

P波及びS波に就て

國富信一

ウキーヘルト其他の人々の研究の結果に従へば地震に際して傳播する彈性波動の速度は、地球内部に進むに従つて地殻の彈性が増加する結果として次第に大となるが或る深さに相當して其れが全く不連續的な増加を示す場所がある。例へば今縦波及横波の速度が地球内部に進むに従つて如何に變化するかを表で示して見ると次の如くなる。

第一表

深さ (籽)	名稱	縦波の速度 (秒/籽)	横波の速度 (籽/秒)
○	地 表	五・六	三・五
六〇籽以内		五・九	三・八
六〇籽以下	第 一 層	八・〇	四・三
一二〇〇籽		一二・五	六・八
一七〇〇籽	第 二 層	一二・八	七・三
二四五〇籽		一三・三	七・五

三九〇〇 秆以内 二九〇〇 秆以上 六三七〇 秆	地球心核 地球ノ中心	三三・ 八・五 一一・	七・三 五・(?) 六・(?)
--------------------------------	---------------	-------------------	-----------------------

此の表で見ると判る如く深さ六十秆附近及二千九百秆附近には縦波及横波の速度が著しく變る層が存在する。前者は六十秆の不連續層の境界を示し、後者は地球心核へ入る時の境界を爲して居る。而して後者は主に遠地震の研究にのみ重要なものである故此處には其れに觸れず只六十秆の不連續層の存在が近地々震に際しての地震波動の傳播に如何なる影響を與ふるかを論じて見やうと思ふ。

但し前者はグーテンベルヒが諸家の觀測値を總合したものであるがエス、モホロビチツクが求めた値は之れより少しく小で次の如き値を有する。

表 二 第

深 さ	縦波の傳播速度 (秆/秒)
〇 秆	五・五四
三・七 秆	五・五六
一一・三 秆	五・五七
二二・七 秆	五・五九
四一・二 秆	五・六七
六〇 秆	五・七四
六〇 秆以上	五・九〇

兎に角、地下六十籽にて弾性が急激に増加する層が存在する事は確實である。従つて其の方面へ入射した弾性波は丁度光波が異なる屈折率を有する媒體中へ侵入した場合の如くに、此の不連續面の表面にて一部は反射し一部は屈折して第二層中へ侵入する譯である。然も此の際に起る屈折には光の場合の屈折の法則と同じ法則が適用され得るから、入射角を i 、屈折角を r 、第一層及第二層中に於ける弾性縦波の速度を夫々 v_1 及 v_2 とすれば

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = n_{12}$$

第一層から第二層へ移る時の屈折率である。此の値を第一表及第二表から算出すれば夫々〇・七四と〇・七三となり、殆ど一致した値を與へる。然も此の値は一よりも小であるから弾性縦波は弾性的に密なる媒體より疎なる媒體中へ進む事となり入射角よりも屈折角の方が大となる事は論を俟たない。

又地表から六十籽の不連續面迄の間の層中에서도既に僅少ではあるが速度の變化が存在する故、弾性波が此の層中を傳播する際にも引續き僅少な屈折を續けてゆく結果として、其の徑路は地表面に向ひ凹形を爲す譯であるが其の曲率は極めて小であるので之れを直線徑路と見做して差支が無い。其れ故深さ六十籽迄の第一層内だけ及び其れ以下の第二層内だけでは縦波、横波共に直進すると假定して差支ないの斯う云ふ假定の下に議論を進める。

所で六十籽の不連續面へ弾性波が入射する時弾性的に密なる媒體より疎なる媒體へ進むのであるから

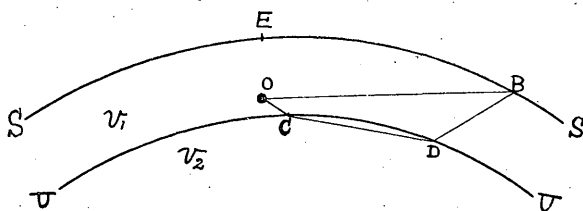
入射角が屈折率から定まる臨界角以上ならば此の不連続面で全反射が起つて、第二層中へ侵入する事が無い。斯くの如き臨界角を前記の屈折率の値から求めて見ると約四十七度となる。依つて四十七度より小なる入射角で不連続面へ入射する波が始めて第二層中へ侵入する事となるのである。之れより以後論ずる事は凡て縦波、横波兩者に適應し得るもの故茲には單に縦波に就てのみ述べる。

斯して第二層中へ侵入した縦波は不連続面が地表面と同じな圓である以上或る點にて再び此の面に入射せねばならない。而して再び前と同様な屈折の法則に従つて第一層中に出て地表上に現はれるのである。従て地表上、或る震央距離の範圍内にては斯くの如き波と共に震源より直接第一層中を傳播し來る波をも感ずる譯である。そして一般に此の兩者は徑路の長さ、及速度を異にする故到着の時刻にも多少の差を生ず可き筈である。

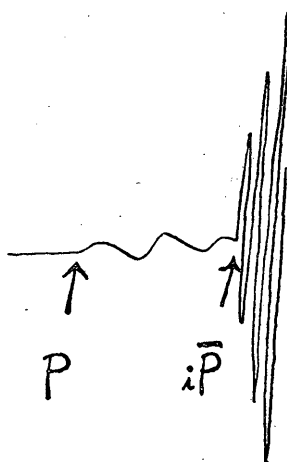
今第一圓に於てSSは地表面、UUは深さ六十呎にある不連続面、Oを震源とすれば地表上に存在する觀測所BにてはOBなる徑路を経る縦波とOCD₁Bなる一度第二層中を通過せる縦波とを感ずる譯である。

今OBなる波がOよりB迄傳播するに要する時間を t_1 とし、OCD₁Bなる徑路を経る波がB迄進むに要する時間を t_2 とする。而してSSとUUとの兩面の間に圍まれた層中に於ける縦波の平均速度を v_1 、UU以下の層中に於ける平均速度を v_2 とし、各層中にては彈性波が直進すると考ふる事を得れば

$$t_1 = \frac{OB}{v_1} \quad t_2 = \frac{OC}{v_1} + \frac{CD}{v_2} + \frac{DB}{v_1}$$



第一圖



第二圖

波が早く観測地點へ到達する場合、(二)はP波とP波とが同時に到達する場合、(三)はP波の方がP波よりも早く到達する場合である。尤も(一)の場合中には不連続面へ縦波が入射する時の入射角が小に過ぎずて全然P波の現はれぬ處即ち震央附近に於ける場合をも含んで居る事は勿論である。又(三)の場合となれ

である。故に v_2 が v_1 より大ならばB點の位置に依つては(一) t_1 が t_2 より小なる場合、(二) t_1 と t_2 とが相等しき場合、(三) t_1 が t_2 より大なる場合、の三様が現はれる譯である。

エイ、モホロビチツクは斯かる場合の有り得べき事を示してOBなる徑路を經る波をP波、OCDなる徑路を經る波をP₀或はP波と命名した。此の名稱を用ひて云へば前述した(一)はP波よりもP

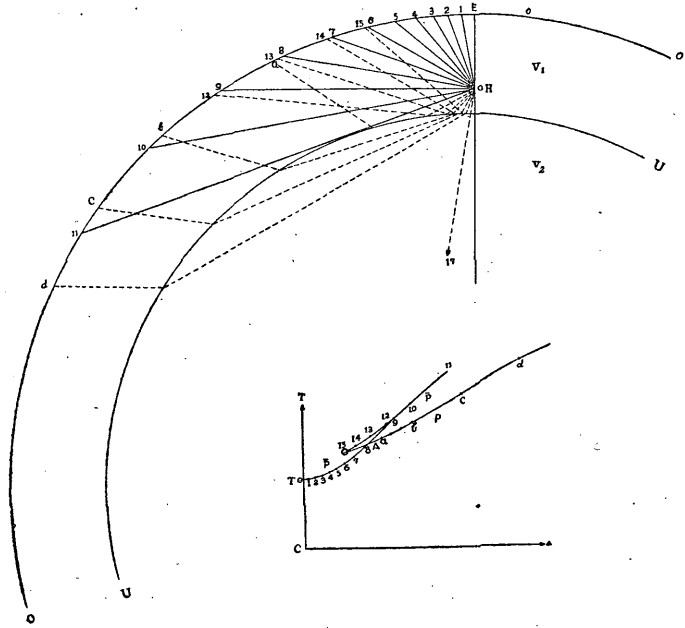
ば先づP波が現はれて後P波が現はれるが此の時のP波はP波に比すれば長い徑路を通る結果として振幅は小となり、週期は大となつて來る。之れが斯かる觀測所に於けるP波とP波を記象紙上から識別する唯一の手掛りとなるのである。

第二圖は(三)の場合の記象を表はしたものでP波に先だつP波は振幅小に週期大なる事を示したものである。

又不連續面へ入射した波は、入射角が四十七度以上ならば第二層中へ侵入せずに全反射をして再び地表へ現はれるが、入射角が四十七度以下であるならば第二層中へ屈折侵入すると同時に一部分は不連續面で反射する波も現はれる。此の屈折波は其れに相當するP波よりも長き徑路を通る上に、勢力も極めて小であるから、記象上にはP波より遅れ小なる振幅、長き週期で現はれる譯であるが結果は勢力大なるPに蔽はれて其れを見出し得ない。此の波は $\rho_2 P$ と記號する。茲にNなる指數は反射の回數を示し、iなる指數は不連續面(Surface inférieure)にて反射した事を示して居る。

第三圖は震源Oより出る彈性波の徑路を畫いたもので其れに相當する走時曲線を第四圖にて示してある。第三圖にてOOは地表面、UUは不連續面、Oを震源、Eを震央とする。而して圖にはOから各十度毎に畫いた彈性波の徑路を示してある。然る時は $IOE, O_1, O_2, \dots, O_{11}$ 迄の直線はP波 ρ_1 即ち震源からUUの面に切する様に進む波が其の最後の波を表はして居る。従つて地表にてiなる點がP

第三圖



扱震源から出る震波が次第に下方に向ひ〇Hを越えるとUとなる不連続面へ入射する事となるが入

第四圖

波を感じる最も遠い地點で無ければならない。今若し第一層では一様な速度で震波が進むものとすれば、P波の走時は各地點に於ける震源距離 O_1, O_2, O_3, \dots 等に比例する譯である。

第四圖には縦軸に走時、横軸に震央距離を採つて此の場合に生ずる種々な徑路を経て現はれる弾性波の走時曲線を書いてある。其の内 T_0 より $1, 2, 3, \dots, 11$ に至る曲線はP波の走時曲線で、此の曲線上の任意の一點にて曲線自身に畫いた切線が横軸となす角の正切が其點に相當する震央距離に於ける震波の見掛けの速度を表はす事となる。故に見掛けの速度は震央にては無限大なる事が判る。而して之れは震源が深さを有する事から當然起る現象である。

射角が全反射の臨界角より大なる間は、 UU 面で全反射をして第二層中へは絶対に侵入せぬが、若し入射角が臨界角より小となれば震波は屈折して第二層中へ進み再び地表へ表はれる如き徑路を取る。之れが P 波で第三圖の oa, ob, oc, od 等に依つて表はされる震源線が其れである。之等 P 波の走時は震央距離小なる地點に現はれるものにあつては其處へ到達する P 波の其れより大であるが、次第に震央距離を増すに従つて速度大なる第二層を通過する距離が増加する結果として走時が小となり、遂には徑路小なる P 波よりも速く地表に表はれる事となる。第四圖の $Aabcd$ は斯くの如き P 波の走時曲線を表はすもので、 A 點にて P 波の走時曲線と相交る故此の點に相當せる震央距離を有する地點にては P 波と P 波とが同時に地表へ到達する。然し其れよりも小なる震央距離を有する地點にては P 波の方が速く、其れよりも大なる震央距離を有する地點にては P 波に先立つて現はれる事となる。

次に走時曲線上 $12, 13, 14, 15$ なる點に相當する走時は震源より出て、 UU 層にて反射した波が地表へ現はれる迄に要する時間である。之れは速度小なる第一層中にて大なる徑路を通過し來る波である故其の走時も最も大で、 P 波、 P 波よりは遅れる譯である。又其の兩極端が P 波及び P 波の兩極端と一致する事も、兩波の限界を考ふれば容易に解決し得らるゝ所であらう。斯くして我々は P 波、 P 波及び P 波の走時曲線を求める事が出来る譯である。

又茲に於て容易に知り得る事は P 波の現はるゝ限界點 12 の震央距離は震源の深さ及不連續面の深さ

に依つて定る事で、震源淺き程大に、不連續面深き程大である。

今迄述べ來つた事の凡て縱波と同様横波に就ても適用し得る事で横波の場合にも走時は縱波より大ではあるが然し同様な走時曲線を求める事を得るものである。又震源より出てたる縱波がU Uな不連續面に到達して、其の面より反射する時横波に變つて再び地表に表はれるものも存在する譯で、之れは通常 $R_1 P_1 S_1$ と記號される。此の波の走時は勿論縱波がU U面にて反射したもの即ち $R_2 P_2$ の走時より大であるが、横波が反射したるもの即ち $R_2 S_2$ の走時より小である。

第三表は震央距離○籽より七百籽迄の各地點に於ける $P_1, P_2, R_1 P_1 S_1, R_2 S_2$ 等の走時を震源が地表に存在する場合に就き、モホロビチツクの算出したものである。

又第四表、第五表、第六表は同様な走時を震源の深さが夫々二十五籽、四十五籽及び五十七籽の場合に就て算出したもので何れの場合にも不連續面の深さは六十籽としてある。そして縱波の地表に於ける速度を五・五四籽として其れから地下へ行くに従ひ、

$$V = V_0 \left(\frac{R}{r} \right)^k$$

なる法則に従つて次第に増加すると考へる。茲にVは地球の中心よりrなる距離に於ける縱波速度、 V_0 は地表即ち半徑Rなる處の縱波速度であつてkは深さに伴ふ速度増加を示す係數である。斯くの如く深さに伴ふ速度増加を考へると勢ひ縱波の徑路も直線的で無く弓狀の曲線を書くとして、kの値を四・〇

五として算出してある。

又横波に就ても全く同様な方法で S_1, R_1, S_2 等が算出される譯であるが、此の時には横波速度 (V_t) と縦波速度 (V_l) の比は $V_l : V_t = 1.7$ として縦波から横波速度を理論的に求めたのである。

之等の表に示す値を其の儘、縦軸へ走時、横軸へ震央距離を取つて記入して P 、 S 等の走時曲線を畫いて置けば多少參考にならうかと思はれる。然し之等はモホロビチツクの求めた値で之れが其の儘我が國の場合に適應し得るや否やは疑問として今後の研究に待たねばならない。

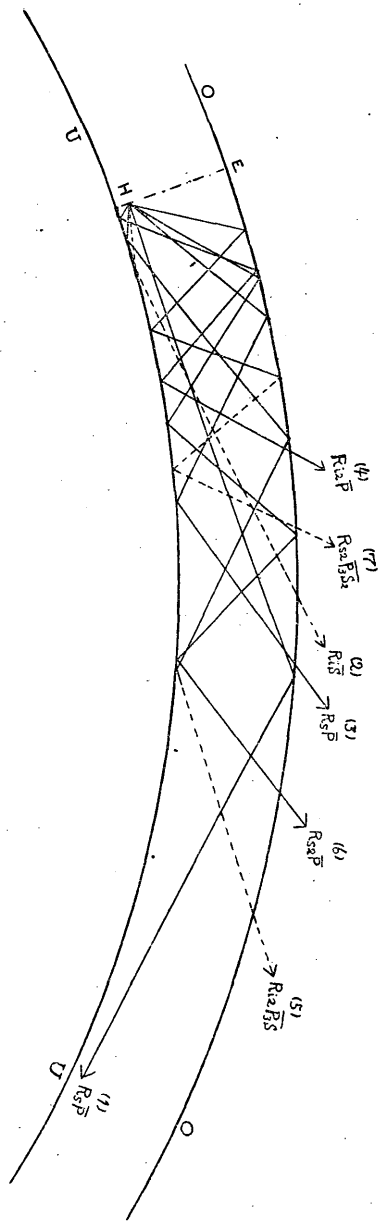
次は震源より出て地表面又は六十料の不連續面にて一回以上の反射をなして再び地表に生ずる波である。之等に就ては夙にグーテンベルヒ其他の人々の研究があり、私も P 波と共に既に大正十三年十二月の氣象集誌上に記載して置いたが茲には其の一つ一つに就て詳細な説明をして見やうと思ふ。

先づ震源から出て地表面にて反射した事を示すためには R_s なる記號を用ふる。そして反射の回數を表はす爲めには之れに反射回數に應じた數字を指數として附記する。故に地表面で一回反射した縦波は R_{s1P} で第五圖(1)にて表はす震波線が其れてある。第五圖は斯くの如き地表面 O と不連續面 U との間に反射をし爲て進む震波の徑路を表したもので H が震源、 E は震央で、實線は縦波、點線は横波なる事を示して居る。

又震波中には始め縦波として來たものが反射の際横波に變ずる場合がある。此の時は縦波として兩面

間を進んだ回数と、横波として両面間を進んだ回数とを附記する。例へば第五圖に於て(7)は震源より先づ地表に向つた波で、地表にて二回の反射をしたもの故 RS_2 であるが縦波として三回此の層中を進ん

第五圖



だ上、三回目の反射に横波に變り更に二回層中を進んで地表に出たもの故之れを $RS_2P_2S_2$ と記號する即ち RS であるか RS_2 であるかは第一回の反射が地表面で起るか又は不連續面で起るかに依つて定るのである。

以上の如き考へからすると不連續面に二回の反射をして地表に表はれる震波には次の如き五種が存在

する譯である。

- 1) $R_{12}P$, 2) $R_{12}P\bar{S}$, 3) $R_{12}P\bar{S}S_2$, 4) $R_{12}P\bar{S}_3$, 5) $R_{12}\bar{S}$

之等五種の波の中 $R_{12}P$ 及び $R_{12}P\bar{S}_3$ は第五圖中夫々(6)及(5)なる震波線にて表はしてある。然し不連續面にて反射した場合は異り、地表面にて反射した場合には層中を五回經過する故次の如き六種の波を得らるゝ譯である。

- 1) $R_{s2}\bar{P}$, 2) $R_{s2}P\bar{S}_4$, 3) $R_{s2}P\bar{S}S_2$, 4) $R_{s2}P\bar{S}S_3$, 5) $R_{s2}P\bar{S}_4$, 6) $R_{s2}\bar{S}$

之等六種の波の中 $R_{s2}P$ 及び $R_{s2}P\bar{S}S_2$ は第五圖中夫々(6)及び(7)なる震波線にて示してある。

兎に角、斯くの如くして進めば數回兩面間にて反射した波が得られる譯であるが反射の度毎に其の勢力の大部分は消耗せられるため一方の面にて二回以上の反射を爲した波は勢力微弱となつて殆んど現はれなくなるのである。モホロビチック氏は前述した P 及 \bar{S} の走時を計算した場合と全く同じ方法に依つて之等反射波の走時を算出して居る故に今茲に其等計算値の中より震源地表にある場合と震源の深さ四十五籽の場合の走時を第七表及第八表に與へる事とする。

扱斯くの如き數種の波が實在すると云ふ考へは全く地下六十籽に存在すると云ふ不連續層に依るものであるから、我國にても之れと同様な波を記象紙上に求め得るならば前述した様なモホロビチックの説を其儘我國の存在せる地殻に適用し得るのである。然し結果に依つては或は我國にては此の説に多少の

第三表 (震源地表にある場合)

震央距離 浬	P_n	\bar{P}	\bar{S}	$R_n\bar{P}$	$R_n\bar{PS}$	$R_n\bar{S}$
		分 秒	分 秒	分 秒	分 秒	分 秒
0		0 00.0	0 00.0	0 20.2	0 27.2	0 34.3
5		0 00.9	0 01.5	0 20.2	0 27.3	0 34.4
10		0 01.8	0 03.1	0 20.3	0 27.4	0 34.5
15		0 02.7	0 04.6	0 20.4	0 27.5	0 34.7
20		0 03.6	0 06.1	0 20.5	0 27.7	0 34.9
25		0 04.5	0 07.7	0 20.7	0 27.9	0 35.1
30		0 05.4	0 09.2	0 20.9	0 28.2	0 35.5
35		0 06.3	0 10.8	0 21.1	0 28.5	0 35.9
40		0 07.2	0 12.3	0 21.4	0 28.6	0 36.4
45		0 08.2	0 13.9	0 21.7	0 29.3	0 36.9
50		0 09.1	0 15.4	0 22.0	0 29.7	0 37.5
60		0 10.9	0 18.4	0 22.8	0 30.8	0 38.8
70		0 12.7	0 21.5	0 23.7	0 32.0	0 40.3
80		0 14.5	0 24.5	0 24.7	0 33.3	0 41.9
90		0 16.3	0 27.6	0 25.8	0 34.7	0 43.7
100		0 18.1	0 30.7	0 26.9	0 36.2	0 45.6
20		0 21.7	0 36.8	0 29.3	0 39.5	0 49.7
40		0 25.3	0 42.9	0 31.9	0 43.0	0 54.2
60		0 28.9	0 49.1	0 34.7	0 46.8	0 59.0
80		0 32.5	0 55.2	0 37.7	0 50.8	1 04.0
200		0 36.1	1 01.3	0 40.7	0 54.9	1 09.2
20		0 39.7	1 07.4	0 43.8	0 59.1	1 14.5
40		0 43.3	1 13.5	0 46.9	1 03.3	1 19.8
60	分 秒	0 46.9	1 19.6	0 50.1	1 07.6	1 25.2
80	0 49.4	0 50.5	1 25.7	0 53.3	1 12.0	1 30.7
300	0 51.9	0 54.0	1 31.8	0 56.6	1 16.4	1 36.3
20	0 54.4	0 57.6	1 37.9	0 59.9	1 20.9	1 42.0
40	0 57.0	1 01.1	1 44.0	1 03.3	1 25.5	1 47.7
60	0 59.5	1 04.7	1 50.1	1 06.6	1 30.0	1 53.4
80	1 02.1	1 08.2	1 56.2	1 10.0	1 34.5	1 59.1
400	1 04.6	1 11.8	1 02.2	1 13.4	1 39.1	2 04.8
20	1 07.2	1 15.4	1 08.3	1 16.8	1 43.7	2 10.6
40	1 09.7	1 18.9	1 14.3	1 20.2	1 48.2	2 16.3
60	1 12.2	1 22.5	1 20.4	1 23.6	1 52.8	2 22.1
80	1 14.3	1 26.1	1 26.4	1 27.0	1 57.4	2 27.9
500	1 17.3	1 29.6	1 32.4	1 30.4	2 02.0	2 33.7
20	1 19.9	1 33.2	1 38.4	1 33.8	2 06.6	2 39.5
40	1 22.4	1 36.7	1 44.4	1 37.2	2 11.2	2 45.3
60	1 24.9	1 40.2	1 50.4	1 40.6	2 15.8	2 51.1
80	1 27.5	1 43.7	1 56.4	1 44.2	2 20.4	2 56.9
600	1 30.0	1 47.3	2 02.4	1 47.6	2 25.0	3 02.7
20	1 32.6	1 50.8	2 08.3	1 51.0	2 29.6	3 08.5
40	1 35.1	1 54.3	2 14.3	1 54.4	2 34.2	3 14.3
60	1 37.6	1 57.8	2 20.2	1 57.8	2 38.9	3 20.2
80	1 40.1	2 01.3	2 26.1	2 01.3	2 43.6	3 26.1
700	1 42.7	2 04.7	2 32.0	2 07.2	2 48.3	3 32.0

第四表

(震源深さ250kmなる場合)

震央距離 km	P _a	P		S		R _i P		R _i PS		R _i S		
		分	秒	分	秒	分	秒	分	秒	分	秒	
0		0	00.0	0	05.1	0	11.3	0	18.3	0	22.3	
5		0	00.1	0	03.3	0	11.3	0	18.3	0	22.3	
10		0	00.3	0	03.7	0	11.4	0	18.4	0	22.4	
15		0	00.7	0	04.3	0	11.5	0	18.6	0	22.6	
20		0	01.2	0	05.2	0	11.6	0	18.9	0	22.9	
25		0	01.8	0	06.2	0	11.8	0	19.2	0	23.3	
30		0	02.5	0	07.3	0	12.1	0	19.6	0	23.7	
35		0	03.2	0	08.4	0	12.4	0	20.0	0	24.2	
40		0	03.9	0	09.6	0	12.8	0	20.6	0	24.9	
45		0	04.7	0	11.0	0	13.2	0	21.2	0	25.6	
50		0	05.5	0	12.4	0	13.6	0	21.8	0	26.3	
60		0	07.1	0	15.2	0	14.5	0	23.0	0	27.8	
70		0	08.8	0	18.1	0	15.5	0	24.4	0	29.4	
80		0	10.5	0	21.0	0	16.5	0	25.9	0	31.2	
90		0	12.2	0	23.9	0	17.7	0	27.7	0	33.3	
100		0	13.9	0	26.8	0	19.1	0	29.7	0	35.6	
20		0	17.4	0	32.7	0	21.9	0	33.7	0	40.4	
40		0	20.9	0	38.6	0	24.8	0	37.8	0	45.3	
60		0	24.4	0	44.6	0	27.8	0	42.1	0	50.4	
80	分	秒	0	27.9	0	50.6	0	30.9	0	46.6	0	55.7
200	0	30.6	0	31.4	0	56.6	0	34.1	0	51.2	1	01.1
20	0	33.1	0	34.9	1	02.6	0	37.3	0	55.8	1	06.6
40	0	35.7	0	38.5	1	08.7	0	40.6	1	00.4	1	12.2
60	0	38.2	0	42.0	1	14.8	0	43.9	1	05.1	1	17.8
80	0	40.8	0	45.6	1	20.8	0	47.2	1	09.8	1	23.4
300	0	43.3	0	49.1	1	26.8	0	50.5	1	14.4	1	29.1
20	0	45.8	0	52.7	1	32.8	0	53.9	1	19.1	1	34.8
40	0	48.4	0	56.2	1	38.8	0	57.3	1	23.8	1	40.6
60	0	50.9	0	59.8	1	44.8	1	00.7	1	28.5	1	46.3
80	0	53.5	1	03.3	1	50.8	1	04.1	1	33.1	1	52.1
400	0	56.0	1	06.8	1	56.8	1	07.5	1	37.8	1	57.9
20	0	58.6	1	10.4	2	02.8	1	11.0	1	42.4	2	03.7
40	1	01.1	1	13.9	2	08.7	1	14.4	1	47.1	2	09.5
60	1	03.6	1	17.4	2	14.7	1	17.8	1	51.7	2	15.3
80	1	06.2	1	20.3	2	20.6	1	21.2	1	56.4	2	21.1
500	1	08.7	1	24.4	2	26.6	1	24.6	2	01.1	2	26.9
20	1	11.2	1	27.9	2	32.5	1	28.0	2	05.8	2	32.7
40	1	13.8	1	31.4	2	38.5	1	31.4	2	10.5	2	38.5
60	1	16.3	1	34.9	2	44.4	1	34.9	2	15.2	2	44.4
80	1	18.9	1	38.3	2	50.3	1	38.3	2	19.9	2	50.3
600	1	21.4	1	41.8	2	56.2	1	41.8	2	24.6	2	56.2
20	1	24.0	1	45.3	3	02.1	1	45.3	2	29.3	3	02.1
40	1	26.5	1	48.7	3	08.0	1	48.7	2	34.0	3	08.0
60	1	29.0	1	52.2	3	13.9	1	52.2	2	38.8	3	13.9
80	1	31.5										
700	1	34.1										

第五表 (震源深さ45 軒なる場合)

震央距離 軒	P _a	P̄	S̄	R _i P̄		R _i P̄S̄		R _i S̄	
				分	秒	分	秒	分	秒
0		0 00.0	0 05.6	0 04.2	0 11.2	0 12.7			
5		0 00.0	0 05.7	0 04.2	0 11.3	0 12.8			
10		0 00.2	0 05.9	0 04.3	0 11.4	0 12.9			
15		0 00.4	0 06.3	0 04.4	0 11.6	0 13.1			
20		0 00.7	0 06.8	0 04.6	0 11.9	0 13.4			
25		0 01.1	0 07.5	0 04.9	0 12.3	0 13.9			
30		0 01.6	0 08.3	0 05.2	0 12.9	0 14.5			
35		0 02.1	0 09.2	0 05.6	0 13.5	0 15.2			
40		0 02.7	0 10.1	0 06.0	0 14.2	0 15.9			
45		0 03.3	0 11.1	0 06.5	0 14.9	0 16.7			
50		0 03.9	0 12.3	0 07.0	0 15.7	0 17.5			
60		0 05.3	0 14.7	0 08.1	0 17.4	0 19.4			
70		0 06.8	0 17.1	0 09.3	0 19.2	0 21.4			
80		0 08.3	0 19.6	0 10.6	0 21.2	0 23.6			
90		0 09.9	0 22.3	0 12.0	0 23.4	0 26.0			
100		0 11.4	0 25.0	0 13.4	0 25.6	0 28.4			
20		0 14.7	0 30.5	0 16.4	0 30.3	0 33.5			
40	分 秒	0 18.0	0 36.2	0 19.5	0 35.1	0 38.7			
60	0 19.5	0 21.4	0 42.0	0 22.6	0 40.0	0 44.0			
80	0 22.1	0 24.8	0 47.8	0 25.8	0 44.9	0 49.4			
200	0 24.6	0 28.3	0 53.7	0 29.1	0 49.9	0 55.0			
20	0 27.2	0 31.7	0 59.6	0 32.5	0 55.0	1 00.7			
40	0 29.7	0 35.2	1 05.5	0 35.9	1 00.2	1 06.5			
60	0 32.3	0 38.7	1 11.4	0 39.3	1 05.4	1 12.3			
80	0 34.8	0 42.1	1 17.3	0 42.7	1 10.6	1 18.1			
300	0 37.4	0 45.6	1 23.2	0 46.1	1 15.7	1 23.9			
20	0 39.9	0 49.1	1 29.1	0 49.5	1 20.7	1 29.8			
40	0 42.5	0 52.6	1 35.1	0 52.9	1 25.7	1 35.6			
60	0 45.0	0 56.1	1 41.0	0 56.4	1 30.7	1 41.5			
80	0 47.6	0 59.6	1 46.9	0 59.8	1 35.6	1 47.3			
400	0 50.1	1 03.1	1 52.8	1 03.3	1 40.5	1 53.2			
20	0 52.6	1 06.6	1 58.7	1 06.7	1 45.3	1 59.0			
40	0 55.2	1 10.0	2 04.6	1 10.2	1 50.1	2 04.9			
60	0 57.7	1 13.5	2 10.5	1 13.6	1 54.8	2 10.7			
80	1 00.3	1 17.0	2 16.4	1 17.1	1 59.4	2 16.6			
500	1 02.8	1 20.5	2 22.3	1 20.5	2 04.0	2 22.4			
20	1 05.4	1 23.9	2 28.2	1 23.9	2 08.5	2 28.3			
40	1 07.9	1 27.4	2 34.1	1 27.4	2 13.0	2 34.1			
60	1 10.4								
80	1 13.0								
600	1 15.5								
20	1 18.1								
40	1 20.6								
60	1 23.1								
80	1 25.7								
700	1 28.2								

第 六 表 (震源深さ 57 軒なる場合)

震央距離 軒	Pn	\bar{P}		\bar{S}	
		分	秒	分	秒
0		0	00.0	0	07.1
5		0	00.0	0	07.2
10		0	00.1	0	07.4
15		0	00.3	0	07.7
20		0	00.6	0	08.1
25		0	00.9	0	08.6
30		0	01.3	0	09.3
35		0	01.8	0	10.1
40		0	02.3	0	11.0
45		0	02.8	0	11.9
50		0	03.4	0	12.9
60		0	04.6	0	14.9
70		0	05.9	0	17.1
80		0	07.3	0	19.4
90	分 秒	0	08.7	0	21.8
100	0 08.3	0	10.2	0	24.4
20	0 10.9	0	13.4	0	29.8
40	0 13.4	0	16.6	0	35.3
60	0 16.0	0	19.9	0	40.9
80	0 18.5	0	23.2	0	46.6
200	0 21.1	0	26.6	0	52.3
20	0 23.6	0	30.0	0	58.0
40	0 26.2	0	33.4	1	03.8
60	0 28.7	0	36.8	1	09.6
80	0 31.3	0	40.2	1	15.4
300	0 33.8	0	43.6	1	21.3
20	0 36.3	0	47.1	1	27.1
40	0 38.9	0	50.6	1	33.0
60	0 41.4	0	54.0	1	38.9
80	0 44.0	0	57.5	1	44.8
400	0 46.5				
20	0 49.1				
40	0 51.6				
60	0 54.1				
80	0 56.7				
500	0 59.2				
20	1 01.8				
40	1 04.3				
60	1 06.8				
80	1 09.4				
600	1 11.9				
20	1 14.5				
40	1 17.0				
60	1 19.5				
80	1 22.0				
700	1 24.6				

第七表

(震源地表にある場合の反射波の走時)

震央距離 km	$R_{s2} \bar{P}$		$R_{i2} \bar{P}_3S$		$R_{i2} \bar{P}_2S_2$		$R_{i2} \bar{P}_3S_3$		$R_{i2} \bar{S}$	
	分	秒	分	秒	分	秒	分	秒	分	秒
0	0	40.4	0	47.4	0	54.5	1	01.6	1	08.7
5	0	40.4	0	47.4	0	54.5	1	01.6	1	08.7
10	0	40.4	0	47.4	0	54.5	1	01.6	1	08.7
15	0	40.4	0	47.5	0	54.6	1	01.7	1	08.8
20	0	40.5	0	47.6	0	54.7	1	01.8	1	08.9
25	0	40.6	0	47.7	0	54.8	1	02.0	1	09.1
30	0	40.7	0	47.8	0	55.0	1	02.2	1	09.3
35	0	40.8	0	48.0	0	55.2	1	02.4	1	09.5
40	0	41.0	0	48.2	0	55.4	1	02.6	1	09.8
45	0	41.1	0	48.4	0	55.6	1	02.8	1	10.0
50	0	41.3	0	48.6	0	55.9	1	03.1	1	10.3
60	0	41.7	0	49.0	0	56.3	1	03.6	1	10.9
70	0	42.2	0	49.5	0	56.9	1	04.3	1	11.8
80	0	42.7	0	50.2	0	57.7	1	05.2	1	12.8
90	0	43.3	0	51.0	0	58.6	1	06.2	1	13.9
100	0	44.1	0	51.9	0	59.6	1	07.3	1	15.1
20	0	45.8	0	53.8	1	01.0	1	09.8	1	17.9
40	0	47.5	0	55.8	1	04.1	1	12.5	1	20.9
60	0	49.3	0	58.0	1	06.7	1	15.4	1	24.1
80	0	51.4	1	00.4	1	09.4	1	18.5	1	27.5
200	0	53.6	1	03.0	1	12.4	1	21.5	1	31.2
20	0	56.6	1	05.7	1	15.5	1	25.4	1	35.1
40	0	58.5	1	08.7	1	18.9	1	29.2	1	39.4
60	1	01.1	1	11.8	1	22.4	1	33.2	1	43.9
80	1	03.9	1	15.0	1	26.1	1	37.3	1	48.5
300	1	06.6	1	18.2	1	29.9	1	41.6	1	53.3
20	1	09.4	1	21.5	1	33.7	1	45.9	1	58.1
40	1	12.3	1	24.9	1	37.6	1	50.3	2	03.0
60	1	15.3	1	28.4	1	41.6	1	54.8	2	08.0
80	1	18.3	1	32.0	1	45.7	1	59.4	2	13.1
400	1	21.3	1	35.5	1	49.7	2	04.0	2	18.2
20	1	24.4	1	39.1	1	53.8	2	08.6	2	23.4
40	1	27.5	1	42.8	1	58.1	2	13.4	2	28.7
60	1	30.6	1	46.4	2	02.3	2	18.2	2	34.1
80	1	33.8	1	50.2	2	06.6	2	23.0	2	39.5
500	1	37.0	1	53.9	2	10.9	2	27.9	2	44.9
20	1	40.2	1	57.7	2	15.2	2	32.8	2	50.4
40	1	43.5	2	01.6	2	19.6	2	37.8	2	55.9
60	1	46.8	2	05.4	2	24.0	2	42.7	2	01.4
80	1	50.1	2	09.3	2	28.5	2	47.7	2	07.0
600	1	53.4	2	13.2	2	33.0	2	52.8	2	12.6
20	1	56.7	2	17.0	2	37.4	2	57.8	2	18.2
40	2	00.0	2	20.9	2	41.8	2	02.8	2	20.8
60	2	03.3	2	24.8	2	46.3	2	07.9	2	29.5
80	2	06.7	2	28.8	2	50.9	2	13.0	2	35.2
700	2	10.0	2	32.7	2	55.4	2	18.1	2	40.9

第八表 (震源が四十五軒の深さにある場合の反射波の走時)

	Ri2 \bar{P}	Ri2 \bar{P}_3S	Ri2 \bar{P}_2S_2	Ri2 \bar{P}_3S_3	Ri2 \bar{S}	Rs2 \bar{P}	Rs2 \bar{P}_4S	Rs2 \bar{P}_3S_2
	分 秒	分 秒	分 秒	分 秒	分 秒	分 秒	分 秒	分 秒
0	0 24.4	0 31.4	0 38.5	0 45.6	0 47.1	0 40.4	0 47.4	0 54.5
5	0 24.4	0 31.4	0 38.5	0 45.6	0 47.1	0 40.4	0 47.4	0 54.5
10	0 24.4	0 31.4	0 38.5	0 45.6	0 47.1	0 40.4	0 47.4	0 54.5
15	0 24.5	0 31.5	0 38.6	0 45.7	0 47.2	0 40.5	0 47.5	0 54.6
20	0 24.6	0 31.6	0 38.7	0 45.8	0 47.3	0 40.5	0 47.6	0 54.7
25	0 24.7	0 31.8	0 38.9	0 46.0	0 47.5	0 40.6	0 47.7	0 54.8
30	0 24.8	0 32.0	0 39.1	0 46.5	0 47.7	0 40.7	0 47.8	0 54.9
35	0 25.0	0 32.2	0 39.6	0 46.2	0 48.0	0 40.8	0 47.9	0 55.0
40	0 25.2	0 32.4	0 39.3	0 46.8	0 48.3	0 40.9	0 48.0	0 55.1
45	0 25.4	0 32.6	0 39.9	0 47.2	0 48.7	0 41.0	0 48.1	0 55.2
50	0 25.6	0 32.9	0 40.2	0 47.6	0 49.1	0 41.2	0 48.3	0 55.4
60	0 26.1	0 33.5	0 40.9	0 48.4	0 49.9	0 41.5	0 48.7	0 55.9
70	0 26.7	0 34.2	0 41.7	0 49.3	0 50.9	0 41.9	0 49.2	0 56.5
80	0 27.3	0 34.9	0 42.6	0 50.4	0 52.0	0 42.4	0 49.7	0 57.1
90	0 28.0	0 35.8	0 43.7	0 51.6	0 53.3	0 42.9	0 50.3	0 57.8
100	0 28.9	0 36.9	0 44.9	0 53.0	0 54.7	0 43.5	0 51.0	0 58.5
20	0 30.7	0 39.1	0 47.6	0 56.1	0 57.9	0 44.9	0 52.6	1 00.3
40	0 32.7	0 41.6	0 50.5	0 59.4	1 01.3	0 46.4	0 54.4	1 02.3
60	0 34.9	0 44.2	0 53.6	1 03.6	1 05.0	0 48.1	0 56.3	1 04.5
80	0 37.3	0 47.1	0 57.0	1 06.9	1 09.0	0 49.9	0 58.4	1 06.8
200	0 39.9	0 50.3	1 00.7	1 11.1	1 13.3	0 51.9	1 00.6	1 09.3
20	0 42.6	0 53.5	1 04.5	1 15.5	1 17.9	0 54.0	1 03.0	1 12.0
40	0 45.3	0 56.8	1 08.4	1 20.0	1 22.6	0 56.2	1 05.6	1 14.9
60	0 48.1	1 00.3	1 12.5	1 24.7	1 27.4	0 58.6	1 08.3	1 18.0
80	0 51.0	1 03.8	1 16.6	1 29.5	1 32.3	1 01.2	1 11.2	1 21.4
300	0 54.0	1 07.4	1 20.9	1 34.4	1 37.4	1 03.8	1 14.3	1 24.8
20	0 57.0	1 11.1	1 25.2	1 39.4	1 42.5	1 06.5	1 17.4	1 28.3
40	1 00.1	1 14.9	1 29.7	1 44.5	1 47.7	1 09.2	1 20.5	1 31.8
60	1 03.2	1 18.6	1 34.1	1 49.6	1 53.6	1 12.0	1 23.7	1 35.4
80	1 06.4	1 22.5	1 38.6	1 54.8	1 58.4	1 14.3	1 26.9	1 39.0
400	1 09.6	1 26.4	1 43.2	2 00.1	2 03.9	1 17.7	1 30.2	1 42.7
20	1 12.8	1 30.0	1 47.8	2 05.4	2 09.4	1 20.6	1 33.6	1 46.5
40	1 16.0	1 34.2	1 52.4	2 10.7	2 14.9	1 23.6	1 37.0	1 50.4
60	1 19.3	1 38.2	1 57.1	2 16.0	2 20.4	1 26.6	1 40.4	1 54.3
80	1 22.6	1 42.2	2 01.8	2 21.4	2 26.0	1 29.6	1 43.9	1 58.2
500	1 25.9	1 46.2	2 06.5	2 26.8	2 31.6	1 32.7	1 47.4	2 02.2
20	1 29.2	1 50.2	2 11.2	2 32.2	2 37.2	1 35.8	1 51.0	2 06.2
40	1 32.5	1 54.2	2 15.9	2 37.6	2 42.9	1 38.9	1 54.5	2 10.2
60	1 35.9	1 58.2	2 20.6	2 43.6	2 48.6	1 42.0	1 58.1	2 14.2
80	1 39.2	2 02.2	2 25.3	2 48.4	2 54.3	1 45.2	2 01.7	2 18.3
600	1 42.6	2 06.3	2 30.6	2 53.8	3 00.0	1 48.4	2 05.4	2 22.4
20	1 45.9	2 10.3	2 34.7	2 59.2	3 05.7	1 51.7	2 09.1	2 26.5
40	1 49.3	2 14.4	2 39.5	3 04.7	3 11.4	1 54.9	2 12.9	2 30.7
60	1 52.7	2 18.5	2 44.3	3 10.2	3 17.1	1 58.2	2 16.6	2 35.0
80	1 56.6	2 22.5	2 49.1	3 15.7	3 22.8	2 01.5	2 20.4	2 39.3
700	1 59.4	2 26.6	2 53.9	3 21.2	3 28.6	2 04.8	2 24.2	2 43.6

變形を與へねばならないかも知れない。而して其の如何は全く今後の研究に俟たねばならない。故に茲に記して今後の御研究を仰ぐ次第である。

雜報

○關東大地震當時伊豆山温泉温度上昇事情

宮山 要 太郎

大正十二年九月一日關東大地震突發當時私は豆州伊豆山の温泉宿古屋旅館に止宿してゐた。御承知の如く丈餘の懸崖の海岸に逼るところ東南相模灘に面して建てられた温泉宿の西端二階家が古屋である。一日朝例の颱風通過後沖も靜穩になつた。午前十一時少し過ぎ私の隣室に居たS老人が先内湯に入つたが廳で眞赤になつて上つて來て湯が滅法熱いと語つた。平常に比し内湯の熱い事を其日知つたのは客としては此老人が最初である。勿論太陽の出ない中の事は私も知らう筈はないが、地震後總ての客の話を綜合して其れが分つたのである。私は老人の言を聞くや他の一人と内湯へ行つて見た。所が瀧湯は想像以上の熱さで手を觸れば直ちに燒傷する程であつた。平常少しく微温過ぎるのに比して雲泥の差であ