

# 昭和 14 年 12 月 27 日 トルコの地震

副田 勝利\* 木澤 綏\*

## 内 容

1. 緒 言
2. 震央、震源に於ける發現時、震源の深さ
3. 走時及び走時曲線
4. 振幅及び週期
5. 本邦に於ける表面波の振動方向

### 1. 緒 言

昭和 14 年 12 月 26 日午後 11 時 06 分 (G. M. T) 頃亞細亞トルコの Erzinjan 附近に可なり大規模な地震が起つた。その爲に生じた被害は、トルコ北東部のアナトリア地方即ち、黒海沿岸附近で、死傷數萬人に及んだ程である。

我國に於ける各地の觀測所は震央から  $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$  の間に分布してゐて、各所で顯著な地震記録が得られた。

筆者等は此等觀測所の中から、適當に 35 ケ所の記録を選び、之等の地震記象を基にして、各相の走時、表面波の振動方向等に關する調査を行つた。

尙此の際得られる震源に於ける發震時、震源の深さ等に關する吟味も行つた。

### 2. 震央、震源の深さ、震源に於ける發震時

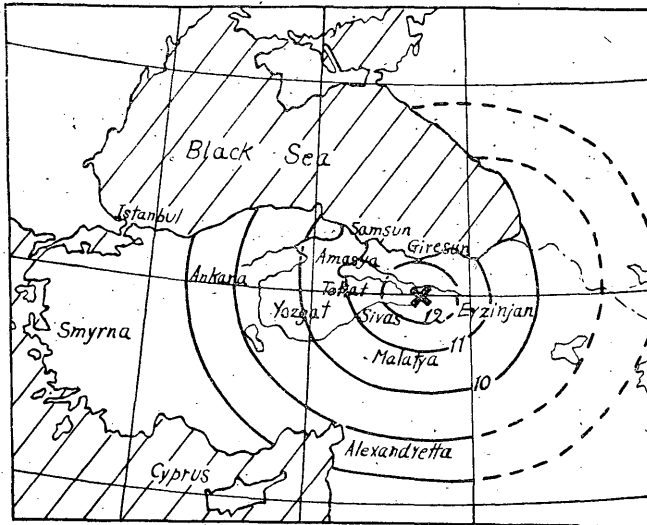
(i) 震央位置に就いては Nature<sup>(1)</sup> 誌の報ずる所に依れば、 $40^{\circ}\text{N}$ 、 $38.5^{\circ}\text{E}$  である。筆者等は先づ此の値を第一近似値として上記 35 ケ所の本邦各地觀測所の震央距離を計算し、之等觀測所で得られた値にて走時曲線を調べた所が第 2 圖に示す如く、大體よく説明されてゐるので、更に此の上、第 2 次近似法を實行する必要は無く、上記の値を震央位置として採用する事にした。

(ii) 震源の深さに關しては、震央に極近い地域即ちトルコのアナトリア地方に於ける震動の強さの分布を見るに(第 1 圖(其の 1) 参照)震度が震央から遠ざかるに従ひ急激に減少してゐる事、Aukara から Tokat に亘る地域では斷層を生じた事、遠距離の器械觀測として本邦各地觀測所 ( $60^{\circ}<\Delta<70^{\circ}$  第 1 圖(其の 2) 参照)の記録は P. S. 等の振幅に比べては、表面波が可なり優勢に出現してゐる事、之等の事實から考慮すると、此の地震の震源は極めて淺い事が解る。

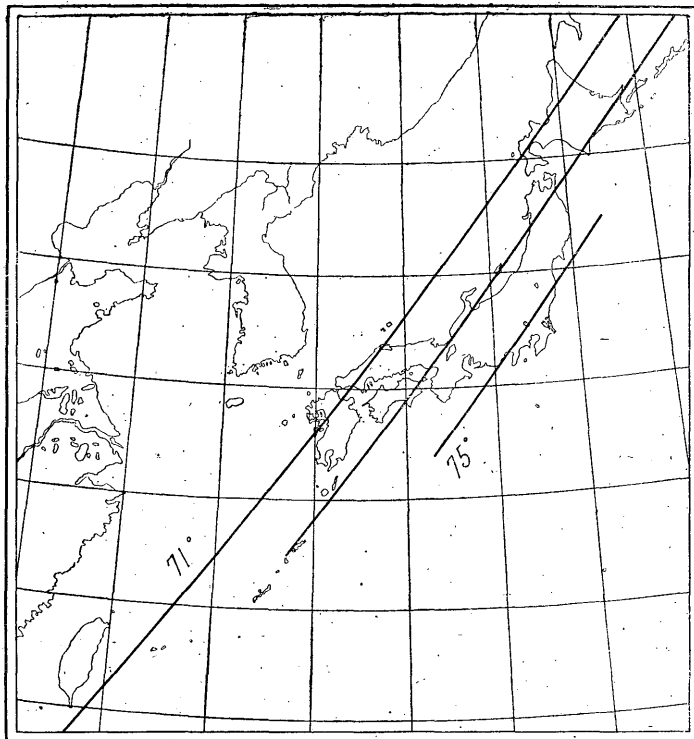
\* 中央氣象臺

(1) Nature: No. 3662, Jan. 6, 1940; No. 3663, Jan. 13, 1940. E. Tillotson.

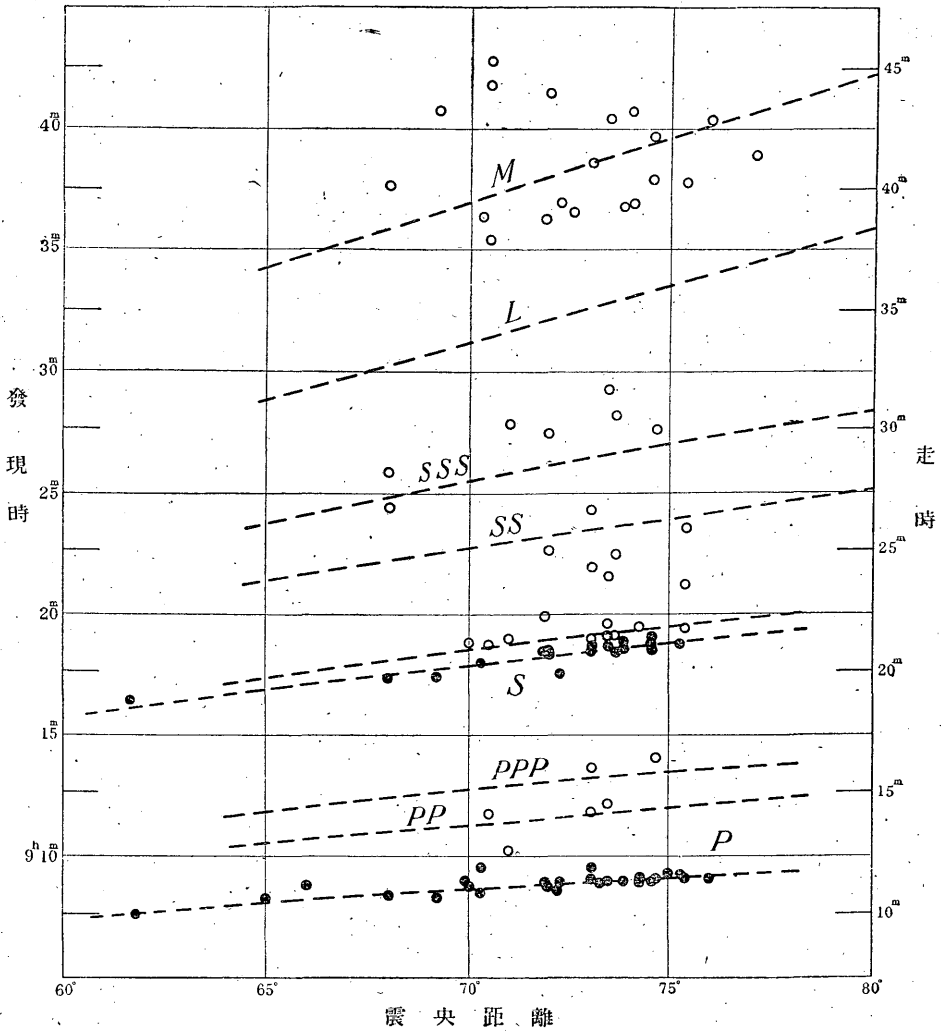
第 1 圖 (其の 1) 震源附近に於ける震度分布  
(圖中の震度を表はす数字はメルカリー震度階を示す)



第 1 圖 (其の 2) 本邦附近に於ける等△線



第 2 圖 本邦各地の観測結果に依る諸相の走時曲線



(iii) 震源に於ける發現時，第 2 圖に示す如く，本邦に於ける観測値と Macelwane (normal Earthquake) の走時表に依る走時曲線とを参考にして，此の圖から，發現時は 12 月 26 日 23 時 57 分 40 秒 (G. M. T.) と求める事が出来る。

### 3. 走時及び走時曲線

本邦観測所に於て観測された P, PP, PPP, S, SS, SSS 等の實體波及び表面波の發現時を第 1 表に掲げる。表中に掲げる値は観測所からの報告及び筆者等が記象紙上から讀取つた値である。

此等の走時曲線を圖示すると，第 2 圖の如くなる，圖中の實線は，Macelwane<sup>(1)</sup> の走時表に依るも

(1) J. B. Macelwane ; Introduction to Theoretical Seismology. Part 1. 1936

第 1 表 本邦各地の観測に依る諸相の發現時

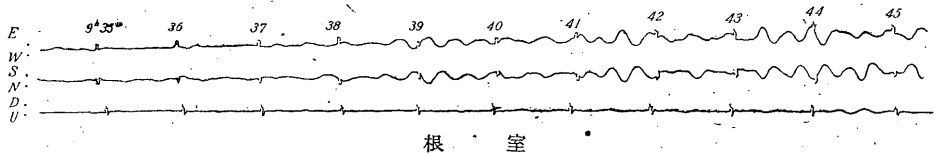
観測所名		△	9 <sup>h</sup> P	9 <sup>h</sup> S	9 <sup>h</sup> L	其の他の相
		°	m s	m s	m s	
大連	連	61-39	07 38	16 23.7	—	{ 9:15:08, 22:18, 23:34, 25:18, 26:28, 29:18
大邱	邱	68 02	08 25.6	17 24.5	{ 24 28.7 52 25.3	{ 25:53, 28:23, 31:28, 37:28
臺北	北	69 14	08 20.0	{ 17 28.0 21 50 30 29.0	37 21.3	z 40:44
花蓮	港東	69 57	—	—	24 19	M-P 32:13
花東	東	70 19	{ 08 32.1 09 35.0	18 01.1	—	z 36:22.0
福濱	岡	70 32	—	17 45.0	35 24.0	{ PP 11:45.3, PPP 16:24, 18:47, 37:08, 39:24.0, z 41:48, 42:46.4
濱札	田	71 00	10 18.4	19 00	30 30.9	27:50.4
松	幌	71 09	08 55.2	18 31.0	36 19.2	22:23.4, 19:54.4
宮古	山	72 02	08 41.5	18 25.5	35 48.0	{ 31:15.7 36:17.7, z 42:17.7
宮古	島	70 09	{ 08 37.1 16 19	18 08.0	—	43:09, 43:59
豐宮	岡	72 03	08 58.5	17 34.0	36 26.2	34:48, z 39:34, z 39:34, 39:50
宮屋	崎	72 20	—	—	—	36:58, 38:16
久	島	72 33	—	—	39 20	31:28, 36:33, 43:18
輪高	島	72 34	{ 08 46.4 08 49.4	18 30.6	—	{ SSS 22:39, SS 27:29, 31:14, E 36:40.5, z 41:29.5
名	知	72 43	08 07.5	18 09.9	29 47	SS 22:51, 30:45, 37:13, 40:41
	瀬	73 05	—	—	—	36:30.5, 41:35.5
						{ PcP 09:31.5, PP 11:54.0, 32.5, PPP 13:39.5, ScS 18:33.2, 36.0
神	戸	73 06	08 55.7	18 41.6	—	SS 21:57.5, SSS 24:18.5
秋	田	73 07	09 05.2	19 01.8	39 45.2	10:02:01, z 10:34:29,
富	山	73 18	08 53.1	—	—	10:34:43.5, z 10:38:39
大	阪	73 22	12 <sup>h</sup> 09 41.7	{ 19 04.6 19 08.6 19 12.7	{ 27 02.2 37 05.7	PP 21:19.9, 28:30.7
盛	岡	73 45	9 <sup>h</sup> 08 54.7	{ 18 27.5 35 53.1 19 10.0	28 13.5	22:30.5, 37:56.5
長	野	73 51	08 54.9	18 42.6	—	37:29.7, 32:42.0, 44:15.8, 44:17.4
龜	山	73 52	—	18 32.6	—	{ 36:32.6, 37:03, z 38:33, z 39:14, 41:12.7, 42:33, 42:52
名	屋	73 57	08 59.9	{ 18 38.2 18 53.2	—	37:23.0, 39:05
根	室	74 08	—	—	39 05	{ z 36:55, 37:05.1, 39:05, 40:45, 41:25.1, 45:55
潮	岬	74 16	{ 08 56.0 09 09.8	19 30.0	{ 31 03 31 24.2	37:30, 39:55
仙	臺	74 30	—	—	{ 29 12 42 42	09:00.8, 19:09, 19:38.2, PP 12:08, SKS 18:41, PS 21:36
福前	島	74 35	08 58.9	19 08.7	37 27.7	{ 34:10, 38:07, 40:22 z 39:43.2, 42:03.2, 43:13.2
甲	橋	74 39	—	—	—	{ 09:02, 18:49, H 30:25 37:54, 41:25
三	府	74 42	—	—	36 00	09:06.3, 14:04.0, 27:39.7
柿	島	75 18	09 16.5	18 48.5	{ 31 56 35 11.5	37:54
東	岡	75 23	08 23	18 35	37 49	{ 21:18.6, 23:33.6, 31:11.6, 37:23.6, 45:18.6, 49:38.6
富	京	75 26	09 09	19 29	—	09:09, 19:29, 36:51, 44:09.3
丈	崎	76 00	09 07.9	16 21.2	—	37:30, z 40:20.7, z 45:08.2
父	島	77 07	07 07.8	—	38 56.3	
	島	82 39	—	—	40 20	

のであるが P 及び S は此の範囲内 ( $60^\circ < \Delta < 80^\circ$ ) に於て、實線 (Macelwane の走時曲線) で可なり明らかに説明されてゐる。然し乍ら振幅は小さかつた。

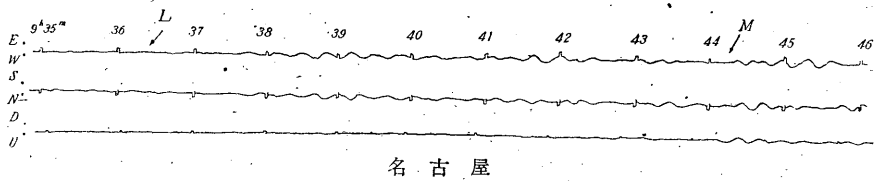
之に反して PP, PPP, SS, SSS 等の反射波の發現は各地観測所に於て、不明瞭であつた。

表面波の發現は各観測所に於て明瞭でなかつた。その中で (第 3 圖) には、比較的良く記録された記象の例を二三掲げる。特に此の地震の特徴として此等表面波は殆ど大陸を傳播して來た波であるが、此等記象の圖が示す通り、此等の記象紙から明瞭な發現時を得て一つの走時曲線で表現する事は不可能である。

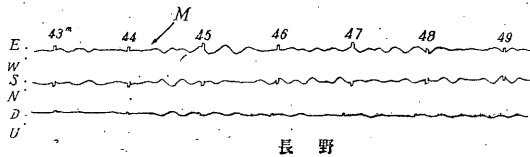
第 3 圖の 1 昭和 14 年 12 月 27 日 トルコの地震の記象型



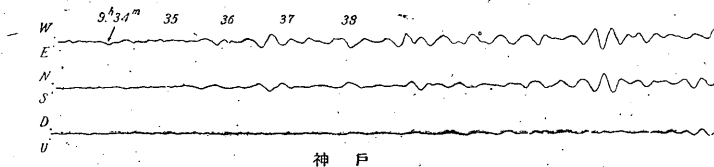
第 3 圖の 2



第 3 圖の 3



第 3 圖の 4



又水平動成分は上下動成分に於けるよりも優勢に現れてゐたので L の發現時は悉く之を水平動から讀取つたものである。

第 2 圖に見える通り、L の發現時は Macelwane の走時から期待される L よりも 3 分乃至 4 分遅く現はれてゐる。此れに關しては主として此の表面波は大陸のみを通過して來たものである

が、太平洋を通過して来た表面波<sup>(1)(2)</sup>では同じく本邦の観測に於て、以前の調査に於て 2 分餘り Macelwane の走時表よりも早く到達してゐた。又 (2) の場合には發現に就いても上下動、水平動兩成分共に極めて明瞭で本邦各地の發現時の分布は、之等が完全な一直線で表現されてゐた。

本調査に於ては、表面波の始めの部分  $L$  附近は、上下動には殆ど出現せず約 4 分経過した後には上下動成分に出現してゐる。假に之の部分 Macelwane の走時表による  $M$  に相當するものとして、第 2 圖の走時曲線に、之等の點を記入したが、第 3 圖の記象型にも示す通り水平動成分にも  $M$  相を檢出出来るものがあつた。

第 2 表

觀測所名	△	最大動振幅			合 成	週 期		
		$M_N$	$M_E$	$M_z$		$N$	$E$	$Z$
		マイクロン	マイクロン	マイクロン	マイクロン	秒	秒	秒
大連	61° 93	400	—	—	400	—	—	—
連	68 02	711	740	—	1026	25	24	—
臺花臺	69 14	470	—	174	502	18.9	—	18.5
福濱	69 57	166	831	200	870	18	19	15.5
濱	70 19	455	440	720	958	19	20	22
札	70 32	1130	1175	390	1676	1.7	2	2.5
松	71 00	600	955	427	1206	23	16	15
古	71 09	965	—	950	1354	21	—	17.5
山	72 02	920	430 (1240)	751	—	20.5	15.5 (20.5)	20.5
宮	72 09	—	—	-1.0	200	—	—	19
豐	72 03	425	460	250	674	19	19	20
宮	72 20	1470	1115	442	—	24	23	19
屋	72 33	600	400	330	793	21.4	18	18
久	72 34	194	230	257	395	15.5	17	18
輪	72 43	850	1180	—	2029	25	21	—
高	73 05	188	—	384	135	18	—	21.5
名	73 06	600	410	440	850	21	20	26
神	73 07	532	—	—	532	14.5	—	—
秋	73 18	467	437	—	640	17	16	—
富	73 22	390	370	1050	1179	16.0	15.2	14.9
大	73 45	487	500	—	698	23	18	—
盛	73 51	475	440	435	787	20	20	17
長	73 52	315	470	440	717	19	22	20 16
龜	73 57	295	370	235	528	16	18	14
名	74 08	±2.5	±2.4	±1.1	—	22	25	20
根	74 16	{ 620 1075	{ 380 755	{ 580 570	{ 931 1432	{ 19.5 22	{ 17.5 21	{ 17 18.5
湖	74 30	360	345	400	639	20	20	19
仙	74 35	430	420	352	698	20	19	19
福	74 39	300	622	—	690	21	19	—
前	74 42	310	428	—	528	21	26	—
甲	75 18	458	323	110	571	27	16.5	16
三	75 23	200	450	300	577	15	20	20
柿	75 26	—	—	—	—	—	—	—
東	76 00	765	690	300	1070	16	22	19.5
富	77 07	875	300	270	963	23	17	17
丈	82 39	±0.8	±1	—	—	18	23	—

(1) M. Morita and Y. Yosimura ; On Seismic Waves at Large distance. Geophys. Mag. Vol. XIII, No. 2.

(2) 木澤 綏 ; 昭和 14 年 1 月 25 日チリ-大地震の調査, 驗震時報, 第 11 卷 第 4 號.

尙、 $P_0P$ ,  $S_0S$  相の検出にも努めたが、振幅が小さい爲もあり此等諸相を讀取る事は出来なかつた。

#### 4. 振幅及び週期

各地觀測所に於て得た最大動の振幅及び之に對應する週期を第 2 表に掲げる。之等觀測値の震央距離に關する變化の状態は主要な觀測所の分布が殆ど  $10^\circ$  以内にある爲に顯著な變化を示して居なかつた。但週期は震央距離が増加するに従ひ増加する傾向が充分に認められる。

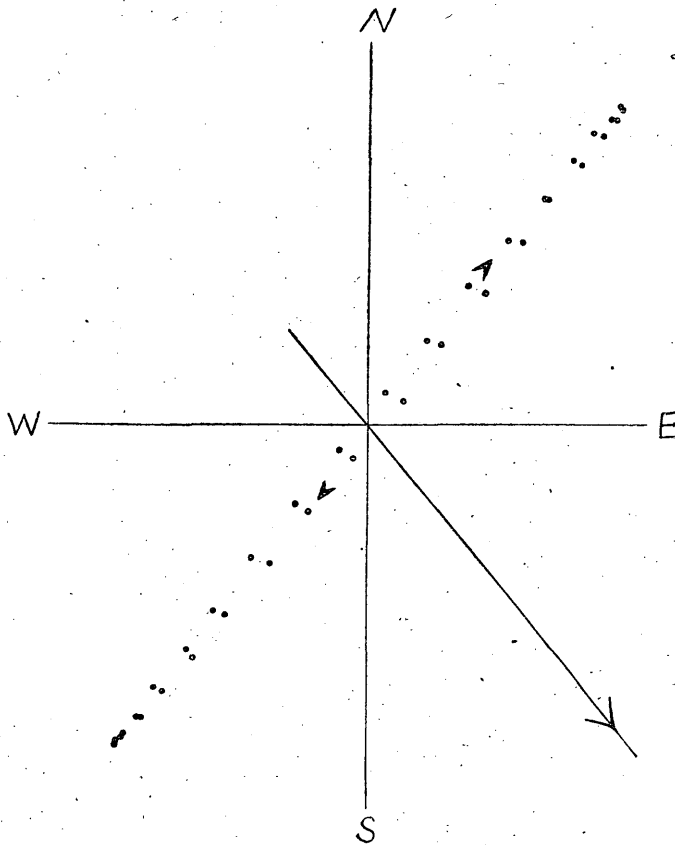
又、此の表に於ける最大動は勿論表面波に相當するものである。

#### 5. 本邦に於ける表面波の振動方向

前に走時の項に述べた如く、表面波の初めの部分を  $L$  とし、その後 4~5 分經過して出現する比較的週期の短い規則正しい相を  $M$  とする。

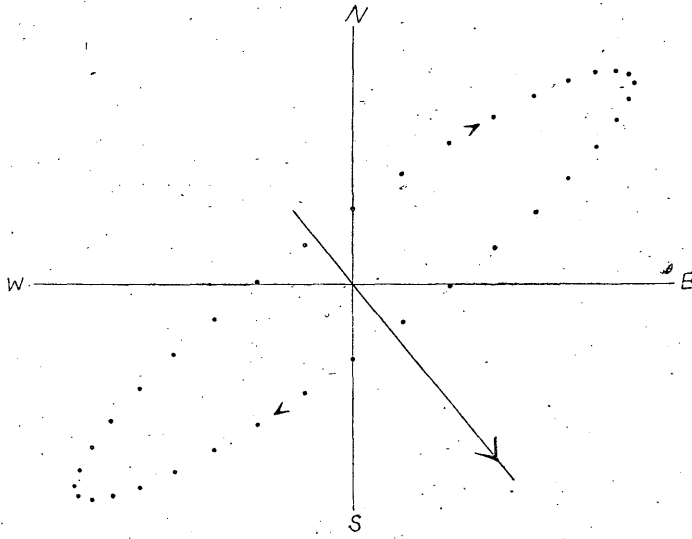
筆者等は之等  $L$  相、 $M$  相に關する移動方向を調査したが、その概要を記述すれば次の如くな

第 4 圖  $L$  相の振動方向



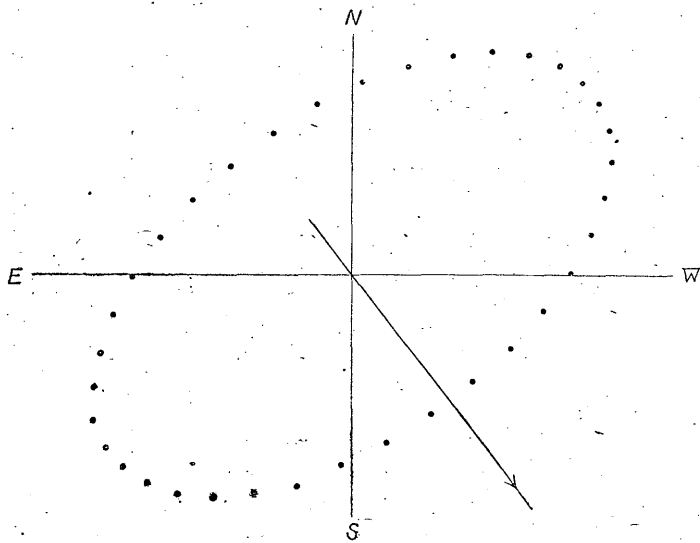
名古屋 週期=22.3 秒

第 4 圖



長 野 週期=21 秒

第 4 圖



根 室 週期=31 秒



る。

選定した観測所にて  $L$  の發現時から 4 分乃至 5 分間を對照に取扱ひ、東西動及び南北動各成分に於て、此の區間を 1 秒づゝの間隔で、振幅を讀取り、 $L$  波の週期は此の全區間 (4, 5 分間) に於ける卓越週期の平均したものと考へる事により、此の波を各成分で次の如き型に假定した。

即ち、東西動:  $X = a_0 + \sum_{\nu=1}^{\infty} [a_{\nu} \cos \nu x + b_{\nu} \sin \nu x]$

南北動:  $Y = \dots\dots\dots$

斯くして得られた此等東西 ( $X$ ) 南北 ( $Y$ ) 兩成分に於て、展開式の第一次の項を比較して圖示すれば第 4 圖の如くなつて、此れに依り  $L$  波の振動方向を想像する事が出来る。

此の圖に掲げる名古屋、長野、根室では比較的發現の優れたものであるが圖中の矢印は表面波の進行方向を示す。

東西動:  $X = A_1 \sin \frac{2\pi}{T} t + B_1 \cos \frac{2\pi}{T} t$

とすれば各観測所に於ける値は次表の如くなる。

南北動:  $Y = A_2 \sin \frac{2\pi}{T} t + B_2 \cos \frac{2\pi}{T} t$

観 測 所	震 央 距 離	波の進行方向	$A_1$	$A_2$	$B_1$	$B_2$
名 古 屋	$\Delta = 73^{\circ}57'$	$E 49^{\circ}40'S$	$-0.595^{mm}$	$+0.749^{mm}$	$-0.036^{mm}$	$+0.072^{mm}$
長 野	$\Delta = 73^{\circ}51'$	$E 50^{\circ}46'S$	$+0.150$	$+0.131$	$-0.087$	$-0.022$
根 室	$\Delta = 74^{\circ}08'$	$E 52^{\circ}10'S$	$-0.394$	$-0.121$	$+0.055$	$+0.323$

第 4 圖を一瞥すれば、 $L$  は波の進行方向に直角に振動してゐる事が解る。根室等は相當他の波が重つてゐるが、兎も角も長軸は矢印に直角に近い。之等の三観測所の値では  $L$  は Love 波の性質を表はしてゐる。而も此の相に相當する上下動は殆ど見當らない。

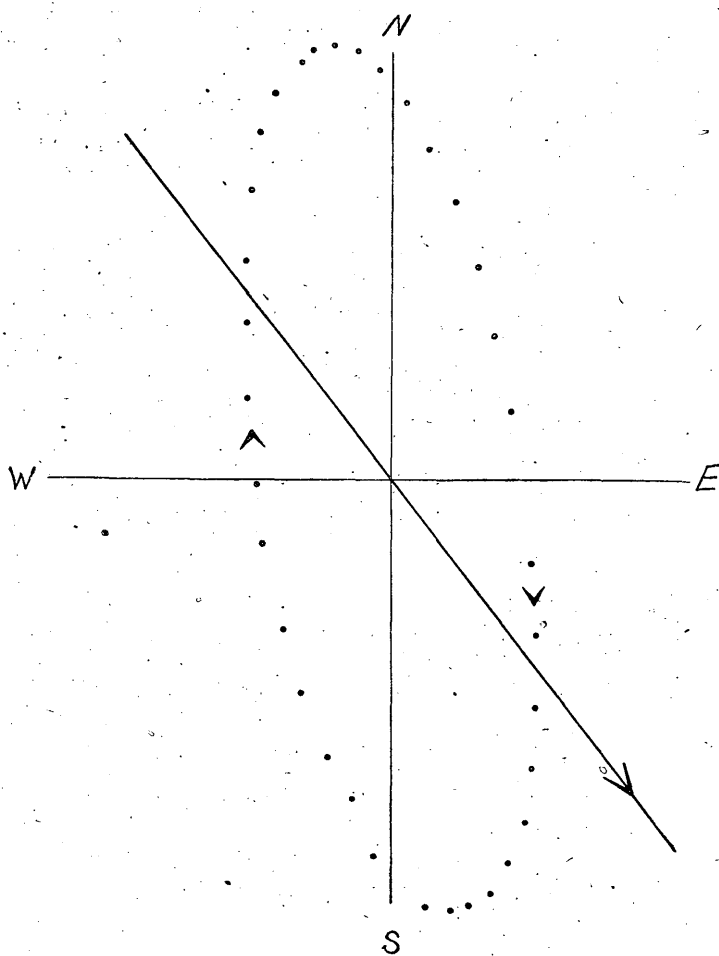
次に  $M$  に就いて同様な調査を行つたが、 $M$  は發現が極めて不明瞭であり、 $L$  波の勢力も未だ殘留するものと考られるから明瞭に此の相を區別する事は困難である。

第 5 圖に示すものは長野の記録に於て、9 時 44 分 21 秒から 4 分間の間で上記と同様に調べたものである。水平動兩成分の展開式は次の如くなる。

即ち  $X = -0.068^{(秒)} \sin \frac{2\pi}{T} t + 0.004^{(秒)} \cos \frac{2\pi}{T} t$

$Y = -0.193 \cdot \sin \frac{2\pi}{T} t + 0.074 \cos \frac{2\pi}{T} t$

之を見ると長野の振動方向は、波の進行方向 (矢印) に近付いて振動して居る。此れは第 4 圖に於ける同じ長野の  $L$  相とは可なり振動方向が變化して來てゐる。但し  $L$  相の卓越平均週期は

第 5 圖  $M$  相の振動方向

長野 週期=14.8 秒

第 3 表

観測所名	$\Delta$	$Z/H$
花蓮港	69 57	0.2
臺東	70 19	1.1
福岡	70 32	0.2
濱田	71 00	0.4
豊岡	72 03	0.4
宮崎	72 20	0.2
屋久島	72 33	0.458
輪島	72 34	0.9
神戸	73 06	0.605
大阪	73 22	2.0
長野	73 51	0.7
龜山	73 52	0.8
名古屋	73 57	0.5
潮岬	74 16	0.4 0.8
仙臺	74 30	0.8
福島	74 35	0.6
三島	75 18	0.2
柿岡	75 23	0.6
富崎	76 00	0.3
八丈島	77 07	0.3
平 均		0.59

21.0 秒で  $M$  相のそれは 14.8 秒である。又此の  $M$  相の發現する場所には上下動成分にも漸く、顯著に出現してゐる。茲に此の相の上下動成分と此れに對應する水平動成分の振幅の比を得られる限りの各観測所に就いて作製して第 3 表に掲げる。こゝで長野に於ける  $Z/H$  は 0.7 を示してゐる。

以上、此の節で調査した材料丈に於ては、 $L$  相が Love 波で  $M$  相が Rayleigh 波的の振動をしてゐる事が窺知されるのであるが、今回の調査に於て、他の數多の観測所の明瞭な記録が缺けてゐるので上記僅か三観測所丈の材料では俄に何れとも斷じ難いものがある。

今後更に詳細な調査に於て、此の間の状態の完成を期し度いのであるが、上述の如く今回の調査

(1) 木澤 綏；昭和 14 年 1 月 25 日 チリ-大地震の調査、(前出)

に於ては、次の諸事項が窺知されるのである。

- (1) 今回のトルコの地震の本邦に於ける地震波動の傳播過程は波の徑路が大部分亞細亞大陸を經て來たものであり太平洋を通過して來た波とは顯著な差異が認められる。特に表面波に於て著しい。〔太平洋を通過して來た波に就いては前述チリーの地震調査を参照〕
- (2) 第 3 表に於ける  $Z/H$  の値が可なり各觀測所で變化してゐるがチリーの地震の際に本邦に於て得られた  $Z/H$  の分布と比較して見ると、その土地に依つて類似する點が窺へる。
- (3) P. S. SS. 等の實體波の振幅が豫期してゐたものよりも小さい。
- (4) 所謂、最大振幅として地震計の記録に現はれる部分は Rayleigh 波が卓越して居る。

終りに臨み今回の調査に當り親しく御指導、御鞭撻を賜つた中央氣象臺本多博士、本間正作技師その他色々と便宜を與へられた、地震課諸賢並に御手傳ひ下さつた鈴木、高見兩氏に對して深く感謝の意を表す。

(昭和 16 年 12 月 25 日 中央氣象臺にて)

#### その他の参考文献

小平吉男：計算法及び計算器械，1938.

T. Matuzawa: Seismometrische Untersuchungen des Erdbebens von 2 März 1933, 2. 震研彙報 Vo. XIII 1935.