

報 文

大正十五年八月三日の東京灣地震に就て

鷺 坂 清 信
佐 藤 秀 雄

大正十五年八月三日東京灣に發現した地震を調査する爲めに中央氣象臺長閣下並びに各測候所長諸彦の御好意に依つて各測候所に於ける記象紙を借用して仔細に檢する事を得た事は我々の感謝に耐えぬ所であります。本報告は右記象紙を鷺坂、佐藤兩氏に囑して調査して戴いた報告であります。茲記して深厚なる謝意を表します。(國富信一)

大正十五年八月三日午後六時二十六分頃東京灣内に發現した強震につき各地測候所に於て觀測せる初動を調査せる結果は左の如くである。

第一表

觀 測 所 名	初 動 ノ 分 變 位	初 動 ノ 週 期	水 平 分 動 ノ 合 變 位
横 濱 南 東	三六〇 四〇〇 ミクロン	一、〇(五、〇) 秒	五三八 ミクロン

山 名 新 高 長 飯 銚 沼 前 熊 柿 布 甲 東

古

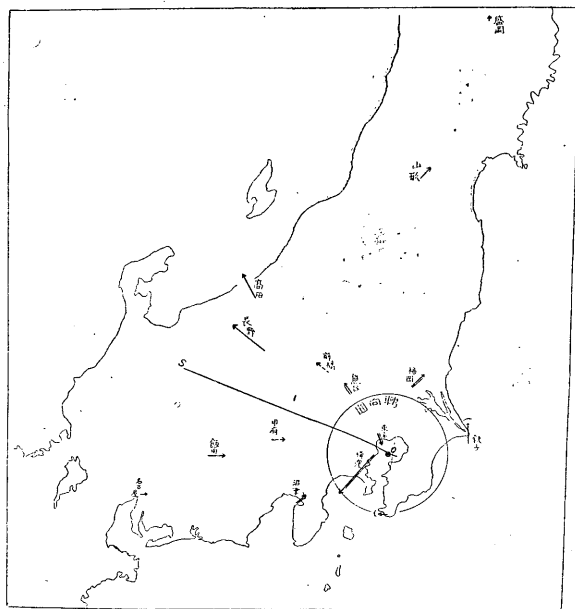
形 屋 湯 田 野 田 子 津 橋 谷 岡 良 府 京

北東	下北	東	北東	北西	北西	南東 北徵 小	下北	東 西 不明	下北	東	北西	北西	北東	南西 北不 明	東	下南	東
二一 四八	八一 六	一 〇七	三四 七〇	五六 五五	四 八	三三 三五	二一 〇八 一三七		一 〇七 四〇	一一 三二 七一			三 〇			一 〇四 三三七	一 〇三 六七

三三 八(八、〇)	二一 二(四、〇)	二二 二(五、〇)	三二 六(三、一)	二二 〇(三、三)	二二 三(三、八)	二二 五(六、四)	二二 四(七、三)	二二 〇(五、〇)	二二 五(五、〇)	二二 四(四、四)	三二 二(五、一)	一 〇(八、五、〇)	一一 〇(七、一)			二二 七(四、五)	一一 〇(六、〇)
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------	--------------	--	--	--------------	--------------

三 〇	六	一 三	五 四	八 五	四 八	三 五	一 三 〇		一 二 六	一 八 五						一 一 一
--------	---	--------	--------	--------	--------	--------	-------------	--	-------------	-------------	--	--	--	--	--	-------------

此の初動の週期の下に括弧内に記せる値は夫々地震計の固有週期である。此の初動週期を通覽するに上下動は皆二、五秒位であるが、水平動は極震源に近い横濱、東京等に於ては一、〇秒位で他は二、〇秒乃



至三、五秒の値を有する。斯の如く跳躍的に週期の變化せるを見ると、吾々は震波の上に種類の相違を來たした事を想像させられる、然しながら上下動の週期が比較的一様なるは如何なる原因に依るものであるか之は暫く問題として残す事とする。又柿岡の値が殊に小なるは注意すべき事であらう。

次に初動の方向を圖示すれば第一圖の如くである。

此の圖に於ける震央Oは左の第二表に記せる初期微動繼續時間を用ひ、大森公式、國富氏のP線、石川和達兩氏の初期微動時間の比に分つ作圖法等に、初動方向をも斟酌して決定せるものである。

第一圖

扱震央の方向に對し東京は「引き」であり横濱は「押し」であり全く方向が相反する、更に圖全體に注目するに震央より多摩川を逆り關東山脈、八ヶ岳等を連ね飛彈高地に到るOS線を境界として初動の全く反對する處より見れば此の地震は斷層的のものにして（國富氏講義、地震學一斑四九頁參照）尙上下動の初動の方向をも合せ考へる時は震源の東京の側は下方に運動し横濱の側は上方に移動せるもの、如く推測される、而して轉向圓と見るべきもの、位置は甚だ不明瞭なれども圖に於て大體Oを中心とせる半徑六十五籽位の圓なり。

若し夫れ此の圓が實に轉向圓であるならば關東地方に於ける不連續面は此の震源より餘りに深いものでは有り得ない。之に就いては後に計算する事とする。又後に記すが如く斯の地震の震源の深さは約四十一籽である故關東に於ける不連續層は一般に外國に於て發見せられた五七籽のそれよりも遙に小なるものであると思はるゝ。

之に關して參照されたきは驗震時報第一卷第三號に關東地方に於ける地震の震源の深さを十數回の地震に就いて和達技師の調査せる所によれば三十籽内外であるといふ事である。

更に又轉向圓内に於ける東京の上下動の初動週期が水平動に比して遙かに長く、圓外の上下動初動週期に等しき程である事が何等かの理由で説明がつくならば斯の地震に於てはP波の週期は一、〇秒であつてP波は大體二秒乃至三秒となるが果して斯かゝる決定を爲し得るか何うかは大方の御批判に仰ぐ次

第である。

次に初期微動繼續時間、震央距離並に震源距離を表示すれば次の如くである。

第二表

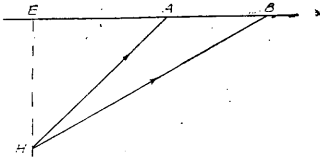
観測所名		各分動の初期微動時間	平均	震央距離	震源距離
横濱	東北	東北分動 東西分動	六秒 六〇	一八軒	四五軒
東京	東西	〃	五、九	二六	四九
熊谷	南北	〃	一一、一	八六	九五
沼津	上下	〃	一一、一	一〇〇	一一六
銚子	上下	〃	一一、一	九六	一〇五
飯田	東北	〃	一一、一	一八三	一八七
長野	東北	〃	一一、一	二〇〇	二〇四
福井	東北	〃	一一、一	三三八	三四〇
高田	東北	〃	一一、一	二三四	二三七
新潟	東北	〃	一一、一	二八五	二八八

盛岡	石巻	京都	伏木	岐阜	山形	名古屋
東北	東北	南北	南北	東北	東北	上東北
四七、八	四八、七	三五、五	五〇、二	三六、七	四〇、〇	二九、五
四八、二	三五、六	五〇、二	三八、四	三〇、六	三一、三	三一、二
四八、五	三五、四	三七、八	二九、三	二八、二	三一、五	二七、二
四八、七	三五、六	三八、一	二九、六	二八、四	三一、七	二七、五

扱震央は此の表の初期微動繼續時間を用ひ前述の方法により東京を去る南南東二六籽(東經一三九、八北緯三五、五)と定め震央距離は地圖より尺度にて決定せる値であつて震源距離は次の方法により震源の深さを四十一籽と斷定し初等幾何學に於けるピタゴラスの定理より算出せる値である。

第二圖は初期微動繼續時間と震央距離との關係を示すものであるが觀測値の平均の値を連ぬる曲線T Pの點は各觀測値の有する坐標と非常に離りたる部分が多い。殊に東北地方に於ける山形、石巻、盛岡等の値は何れも曲線の横軸の側に離つて一列をなすは著しき事である。是を國富技師の研究せる所に從ひ日本の島弧は其の成因に依り震波の速度が方向により差異を生ずる現象と連關せしむる事が出来る。

圖 三 第



E B の距離である、又 τ_1 、 τ_2 は夫々初期微動時間であつて K は震源距離を得る爲に初期微動時間に剩すべき恒數である。

式中 h は震源の深さにして圖に於て EH、又 a 、 b は夫々震央距離を表はし EA、

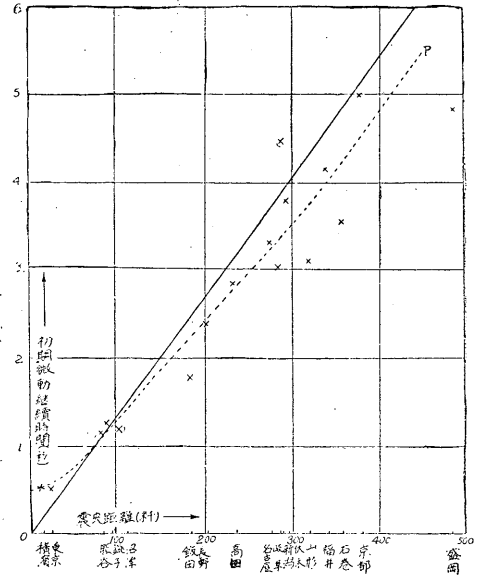
$$h = \sqrt{b^2 - a^2 - \frac{a^2 \tau_1^2}{\tau_2^2} - \frac{a^2 \tau_2^2}{\tau_1^2}}$$

$$h = \sqrt{h^2 - a^2 - \frac{a^2 \tau_1^2}{\tau_2^2} - \frac{a^2 \tau_2^2}{\tau_1^2}}$$

K 及び τ を求むる事が出来る。

のなりとすれば震央 E に對して同一方向にある二點 A B の觀測値を用ひて次式より

圖 二 第



尙同技師は關東地方に起つた種々なる地震につきて東北地方に向へる震波の初期微動時間が等距離に西方へ向へる場合に比して小なる事を示して居る。尙複雑なる地質構造の事をも想像する時は此の TP なる線は日本に於ては觀測値の上を滑かに走る事は有り得ない事ではあるまいか。TP 線が縦軸を切る處の値より震源の深さは大約四十軒内外である事がわかる。

今若し初期微動繼續時間が單に方向にのみよるも

斯の式はP波とS波とがH A或はH Bなる路に従ひて走る時を想像したのであるが若しもP波の出現の際はP Sの到着時間の差に置き換へるにP S波のなす初期微動時間を以つてすると考へる。

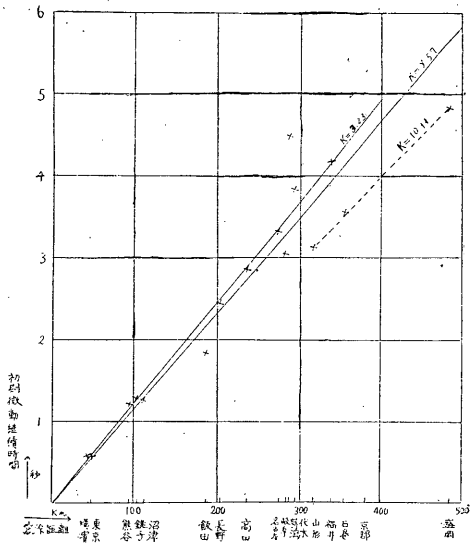
此式により東京、熊谷の組合せよりKは八、三二んは四一、六籽、熊谷長野の組はK八、四八ん四二、〇籽次に東海道方面として横濱、沼津の値を用ひてK八、六一ん四八、四籽、名古屋、沼津はK八、二七ん三三、八籽即ちKは大體八、三である。又んの平均は約四一籽となる斯の値は前に第二圖より得た値と略一致する故之を以て震源の深さと定む。第二表の震源距離は此の四一籽なる値を用ひ算出した。震源の深さが決定せられた上は各観測地に對するKの平均の値が次の式から計算せられる。

$$K = \sqrt{h^2 + d^2}$$

横濱	七、四七	新潟	六、四三	東京	八、二四	名古屋	八、三九
熊谷	七、八六	山形	一〇、一三	沼津	九、〇〇	岐阜	九、二九
銚子	八、二七	伏木	七、七二	飯田	一〇、三一	京都	七、五八
長野	八、三四	石巻	一〇、〇〇	福井	八、一三	盛岡	一〇、二〇
高田	八、二六						

是が平均値は八、五七となつて和達、石川兩氏の得たる値よりも少しく大である。其の理由を説明せんが爲に第四圖即ち震源距離に對する初期微動繼續時間の圖を作成して斯のKの値八、五七なる比例線を記入して見るに斯の線の横軸の側に東北地方の観測値は隔りて並列する、依つて今若し此の地方の観測

第 四 圖



所即ち山形、石巻及び盛岡を除外視してKの平均を求めば八、二三となり。此の比例線を引く時は一二の観測値を除いてはよく観測値の上を貫くべし。而して斯の値は先に和達氏や石川氏の求められた値とよく一致す。又東北地方へ向へるもの、平均は一〇、一一となる。尙Kの値が震源距離の増加するに従ひ減少する事は明であるが何の位の率で減少するかは決定に關しては尙材料を必要とする。

(六五籽)とを用ひて不連續の深さを決定して見やうと思ふ。最後に茲に得たる震源の深さ(四一籽)と轉向圓の半径

第五圖に於てHは震にしてE Cは地表面、M Nは不連續面であるとする、轉向圓上に於ては深源Hより直接に觀測地點Cに来るP波の要する時間Tと一度第二層に入りH A B Cなる経路を取るP波の要する時間とは相等し

即ち

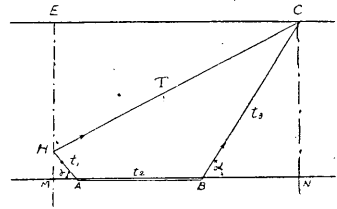
$$t_1 + t_2 + t_3 = T$$

(1)

但し

$$t_1 = \frac{HA}{v_0}, \quad t_2 = \frac{AB}{v_1}, \quad t_3 = \frac{BC}{v_0}$$

第五圖



にして v_0, v_1 は夫々第一層第二層に於ける縦波の速度である。不連続層は今考へて居る小さな範圍内に於ては殆んど地表面と平行なるが故に

$$MA + AB + BN = 65 \text{ 呎}$$

然るに波動の進行の路に關する可逆の原理により

$$\angle HAM = \angle OBN = \alpha$$

或は

$$(t_1 + t_2) v_0 \cos \alpha + v_1 t_2 = 65 \quad (2)$$

次に屈折角は殆んど直角なるが故に

$$\sin \alpha = \frac{v_0}{v_1} = \frac{5.7}{8.0} = 0.71 \quad \text{但 } v_0 = 5.7 \text{ 呎/秒 } v_1 = 8.0 \text{ 呎/秒}$$

$$\cos \alpha = 0.70$$

之より

此の v_0, v_1 はグーテンベルヒの値を借用した。此値を用ふれば(1)式Tは一三、五秒となる。(1)及び(2)を式聯立せしめ $(t_1 + t_2)$ とちとなる二つの未知數として解して

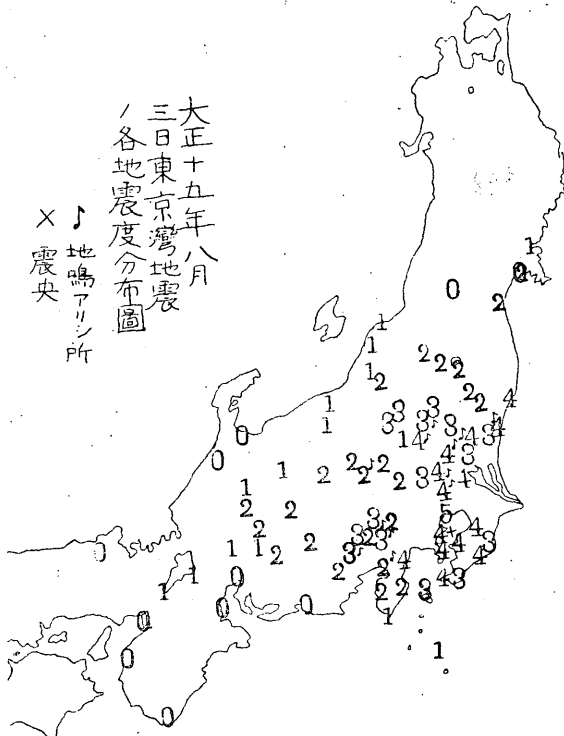
$$(t_1 + t_2) = 10.7$$

を得る、更に又第五圖に注意する時は

$$v_0 t_1 \sin \alpha + v_1 t_2 \sin \alpha = 41 + 2t_2$$

但し t_2 は震源より不連続層までの深さである。或は變形して

第六圖



大正十五年八月
三日東京灣地震
各地震度分布圖

♪ 地鳴アリン所
X 震央

$$h = \frac{(r_1 + r_2)^2 \sin^2 \alpha - 4l^2}{2}$$

故に不連續層の深さは四二籽である。誤差を概算して見るに若しも轉向圓の半径が五籽相違する時はんに一籽の誤差がある又震源の深さに二籽の誤差を豫想すれば又んに一籽の誤差がある故に前に得たんの

値は勿論誤差の範圍内であるが先づ四二籽に不連續面が存在するといふ事は當らすと雖も遠からざる値であらう。

大正十四年五月二十六日津居山港を震源とせる所謂北但馬地震につきて和達技師が P P の長さより不連續層の深さを四二、六籽と得たが偶然かも知れぬが其の値に於て全く一致す、蓋し日本に於ける不連續面は四十二、三籽位の處であるまいか。

尙震度分布圖を作れば第六圖の如くなる。

終に臨んで該報文を作成するに付終始御指導下された國富技師に深謝致します。