

4. 地震動の尾部について (其の3)

地震研究所 表 俊 一 郎

(昭和18年6月15日發表—昭和21年1月12日受理)

第4章 震央距離極めて大なる地震の地震動の尾部

§ 14. 緒 言

第1章¹⁾及び第3章²⁾に於ては日本内地及び南方諸地域に發生した地震による地震動の尾部の振動週期について研究を行つた結果が記述せられた。これらの地震の震央距離は近いものは40 km 未滿のものより最も遠いものは10,000 km 程度のものまで及んだのであつたが、更に大なる震央距離を有する地震、即ち、震央距離10,000 km を超える地震による地震動の尾部を研究した結果をこの第4章に於て述べることにする。之等震央距離極めて大なる地震の震央は南米及び北米大陸の太平洋沿岸地帯に位置してをり地震波は太平洋底を通過して観測點へ到達したものである。

第4章に於て之等遠地地震の尾部の研究を行ふに際しても、前章に於て行はれたと同様研究は専ら地震動の振動週期の探求に限られ、而も研究の基礎となつた地震記象は之亦前章の場合と同様東京本郷の東京帝國大學内に設置せられた長週期の水平振子型の地震計2臺により東西及び南北2成分の記録を行つたものを使用してゐる。上記地震計の常数は第1章第1表にあげた如くであつて自己振動週期は略々60秒に調節保持せられてゐるので、振動週期略々15秒乃至25秒位である尾部の振動週期を研究するに當つては、地震計の自己振動の週期は地動の週期の2倍以上となるので地震記象の上に記録せられてゐる曲線は略々實際の地動に近いものをあらはしてゐると假定して議論を進めても大なる過誤を犯すものではないと考へられる。

次に地震記象の上に記録せられた地震動につき論じようとするとき注意を拂ふべきは脈動の影響である。實際本郷地域に於ては脈動の發現は珍らしくなく^{3), 4), 5), 6)}ここに筆者が使用した自己週期60秒の地震計も倍率が東西成分50倍、南北成分15倍

1) 表俊一郎 地震研究所彙報 21 (1943), 458.

2) 表俊一郎 地震研究所彙報 22 (1944), 140.

3) F. OMORI, Bull. Earthq. Invest. Commit., 3 (1909), 1.

4) K. WADATI, Geophys. Mag. 1 (1926), 35.

5) T. MATUZAWA, Journ. Fac. Sci. Tokyo, [ii] 2 (1920), 205.

6) 鷲坂清信・本間正作 中央氣象空氣象報告 6 (1943), 1.

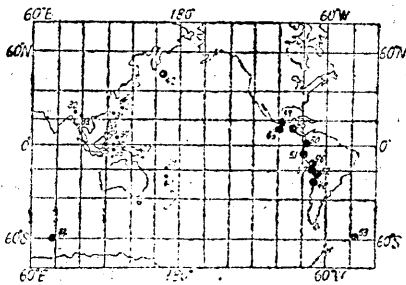
であるので記象の上で 1~2 耗の振幅をもつ脈動が発生することはしばしばである。従つて、それら脈動の週期は多くは 10 秒以下であるとはいへ振幅が多きくなつてくれば尾部の振動週期の探求の場合にいちぢるしい妨害をなすべきことは既に第 3 章に述べたごとく當然考慮にいれなくてはならないので、その折に注意したと同様充分な注意を拂つて脈動による影響の介入することのない記象について研究が行はれたことはいふまでもない。

かくの如き條件の下に於て第 4 章に調べられた地震は第 I 表に挙げた 13 ケの地震

第 I 表

Earthq. No.	Time of occurrence	Epicenter		Region	Duration of the total oscillation min
		λ	ϕ		
42	1915 VII 31	164° E	50° N	Alutian	70
43	1937 VII 23	99.°6W	13.°2N	Acapulco-Chilpancingo (Mexico)	160
44	1902 K 23	77° E	60° S	Antarctic	70
45	1915 K 7	89.°2E	14.°2N	Gua'emara	130
46	1916 X 3	74° W	14° S	Peru	100
47	1911 K 15	71.°8W	19.°2S	Iquique (Chili)	100
48	1918 M 4	71.°8W	19.°2S	Capiapo (Chili)	60
49	1937 XII 23	70.°6W	26.°3S	Mexico	160
50	1937 VII 19	77.°5W	1.°5N	Equador	180
51	1937 Y 21	79.°9W	6.°8S	Peru	190
52	1936 VI 13	70.°2W	23.°0S	Chili	140
53	1938 I 24	37° W	58° S	South Georgia	160

第 1 圖



●; Epicenter of the earthquake studied in Chapter 4. ○; Epicenter of the earthquake studied in Chapters 1~3. (The Figure beside each dot is the earthquake number as listed in Table I.)

である。筆者が之等震央距離の極めて大なる地震の調べを行ふにあたり、河角博士の御厚意により博士が前に地震動の週期に就きしらべられた際に、週期の讀取を行はれた材料を貸與せられたので、これらの材料に基き筆者が解析を行つた結果も同時にここに報告することとした。

之等の地震は No. 42~48 にいたる 7 ケの地震であり、この中には No. 42 の如く震央距離僅かに 3~4000 km にすぎないものもあるが、後の震央分布圖に見ら

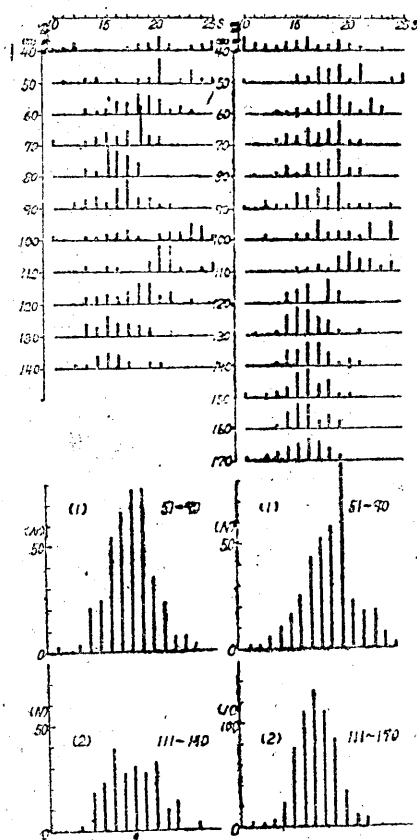
れるごとくアメリカ大陸の太平洋岸に沿ふ地震であるが故に便宜上、ここに列記する

こととした。第I表にあげた地震の震央は第1圖に示してある。圖に見られる如く之等の地震は南及び北アメリカ大陸の太平洋岸に沿ふ地域に發生したものであることが見られる。

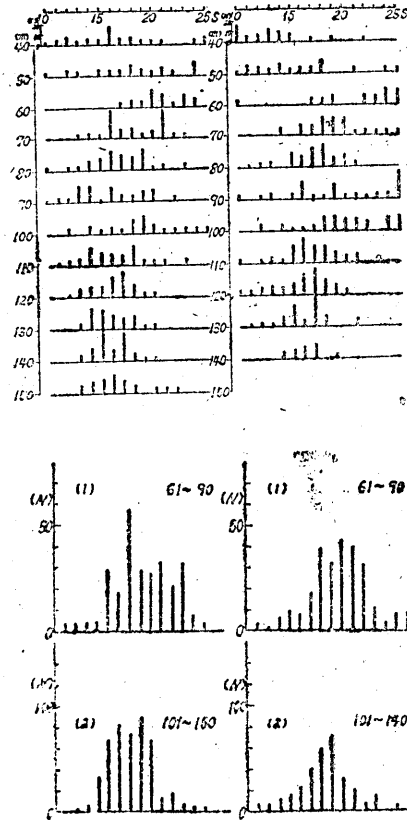
§ 15. 週期頻度圖. 第I表にあげた13ケの地震による地震動の尾部の研究を行ふにあたり先づ始めに、第1, 3章の場合と同様の方法により、夫々の地震記象に基き地震動の全域にわたり週期の讀取が行はれた。それら得られた値は第II表に示されてある。これらの得られた週期にもとづいて解析を行ふにあたり、第1に前章に於て行つたと同様、週期頻度曲線を求めて考察を行ふことにした。併し既に述べた如く第I表の地震の中には震央距離10,000 km以下のものもあり、亦後の圖にも見られる如く、頻度曲線からは充分正確に尾部の卓越週期をえらび出す事は必ずしも容易でなく、ことに總振動時間の短いものについては週期頻度圖より求めた卓越週期の信用度は大であるといひ難いのであるから、第I表の全部の地震について頻度曲線を求める代りに總振動時間特に長大である4ケの地震、即ちNo. 49 Mexicoの地震、No. 51 Peruの地震、No. 52 Chiliの地震及びNo. 53 South Georgiaの地震についてのみ週期頻度圖を求めることとした。頻度曲線を畫くにあつては第1章の地震では總振動時間の大きいものでも數10分を超えるものは極めて少なかつたので、讀取られた週期を1秒毎に區切り、 P の始めより1分毎に區切られた區間内に入るそれら1秒毎の週期の頻度を數へて考察を行つたのであつたが、第4章の地震の場合には總振動時間も極めて大となつたので1分毎の區分を行ふ代りに P の始めより10分毎に區分してその區分せられた區間内に存在する波の1秒毎の週期の頻度を圖示することとした。併し之等の週期頻度圖を畫くにあつては直接實際に數へられた週期の個數より得られた數に基き頻度 n_p による圖を求める代りに週期の長さに應じて n_p に補正を加へて得た百分率頻度 N_p {茲に $N_p = (n_p/n_p') \times 10$; $n_p' = 60/(P+0.5)$ }を用ひて頻度圖を畫くのが適當であることは前章に述べたところであるので、ここでも N_p による頻度圖を示すこととした。

P の初動が記録せられてより大振幅をもつ主要動があらはれる迄には、ここにのべんとするとき震央距離の極めて大なる地震の場合には20~30分以上の時間を要するのであるが、尾部の振動週期の研究を行ふにあつてはそれらの部分の波については考慮を拂ふ必要がまうたくないので P のはじめから第30分迄の波は考慮の外に置くこととし、第30分以後の波の週期について調べることにした。而して、尾部の振動週期を概観するに、これら震央距離大なる地震に於ては、第II表に見られること

く 10 秒より短い週期の波は極めて稀れであり、又週期の長い波としては Love 波及び Rayleigh 波と思はれる大振幅大週期の表面波は尾部の振動とは區別し別個に考慮することとして除外するとすれば、尾部の振動による波の中で週期の長い波も 25 秒を超えるものは亦極めて稀れである。従つて週期頻度圖を畫くにあたつては 10 秒乃至 25 秒の週期をもつ波についての頻度圖を求めることにして此の範圍を外れて短い波も長いものも除外することとした。併しその結果結論に影響を及ぼすべき現象が看過せられる恐れのないことは第 II 表を一見して明らかである。求められた週期頻度圖は第 2~5 圖に示されてゐる。之等の圖に於て實際には第 30~40 分及第 90~110 分の間は波の数が極めて少なく波が存在しないやうに見える部分があるが、第 II 表に



第 2 圖
Frequency distribution of coda periods of earthquake No. 51.
(1); 1st coda waves
(2); 2nd coda waves

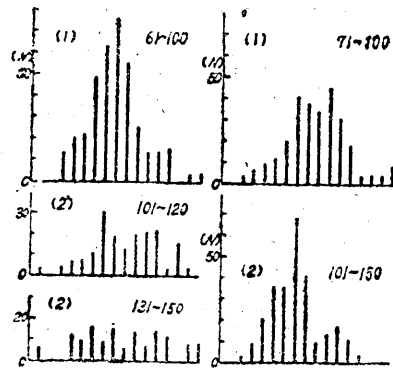
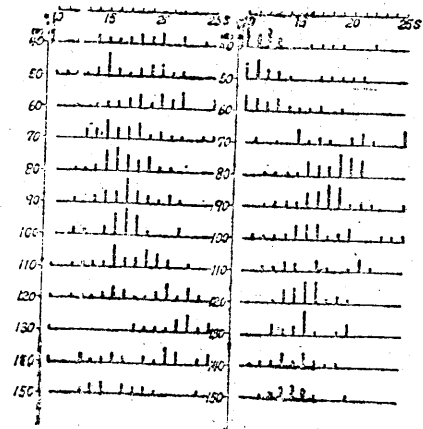


第 3 圖
Frequency distribution of coda periods of earthquake No. 52.
(1); 1st coda waves
(2); 2nd coda waves

對比すれば之等の部分にては 25 秒以上の波が多数存在するが故に頻度圖にはその結果が隠されてゐる事が判明する。之は丁度この邊りで地球の劣弧及び優弧に沿つて傳播してきた夫々の表面波が發現してゐる部分であることが見られ、尾部の振動週期を求めるに當つては考慮する必要のない部分である。従つて、後に各分の百分率頻度 N_p を全域におたつて合計して卓越週期を求めるに際しては當然除外しなくてはならない部分である。従つて、此の事を明らかにするために第 II 表を参照して表面波が優勢である部分の頻度 N_p は圖に於て細い線で記入せられ、今調べを行はんとしてゐる眞に尾部の振動と呼ぶべき部分の頻度は太い線で記入を行ひ一見して明確に區別することが出来るやうにした。

却説之等の頻度圖より卓越週期を求めんとするのであるが、これらの圖に太線で示されてゐる頻度について概観するに、いづれの圖についても共通な傾向のあることが氣付かれる。即ち始め第 40 分~50 分迄位は表面波による大週期の波が卓越してゐるが、それら大週期の波が通

過し終つた第 55 分以後は 18~20 秒位の波が優勢に發現する區間が現れこの状態が第 100 分の始め頃迄持続し、この部分の卓越週期の値は概略 18~20 秒の値を持つべきことが推定せられる。第 100 分頃より 10 分間乃至 20 分間のあいだは再び週期の長い波が現れてをり之は記象の上に於ても大振幅をもつ波であつて、第 3 章に調べられた所によれば地球の優弧に沿つて傳播してきた表面波によるものであることが判明してゐる。之等の表面波による大週期大振幅の波が通過し終つた第 120 分頃を確然とした界目として再びそれら表面波に比べればはるかに短い週期をもつ波が優勢にあ



第 4 圖 (左)
Frequency distributions of coda periods of earthquake No. 49

(1); 1st coda waves
(2); 2nd coda waves

第 5 圖 (右)
Frequency distributions of coda periods of earthquake No. 53

(1); 1st coda waves.
(2); 2nd coda waves.

らはれてきてゐることが見られる。而してその週期はほぼ一樣であつていづれも 15 ~17 秒前後であることが極めて顯著にあらはれてゐるのが見られる。従つて之等第 100 分以後の波についてそれらの區域の卓越週期を求めればその値は略々 16 秒前後となるべきことが推定せられる。このやうにして、之等震央距離極めて大なる地震による地震動の尾部の頻度圖より考察すれば尾部の卓越週期が、時間の経過につれて變る傾向が見られるので前章の場合の如く尾部の全域にわたり波の頻度を一括合計することは甚だ好ましくないこととなる。従つて優弧表面波發現より前の部分と、それより後の部分とに分ち、それらの 2 つの部分につき別々に頻度合計を求めることとした。便宜上前者を第 1 尾部 (The first coda waves) 後者を第 2 尾部 (The second coda waves) と呼ぶこととする。前章迄に普通に尾部と呼んできた部分はここにいふ第 1 尾部に相當する部分である。之等 10 分毎に區切られた頻度圖の下部にそれらを適當な區間毎に纏めて加へ合せた合計頻度圖が 2 個宛畫かれてゐるが (1) と記入せられてゐるのは第 1 尾部、(2) と記入せられてゐるのは第 2 尾部に相當する部分について求められた合計頻度を示すものである。

第 2 圖は No. 51 Peru の地震による週期頻度圖であり、A は東西成分、B は南北成分の地震動より求めたものである。總振動時間は A にては 140 分、B にては 170 分に及び第 1 尾部は勿論第 2 尾部も良く發達してゐるのが明らかに見られる。第 1 尾部の卓越週期は東西 18 秒、南北 9 秒であり、之に對して第 2 尾部では之より短い週期の波が卓越してゐる。南北成分では卓越週期明らかに 16 秒であるが、東西成分にては 14 秒乃至 19 秒の間の波の頻度ほぼ同一で卓越週期を明確に定め得ないが略々 16~17 秒の週期を卓越週期と定めても大過はないやうに見られるであらう。No. 52 Chili の地震も東西、南北兩成分について良好な記録を與へ、それらの頻度は第 3 圖に示された如きものとなる。第 1 尾部の頻度圖にては東西成分第 61~70 分に 16 秒の波が著るしく發達したため 16 秒の週期が顯著に卓越してゐるのが見られるけれども、この部分をのぞいて頻度圖の平滑化を行へば 18 乃至 19 秒の波が卓越してゐることが認められ、南北成分の頻度圖からは 18 秒の波が卓越してゐることが明らかに認められる。第 2 尾部の卓越週期は、東西成分にては 16 秒、南北成分のものからは 17 秒の週期の波が卓越してゐるのが認められる。No. 49 Mexico の地震、No. 53 South Georgia の地震については前者は東西成分、後者は南北成分の頻度圖が得られ夫々第 4 及び 5 圖に圖示せられてゐる。Mexico の地震にては、第 1 尾部にて 17 秒の波卓越するに對し、第 2 尾部に相當すべき第 140~150 分の頻度曲線は明瞭な卓越週期を示さない。之に反して第 100~120 分の間で合計頻度圖をもとめて示せば同

圖に 2' と書いて示したものの如くなり、むしろこの第 110~120 分の間の合計頻度曲線に於て 16 秒の波が卓越してゐるのが見られる。Mexico の地震の震央距離は 12,000 km である。優弧に沿ふ表面波が現れ始めるのは第 110 分頃であるので第 100~120 分の間の波を第 2 部尾と考ふることは少し早すぎるやうであるが、第 140~150 分では既に振幅が極めて小さくなつてゐる週期のみとりも困難となつたため他の原因による誤差が大きく影響してゐるのではないかと思はれる。従つて Mexico の地震の第 2 尾部の卓越週期は 2' の頻度圖即ち第 100~120 分の間の合計より 16 秒と考へ得る。Scuth Georgia の地震第 5 圖にては第 1 尾部に屬する波の週期は 16 秒乃至 20 秒のものが大部分であり卓越週期は 19 秒であることが見られる。之に反し第 2 尾部の卓越週期は確然と 16 秒であることが認められる。

以上の如くにして求められた卓越週期の値を一括して示せば下表の如くなる。

第 III 表
Period of maximum frequency

Earthq. No.	Epicentral distance km	Component	1 st coda waves		2 nd coda waves	
			Period of maximum frequency sec.	portion min. min.	Period of maximum frequency sec.	portion min. min.
49	11,600	E-W	17	61~100	16	101~120
51	14,900	E-W	18	51~90	16	111~140
"	"	N-S	19	51~90	16	111~140
52	16,800	E-W	16~20	61~90	Ca. 16	101~150
"	"	N-S	18	61~90	17	101~140
53	17,500	N-S	18~19	71~100	16	101~140

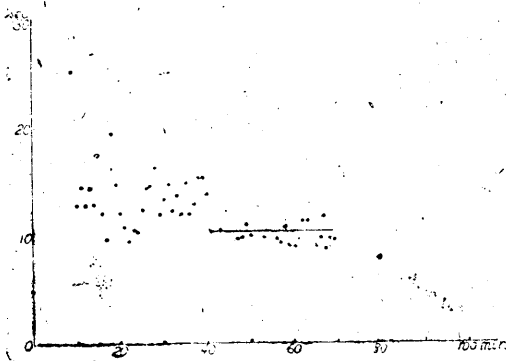
以上週期頻度圖より求められた結果を一見して最も顯著なことは第 1 尾部に於ては明確な卓越週期を示さずむしろ 15~20 秒の範圍にわたり頻度がほぼ同じ位の週期の波が多く、明確な卓越週期は之等頻度圖からは求め難いのに對して第 2 尾部に於ては第 1 尾部の場合と異り 16 秒の週期をもつ波が極めて明瞭に卓越してゐる第 2 尾部の卓越週期を定むるのに疑問の餘地がなさうに見られるといふことである。

第 2 尾部の卓越週期は上のごとくしてほぼ明瞭であるとしても第 1 尾部の卓越週期を求め、更に第 2 尾部についても確な卓越週期の値を見出すために次節に於ては平均週期曲線を求めて考察を行ふこととする。

§ 16. 平均週期曲線

尾部の卓越週期を更に精しく決定するために、前章に用ひられたと同様一つ一つの地震について平均週期を求めることとした。即ち、夫々の地震記象について、P の始

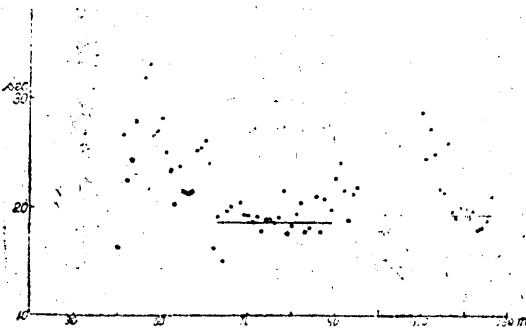
めから1分毎の区間に区切り、その区間の中に存在する全ての波について週期の平均を行ひ、之より卓越週期を見出さんとしたのである。此の場合前章にも述べた如く、週期の長い波が同じ1分間の中に存在し得る個数は、週期の短い波の個数に較らべて當然すくないのであるが故に、区切られた区間内の波について簡単に算術平均を行つたのみにては、このことに對する不公平が取除かれずに残ることとなる。従つてこのことによる不公平を除きなるべく適當なる平均週期の値を求めるために週期の長さに応じて適當な荷重を附し重價平均を行ふことが正當であると考へられる。従つて此の場合には、波の週期の長さそれ自身を重みと見て重價平均を行ひ各1分毎の平均週期の値を算出した。即ち平均週期 T_0 は、 $T_0 = \sum t_n m_n / \sum t_n$ で定義せられる値を用ひたのである。茲に t_n は考ふる1分間の全ての週期で m_n は $m_n = t_n / 60$ で定義せられる荷



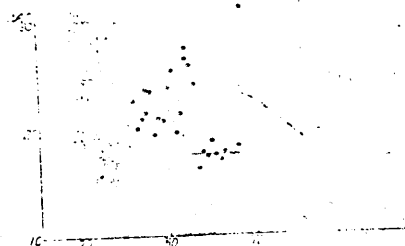
第 6 圖

Earthq. No. 42, $T_1 = 10.4 \pm 0.15$ s

第 7 圖

Earthq. No. 43, $T_1 = 17.5 \pm 0.15$ s

第 8 圖

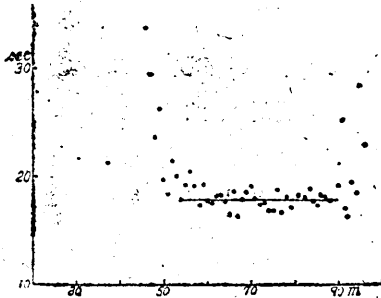
Earthq. No. 44, $T_1 = 17.5 \pm 0.18$ s

第 9 圖

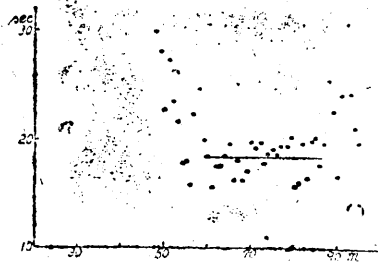
Earthq. No. 45, $T_1 = 18.6 \pm 0.18$ s

重である。このやうにして夫々の地震について求められた T_0 の値は第IV表に見られる如くである。これを一つ一つの地震について震央距離の小さいものから順次に圖示すれば第6~17圖の如くなる。この中第6~12圖に示された平均週期曲線は先にも述べた如く河角博士が讀取られた値に基き筆者が計算した結果である。

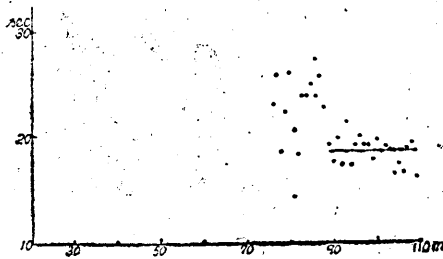
斯くの如くして得られた平均週期曲線を見るに、表面波による大週期の波の部分の



第 10 圖

Earthq. No. 46, $T_1 = 17.8 \pm 0.11$ s.

第 11 圖

Earthq. No. 47, $T_1 = 18.4 \pm 0.18$ s.

第 12 圖

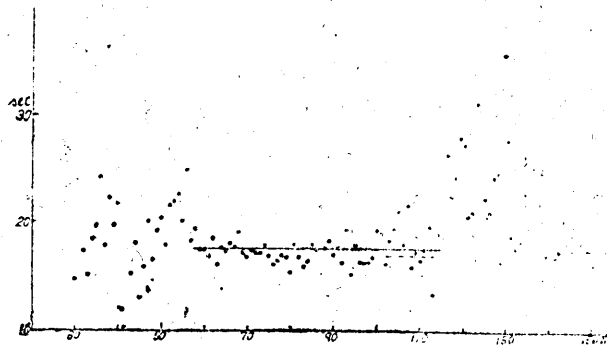
Earthq. No. 48, $T_1 = 18.5 \pm 0.18$ s.

後には平均週期の値は一定と看做し得る部分が續くので前章の場合と同様此部分の平均週期を平均して夫々の地震の尾部の卓越週期を算出したのである。算出された卓越週期の値は直線を以て圖に示されてゐる。直線の長さはその求められた全區間を示すものである。夫々の地震についての平均週期とそれより求めら

れた卓越週期とについて以下に少しく説明を加へることとする。

第6圖は比較的震央距離の小さい Alutian の地震 (No. 42) の平均週期曲線である。他の震央距離極めて大なる地震をしらべた序でに調べられたもので、第69分まで週期の讀取りが行はれ、求められた卓越週期の値は 10.4 ± 0.15 秒となる。この地震の震央距離 $\Delta = 2,500$ km であり第3章に於て研究せられた宮古島の地震 ($\Delta = 1,790$ km) 及び Burma の地震 ($\Delta = 4,000$ km) の卓越週期の値が夫々 9.7 秒及び 13.6 秒であるのと比較してもほぼ同様な傾向を示してゐることが見られる。第7圖は之より更に震央距離大なる Mexico の Acapulco 附近の地震 (No. 43) の平均週期曲線である。震央距離 11,700 km 卓越週期は第51乃至83分の區間の平均週期より

求められ $T_1=17.5\pm 0.15$ 秒となる。第8圖は Antarctic の地震 (o 44) の平均週期曲線である。卓越週期の算出せられた区間は第 57~66 分の短期間にしかすぎないが求められた値は $T_1=17.5\pm 0.18$ 秒となつてゐる。第 9, 10 及び 11 圖は夫々 Guatemala (No. 45), Peru (No. 46) 及び Chili Iquique 附近 (No. 47) の地震の平均週期曲線である。之等の震央距離は夫々 12,400 km, 15,900 km 及び 16,400 km であり P の始めより數へて 50 分目の前後に於て表面波が優勢に發達してゐることが明かに認められる。その後平均週期の値は急激に小さくなるが、その數値はほぼ一樣となりこの状態が30~40分間繼續する。この部分が即ち前章に於ても尾部と定義した部分である。第 90 分の始め頃より再び平均週期の大きさは大となり始めてをり地球の優弧に沿つて傳播してきた表面波が到達したことを示してゐる。第 10, 11 圖の地震では第 100 分迄しか示されてゐないのであるが第9圖 Guatemala の地震



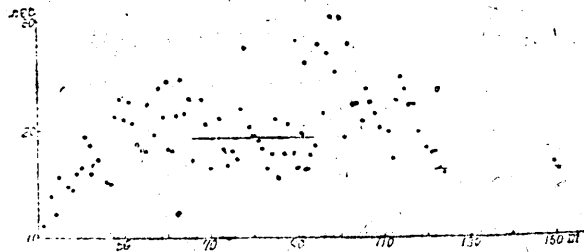
第 13 圖

Earthq. No. 49,

$$T_1=17.5\pm 0.13 \text{ s. (57 min.} \sim 115 \text{ min.)}$$

$$T_1=17.6\pm 0.32 \text{ s. (139 min} \sim 150 \text{ min.)}$$

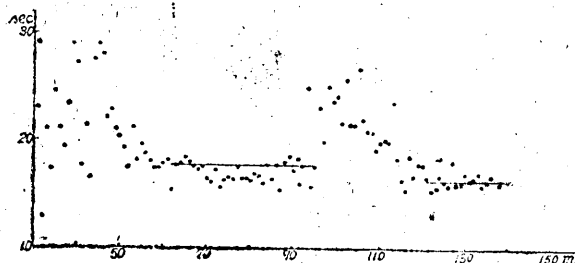
$$T_2=10.9\pm 0.32 \text{ s. (102 min} \sim 113 \text{ min.)}$$

(T_1 ; full line; T_2 ; broken line)

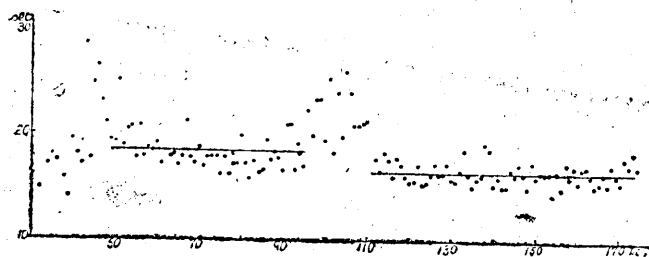
第 14 圖

Earthq. No. 50, $T_1=19.2\pm 0.36 \text{ s.}$, $T_2=16.2\pm 0.13 \text{ s.}$

にては更にその後第126分頃まで讀取が行はれてゐるので優弧に沿つて傳播してきた表面波が通過してしまつた後に確然と境ひをなして平均週期の値が再び小さくなる性質を示すことを認めることが出来る。この性質は後に示す第13~17圖等には顯著に發達してゐるのが見られる事柄であるので、そこで詳らかに論ずることとする。これらの地震について略々第60~90分の間で求められた卓越週期の大きさは夫々 18.6 ± 0.18 秒, 17.8 ± 0.11 秒及び 18.4 ± 0.18 秒となる。第12圖 Chili Capiapo 附近の地震 (No. 48) は震央距離 16,900 km に及んでゐるので第70分の終り頃まで劣弧に沿ふ表面波が存在してゐることが見られる。之では讀取りを行つた區間が短いので前の例の如き優弧に沿つて傳播してきた表面波が現はてはゐないが、第79~98分間の平均週期より求められた卓越週期は 18.5 ± 0.18 秒となる。次の第13乃至17圖に示された平均週期曲線は夫々 Mo. 49 Mexico の地震, No. 50 Ecuador の地震, No. 51 Peru の地震, No. 52 Chili の地震及び No. 53 South Georgia の地震のも



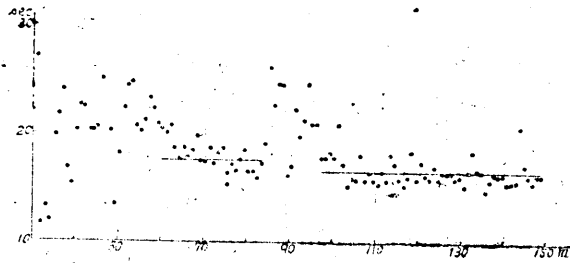
第 15 圖 A



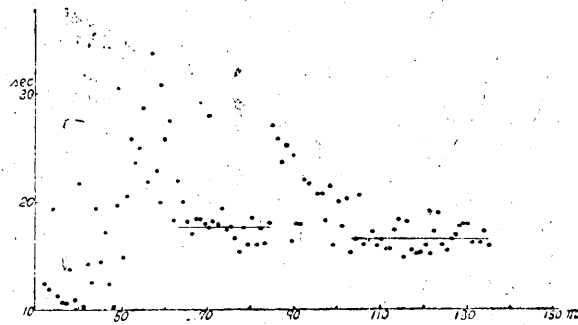
第 15 圖 B

Earthq. No. 51

A; E-W component, $T_1 = 17.7 \pm 0.16$ s, $T_2 = 16.3 \pm 0.10$ s.B; N-S component, $T_1 = 18.4 \pm 0.17$ s, $T_2 = 16.6 \pm 0.09$ s.



第 16 圖 A

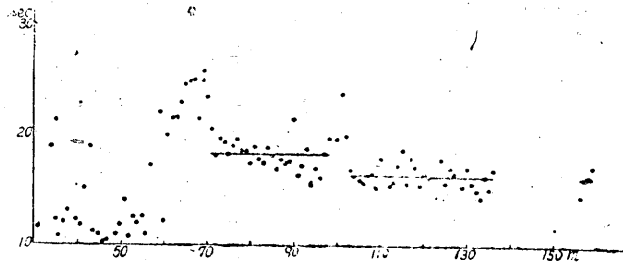


第 16 圖 B

Earthq. No. 52.

A; E-W component. $T_1 = 17.6 \pm 0.19$ s, $T_2 = 16.6 \pm 0.11$ s.

B; N-S component. $T_1 = 17.7 \pm 0.20$ s, $T_2 = 16.6 \pm 0.15$ s.



第 17 圖

Earthq. No. 53, $T_1 = 18.1 \pm 0.16$ s, $T_2 = 16.2 \pm 0.11$ s.

のである。この中 Equador を除く他の 4 ケの地震は第 15 節に於てその頻度曲線について論じてきた地震である。之等上記 5 ケの地震の震央距離は最も近い Mexico の地震で 11,600 km, 最も遠い South Georgia の地震では 17,500 km に迄及び、地球上に起りうる最も震央距離の大きい地震の一つに属すと呼びうるであらう。之等の地震は単に震央距離が大であるのみでなく、地震の規模も大であつたため、地球劣弧

に沿ふ表面波は勿論優弧に沿つて傳播して來た表面波が大週期を以て發現してしばらく振動を繰返した後通過し終つた後に於ても更に數 10 分の間にわたつて地震動が繼續し、且つそれによる地動の記録が與へられた。従つてそれらの振動の週期の讀取りを行ふことが出來たので之等の部分の振動の平均週期を求め詳しく研究を進めることが出來た。この優弧に沿ふ表面波に續く部分は既に前節週期頻度圖をを求める時に第 2 尾部となづけたところであるのでこゝで卓越週期を求めるに際してもこの名前を用ひることとする。その結果之の第 2 尾部に對して劣弧に沿つて傳播して來た表面波によつて振動を特に第 1 尾部と呼び、優弧のあとによつて第 2 尾部の振動と區別することとする。即ち第 1~3 章に於て普通に尾部と呼んできたものは全て第 1 尾部に相當する部分である。さて上記の震央距離極めて大なる地震の平均週期曲線より夫々第 1 尾部及び第 2 尾部の卓越週期を求めた結果は夫々圖に示すごとくである。Mexico の地震($\Delta=11600$ km) に於ては頻度曲線の場合には、第 50~100 分の間の週期曲線より第 1 尾部の卓越週期が求められ第 101~120 分の間の波より求められた結果より第 2 尾部の卓越週期の値が決定せられた。併し實際には第 101 分より第 120 分に至る間には 25 秒以上の長い週期をもつ波が現れてくるため之等の波も全て平均してしまつた結果得られてゐる平均週期曲線からはそれらの區間に於て特に小さい平均週期を與へるやうな傾向はあらはれてゐない。第 57~115 分の間の平均週期より求められた卓越週期は 17.5 ± 0.13 秒となり圖に實線で畫かれてゐる。而して頻度曲線の場合のことを参照して 25 秒より長い波は除外して各分毎の平均週期を算出すれば第 101~120 分の區間に於ける平均週期は夫々圖に白丸で記入したとき値となり之より求めた卓越週期は圖に破線を以つて記入せられてゐる如く 16.9 秒となり頻度圖にて頻度極大のもの 16 秒となつたものと一致した値を與へる。

之は優弧に沿ふ表面波より前に見られる部分であり、上にのべたとき意味での第 2 尾部とは少しくことなるやうであるが第 1 尾部の振動が衰へた後に發現してゐる振動であるので、後に述べるごとく第 2 尾部の振動機構より考へこの部分に第 2 尾部の振動が現れその卓越週期が見られてゐるものと考へても差支へを生じない。更に優弧に沿ふ表面波が終つて後第 140~150 分の間の平均週期より卓越期が求められたがその値は 17.6 ± 0.32 秒となつてゐる。第 14 圖 Equador の地震($\Delta=14,300$ km) には第 66~94 分の間で第 1 尾部による卓越週期が求められ $T_1=19.2 \pm 0.36$ 秒、第 123~151 分の間で第 2 尾部の卓越週期が求められ $T_2=16.2 \pm 0.13$ 秒となつてゐる。第 15 圖は Peru の地震($\Delta=14,900$ km) の平均週期曲線である。Peru の地震及び後述の Chili の地震の 2 つの地震に於ては東西及び南北の兩成分について平均週

期が求められた。いづれに於ても A ; 東西成分, B ; 南北成分の平均週期曲線を示すものである。第1尾部の卓越週期は A には第 49~95 分, B には第 48~95 分の間で求められ夫々 17.7 ± 0.16 秒, 及び 18.4 ± 0.17 秒となつてゐる。圖に於てこの第1尾部の平均週期のバラツキは可なりに著るしいことが目立つてをり, 之等の平均週期を適當な區間について平均したものを以て卓越週期と定めてよいかどうかに疑問を生じてくると思はれる。之に反し第2尾部の平均週期は點のバラツキはきはめて小さく, 極めて一樣な値を與へてをり A ; 第 121~142 分, B ; 第 111~174 分の區間より求められた卓越週期の値は夫々東西成分 16.3 ± 0.10 秒, 南北成分 16.6 ± 0.09 秒となつてゐる。第2尾部の卓越週期は兩成分とも極めて一致した値を與へてゐるのに反して第1尾部の卓越週期は, 兩成分について略々 0.7 秒の差異を生じてゐる。このことは第1部尾の部分に於ては様々な原因により種々の週期の振動が生ぜしめられてゐて必ずしも一定の週期の波のみが到達してゐるのではないことを示すものごとくである。従つて確率誤差の値も可成りに大きくなつてをり之に反し, 第2尾部の確率誤差の値は第1尾部のものにくらべ $1/2$ の程度にしかすぎず, 兩成分より得られてゐる卓越週期の値も極めてよく一致してゐて, この部分にては一定の週期をもつ振動の繰返しが行はれてゐることを示してゐる。

次の第 16 圖, Chili の地震 ($\Delta = 16,800$ km) の平均週期曲線も, Peru の地震のものと同様な傾向を示してゐる。第1尾部の卓越週期は東西及び南北兩成分共に略々第 60~80 分の間で求められてゐるが, 此の地震に於ては兩者の値はほぼ一致してゐて, 東西成分よりは $T_1 = 17.6 \pm 0.19$ 秒, 南北成分よりは $T_1 = 17.7 \pm 0.20$ 秒となつてゐる。之に對し第2尾部の卓越週期は兩成分とも第 100 分以後數 10 分も繼續されてゐる小振幅の振動より求められてゐるが確率誤差は第1尾部の確率誤差よりもはるかに小さく且つ兩成分より求められた卓越週期は全く一致してゐる。東西成分にては $T_2 = 16.6 \pm 0.11$ 秒, 南北成分 16.6 ± 0.15 秒となつてゐる。

最も震央距離大なる South Georgia の地震 ($\Delta = 17,500$ km) の平均週期曲線は第 17 圖に示すごとくである。第1尾部の卓越週期は第 71~98 分の間で求められ $T_1 = 18.1 \pm 0.16$ 秒, 第2尾部の卓越週期は第 103~159 分の間で求められ $T_2 = 16.2 \pm 0.11$ 秒となつてゐる。

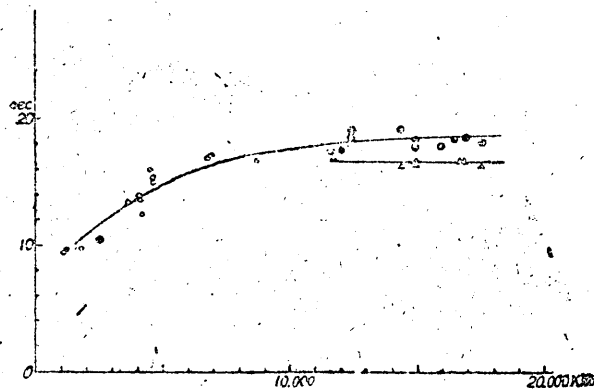
§ 17. 卓越振動週期と震央距離との間の關係

以上の如くにして求められた尾部の振動の卓越週期中第1尾部によるものを表にして示せば第 V 表の如くなる。震央距離を横軸に卓越振動週期を縦軸にとり圖示すれば第 18 圖の如くなる。圖に黒丸で記入せられてゐるのは上に得た第 V 表による第

第 V 表

Predominant period of the 1st coda waves

Earthq. No.	Epicentral distance km	Component	Predominant period of the 1st coda wave		portion	
			sec.	sec.	min.	min.
42	2,500		10.4±0.15		41~	69
43	11,700		17.5±0.15		51~	83
44	12,000		17.5±0.18		57~	66
45	12,400		18.6±0.18		63~	89
"	"		19.2±0.18		117~	126
46	15,900		17.8±0.11		54~	90
47	16,400		18.4±0.18		59~	87
48	16,900		18.5±0.18		89~	103
49	11,600	E-W	17.5±0.13		57~	115
"	"	E-W	17.6±0.32		139~	150
50	14,300	N-S	19.2±0.36		66~	94
51	14,900	E-W	17.7±0.16		49~	95
"	"	N-S	18.4±0.17		48~	95
52	16,800	E-W	17.6±0.19		60~	84
"	"	N-S	17.7±0.20		62~	84
53	17,500	N-S	18.1±0.16		71~	98



第 18 圖

The relation between the predominant period and the epicentral distance.

- ; A predominant period of 1st coda waves.
- ; A predominant period of 1st coda waves, studied in Chapter 3.
- △ ; A predominant period of 2nd coda waves.

1 尾部の卓越週期をあらはす値である。△の印で記入してあるのは後にのべる第2尾部によるものである。既に第3章に於て、震央距離 10,000 km,より小さい地震について尾部の卓越振動週期と震央距離との関係が見出されてゐるので(第3章第IV表)

比較のためにそれらの値を同時に記入することとすれば第 18 圖の白丸の如くなる。

先づ始めに第 1 尾部の卓越週期にのみ注目することとする。圖に明らかな如く第 1 尾部の卓越週期は震央距離が大となるにつれ次第に大きくなる傾向が見られる。之の傾向は白丸で記入せられてゐる震央距離の小さい地震について既に見出された事柄であり、尙且それら白丸について得られてゐる卓越週期震央距離曲線を延長したものは正に此の章に於て得られた卓越週期震央距離曲線と一致してゐることを認めることが出来る。而して震央距離が大となるにつれて卓越週期の長くなる割合は益々小となり 11,300 km 以上では卓越週期の増加率がほとんど零に近くなつてゐることが見られる。併し、ここに得られてゐる卓越週期の値については前にも一寸觸れた如く各分の平均週期の値も可なりに變化が多く従つて之より求められた卓越週期の確率誤差も相當に大きく、ここに行つた如き方法によつて讀取をなして得られてゐる見かけ上の週期がはたして眞の地動の週期を見出したことになつてゐるかどうかについては極めて疑問とすべき點が多いので、得られてゐる地震記象に基き詳しく解析を行つて振動週期を求め、検討を行ふことなしに之以上の議論を進めることは無意味であると思はれるので、之等卓越週期—震央距離曲線については、後に章をあらためて再び論述することにしたい。ただ、ここに得られてゐる値も第一近似値としては充分信用しうる値であることは當然であり既に第 3 章に於て得られてゐる結論と矛盾しないことが勿論認められる。

第 2 に第 18 圖に於て注目すべき點は第 2 尾部による卓越振動週期が決定せられたことである。震央距離 10,000 km をはるかに越え且つ規模の極めて大きい地震の場合には優弧に沿つて傳播してきた表面波による大振幅をもつ振動が消滅してしまつた後に於て極めて規則正しい週期をもつ振動が數 10 分にわたり繼續することが注意せられ之の部分の波の週期がそれより前に見られる尾部の波の週期とは一致しないことからこの部分を特に第 2 尾部となづけ研究を行つたのである。之等第 2 尾部の振動の觀察せられた地震及び求められた第 2 尾部の卓越振動週期を下の表にあげてある。之等の値を震央距離に對して圖示すれば前の第 18 圖に△の印を以て記入したごとくなる。この表及び圖に於て最も著しいことは、求められた卓越週期がいづれも 16 秒であつて、研究せられた地震の震央距離の相違に關係せず同一であるといふことである。而も求められた卓越週期に對する確率誤差はいづれも極めて小さく規則正しい週期をもつた波が持續してゐることが明らかである。之等の事柄から、極めて特色ある振動状態が勵起せられた結果このやうな現象が現れるものと考えることが出来る。即ち、大なる週期をもつ表面波が通過して行つた後に於ても尙觀測點の附近には

第 IV 表

The predominant period of the 2nd coda waves.

Earthq. No.	Epicentral distance	Component	Predominant period of the 2 nd coda waves		portion
			sec	sec	
49	11,600 km	E — W	16.9±0.32		min. min. 102~113
50	14,300	N — S	16.2±0.13		123~151
51	14,900	E — W	16.3±0.10		121~142
"	"	N — S	16.6±0.09		111~174
52	16,800	E — W	16.6±0.11		97~148
"	"	N — S	16.6±0.15		103~135
53	17,500	N — S	16.2±0.11		103~159

複雑な反射屈折を行つた波が到達してくるであらうが、それらの波の週期は表面波のそれの如く大きなものではなく、又それらの波の energy も亦充分大きなものではないので、それらの波により地震計の設置されてゐる場所の表面層の振動が勵起せられると考へるとき外力による強制振動は充分に發達せずに関り、それらの波は、衝撃性の不規則な外力を振動系に加へたとき作用を演じ、表面層の自由振動が起されてその週期が現はれてゐるものと考へるであらう。そのやうな考へ方に従へば、ここに得られた如く第2尾部にあらはれてゐる振動は振動週期が夫々の地震について震央距離の相違に關はらず一定であつて、しかも極めて規則正しい週期性が保持せられてゐることに對する一つの解釋となし得るであらう。

驗震學上の研究より既に諸家により表面層の配列状況は色々に推定せられてゐるがここに得られたとき週期をもつ自由振動がそのやうな表面層の中で存在し得るや否やの問題については後章に述べることにしたい。

この章を終るにあたり前章に引きつぎ終始御指導と御鞭撻とを與へられた萩原教授に深甚の感謝の意をあらはす次第である。河角教授からは教授の遂行せられた週期の讀取の結果を貸與していただき御好意を賜り筆者の感謝にたへざる所である。尙又坪井忠二教授からしばしば與へられた適切な御助言に對してここに厚く御禮申し上げる次第である。

第 II 表

Period observed. (unit second)

Black dots (•) in the Table indicate the end of every one minute.
 Figures in brackets represent the number of minute that have elapsed since the beginning of the P wave.

No. 42											No. 43			
(9)	•	•	11.4	7.9	15.9	13.8	9.7	9.1	8.4	6.8	(41)	10.5	25.0	
	14.9	12.4	13.7	•	•	12.8	12.4	11.3	9.0	11.8	6.8	•	•	
24.0	14.5	9.1	20.0	9.1	14.3	•	10.8	•	9.0	9.9	15.5	•	17.5	
22.0	21.7	9.3	•	14.7	8.4	13.4	8.7	11.4	•	•	14.0	22.1	14.0	
20.6	10.7	10.2	18.9	8.0	17.7	12.3	8.9	9.6	8.4	10.8	22.0	25.3	13.8	
	•	12.4	11.7	17.8	16.6	12.5	8.6	8.9	6.8	7.5	•	23.3	•	
(10)	8.5	•	8.5	•	14.2	10.9	•	9.1	10.1	9.1	21.8	(50)	16.0	
	8.4	16.2	10.0	14.6	6.4	(40)	10.0	13.2	8.9	10.6	5.3	9.8	16.5	
	5.4	12.4	7.4	•	13.5	•	13.2	8.7	11.4	12.3	11.8	24.8	•	
	7.0	7.8	7.3	18.6	15.6	17.7	9.7	10.9	•	9.2	10.5	7.6	27.3	15.3
	10.9	9.0	5.6	17.8	7.4	11.6	11.2	8.5	9.0	•	•	10.3	22.3	14.5
	13.4	•	10.7	14.1	12.8	9.7	16.2	•	10.1	13.8	9.8	9.8	•	16.8
	21.7	10.1	10.2	8.1	5.3	9.8	12.6	13.4	10.1	12.4	7.2	•	15.3	(60)
	•	8.6	•	•	•	12.5	11.4	11.6	9.0	11.4	9.3	8.3	12.8	•
	16.7	11.2	6.7	14.3	12.6	•	•	10.5	7.9	7.6	6.8	15.6	16.8	16.3
	9.8	9.1	8.0	10.3	19.3	9.5	9.7	9.8	9.0	10.3	9.0	9.2	•	16.8
	5.1	6.6	7.7	13.1	16.8	11.2	11.0	9.9	10.1	9.1	7.2	8.3	23.8	19.6
	4.2	6.9	8.9	12.2	8.4	10.2	9.9	12.2	•	•	11.0	•	20.5	•
	10.0	10.9	8.1	6.0	11.6	8.1	8.8	•	13.3	8.9	•	15.8	17.6	16.0
	16.1	•	13.6	(30)	•	10.7	10.0	11.4	9.2	13.8	11.0	17.5	14.6	15.3
	•	21.3	14.0	8.3	•	•	•	11.2	7.6	8.8	13.1	20.5	•	18.6
	12.7	20.2	•	14.2	10.8	8.3	10.2	9.9	11.4	9.9	7.7	21.5	15.0	•
	10.9	18.3	10.8	8.1	11.1	16.0	9.4	7.9	6.7	13.8	9.2	•	15.0	18.8
	11.9	•	9.5	13.5	13.3	13.7	9.7	5.6	•	9.3	9.4	9.3	16.5	15.8
	15.6	23.0	9.4	12.2	14.0	7.9	9.5	9.9	8.1	•	7.4	17.6	15.0	15.5
	18.8	9.1	10.1	7.9	12.3	9.9	8.9	•	5.8	9.0	9.1	•	•	14.6
	•	7.8	6.8	•	8.3	•	9.6	12.8	9.3	6.6	•	22.3	13.5	•
	18.6	10.6	10.3	15.3	•	8.2	•	12.8	10.5	9.5	8.2	20.5	23.1	16.6
	8.6	7.8	•	15.9	9.8	10.9	8.9	10.4	6.5	8.7	9.8	•	14.6	21.0
	11.6	(20)	11.3	5.6	15.2	13.7	9.6	7.9	7.4	10.5	8.6	20.5	•	15.0
	13.9	12.6	10.0	14.4	8.3	11.2	7.8	9.6	9.5	7.0	8.1	15.1	•	•
	•	9.9	12.8	18.7	8.6	10.0	8.8	9.2	(60)	•	10.5	7.5	21.0	13.8
	14.4	16.5	15.8	•	12.2	8.5	10.0	•	•	9.7	11.3	14.0	20.3	19.0
	14.5	7.1	13.2	10.3	•	10.1	14.2	11.8	8.0	7.3	•	•	•	•
	13.8	8.9	•	11.7	13.4	•	10.3	8.4	11.3	9.7	•	18.5	15.3	18.1
	11.1	11.4	8.4	14.6	13.0	12.7	(50)	11.4	10.1	8.0	•	10.8	12.8	17.8
	10.3	8.3	12.4	6.8	17.3	8.2	•	9.7	8.0	6.1	•	7.1	8.3	14.6

(次頁へ續く)

第II表 (續き)

		No. 44				No. 45							
15.1	18.8	(42)	22.3	17.0	(40)	.	26.6	18.0	20.0	.	18.8	(45)	19.8
.	.	.	.	19.7	.	17.0	21.1	20.3	20.5	18.6	20.0	.	18.8
19.3	17.5	17.8	17.5	18.0	8.5	25.6	.	.	.	19.0	(120)	26.5	20.8
17.5	14.8	17.8	24.8	.	20.0	25.3	18.8	17.0	19.8	25.1	.	.	.
.	.	25.0	.	15.2	13.0	.	19.1	18.0	14.5	.	20.1	25.0	20.3
17.5	17.6	.	28.3	20.1	8.0	24.3	17.0	17.5	17.8	21.3	18.8	39.0	18.5
18.0	.	18.8	28.6	16.8	.	12.6	.	.	17.0	23.5	19.6	.	15.8
.	21.5	18.8	.	.	19.0	9.6	19.8	16.3	.	20.5	.	30.5	.
16.6	19.6	21.5	25.0	20.5	22.0	19.8	20.1	21.3	18.0	(110)	19.8	28.0	16.8
18.0	16.1	.	25.0	16.0	25.0	.	19.8	18.0	.	.	18.8	.	18.1
17.0	15.8	24.5	27.8	17.0	.	28.6	.	.	23.3	28.3	20.3	23.0	18.0
.	(80)	15.8	.	.	22.5	20.1	13.3	19.0	.	26.0	.	24.0	.
15.5	.	19.1	19.5	48.5	20.3	19.8	16.3	22.8	16.3	28.0	16.3	25.0	19.5
19.3	.	.	.	18.0	25.8	.	13.6	.	20.0	.	18.1	.	18.8
19.3	17.5	21.1	14.3	.	.	22.0	16.5	15.3	20.8	25.0	18.8	26.0	18.3
17.5	1.7	20.0	11.8	.	24.5	21.3	.	17.1	.	23.1	.	24.3	(60)
.	15.5	26.8	19.1	.	21.5	.	16.3	20.0	16.3	21.3	17.3	.	.
(70)	.	.	.	.	.	10.8	17.8	17.8	18.5	.	17.5	(50)	17.8
70	21.0	18.8	19.0	.	25.0	21.3	23.3	.	11.8	27.3	.	18.8	18.1
1.7	14.8	.	18.0	.	32.0	24.8	.	22.1	.	29.0	18.5	18.0	.
19.3	.	20.3	17.5	.	39.5	26.1	19.6	19.3	19.1	26.0	.	.	15.0
17.6	16.3	18.0	.	.	30.1	20.3	16.3	.	.	23.5	16.5	23.5	.
.	16.0	.	18.0	.	.	13.0	.	20.5	24.3	.	21.0	23.8	18.3
18.8	17.0	23.0	20.5	.	30.1	.	20.5	23.3	18.3	23.6	18.0	22.3	19.5
18.5	16.5	15.8	13.5	.	33.0	21.0	22.5	.	16.5	21.3	.	.	18.6
19.1	16.3	22.5	15.0	.	.	19.6	17.5	17.0	21.8	16.3	21.3	20.6	.
.	.	.	(60)	.	30.0	23.1	.	18.5	(90)	.	20.3	21.8	19.8
17.5	13.6	17.3	.	.	28.1	.	17.5	18.0	.	19.0	.	.	17.5
18.5	14.1	20.8	19.0	.	.	24.3	18.0	18.8	22.8	24.6	.	23.6	17.6
.	15.8	23.3	20.0	.	22.3	26.3	21.3	.	.	.	.	15.8	17.6
18.1	.	.	17.0	.	28.3	25.0	.	(80)	21.0	25.8	.	19.5	.
20.1	.	.	.	.	.	(70)	.	.	20.8	23.8	.	.	19.0
19.5	(50)	19.0	.	.	25.5	(60)	19.3	13.8	27.8	22.1	.	20.5	16.5
.	23.3	16.0	.	.	23.5	24.3	14.3	1.3	.	19.8	.	16.0	15.6
20.1	25.1	17.0	.	.	32.3	25.8	21.6	17.8	21.6	15.8	.	16.5	.
15.6	20.8	17.5	.	.	(50)	.	.	.	18.0	.	.	.	12.3
16.5	.	.	.	.	25.5	23.3	12.3	17.5	20.8	.	.	17.3	16.3
16.8	24.3	18.7	.	.	23.3	27.3	16.1	12.3	.	19.0	.	20.3	19.3
.	34.5	19.2	.	.	.	19.0	13.3	25.3	15.3	19.5	.	19.5	17.5
17.1	.	14.5	.	.	26.0	.	.	.	20.5	.	.	20.5	.
17.8	27.5	.	.	.	24.8	22.0	16.0	20.5	20.5	19.3	.	.	18.3

(次頁へ續く)

第I表 (續き)

No. 46				No. 47				No. 48					
18.8	16.5	17.5	32.0	(48)	19.8	14.5	19.3	24.0	(76)	26.1	21.0	13.5	(30)
18.5	.	18.0	.		20.6	18.8	22.0	28.3		26.3	19.0	.	
.	18.5	17.0	26.0	30.3	20.8	.	.	24.8	23.5	26.3	.	15.5	21.1
13.8	20.3	18.5	25.5	.	(60)	19.5	23.3	.	19.6	.	21.5	18.5	11.0
16.0	18.6	.	.	28.8	(60)	13.6	14.8	24.0	26.6	23.1	23.0	21.0	10.8
17.5	.	18.0	22.8	25.0	18.5	19.1	16.8	18.3	.	20.1	17.0	.	8.6
16.3	17.5	18.8		(50)	19.3	(70)	(80)	14.8	21.5	.	15.0	20.5	.
.	16.3	16.5			17.8	(70)	(80)	(90)	28.5	10.5	.	20.0	8.2
17.1	16.3	.		21.8	17.0	17.5	17.8	(90)	.	17.8	18.0	18.0	7.0
18.8	.	17.3		23.8	.	20.8	15.8	16.0	20.8	24.3	14.3	18.0	9.2
20.0	17.3	18.8		25.0	19.8	21.0	13.8	15.6	14.5	15.0	14.0		9.2
.	17.5	18.0		.	18.6	.	9.6	18.0	17.5	(90)	(100)		7.7
19.5	16.5	.		27.5	17.8	17.3	.	.	20.5				.
16.8	19.5	17.5		26.5	.	17.8	14.8	25.3	.	16.8	20.0		20.3
17.1	.	17.0		.	18.5	21.6	14.5	23.8	19.8	22.3	20.5		12.7
(70)	17.0	16.0		24.8	16.8	.	18.5	.	25.0	10.5	18.1		.
	17.3	15.3		23.0	17.6	21.3	.	22.6	(80)	18.6	.		15.3
18.6	17.6	.		21.0	17.8	18.3	8.8	32.3		.	18.3		14.8
18.3	14.5	16.8		.	.	17.5	18.8	.	25.0	20.6	18.3		.
21.0	(80)	15.5		23.6	18.3	.	21.3	26.8	26.5	13.0	18.5		18.0
.		14.0		19.8	18.3	22.5	.	23.6	.	23.5	.		18.0
14.0	13.6	18.5		.	18.8	20.0	18.3	25.0	19.5	.	20.5		19.1
18.0	16.3	(90)		18.3	.	20.5	13.8	.	19.3	18.3	19.0		.
19.1	16.8			16.5	18.0	.	18.8	25.5	.	23.3	18.0		22.5
17.8	.	16.0		18.5	18.8	18.8	.	19.3	16.8	.	.		18.0
.	17.3	20.8		15.5	18.1	17.5	19.0	13.8	15.6	24.8	17.5		14.8
18.8	19.8	18.8		.	.	18.5	16.6	.	25.0	21.8	20.0		.
17.5	17.8	.		22.0	19.8	.	22.5	17.5	.	13.0	18.0		20.9
17.0	16.8	21.0		17.5	20.8	18.8	.	21.5	25.6	21.0	.		26.6
.	.	23.8		14.3	17.0	20.5	21.0	20.0	21.5	.	19.0		.
16.5	17.8	29.5		.	.	17.5	17.8		26.0	20.6	13.0		18.3
17.0	18.5	.		13.3	15.0	.	21.5		.	21.8	15.0		15.2
18.8	17.8	15.3		16.1	15.1	20.8	.		21.3	23.0	17.0		19.4
16.3	.	16.5		14.8	17.3	17.8	18.8		20.8	.	.		20.1
.	17.8	.		13.1	19.3	18.0	18.0		.	20.1	17.5		23.5
16.3	19.5	19.1		22.1	.	.	16.3		22.6	19.1	12.0		22.8
18.8	19.5	17.6		.	17.3	20.3	18.8		22.6	.	18.0		21.8
15.3	.	13.0		21.8	18.0	20.0	.		17.8	19.1	19.5		.
.	16.5	.		23.1	19.8	19.0	13.3		.	20.3	.		18.1
16.1	18.5	16.0		.	.	.	18.0		24.3	19.0	18.5		18.7
18.5	17.5	12.5		24.3	17.3	18.5	23.8		28.5	.	17.5		(40)
15.8	.	17.0		26.3	14.8	19.6	.		.	18.0	5.5		

(次頁へ続く)

第II表.(續き)

No. 49

16.5	.	20.6	16.4	.	14.9	.	10.8	17.1	37.0	21.6	14.6	(30)	15.6
23.6	15.1	18.7	20.9	19.5	.	15.4	18.8	18.8	.	24.6	20.9	.	20.5
23.4	19.6	.	.	15.2	20.3	13.4	20.0	.	9.7	.	.	14.5	.
.	14.8	18.4	9.4	6.7	12.2	16.5	20.0	15.2	44.9	17.7	.	16.3	20.8
8.7	15.4	16.6	22.0	16.4	16.8	.	.	16.4	.	21.2	.	17.4	17.6
18.6	.	17.2	8.0	.	19.4	17.6	18.7	10.5	16.7	25.6	(150)	13.2	.
7.4	19.6	(60)	21.9	12.8	.	17.8	20.1	13.5	25.5	10.9	.	.	16.4
8.3	21.2	.	.	17.6	14.8	10.4	19.3	.	22.4	13.9	13.5	12.1	19.2
6.2	16.0	17.5	19.3	17.8	21.4	18.5	.	16.8	.	33.6	15.3	9.3	12.5
.	(50)	12.5	17.7	.	13.1	.	19.9	20.7	20.9	.	17.4	9.5	22.7
7.5	20.0	13.0	17.2	18.0	17.8	19.9	17.4	22.5	22.2	14.0	.	.	.
8.0	14.6	.	(70)	15.8	.	12.6	21.6	.	19.6	16.9	17.7	.	16.7
8.2	15.1	17.7	17.7	17.8	16.1	.	21.3	.	.	.	.	7.4	.
8.0	19.6	18.6	13.2	.	18.5	17.3	13.6	21.1	23.3	13.4	.	11.7	17.3
6.7	26.9	15.8	18.1	14.0	26.1	.	23.3	12.6	23.5	25.4	.	17.9	17.0
8.6	.	16.8	17.5	16.1	.	17.3	16.5	16.4	25.7	29.5	.	14.0	17.2
7.5	17.5	.	17.2	19.3	8.8	12.8	.	.	.	.	.	22.3	.
7.0	18.0	.	.	16.8	17.5	13.6	18.0	23.5	22.3	17.0	.	.	.
.	.	14.2	14.5	(80)	.	17.7	16.1	28.7	26.3	(140)	.	12.2	18.0
6.2	20.2	25.1	18.6	17.5	.	27.5	.	.	.	.	.	12.3	15.0
20.2	22.7	14.4	18.2	16.0	18.0	12.2	.	24.0	23.9	19.3	.	21.5	10.6
13.6	.	15.0	.	14.1	21.0	17.5	17.4	20.7	42.4	15.2	.	.	.
12.5	21.8	.	21.6	15.8	15.5	17.9	16.4	29.0	(130)	13.2	.	13.6	18.6
.	22.1	15.6	7.9	.	(90)	.	12.0	.	16.7	.	.	19.5	12.6
18.9	.	13.4	7.9	17.7	16.1	16.5	22.9	26.0	.	.	.	.	12.9
17.8	14.2	15.6	16.3	5.8	16.0	17.5	.	19.5	31.8	14.5	.	.	14.5
10.7	21.1	18.5	16.5	15.1	18.0	16.8	15.9	.	22.0	19.8	.	17.8	.
20.8	25.1	.	.	22.1	16.9	(100)	15.5	24.9	.	17.0	.	13.5	15.2
.	20.8	20.0	15.4	18.3	.	14.8	30.2	10.8	15.1	.	.	11.6	24.5
15.1	.	15.3	8.8	.	18.4	22.0	21.2	(120)	21.1	.	.	.	21.5
11.0	23.0	16.4	15.8	19.9	15.6	15.3	(110)	20.6	15.6	.	.	12.0	.
8.1	16.0	15.7	19.2	12.3	18.5	19.1	30.1	.	14.2	.	.	8.3	24.2
15.5	.	17.0	20.9	16.1	.	.	14.6	23.9	14.0	18.4	.	17.3	21.9
.	28.0	18.7	.	.	16.7	9.3	16.5	17.2	22.3	.	.	16.3	22.2
9.4	25.4	.	19.4	17.7	9.1	20.9	17.8	.	15.1	24.4	.	.	(50)
15.1	19.0	15.4	16.2	14.1	18.8	6.0	.	24.2	.	12.1	.	16.6	.
15.3	.	24.2	17.5	13.6	16.6	19.3	14.8	18.2	16.1	.	.	16.8	20.9
15.8	22.0	4.3	.	17.2	.	.	21.1	.	10.7	19.5	.	18.8	22.4
.	15.4	13.9	15.5	.	18.2	16.7	15.9	23.1	22.7	18.2	.	14.6	23.4
16.5	15.7	18.8	15.2	15.8	18.2	13.0	16.9	78.4	19.5	.	.	.	.
22.3	.	.	18.5	18.0	16.9	17.8	.	.	.	.	(40)	.	22.6
20.5	18.2	14.2	16.1	16.3	22.9	.	21.9	10.0	21.6	15.1	.	18.1	22.3

(次頁へ續く)

第II表 (續 ぎ)

No. 50							No. 51 E-W Comp.						
.	21.4	16.5	15.2	17.0	24.6	21.1	.	(30)	30.9	.	15.4	(70)	17.7
25.8	22.4	22.8	14.1	.	.	.	.	.	(40)	19.1	.	(70)	18.5
16.0	.	.	17.6	27.7	23.1	17.6	.	6.2	(40)	20.2	18.3	17.8	.
16.5	25.6	16.3	.	27.6	21.4	21.4	(169)	18.0	29.5	18.6	18.0	10.9	16.1
.	21.7	13.8	21.5	.	.	19.3	23.6	24.4	24.5	.	18.0	19.1	17.8
7.4	23.7	7.38	16.7	19.8	20.9	.	14.6	18.2	.	20.3	17.9	15.6	15.6
16.0	.	.	15.2	17.6	23.5	.	.	.	8.1	17.1	.	.	.
16.0	22.5	19.2	.	25.3	19.2	(120)	(170)	5.5	11.3	13.5	15.3	17.1	(80)
12.8	20.7	15.8	19.1	.	.	.	26.6	28.5	20.2	.	14.3	16.1	16.5
24.3	.	19.0	22.7	25.6	16.5	18.0	24.8	33.3	14.4	21.7	16.1	16.6	17.4
.	21.1	17.4	20.2	28.1	10.1	19.5	.	.	25.3	23.6	.	16.4	15.8
20.8	24.8	.	.	.	20.3	16.8	23.2	10.5	.	19.9	18.5	.	13.4
13.9	22.3	16.2	.	29.9	22.7	.	26.1	12.1	25.0	.	18.5	16.8	.
18.0	.	13.1	15.8	31.1	(110)	18.7	6.5	9.1	16.0	20.0	14.9	15.3	17.4
.	16.6	20.5	16.7	.	.	16.0	.	7.5	.	19.1	18.3	17.8	16.4
17.9	18.0	.	20.0	26.7	17.6	.	18.9	14.9	16.8	.	18.8	14.3	.
.	16.4	16.4	.	23.4	17.6	15.1	.	18.2	.	18.1	.	18.9	.
14.9	.	18.5	22.4	(100)	18.1	20.4	12.6	.	22.7	14.1	15.3	.	.
.	21.5	27.3	20.1	.	.	17.0	20.9	13.2	16.9	20.4	14.8	14.3	14.3
17.0	13.9	.	18.4	34.2	21.6	18.5	25.3	28.4	18.2	.	16.5	17.8	.
21.6	14.2	13.1	.	24.1	17.8	.	.	32.6	.	17.1	.	.	.
18.2	15.8	32.1	21.9	.	18.9	16.8	12.8	24.6	22.7	18.6	15.5	17.5	.
22.1	.	28.7	15.0	17.9	.	17.2	17.9	32.3	14.8	18.7	16.3	13.5	.
.	20.0	.	14.2	22.0	13.6	15.1	20.4	.	19.4	18.9	17.9	17.6	.
24.0	25.0	24.2	(90)	16.4	15.8	16.0	.	27.8	16.7	.	15.6	16.4	.
23.1	22.4	16.9	.	.	18.1	.	26.5	28.2	.	17.0	.	16.6	.
.	.	16.7	14.4	35.8	20.0	15.5	25.3	.	17.8	15.6	18.6	.	.
27.4	21.5	(80)	18.0	20.4	.	14.9	23.8	25.4	20.2	20.7	15.0	14.9	.
10.0	20.3	.	.	21.5	22.2	17.1	.	23.7	15.5	.	17.1	16.0	.
17.5	19.6	19.0	19.5	.	22.7	.	21.6	.	.	16.8	15.4	16.0	.
(60)	(70)	19.5	19.3	20.2	.	.	20.2	23.6	18.9	18.6	.	19.6	.
17.4	17.5	16.5	19.7	24.0	29.9	(149)	21.4	20.9	13.5	18.1	15.4	.	.
17.2	15.1	12.2	31.5	19.1	21.3	.	.	23.5	18.7	16.6	15.7	16.6	.
17.9	.	18.2	.	23.2	.	.	20.1	.	.	.	17.8	13.8	.
19.7	.	24.3	16.7	.	21.7	(150)	18.3	22.8	17.0	19.9	.	15.7	.
.	21.2	.	19.2	22.1	25.2	17.5	11.4	19.6	17.0	15.1	13.6	17.9	.
15.9	16.1	19.8	14.1	19.1	.	18.2	.	20.8	18.8	15.6	14.0	.	.
16.6	14.7	18.0	18.5	20.3	12.6	14.3	19.1	(50)	16.6	.	18.1	13.6	.
20.8	20.7	16.3	.	.	23.0	.	19.4	.	(60)	13.7	15.6	16.8	.
.	.	.	20.2	18.9	25.7	15.7	28.9	20.1	.	19.9	.	21.2	.
19.4	11.7	16.2	17.5	26.1	.	16.5	.	20.3	18.7	17.7	13.5	.	.
.	.	.	.	.	.	.	26.9	20.6	19.0	.	15.3	12.7	.

(次頁~續く)

第II表 (續き)

No. 51 E-W Comp.					No. 51 N-S Comp.								
16.5	24.4	19.6	18.9	.	17.3	(30)	20.5	.	23.8	19.9	.	18.3	.
14.5	17.3	21.9	19.8	18.7	12.9		16.4	0.7	.	17.6	14.7	8.2	17.7
17.2	16.0	.	14.5	13.9	17.2	6.7	19.1	16.0	18.7	15.2	19.2	18.1	18.9
.	.	20.5	8.4	14.4	.	4.7	.	25.0	14.1	19.0	19.3	.	24.9
17.0	26.7	20.5	.	.	10.0	2.8	10.1	29.9	19.7	.	.	5.3	.
18.6	23.1	15.0	16.6	14.7	.	9.6	10.1	.	.	18.7	19.8	19.0	17.5
15.5	.	(110)	19.1	17.4	.	6.1	9.1	25.4	20.6	16.0	14.2	16.5	17.0
.	25.0		20.5	17.6	.	9.8	16.6	27.7	19.9	16.3	17.7	13.2	15.3
19.9	24.4	16.5	(120)	13.6	.	8.2	.	.	21.7	.	7.1	19.1	.
17.3	21.0	21.9	(130)		11.0	13.5	27.3	.	18.3	.	.	.	0.9
17.8	(100)	20.1	18.6	(130)	9.9	20.3	18.9	17.9	16.3	20.2	17.1	19.6	
20.1		.	18.6	13.7	.	11.1	21.5	16.7	15.6	19.2	15.2	17.2	
(90)	24.9	21.4	15.9	16.7	7.9	15.2	.	18.9	17.6	11.7	17.5	17.6	
	23.1	19.6	17.7	19.5	18.6	.	15.2	.	.	.	.	.
12.9	.	18.9	.	.	10.9	14.7	20.7	0.8	21.2	13.9	17.2	27.8	
18.0	19.2	.	13.3	19.5	4.1	10.1	21.8	18.2	1.8	20.9	19.1	12.3	
19.3	25.0	20.3	15.6	15.9	7.0	10.4	24.4	19.5	14.8	19.3	19.1	24.4	
.	19.7	17.5	18.1	14.4	11.6	15.5	.	15.9	19.4	.	21.4	.	
18.1	.	21.4	18.2	14.5	.	16.7	17.0	18.1	20.0	19.0	.	15.5	
10.9	28.2	.	.	.	11.2	(40)	19.5	.	.	18.3	12.4	17.7	
23.5	21.2	19.6	16.7	19.4	12.7		21.6	20.2	15.5	16.7	17.6	29.0	
16.0	26.4	21.9	15.2	17.2	18.9	16.5	(50)	17.2	13.2	18.3	20.8	.	
.	.	27.5	14.1	12.5	14.2	17.5		17.8	19.1	.	.	22.0	
22.1	21.3	.	.	15.0	.	23.1	19.0	(60)	19.8	19.4	22.1	20.8	
23.2	21.5	15.7	28.3	.	10.8	.	18.4	(70)	18.9	14.9	16.4		
14.5	.	19.5	16.1	16.1	8.5	17.0	19.3	18.9	16.2	16.4	.		
.	15.3	19.2	15.0	20.6	11.2	17.6	.	17.4	19.9	(80)	.	18.0	
22.3	20.8	.	15.5	13.3	8.0	19.6	22.6	15.5	17.6	10.8	21.3		
26.9	25.6	8.2	17.0	15.4	10.4	.	19.9	22.3	18.9	17.7	17.2	28.2	
.	.	18.0	15.5	.	17.1	18.6	30.6	.	.	21.9	24.1	.	
15.8	24.2	17.8	17.7	14.6	.	15.4	.	16.1	15.4	19.6	12.9	19.0	
15.6	26.0	16.8	16.6	15.8	19.5	16.4	13.4	18.5	16.2	.	(90)	28.2	
.	26.8	.	.	16.8	14.7	17.9	16.6	16.8	18.7	16.8	22.2		
20.5	.	17.4	16.9	.	3.5	.	23.6	.	.	12.0	8.4	(100)	
17.7	22.7	15.2	15.4	14.2	13.8	10.7	.	13.3	17.0	19.6	17.9		
13.1	21.0	13.0	.	15.4	21.1	21.4	9.8	17.5	17.8	18.4	19.9	22.4	
17.0	.	.	13.7	17.8	.	18.4	22.9	27.8	18.7	.	16.8	12.4	
.	20.3	13.0	17.7	13.9	21.1	21.4	20.7	.	16.6	15.5	.	20.7	
20.4	21.7	14.9	.	(140)	16.7	.	22.6	19.2	.	15.3	10.8	.	
26.5	20.6	23.6	15.5		15.3	19.4	.	16.0	21.4	16.5	16.7	26.6	
21.1	.	18.6	21.4	16.6	.	15.2	18.8	18.1	14.0	.	24.8	26.8	
.	20.8	.	19.0	.	9.1	17.8	19.8	.	14.3	19.9	22.0	22.2	

(次頁へ續く)

第II表 (續 ぎ)

No. 51 N-S Comp.										No. 52 E-W Comp.			
.	14.4	18.2	16.4	(140)	15.4	.	14.9	16.5	19.0	(30)	12.9	20.5	20.1
20.7	18.1	15.0	15.6		16.7	18.4	17.9	16.5	13.0		16.5	18.2	17.9
15.6	.	18.5	.	16.7	14.6	14.0	.	16.5	12.1	6.5	19.6	21.7	24.0
17.6	19.9	18.0	14.6	16.5	.	19.1	15.8	12.7	.	8.1	.	.	(60)
.	18.2	.	14.4	14.1	18.2	.	16.0	.	12.0	8.3	15.8	16.9	
23.9	17.7	14.6	16.3	13.8	15.6	18.9	16.4	11.2	17.0	8.1	16.1	12.7	24.4
24.1	17.6	15.7	17.3	.	17.0	17.8	13.3	11.2	18.0	8.7	16.8	12.4	18.0
.	.	15.9	.	15.5	(15.0)	13.1	.	.	12.0	20.9	11.7	10.1	17.4
2.4	18.0	.	16.4	15.1	13.0	19.1	16.2	.	.	.	.	.	.
20.5	17.6	0.6	16.2	18.0	17.9	.	18.7	13.3		24.6	(40)	(50)	21.0
22.7	17.7	15.9	17.8	15.5	16.0	15.1	12.0	16.2		28.2	14.5	35.1	21.4
17.5	.	14.1	.	.	16.0	18.9	17.9	14.9		27.2	13.9	38.5	17.0
.	17.5	14.7	16.2	10.5	15.8	17.0	.	.		.	27.4	.	.
30.3	16.7	17.9	21.2	14.7	.	16.8	13.5	16.1		7.5	.	15.4	22.4
19.2	15.1	.	17.9	16.8	15.7	(160)	18.0	17.1		16.9	26.1	26.5	20.1
.	14.7	15.8	18.7	16.9	19.1	16.9	16.2			7.7	19.4	.	19.2
20.3	.	15.6	.	.	15.9	16.8	16.3	.		9.1	21.3	29.3	.
26.7	17.5	16.8	18.8	16.0	15.0	14.3	(170)	.		.	.	20.2	20.5
22.9	18.1	17.0	15.4	13.8	.	16.2		(180)		11.1	28.7	22.0	16.8
.	18.0	.	15.4	14.5	17.1	.	16.0			7.2	19.5	.	18.1
21.3	.	13.9	15.5	16.2	15.6	14.9	16.0	.		12.2	13.7	26.4	.
21.1	17.3	14.8	.	.	16.6	18.9	14.9	15.5		17.1	.	23.0	14.4
20.3	16.9	18.0	14.7	15.8	.	16.7	15.7	18.0		14.7	18.4	.	21.4
.	17.6	21.0	14.2	16.2	17.8	15.6	.	16.0		.	13.8	19.7	16.9
18.1	17.0	.	14.7	16.6	15.8	.	17.7	14.8		12.4	15.4	20.5	16.3
19.4	.	16.3	17.2	18.3	17.8	17.2	19.4	.		7.5	.	21.9	.
24.0	15.6	16.7	.	.	16.5	19.9	16.8	15.8		15.1	18.5	.	18.0
.	14.9	15.7	16.1	10.7	.	12.8	.	14.0		10.2	17.4	21.2	21.2
20.7	17.6	.	17.4	17.1	14.1	.	19.0	15.1		12.1	24.1	18.9	16.0
21.4	(120)	17.1	15.2	19.2	14.1	17.8	15.5	15.3		.	.	20.4	.
(110)	14.1	16.9	17.0	.	15.5	15.2	17.9	.		18.5	24.2	.	16.7
19.9	16.0	15.7	16.1	18.0	.	14.8	13.7	16.6	16.1	18.8	22.3	20.0	21.9
19.0	15.6	.	15.8	17.2	15.0	.	18.3	16.5		21.6	17.2	21.6	17.5
16.5	16.2	11.7	.	20.1	16.6	18.9	17.0	18.7		.	16.1	21.8	.
.	.	18.1	18.8	12.1	16.4	14.3	20.0	.		27.8	.	.	14.5
18.8	15.4	19.8	20.0	.	18.0	10.0	.	14.4		16.1	30.7	26.0	23.6
18.4	14.3	17.9	19.5	18.7	.	.	20.2	15.6		17.3	15.1	23.2	16.4
17.9	16.7	(130)	.	16.1	16.4	15.4	16.2	14.4		.	24.5	19.9	16.5
15.9	16.0	20.1	14.0	15.5	14.3	14.2	14.3			16.6	.	.	.
.	.	17.1	17.8	.	13.8	17.0	.	.		27.2	27.1	21.2	21.1
16.9	14.5	14.4	18.0	13.9	14.2	.	2.2	15.4		25.5	27.1	23.3	16.1
										.	.	.	21.2

(次頁へ續く)

第II表 (續き)

No. 52 E-W Comp.								No. 52 N-S Comp.					
.	15.9	18.8	16.1	14.4	13.8	15.8	.	18.0	(30)	.	24.7	25.5	17.5
13.6	17.8	19.9	15.6	.	14.3	16.7	14.0	14.1	.	10.1	.	24.3	18.1
21.1	19.4	.	19.9	13.9	17.2	18.1	15.9	18.5	10.1	9.7	7.2	.	.
16.1	17.1	29.2	.	18.2	.	.	14.3	.	12.7	7.4	15.9	19.9	17.8
(70)	.	16.5	21.5	17.2	16.6	14.5	.	15.1	12.1	8.2	14.1	33.8	16.7
18.7	16.1	20.7	12.6	.	17.8	14.3	17.5	15.3	.	13.4	.	26.5	.
17.9	10.6	14.9	(100)	11.0	16.3	19.4	13.1	16.8	9.4	.	15.8	19.3	20.1
15.6	23.8	14.9	.	13.4	.	.	13.5	.	9.4	14.6	18.0	17.6	19.3
16.5	(80)	12.1	19.0	21.1	19.2	16.7	.	16.3	8.0	12.0	17.3	.	14.3
.	.	(90)	19.3	13.7	18.6	17.0	15.7	13.4	6.8	9.0	.	23.1	.
13.3	12.2	.	14.6	(110)	17.4	15.5	17.3	14.9	8.8	15.0	11.4	39.5	16.4
19.6	18.6	16.6	.	.	.	.	15.7	17.3	9.3	15.8	7.9	.	18.7
20.9	17.6	22.0	18.9	12.1	17.6	14.8	15.8	.	14.1	.	12.8	25.5	19.4
.	.	11.7	23.3	19.1	13.2	16.9	.	13.9	.	12.9	12.2	18.8	18.7
16.4	19.0	14.9	.	14.1	16.5	.	18.1	16.6	7.6	10.7	14.7	23.1	.
19.6	16.2	.	18.9	14.4	(120)	13.9	15.9	17.7	14.4	9.6	.	.	18.9
14.5	11.8	20.7	17.3	.	.	13.7	14.2	.	13.3	11.8	11.8	18.2	19.6
17.0	17.6	26.6	16.6	18.3	18.2	17.6	.	14.0	10.4	7.3	9.8	36.8	14.1
.	.	18.5	16.1	16.4	17.2	19.3	14.5	14.8	13.4	(40)	10.2	(60)	(70)
16.5	16.4	.	.	14.6	16.3	(130)	18.1	17.3	.	8.6	.	.	.
21.0	17.3	14.4	15.7	16.7	17.6	.	15.8	17.9	9.0	14.4	.	31.9	10.8
16.4	14.1	17.0	14.4	.	.	14.1	16.4	.	12.8	17.3	18.0	17.6	17.7
.	.	25.0	15.7	15.3	18.2	15.4	(140)	20.7	11.5	28.1	21.0	.	18.2
18.9	20.7	.	.	14.1	15.1	16.0	.	32.9	10.9	.	(50)	32.4	.
15.6	14.1	12.8	16.5	15.3	14.4	.	17.5	.	13.9	13.3	.	24.4	18.2
19.7	15.9	19.3	14.8	17.7	16.8	15.0	14.5	.	.	8.8	7.9	23.4	15.9
19.9	17.1	27.0	12.8	.	.	15.7	17.8	.	22.9	14.8	11.5	.	20.1
.	.	.	18.2	15.4	17.1	15.9	7.1	.	19.2	9.9	18.8	14.1	18.2
16.0	10.5	28.0	.	20.2	15.6	19.3	.	.	13.7	25.8	.	20.1	.
14.6	20.0	20.1	16.8	18.3	14.7	.	15.2	.	.	.	10.8	19.7	16.9
15.5	15.7	.	15.2	.	.	17.9	16.0	.	9.0	13.0	10.4	17.6	18.0
.	16.2	23.5	15.0	18.6	14.6	20.2	.	.	9.3	18.6	22.2	.	18.0
14.8	.	24.0	14.8	14.5	18.8	16.4	17.9	.	16.3	7.7	26.9	16.7	36.9
16.4	19.8	16.0	.	18.2	15.1	17.6	15.2	.	9.1	12.6	.	25.6	.
19.3	30.3	18.2	18.8	.	18.6	17.2	13.6	.	8.8	.	26.3	21.6	18.2
17.5	.	.	14.7	16.9	.	16.7	15.5	.	10.8	9.6	25.0	.	20.8
.	31.7	18.4	17.8	13.9	17.7	15.3	.	.	.	14.4	.	20.8	18.6
18.8	18.5	22.2	20.1	13.6	15.2	.	21.9	.	6.8	11.6	24.0	19.0	.
15.6	14.5	14.4	.	17.8	15.0	17.5	17.4	.	15.8	.	24.3	20.0	15.9
14.8	.	.	18.3	.	.	15.7	22.2	.	7.9	11.6	22.1	.	12.6
.	31.2	19.2	14.0	15.5	14.5	16.4	.	.	10.0	17.6	.	18.7	21.2

(次頁へ續く)

第I表 (續 ぎ)

No. 52 N-S Comp.							No. 53						
17.0	16.1	.	15.9	17.8	15.5	17.0	(30)	.	.	11.3	12.5	29.3	21.9
.	16.7	25.4	.	.	15.7	14.3		7.6	19.1	10.1	8.9	.	16.9
17.9	.	22.6	19.4	20.6	15.8	15.3	16.0	10.4	12.2	(50)	9.3	27.3	16.9
16.7	19.4	.	15.5	16.4	.	.	10.8	10.8	10.8		10.9	22.0	.
18.3	19.6	20.9	13.5	13.3	8.8	.	12.2	13.4	18.6	5.9	.	.	16.2
.	13.9	20.5	.	.	21.8	15.2	11.4	10.4	.	8.4	11.7	22.4	20.2
19.2	.	24.4	23.7	16.8	14.9	16.7	11.4	7.7	20.2	10.8	20.0	26.7	21.4
13.6	32.0	.	19.9	19.7	17.5	16.4	7.6	.	21.1	12.1	.	25.3	.
15.6	19.8	18.2	17.2	18.6	.	.	7.1	8.3	13.2	7.7	6.8	.	18.5
16.1	26.3	18.2	.	18.3	21.8	17.9	.	7.3	.	17.2	7.3	27.5	18.5
.	.	24.1	12.1	.	16.9	19.4	12.5	10.3	12.3	.	8.7	13.0	.
17.0	23.1	.	16.2	19.1	17.7	14.3	13.0	10.1	8.0	13.2	9.4	17.7	21.3
12.6	28.1	19.7	16.0	11.8	.	16.3	11.2	11.3	.	12.0	.	.	13.9
15.0	.	16.4	.	12.8	13.5	.	10.8	17.6	13.3	13.7	29.8	25.0	(80)
15.3	24.2	18.3	16.7	12.5	15.8	16.7	5.3	.	9.4	11.1	11.7	26.6	
.	22.9	.	17.2	.	15.4	15.2	10.8	0.8	10.4	17.6	15.5	(70)	16.5
17.6	.	21.4	14.8	17.7	15.0	17.4	.	12.0	7.4	.	17.8		14.3
16.5	25.1	17.6	16.6	19.7	.	2.4	9.1	8.3	11.1	10.9	(60)	27.8	17.7
20.1	25.3	24.3	.	17.0	18.1	.	7.3	7.3	11.7	10.5		21.1	19.8
.	25.0	.	15.1	.	17.1	.	7.4	12.5	.	8.8	16.5	20.0	.
17.0	.	4.4	15.3	17.5	14.1	.	9.4	12.3	9.8	11.3	10.7	.	18.8
19.4	15.9	15.6	17.3	16.3	14.6	.	7.8	16.9	10.3	10.0	9.5	18.5	18.6
11.7	16.3	14.1	20.2	15.4	.	.	6.1	.	11.2	13.1	10.2	20.6	19.1
13.0	16.4	20.1	.	10.8	11.3	.	12.0	11.1	8.4	.	.	21.6	.
(80)	(90)	(100)	10.4	.	.	.	.	9.6	14.3	6.0	25.2	.	.
17.4	10.4	19.3	16.9	14.6	17.8	.	8.6	8.7	.	14.8	11.2	20.8	18.3
18.1	21.7	18.9	(110)	16.0	.	.	8.3	10.2	8.5	12.4	17.4	16.1	16.3
19.6	19.3	21.6		17.4	17.1	.	9.6	10.0	6.3	.	.	15.8	17.7
.	15.7	.	15.3	.	16.7	.	5.7	8.4	13.9	11.8	26.7	.	.
17.8	.	17.2	13.9	13.8	.	.	7.5	(40)	7.4	13.4	18.1	19.6	16.1
16.9	12.0	18.8	18.6	17.3	17.8	.	7.8	9.1	11.6	12.6	.	19.5	17.9
16.5	19.5	17.0	16.8	15.1	17.8	.	.	12.5	10.0	.	11.5	.	.
9.7	19.8	18.1	.	13.9	17.8	.	22.7	13.7	7.4	11.1	20.4	19.7	16.1
.	.	.	15.7	(120)	17.3	.	11.8	13.2	5.0	8.5	16.5	20.4	18.5
18.4	22.8	18.4	16.5	(130)	.	.	18.3	10.5	4.4	9.6	29.0	17.0	13.7
20.2	25.7	21.1	16.2	17.0	.	.	19.1	.	8.1	10.0	.	.	22.0
10.7	12.4	21.2	12.9	14.3	18.2	.	.	11.6	8.8	7.7	15.8	20.6	.
.	.	.	.	15.2	17.3	.	13.2	11.3	.	10.9	15.6	19.5	15.6
12.5	14.7	16.5	14.4	16.6	18.5	.	11.5	11.1	8.2	14.3	30.1	12.5	21.0
19.7	25.6	8.9	17.7	.	.	.	12.0	12.1	10.7	.	.	17.6	14.1
13.5	21.5	16.6	11.2	12.6	17.6	.	11.9	10.5	11.9	10.8	15.6	.	19.5

(次頁へ續く)

第II表 (續 ぎ)

No. 53

•	15.6	•	•	15.3	18.1
12.7	19.8	17.0	20.7	20.1	17.6
18.5	14.3	12.5	17.4	•	•
18.2	•	16.4	17.3	13.1	(155)
•	6.0	16.8	•	13.7	•
17.8	9.3	•	16.6	20.6	14.0
19.4	14.3	13.9	14.5	•	•
14.1	20.2	15.1	•	•	12.8
18.7	•	16.8	16.3	16.7	13.9
•	16.3	16.0	17.9	13.3	15.4
17.3	17.7	•	17.9	16.0	16.8
18.1	20.2	15.1	19.0	(130)	•
16.9	•	17.6	•	•	15.6
•	16.1	17.8	17.4	14.9	16.1
16.3	11.1	•	17.6	15.1	14.4
17.5	19.8	16.9	16.5	16.3	15.5
15.9	25.4	16.7	•	20.4	•
19.8	•	14.9	13.4	•	14.5
(90)	21.0	16.3	16.1	14.7	16.2
•	30.6	•	15.6	16.0	14.1
14.1	(100)	13.0	16.6	16.0	17.1
25.1	•	12.8	•	16.5	•
21.7	11.7	18.3	(120)	•	14.8
•	17.2	(110)	17.9	15.7	15.2
16.2	25.0	•	15.4	12.5	20.8
17.1	•	16.2	16.0	17.2	•
15.8	21.7	14.3	•	13.6	•
•	21.5	21.2	16.5	•	•
17.5	27.0	•	15.9	11.4	•
17.5	•	•	•	14.2	•
16.5	22.5	14.7	•	15.0	•
•	20.7	16.5	•	16.1	•
24.0	14.7	14.8	19.3	•	•
12.3	•	•	17.5	13.0	•
15.4	16.1	15.5	16.8	14.5	•
18.5	17.8	16.7	•	19.6	•
•	16.2	14.7	13.6	•	•
16.0	•	•	16.4	14.1	•
13.5	16.1	14.5	16.3	13.9	•
15.1	15.2	18.2	•	16.8	•
16.4	16.1	15.5	16.6	•	•
•	17.0	19.6	14.8	15.2	•

第 IV 表

Mean period of every one minutes.

Figures in brackets represent the number of minutes that have elapsed since the beginning of the *P* wave.

No. 42	No. 43	No. 44	No. 45		No. 46		No. 47		No. 48				
(9)	10.5	(41)	19.2	(47)	(40)	19.1	18.9	(46)	18.1	(48)	15.7	(76)	(30)
	12.1		17.4			17.7	19.9		17.0		16.1		
25.3	12.2	19.2	17.8	22.6	16.3	18.8	19.7	33.7	15.5	30.0	19.7	22.9	14.7
12.7	12.7	14.1	15.6	20.0	26.6	18.8	18.9	29.4	18.1	28.2	16.5	25.6	8.3
14.4	9.7	17.9	—	20.9	22.4	18.6	19.5	23.5	18.0	(50)	19.9	18.5	17.3
12.8	9.8	19.0	—	23.6	24.2	19.0	17.9	26.2	18.2		20.2	22.2	15.1
14.4	11.0	16.4	19.1	23.4	27.8	21.5	18.0	(50)	17.7	22.8	17.6	25.8	18.4
12.9	(50)	21.4	—	19.3	37.2	17.6	18.7	(50)	17.5	27.3	19.7	14.3	19.6
17.5	(50)	12.3	16.7	20.9	31.9	18.2	20.8	19.7	18.2	23.5	25.7	18.3	24.1
12.0	10.0	13.3	18.6	20.7	33.1	19.3		18.4	18.0	21.7	22.7	23.7	17.8
9.6	12.9	24.9	16.4	(50)	26.5	20.4		21.4	17.8	17.9	16.7	23.7	22.2
19.5	11.4	(50)	14.3	(50)	27.1	17.7		20.0	15.6	18.0	24.3	24.8	19.7
14.7	9.8	(50)		23.8	(50)	18.1		17.9	19.1	15.8	30.9	27.0	21.7
12.1	10.7	25.4		25.3	(50)	—		19.1	25.2	22.4	24.5	25.4	11.9
10.8	10.1	16.4		19.5	28.1	20.9		20.3	16.2	24.8	21.2	22.6	7.7
9.4	9.7	20.2		21.3	25.0	17.7		19.1	19.4	20.0	19.9	19.1	15.2
10.5	9.3	15.5		27.5	23.3	20.8		17.3	18.4	18.5		17.5	18.0
10.3	10.8	17.8		25.9	20.2	19.7		19.3	28.4	15.6		19.2	13.0
12.3	9.2	19.1		24.0	23.7	22.7		17.7	22.9	17.6		17.2	15.8
14.3	9.2	18.0		16.2	21.5	24.1		17.6		17.6		21.2	20.0
14.5	9.7	15.4		17.7	21.0	21.5		18.2		18.5		17.2	16.5
16.3	11.3	16.5		17.4	21.2	18.7		18.2		19.7		19.1	19.1
11.0	11.3	16.9		18.8	21.4	21.2		17.6		16.3		19.9	(50)
13.3	9.0	17.8		17.5	25.1	(95)		16.5		18.2		19.1	(50)
14.6	9.0	17.0		16.0	25.4	(95)		18.6		16.2		19.0	20.3
12.2	8.7	16.3		17.8	26.1	21.9		16.3		17.2		17.7	17.8
13.7	9.7	18.0		17.6	24.0	(110)		17.9		19.9		(100)	21.5
12.0	9.6	17.0		17.5	16.2	(110)		18.5		19.3		(100)	21.9
14.8		16.3		18.3	19.1	28.6		19.1		19.6		18.5	22.5
12.0		18.8			15.1	24.4		18.0		17.9		18.9	20.0
12.8		17.3			19.6	27.2		17.4		18.7		18.6	24.8
15.3		17.1			20.0	24.9		17.5		19.1		16.4	18.2
15.3		18.7			20.4	21.6		16.8		18.8		17.3	19.3
13.8		17.8			19.2	21.2		16.8		19.4		16.5	17.4
10.3		19.6			19.2	25.9		18.7		19.6		18.7	17.3
12.7		18.1			18.6	19.5		16.7		20.3		19.2	16.8

(次頁へ續く)

第IV表 (續き)

No. 49			No. 50			No. 51 E-W Comp.			No. 51 N-S Comp.				
18.4	16.1	—	(30)	22.7	21.3	(30)	17.3	20.8	(30)	17.8	20.9	(150)	(30)
16.0	18.3	18.9	(30)	20.4	20.0	(30)	17.5	19.0	(30)	17.3	21.1	(150)	(30)
17.5	19.4	—	16.2	16.4	17.8	22.9	16.4	19.8	8.7	18.8	21.4	16.1	12.5
17.2	21.0	17.4	11.1	—	19.6	29.0	16.1	20.0	12.2	16.9	17.6	16.6	27.1
18.0	17.9	—	—	20.9	17.2	12.9	17.3	19.8	14.8	17.9	17.8	16.5	11.7
17.6	21.6	—	13.9	18.1	22.5	21.0	15.6	23.5	11.8	17.9	16.6	16.5	13.3
19.0	15.9	(150)	12.2	16.6	24.7	17.3	16.3	18.3	17.1	18.0	18.4	14.5	12.0
17.1	17.2	(150)	15.6	17.9	23.6	24.5	16.6	16.3	18.0	16.3	17.7	16.6	19.9
16.7	16.4	16.3	—	17.1	22.1	21.1	16.4	15.4	17.5	17.9	16.1	15.1	21.8
17.3	17.5		14.8	21.8	22.1	19.4	17.5	18.5	12.2	16.2	17.9	17.4	24.1
17.1	19.6		14.4	27.4	19.6	23.4	16.5	16.7	15.8	18.2	17.2	17.2	16.8
17.1	13.4		15.9	20.1	—	29.0	16.5	17.8	14.0	17.2	16.1	17.1	15.4
17.8	18.9		16.5	19.3	18.2	27.2	16.2	17.7	19.5	19.9	15.6	15.7	20.3
16.4	18.6		19.3	18.9	17.7	17.6	16.9	16.6	18.1	17.2	15.7	16.9	22.7
16.0	26.4		18.5	18.1	17.8	21.4	16.7	15.4	17.2	15.8	17.2	17.1	22.5
16.4	22.5		16.7	16.3	16.3	16.5	16.0	15.6	28.6	17.5	15.4	16.3	20.4
16.9	24.2		17.2	17.6	(124)	27.6	17.7	16.7	17.6	16.4	15.6	15.3	20.4
16.7	27.8		—	20.8	(124)	29.0	16.4	16.2	24.9	16.6	16.3	15.6	20.7
15.3	27.2		15.2	—	15.9	28.0	17.7	15.9	26.6	19.5	17.4	16.5	25.2
17.9	20.6		15.0	17.7	(150)	22.1	15.4	18.1	23.1	17.6	16.3	15.5	27.1
16.7	21.0		21.2	20.4	(150)	22.8	17.9	16.0	21.1	18.3	16.4	17.2	20.3
15.8	31.2		22.8	17.7	16.8	21.0	18.5	16.0	19.5	17.8	17.4	16.3	13.5
16.3	38.7		(50)	16.4	16.1	(50)	17.2	16.9	(50)	16.6	15.9	15.7	(50)
17.8	22.3		(50)	19.5	16.1	(50)	18.3	16.3	(50)	20.1	15.7	18.0	(50)
17.4	21.0		20.9	26.0		20.3	17.6	16.5	19.3	21.0	16.8	17.3	18.2
21.4	24.2		22.5	17.4		19.3	24.8	17.0	25.2	16.7	18.7	18.5	22.4
17.5	24.5		20.5	18.4		17.4	15.7	(128)	18.9	18.2	16.4	17.2	24.5
18.2	35.7		18.6	27.7		21.2	17.5	(128)	20.5	17.0	15.3		24.8
17.0	27.8		18.0	21.4		18.1	23.0	15.8	20.7	22.4	16.0		20.7
17.6	18.8		17.9	26.9		19.6	19.9	16.2	17.8	20.0	16.3		20.2
16.3	17.7		14.9	30.3		18.8	25.0	16.6	20.8	23.3	19.4		21.2
19.3	18.4		19.5	25.2		18.0	23.6	—	17.9	23.4	18.7		23.3
15.2	22.7		23.8	(100)		17.4	(100)	16.0	18.7	(100)	15.4		22.3
17.9	19.6		21.1	(100)		17.4	(100)		18.5	(100)	16.1		20.9
16.3	25.1		18.1	30.1		17.8	24.0		19.2	19.5	15.2		20.4
16.2	19.9		18.0	19.1		18.1	21.6		17.2	25.4	15.2		20.0
16.3	24.8		21.2	27.8		15.4	25.6		20.7	18.3	16.8		20.7
16.8	17.0		24.5	22.2		17.7	21.4		17.9	24.0	16.3		18.6
(100)	16.5		21.4	22.3		17.9	21.4		18.1	19.8	17.4		17.6
(100)	16.9		22.8	20.6		18.4	25.7		17.1	26.0	16.4		18.7
19.2	17.4		17.1	23.6		18.0	21.9		17.9	24.0	15.2		17.9
19.0	20.3		16.9	22.3		17.6	20.8		21.2	20.9	17.5		18.4

(次頁へ續く)

第IV表 (續 ぎ)

No. 52 E-W Comp.		No. 52 N-S Comp.		No. 53			
19.8	16.4	(30)	18.4	17.2	(30)	21.3	16.4
17.5	15.7		17.9	15.9		25.9	15.1
17.3	15.4	11.7	17.6	16.5	12.1	23.5	17.8
18.6	16.6	10.0	18.1	15.6	11.3	20.3	—
17.2	15.7	12.3	17.9	15.6	8.8	17.9	15.3
18.2	18.2	11.9	19.3	17.4	8.1	19.5	15.7
18.7	17.3	19.4	17.3	18.4	18.9	19.2	17.2
15.4	15.8	11.2	17.6	14.7	12.2	18.1	18.6
17.1	15.3	10.6	16.4	18.2	10.5	18.9	15.6
16.6	16.0	10.5	15.1	15.4	11.8	19.5	17.9
17.6	18.4	13.7	17.6	15.1	12.9	18.4	17.1
18.5	15.9	10.8	15.9	15.2	9.8	18.4	15.5
16.6	17.4	21.7	18.4	15.8	12.0	17.3	16.5
16.6	16.2	10.1	15.9	15.0	11.5	18.8	16.2
16.0	15.9	14.1	17.4	17.2	14.9	17.7	—
17.3	17.0	12.4	16.1	19.0	18.9	17.4	—
19.1	15.8	19.4	18.0	15.9	11.0	18.7	17.9
26.2	16.4	14.3	27.0	15.4	10.7	18.0	15.6
22.7	16.4	17.1	25.8	16.5	10.0	16.8	17.0
24.7	16.4	12.2	23.6	16.9	10.1	17.7	16.5
24.6	15.9	10.2	25.1	17.7	8.6	17.4	—
16.2	16.0	19.6	16.2	18.0	10.7	17.5	15.5
17.1	15.2	(50)	17.9	18.0	(50)	21.4	17.0
22.4	16.6		17.9	16.2		16.3	15.8
19.9	18.3	14.7	21.9	—	11.6	17.1	15.0
21.4	16.7	20.5	21.6	16.1	13.9	18.7	14.3
24.7	16.5	25.7	24.1	17.2	10.5	15.4	16.2
21.0	14.8	23.5	20.7	15.8	12.3	16.9	15.1
21.0	15.7	24.9	20.7		11.8	16.0	16.9
17.8	16.3	28.6	18.2		12.4	18.2	(187)
17.9	16.2	21.8	21.4		10.7	19.6	—
18.4	16.3	33.5	16.0		17.0	26.7	—
(100)	15.5	22.8	(100)		8.2	(100)	(156)
	15.6	30.6			21.8		
17.9	15.7	25.6	20.0		11.9	19.6	14.7
21.0	20.7	27.4	17.8		19.8	23.7	15.4
17.3	17.1	18.2	20.3		21.3	19.9	15.6
15.3	16.1	21.9	15.2		21.5	16.7	17.4
16.0	15.6	19.9	16.5		22.8	16.2	
15.8	16.2	18.1	20.6		24.5	15.8	
18.1	16.2	16.9	16.0		24.9	15.5	
15.8	28.1	18.3	16.4		25.0	16.2	

4. *On the Coda Waves of Earthquake Motions.* (Part 3)

By Syun'itirō OMOTE,
Earthquake Research Institute

Chapter 4. The coda periods of extremely distant earthquakes.

1). In this Chapter, investigations have been made of the coda oscillations of extremely distant earthquakes recorded in Tokyo. Since these earthquake records were obtained by a horizontal pendulum type seismograph, with long oscillation period of about sixty seconds, they can be regarded as representing nearly exactly the true earth movements during earthquakes.

The epicentral distances of the earthquakes studied in this Chapter exceeded 10,000 km, their epicenters being distributed along the western margins of the North and South American continents.

2). The frequency distributions of various periods of coda waves of four selected distant earthquakes are shown in Figs. 2—5, while the successive one minute means of the periods of thirteen earthquakes in Figs. 6—17. The predominant periods of the coda oscillations of the respective earthquakes determined by these diagrams are given in Table IV. The predominant period in the case of the Mexico earthquake of Dec. 23, 1937 which is the nearest earthquake studied in this Chapter, with an epicentral distance of 11,600 km, has been found to be 17.5 ± 0.13 seconds, while that of the South Georgia earthquake of Jan. 24, 1938, the most distant one, with an epicentral distance of 18,000 km, has been found to be 18.1 ± 0.16 seconds.

It is likely that the greater the epicentral distances, the longer are the predominant periods, and the smaller the distances, the shorter the periods; a conclusion which agrees with that arrived at for the nearer earthquakes described in Chapters 1 to 3. The relation between the predominant periods and the epicentral distances is shown by a curve in Fig. 18. This curve indicates that, as the epicentral distance increases, the predominant period also increases but not with the same rate. The rate of increase of the predominant period according to the epicentral distance becomes smaller and smaller and, if the epicentral distance exceeds 13,000 km, the predominant period no longer increases but remains almost constant.

3). In the case of the earthquakes studied in the preceding Chapters, of which the epicentral distances were less than 10,000 km, it was found that after the large surface waves, which have been propagated along the minor arc of the earth's surface died away, the earthquake motions usually become almost constant in period and remained so during the subsequent 30 or 50 minutes. These regular waves, however, are followed again by large waves with longer periods, which are presumably the surface waves propagated along the major arc of the earth's surface. But after these large surface waves passed over, no wave due to the earthquake motion is seen on the seismogram any longer.

But, if an earthquake of great magnitude is observed at a great distance of more than 10,000 km from the epicentre, as in our present case, the earth's oscillation is found to differ somewhat from these observed

in a smaller earthquake. On the seismogram of such a great earthquake, the oscillation is found to continue for two hours or more, and even after the large surface waves that have been propagated along the major arc of the earth's surface have passed over, the waves with pretty uniform periods and small amplitudes are seen to continue for more than 30 or 40 minutes. This part of coda oscillations, which follows the surface waves along the major arc of the earth's surface was named in this paper the second part of the coda oscillation. In contrast to this the coda oscillation that follows the surface waves along the minor arc of the earth's surface was named the first part of the coda oscillation. The coda waves studied in the preceding Chapters therefore exclusively concerned with this first part.

4). Detailed studies on the second part of coda waves of four selected earthquakes have revealed that the predominant periods of this part of oscillations are about 16 seconds in all of them, in spite of the difference in their epicentral distances.

The important conclusion derived from this fact is that quite likely this constant predominant period of this part of coda waves is the free oscillation period of the surface layer of the earth's crust on which the observation station is situated. In other words, the coda oscillations of a great earthquake are composed, in their extremely later portions of the free oscillations of the surface layer. If we assume that the mode of oscillations of the surface layer to be like what was proposed by E. Wiechet, the period T of its free oscillation is given by $T=4H/V$, where H is the thickness of the surface layer concerned, and V the velocity of the transversal wave within it. If the velocity of the transversal wave is taken as $V=1.14$ km/s, the superficial layer becomes about 4.5 km in its thickness.