	—	—
仙	53 41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1543	—	—	—	26	—	—
仙	53 44	57	680	—	682	27.5	38	—	33	60	226	250	342	28	34.4	29	30
福	53 59	218	750	—	781	39.5	44.3	—	42	95	497	300	588	36.3	33.3	33.5	34
富	54 01	130	530	—	546	22	33	—	27	55	240	186	309	22	26	26	25
富	54 01	128	550	—	565	23	31	—	27	208	1000	600	1185	27	34	35	32
三	54 29	—	520	—	—	—	35	—	—	67	280	—	288	26	29	27	—
前	54 45	—	—	—	—	—	—	—	—	240	380	1000	1096	29	30	34	31
甲	54 54	(87)	701	—	—	33.5	48	—	41	290	500	42	580	—	—	—	—
長	55 11	—	790	—	—	—	35	—	—	—	900	—	—	36	—	—	—
名	55 39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
古	56 20	—	—	—	—	—	—	—	—	125	150	450	490	30	34	33	32
富	56 26	110	1100	—	1105	30	41	—	36	217	410	—	465	33	35	—	34
龜	56 41	—	192	—	—	—	35	—	35	—	—	—	—	—	—	—	—
輪	56 46	(90)	248	—	—	(26)	34	—	34	30	128	160	207	24	37	35	32
潮	56 53	176	699	—	721	33	45	—	39	83	384	—	393	29	39	—	31
大	57 22	71	555	—	560	26	35	—	31	200	390	29	439	30	33	32	32
豊	8 09	—	270	—	—	—	40	—	40	110	500	—	512	31	35	—	33
高	58 43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
清	58 57	119	550	—	563	38	44	—	41	—	—	—	—	—	—	—	—
神	57 40	54	345	—	349	31	41	—	36	57	172	400	439	32	34	35	34
松	59 25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
宮	59 53	—	—	—	—	—	—	—	—	184	264	300	440	32	34	34	33
宮	59 54	230	380	—	—	38	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
屋	60 04	—	350	—	—	—	46	—	39	230	350	267	497	33	35	34	34
濱	60 13	(420)	(650)	—	—	(43)	(47)	—	(45)	357	93	300	498	39.5	32	32	36
宮	60 50	—	—	—	—	—	—	—	—	208	217	—	298	31	24	—	28

観測所	Δ 100° +	SSの最大振幅			合成 値	週 期			平 均	Lの最大振幅			合成 値	週 期			平 均
		M _N	M _E	M _Z		T _N	T _E	T _Z		M _N	M _E	M _Z		T _N	T _E	T _Z	
		μ	μ	μ		s	s	s		μ	μ	μ		s	s	s	
福 岡	61 15	395	400	—	—	(33)	(35)	—	—	184	146	382	448	37	42	48	42
臺 東	61 54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
花 蓮	62 34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
港 北	63 09	(84)	(920)	—	—	(31)	(54)	(43)	—	36	365	—	367	33	36	—	35
大 邱	63 25	(111)	330	—	—	(27)	(44)	—	—	—	300	152	336	—	48	37	43

6. L 波の振動方向

曩に述べた様に本邦各地観測所の地震計記録紙には殆ど全部、L相が記録されて居る。又その初動も極めて明瞭に出現して、終りに到る迄、殆ど同じ様な型の振動をしてゐた。而して之等の記録中に表はれてゐる著しい現象は、本邦内地の観測所に於ては、東西動成分の振幅が南北動成分のものに比較して、極めて大きい事である。第 19 圖の記録を見ても対象してある P' 及び PP の邊の記録の振幅は、東西動成分と南北動成分とが、殆ど等しいのに L 波では東西動成分の方が著しく大きくなつてゐる。之は P' や PP 等とは L 波の振動方向が其の土地によつて異つてゐる事を示してゐる。

今茲に秋田 ($\Delta=154^{\circ}29'$)、大邱 ($\Delta=163^{\circ}09'$)、仙臺 ($\Delta=153^{\circ}44'$)、柿岡 ($\Delta=153^{\circ}59'$)、富崎 ($\Delta=154^{\circ}01'$)、潮岬 ($\Delta=156^{\circ}48'$)、屋久島 ($\Delta=160^{\circ}04'$)、名瀬 ($\Delta=159^{\circ}54'$)、宮古島 ($\Delta=160^{\circ}50'$)、及び臺東 ($\Delta=161^{\circ}54'$) 等 10 観測所を選んで此等の観測所に於ける水平動兩成分の振幅の差異を調査した。先づ對震央を結ぶ大圓の弧と其の観測所の東西の方向とのなす角を φ と名付け、之を第 9 表に示す。

第 9 表

對震央 $\left\{ \begin{array}{l} \lambda = 107^{\circ}45'E \\ \varphi = 36^{\circ}45'N \end{array} \right.$

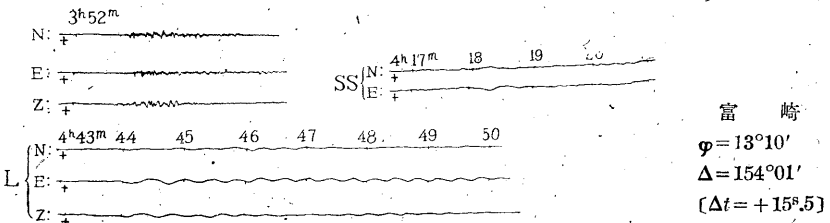
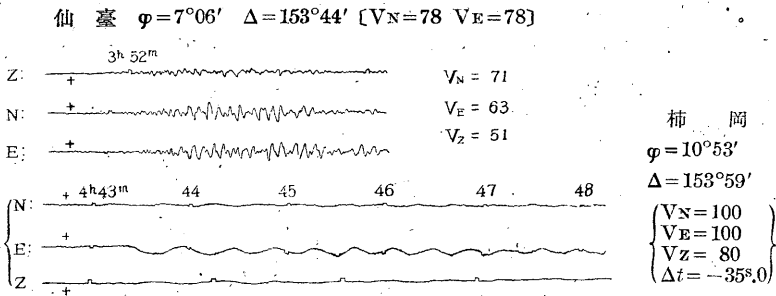
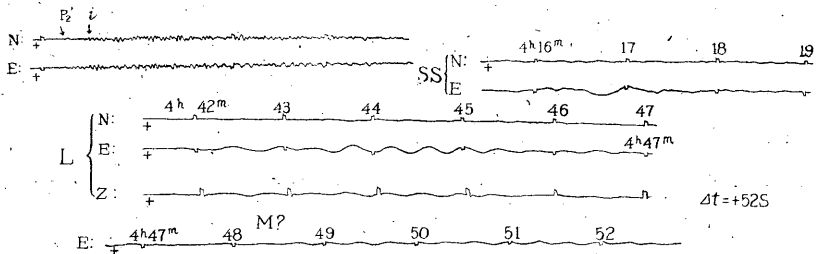
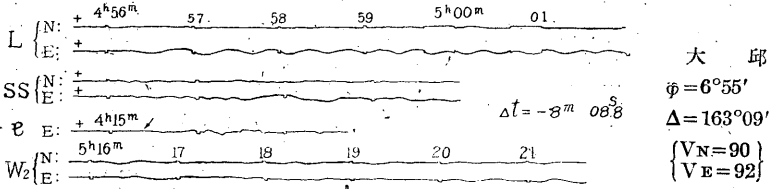
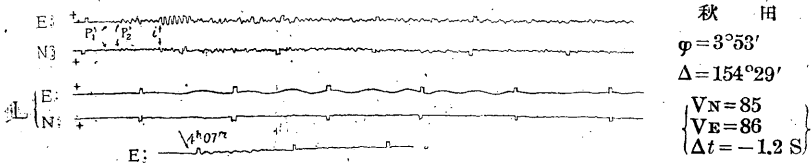
観 測 所		Δ	東 經 (E)	北 緯 (N)	φ	
秋 田	田	154° 29'	140° 06'	36° 45'	3°	53'
	邱	163 09	128 37	35 42	6	55
仙 臺	臺	153 44	140 54	36 45	7	06
	岡	153 59	140 11	36 03	10	53
富 崎	崎	154 01	139 50	34 44	13	10
	岬	156 48	135 46	33 16	16	45
潮 屋	久	160 04	130 30	30 17	24	21
	島	159 54	129 30	28 13	29	59
名 宮	瀨	160 50	125 17	24 38	42	31
	古	161 54	121 09	22 37	53	12

第 19 圖 (其の 1)

(地震計: Wiechert 式)

V_N, V_E, V_Z は夫々の成分の増率 Δt ; 時差

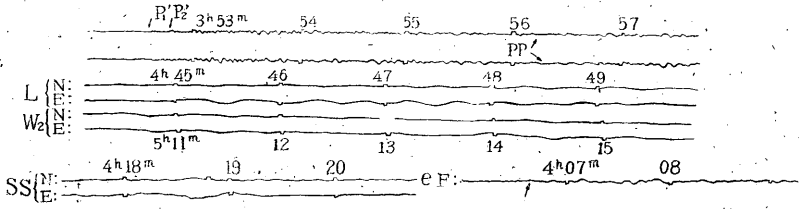
原記象 $\times 0.4$



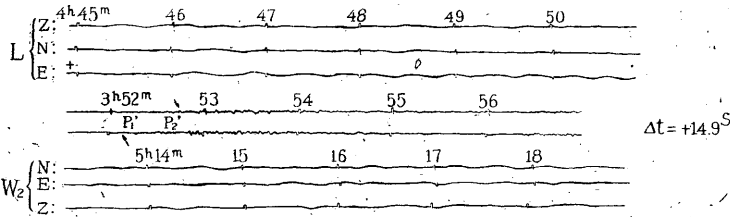
第 19 圖 (其の 2)

(地震計: Wiechert 式)

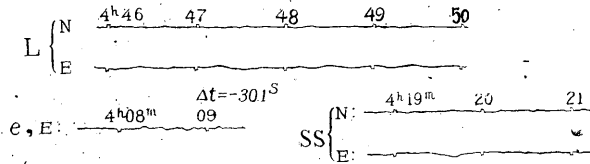
V_N, V_E, V_Z は夫々の成分の増率 Δt : 時差 原記象 $\times 0.48$



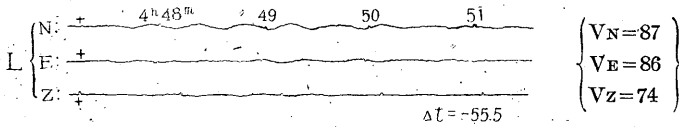
潮 岬 $\varphi=16^{\circ}45'$ $\Delta=156^{\circ}48'$ [$V_N=61$ $V_E=60$ $\Delta t=-19^s$]



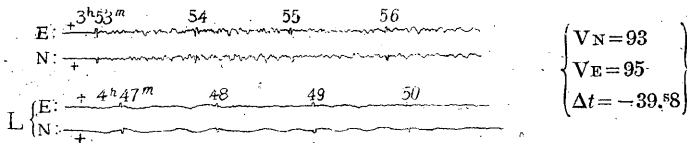
屋久島 $\varphi=24^{\circ}21'$ $\Delta=160^{\circ}04'$ [$V_N=85$ $V_E=81$, $V_Z=81$]



名 瀬 $\varphi=29^{\circ}59'$ $\Delta=159^{\circ}54'$ [$V_N=81$, $V_E=81$, $V_Z=72$, $\Delta t=-30.1^s$]



宮古島 $\varphi=42^{\circ}31'$ $\Delta=160^{\circ}50'$



臺 東 $\varphi=53^{\circ}12'$ $\Delta=161^{\circ}54'$

次に上記 10 観測所に出現した L 相によつて其の質點がなす水平成分の振動の軌道を調査した。即ち各々之等 10 観測所で L 相が發現してから最初に打つた刻時から計り記象紙上に於て 5mm おきに等間隔に切つた點に於ける波の振幅を東西動成分及び南北動成分で讀取り、之等を順次に合成して行くのである。讀み取つた範圍は各観測所で、多少異つてゐるが、大體 L 相の終り迄を取る事にした。斯くして得た結果を圖示すると、第 20 圖の様になる。此の圖で振幅は讀取つた儘の値であつて倍率で除してないから、眞の値とは異なるが水平動の倍率は各々その傍に記載してある通り、各成分で大差ないので此の儘

第 10 表

観測所	Δ 100° +	Z/H
八丈	53° 29'	1.5
仙臺	53 44	1.1
柿岡	53 59	0.6
福富	54 01	0.8
富崎	54 01	0.6
三前	54 45	2.2
前橋	54 54	0.1
古屋	56 20	2.3
名輪	56 46	1.2
大坂	57 22	0.1
神宮	57 40	2.2
宮屋	59 53	0.9
久濱	60 04	0.6
濱田	60 13	0.8
臺東	61 54	1.6

の値で大略の振動方向を出すには差支ない譯である。各圖に於て示した直線の矢印は對震央の方向を示すものである。

第 18 圖及び第 20 圖により、L 相の振動方向は各地に於て、その進行方向を含む鉛直面内に振動してゐる事が明瞭である。此の事實は水平動成分に關しては L 相は Rayleigh 的の振動をする波であると云ふ事になる。次に仙臺 ($\varphi = 7^{\circ}06'$)、柿岡 ($\varphi = 10^{\circ}53'$)、富崎 ($\varphi = 13^{\circ}10'$) 等に於ては、之等の振動方向が何れも東

西動が極めて卓越してゐるから、東西動成分の振幅と之に對應する上下動成分の振幅を組合せて東西-鉛直面内の振動の軌道を描いて見ると、圖の如く何れも Rayleigh 波的の振動方向と一致してゐる。

又第 10 表には上記各観測所で得られた L 波の最大振幅の水平動及び上下動成分の値の比を掲げた。此等の値の中で前橋及び大阪の 0.1 と云ふ甚だしい値も含めて凡てを平均した値は 1.11 となる。

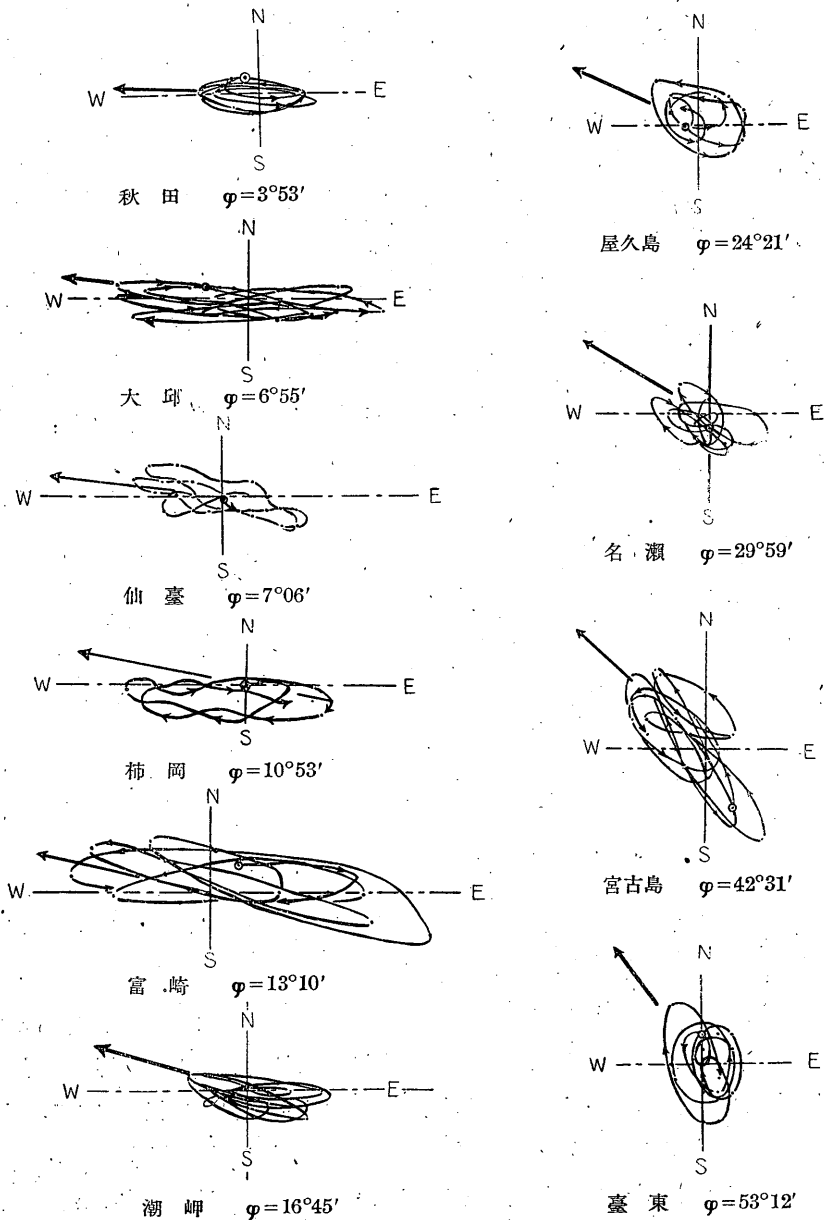
以上要するに此の項で得られた凡ての結果は、今取扱つてゐる L 相(一番最初に出現した表面波)が Rayleigh 波的のものであることをよく示してゐる。

7. W_2 波の驗測結果及び K の値

本邦各地観測所に於て得られた W_2 の觀測結果に就いて調査した結果の概

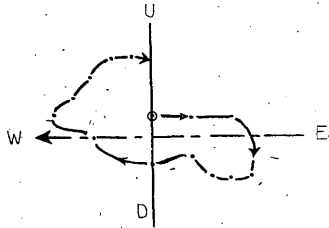
第 20 圖 (其の 1)

L 波の振動方向 [水平面内の振動] 矢印: 對震央方向 ⊙: 振動の起點

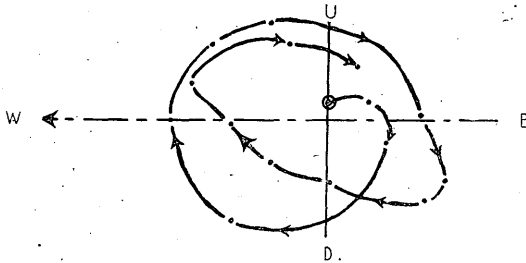


第 20 圖 (其の 2)

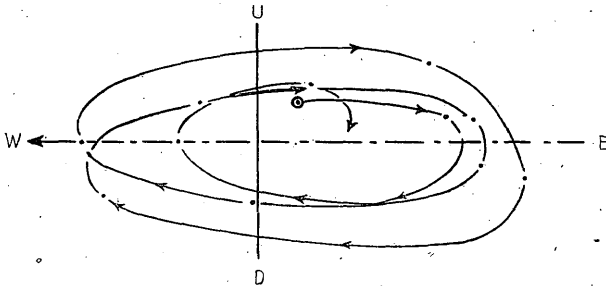
L 波の振動方向 [東西-鉛直面内の振動] (矢印: L 波の進行方向)



仙 臺 $\varphi = 7^{\circ}06'$



柿 岡 $\varphi = 10^{\circ}53'$



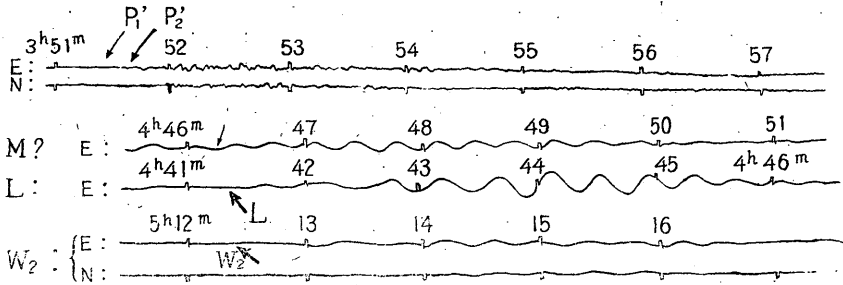
富 崎 $\varphi = 13^{\circ}10'$

要を次に述べる。發現時に關する値は第 2 表に示す。

W_2 は前の振動に重複してゐる爲に其の發現が極めて明瞭と云ふ譯には行かなかつた。そのうちでも比較的明瞭に發現時を指摘し得た所は、潮岬、盛岡、屋久島及び大邸である。上記 4 観測所の記象は凡て第 19 圖に掲げてある。此の中でも盛岡では特に明瞭に記録されてゐるので(第 21 圖)に掲げると W_2 でも L の様に東西動成分の方が大きく記録されてゐる、第 22 圖に W_2 の水

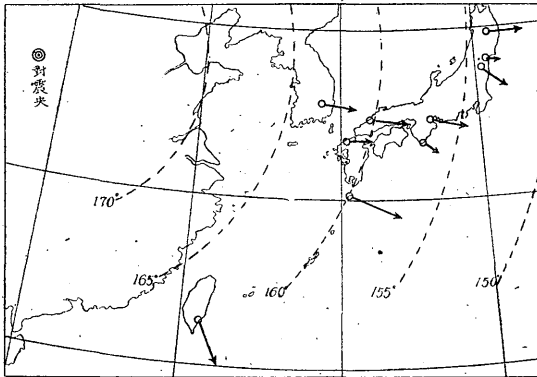
第 21 圖

盛岡 ($\Delta = 153^{\circ}41'$) $V_N = 82$ $V_E = 81$ $\Delta t = +32.8$



平動成分に於ける最大振幅の大きさと方向を示したが、圖で W_2 の振動は大體に於て對震央と觀測所を結ぶ方向に振動して居る事が解る。此の事實は大陸を

第 22 圖
本邦附近に於ける W_2 の振動方向



通つて L と反對方向に進行して來た表面波の質點の運動が L と同様に大體進行方向を含む鉛直面内に運動する事を示してゐる。第 11 表には W_2 の最大振幅と此れに對應する週期を表示する。

W_2 の發現時は上記の如く明らかでなかつたが、之等の觀測値を圖示すると第 23 圖の様になる。

第 12 表には盛岡、潮岬、大邱等の比較的に發現時の明瞭な觀測所のみ values を使つて計算した表面波の速度を示す。表で W_2-L とあるのは L と W_2 の發現時を t_1, t_2 とすれば $V = \frac{2\pi R - 2\Delta^{(1)}}{t_2 - t_1}$ の式から求めたものである。但

(1) B. Galitzin; Vorlesungen über Seismometrie Kapitel 2. p. 78.

第 11 表 W₂ の最大振幅及び週期

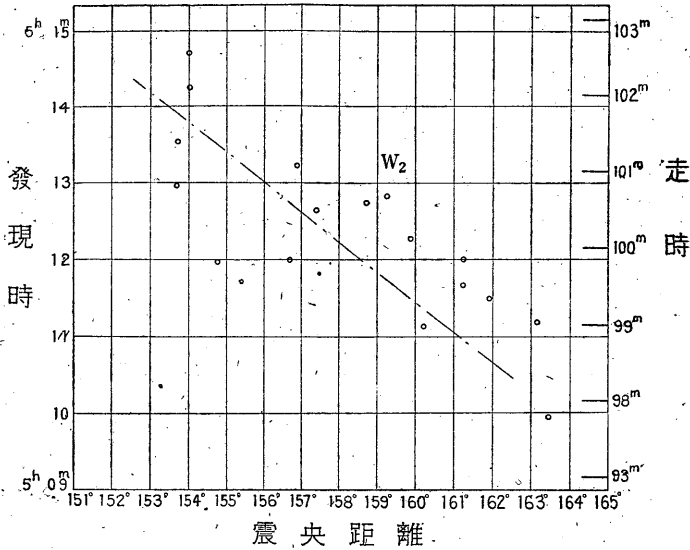
観測所	Δ 100° +	W ₂ の最大振幅			合成値	W ₂ の 週 期			平 均
		M _N	M _E	M _Z		T _N	T _E	T _Z	
盛岡	53° 41'	—	156	—	156	—	23.5	—	23.5
仙臺	53° 44'	7	37	60	70.8	17.8	26.2	23.5	22.1
柿岡	53° 59'	20	48	—	51	17	22	—	19.5
宮崎	54° 01'	—	—	215	—	—	—	27.8	—
屋久島	60° 04'	100	231	135	286	28.5	34	32.5	31.6
濱田	60° 13'	22	160	100	190	29	31	25	28.3
福岡	61° 15'	—	92	—	—	—	35	—	—
臺東	61° 54'	180	79	—	197	36.5	30	—	33.2
大邱	63° 09'	21	127	—	129	22	33	—	27.5
潮岬	56° 53'	49	59	—	77	20	20.5	—	20.3

第 12 表

観測所	Δ	W ₂ -L	L	W ₂	L+W ₂	地球を一周するに要する時間		
		km/sec	km/sec	km/sec	km/sec	h	m	s
盛岡	153.°7	3.30	4.02	3.79	3.89	2	51	15.1
潮岬	156.°9	3.34	4.00	3.82	3.90	2	50	59.5
大邱	163.°2	3.11	3.98	3.79	3.88	2	51	45.7
平均	—	3.25	4.00	3.80	3.89	2	51	20.

第 13 表

観測所	Δ 100° +	W ₂ 5h	観測所	Δ 100° (+)	W ₂ 5h
盛岡	53° 41'	E12 38.8 E13 32.8	高知	58° 43'	12 ^m 44 ^s
仙臺	53° 44'	13 ^m 31 ^s	神戸	57° 40'	12 50
柿岡	53° 59'	14 41	宮崎	59° 53'	12 06
富崎	54° 01'	14 15	濱田	60° 13'	11 08
三龜島	54° 45'	11 58	福岡	61° 15'	{ 11 40 12 00
龜山	56° 41'	12 00	臺東	61° 54'	11 30
潮岬	56° 53'	{ 10 36.5 13 13	大邱	63° 09'	{ 08 08.8 11 11
大阪	57° 22'	12 37	臺北	63° 25'	9 57
豊岡	58° 09'	10 35			



し R は地球の半径とする. 又 L 及び W_2 に就ては夫々その通過した距離をそれに要した時間(走時)で除した値(平均速度)を掲げてある. 即ち L は主として太平洋底を通過した表面波の平均速度で約 4.00 km/sec W_2 は大西洋, ヨーロッパ, アジア大陸を通過して来たものゝ速度で, 約 3.8 km/sec であるから, 前者の方が約 0.2 km/sec 速い事になる. 又 L と W_2 の走時から表面波が地球を一周するに要する時間を出して, 地球を一周する時の平均速度を出すと約 3.89 km/sec になる.(表には $L+W_2$ と記してある). 尙表末に L と W_2 の走時から表面波が地球表面を一周するに要する時間を與へてある.

K の値:—

表面波に関する吸収係数 K の値は従來大地震の観測の際に屢々得られたものであるが, 本邦に於て此度求めた値を次に掲げる.(第 14 表) 此度の方法は L の最大振幅の合成値(三成分, 又は二成分)と W_2 の最大振幅の合成値とを比較して求めたもので, 計算に使用した式は次の如きものである.

(1) B. Galitzin: Vorlesungen über Seismometrie. Zweites Kapitel. G. Angenheister; Handbuch der Experimentalphysik Bd. 25. II. teil (1931) §6 die Hauptwellen p. 515

$$J_1 = \frac{J_0}{r} e^{-k\Delta} \quad (\text{但 } J \propto \frac{a^2}{T^2} : \text{表面波のエネルギー})$$

$$J_2 = \frac{J_0}{r} e^{k(40000 - \Delta)}$$

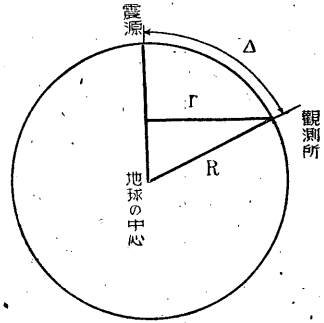
$$\left(\frac{a_1}{T_1}\right)^2 \left(\frac{T_2}{a_2}\right)^2 = e^{-k(40000 - 2\Delta)}$$

a_1 : L 波の最大振幅

a_2 : W_2 波の //

T_1 : L 波の週期

T_2 : W_2 波の //



(1) B. Gutenberg によれば表面波の通過した経路が日本—太平洋—アメリカの時、即ち太平洋を通る時は、 $K = 0.00036$ ($T = 20$ 秒)で、チリ—、ヨーロッパの時は 0.00013 となつてゐる。(此の事實は Angenheister によつても確認されてゐる) 即ち大洋を通過した K は大陸を通過した K よりも一般に大きい事になる。

第 14 表

観測所	Δ 100° +	K	成分	週期	
				L	W_2
盛岡	53° 41'	0.00074 ⁻¹ km	E	26 ^s	23.5 ^s
仙臺	53° 44'	0.00043	Z.H	30.0	22.1
柿岡	53° 59'	0.00010	H	35	20
潮岬	56° 53'	0.00046	H	31.0	20.5
宮崎	59° 53'	0.00007	Z	33.5	27.8
屋久島	60° 04'	0.00024	Z.H	34	31.6
濱田	60° 13'	0.00035	Z.H	35.8	28.3
臺東	61° 54'	0.00006	H	34.7	33.2
大邱	63° 09'	0.00044	H	34.3	27.5
福岡	61° 15'	0.00014	E	41.5	35

成分の欄: Z, E, H 等とあるのは夫々上下動、東西動、水平動(合成値)の事であり、Z, H は 3 成分の合成値の事である。

此度本邦各地観測所に於て L と W_2 とから求めた K の値は表(14 表)の如く平均 0.00029 となつてどちらかと云へば、大洋を通過して来た表面波の吸

(1) B. Gutenberg; Beobachtungen Erdbebenwellen. § 86 p. 256.

(2) Geophysik Bd. 25 II teil (1931) § 6. die Hauptwellen.

收係數に近い値である。

8. 結 語

昭和 14 年 1 月 25 日の智利の大地震に就て行つた調査の主なる結果を次に列記する。

(1) 震央は $36^{\circ}45'S$, $72^{\circ}15'W$, 震源に於ける發震時は $3h\ 32m\ 10s(G.M.T)$ と求められ, 又震源の深さは極めて浅いと推定される。

(2) 世界各地の觀測結果により, 各相の走時曲線を作り, 之等と Macelwane, の走時曲線とを比較した。

(3) 本邦の各地觀測所の地震記象紙に基き諸相の走時を求め, Macelwane, Gutenberg & Richter 等の走時と比較した。L の走時は Macelwane の走時と 2 分餘り異なる。L の走時曲線から求めた表面波の速度は此の範圍で $V=3.67\text{ km/sec}$ である。

(4) 本邦に於ける觀測に依り, P', PP, SS, L 等の最大振幅及び週期を求め。此等が震央距離によつて變化する状態を調べた。此の際 SS 及び L の水平成分が各地に於て, その波の進行方向に卓越する事を確認した。従つて SS は SV 的の波である事が解つた。又 L は Rayleigh 波の如き振動をする事が認められた。尙 $150^{\circ}<\Delta<164^{\circ}$ の間で, L の振幅の減衰は見掛上 Δ の -0.55 乘に比例する事が解つた。

(5) L の振動方向を確認する爲に 10 觀測所を選び L の水平成分の描く振動の軌道を作つた處が, 殆ど對震央の方向即ち波の進行方向に向いてゐる。又東西動の卓越したる觀測所で東西動と上下動成分を組合せて東西-鉛直面内に於ける振動の軌道を描いた所が, 質點が Rayleigh 波と同じ向きの廻轉運動を示した。本邦で L の上下動と水平動の最大振幅の比は平均 1.11 となつた。此等の値は凡て L が Rayleigh 波である事を明示してゐる。

(6) W_2 の驗測をなし, $150^{\circ}<\Delta<164^{\circ}$ の間で走時曲線を作つた。本邦各地の W_2 による振動の主な方向は對震央に向いてゐる。L の走時と W_2 の走時から表面波の平均速度を求めると, 太平洋を通つた表面波の速度が最も大きかつた。又之等の値から, 表面波が地球を一周するに要する時間を

求めると平均 2 時 51 分 20 秒となる。又本邦の大部分の観測所で得られた W_2 及び L の最大振幅を比較して吸収係数 K を求めると、平均 0.00029 なる値を得た。

終りに臨み終始、御鞭達御指導下さいました中央氣象臺本多先生に深く感謝致します。又種々御便宜を與へられ、且つ色々と御教示を受けました地震課諸賢並びに計算、製圖等に御協力下さつた佐藤氏に厚く御禮を申し上げます。

(昭和 16 年 2 月中央氣象臺にて)