

前號所載第二號中軟弱地帯の震動の説明の處で（第五六頁第一行）「岩石層と土砂との境の處で震動のエネルギーは著しく吸収されればならぬ」と書いたが之は境界面上で吸収されると云ふ意味に非ず著者の用語が不充分であつた爲めに此點に誤解の慮があるので此の文中境の處を境に近き處と訂正して置く

## 近地地震に就いて

和 達 清 夫

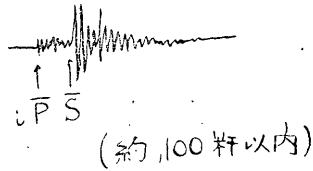
これは氣象集誌第三卷第八號に出しました『但馬地震に於けるモホロビチック波』の續きの様なものであります。其れ故前論文に於てこれから述べます事と關係のある部分を簡單に書き添へて置きます。

ある地震が起つた場合に、震源から縦波、横波が傳播しますが、其の各々に二種の性質を異にする波があつてそれが縦波に  $P$  と  $\bar{P}$ 、横波に  $S$  と  $\bar{S}$  とてあります。

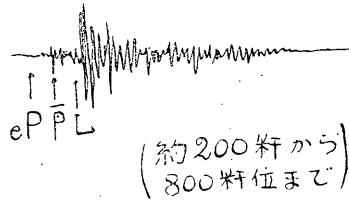
$\bar{P}$  及び  $\bar{S}$  はモホロビチック波と呼ばれるものであつて震源から直接觀測所に到達するものでありますから  $P$  や  $S$  に比べてずつと勢力の大きいものであります。併し傳播の速度はそれより小さく約三分の二の程度であります。

これ等四つのもが地震計の記象紙に表はれる具合を左に示めます。

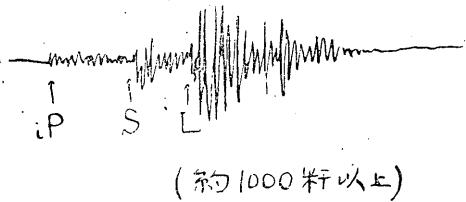
(1) 近距離地震



(2) 中距離地震



(3) 遠距離地震



特徴としましては、(1) は初動の明瞭に大きい事であり、(2) は初動が極めて不明瞭ですが、 $\bar{P}$

相がすぐ後に可成明瞭に表はれて居ます。(3) は初動がかへつて(2) より明瞭で、主要動までの中程よ

り少し後に S 相が出ることであります。

これからの議論では(1)ばかりをやつて居ります。それ故に  $\bar{P}$  と S のみしか波は使つて居りませ  
ん。但馬地震の記録から  $\bar{P}$  の速度は五、五六軒毎秒と求められました。S の方は求めてありません  
が外國で測られた値は次の様であります。

測定者  $\bar{s}$  の速度

モホロビチツク	3.2—3.4	籽/秒
ケルバン	3.0—3.1	"
ヘツケル	3.0	"
ゲーチンベルヒ	3.2 ± 0.05	"

これから此の論文中で求めます事は、近地地震に於ける初期微動として取られるものが  $\bar{P}$  相から  $\bar{S}$  相までの間であると云ふ事を決定する事であります。即ち観測の材料から震源をある作圖法で求めて、それから震源距離と初期微動の繼續時間との間の關係を求めます。この數値から、もし  $\bar{P}$  相と  $\bar{S}$  相とで初期微動を作るならば、 $\bar{P}$  波の速度が前に得た値で分つて居ますので  $\bar{S}$  波の速度が得られず。それが外國で得られた値と參照して間違ないとなれば、其の材料に依る  $\bar{S}$  波の速度が決定され且又近地地震に於ける震源距離と初期微動繼續時間との間の關係を求められるのであります。

震源を求める作圖に就いて使用した材料は初期微動ばかりであります。そして、震央に極めて近い觀測所及び其れを取り巻いて數個の觀測所の値があれば足りるのでありますから通常用ゐる事の出来る方法と思ひます。

勿論發震時と云ふ材料も使へば、もつと精密な研究が出来るのでありますが、近地地震の事ですから

取り扱ふ時間は十秒内外のものであるが故に現在の程度では發震時を用ゐる事は不可能と思ひます。併し初期微動は比較の測定である爲に容易であり正確に取り得るので、之のみを用ゐて震源を決めたのであります。

従來用ゐられて居る大森公式

$$(\text{震央距離})\text{約} = 7.42 \times (\text{初期微動繼續時間})\text{秒}$$

は震源の深さが個々の地震で違ふと考へる場合に、近地地震に適當しない事は明白でありますから、この式は用ゐないで寧ろ此の様な形の關係式を他の方法から求めるのであります。

今次の假定から出發致します。

- 一、震央距離約百浬以内では、初動及び主要動の相を形成する波はそれ／＼決まつた、震波であること。
- 二、其の二つの波は震源から觀測所まで一定の速度で傳播すること。

この假定から、次の關係が得られます、 $X$  を震源距離とし、 $v_1$  及び  $v_2$  をそれ／＼初動及び主要動の波の速度とし、 $t_0$  を震源に於ける發震時、 $t_1$  及び  $t_2$  をそれ／＼の波の觀測所に到着した時刻とすれば

$$X = (t_1 - t_0) v_1$$

$$X = (t_2 - t_0) v_2$$

$t_0$  を消して

$$t_0 - t_1 = \left( \frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) X$$

或は  $X = \frac{V_1 V_2}{V_1 - V_2} (t_1 - t_0)$  (1)

此處で  $(t_0 - t_1)$  は初期微動繼續時間を表はすものであります。即ち (1) 式は震源距離と初期微動との關係を示す式で大森公式に概當する式であります。併し比例の常數  $\frac{V_1 V_2}{V_1 - V_2}$  は其の數値が分りませんから震源の位置を求めるためにもう一つ他の觀測所 (符號には 1 を附けてある) に就いて同様な式を得て比例の常數を消去しますと

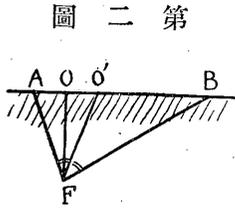
$$\frac{X}{X_1} = \frac{t_0 - t_1}{t_1 - t_1}$$

を得ます。即ち各觀測所迄の震源距離の比は初期微動の比である事になります。

二つの觀測所迄の距離の比が一定である地點の軌跡は球面であります。勿論この球面は地表面下の半球だけが條件に適します。この様な球面は觀測所の組み合はせて他にも得られます。そして三つ球面があれば (もし觀測値が正しければ) 必ず交はります。そして一つの交點を與へます。之が求める震源の位置であります。

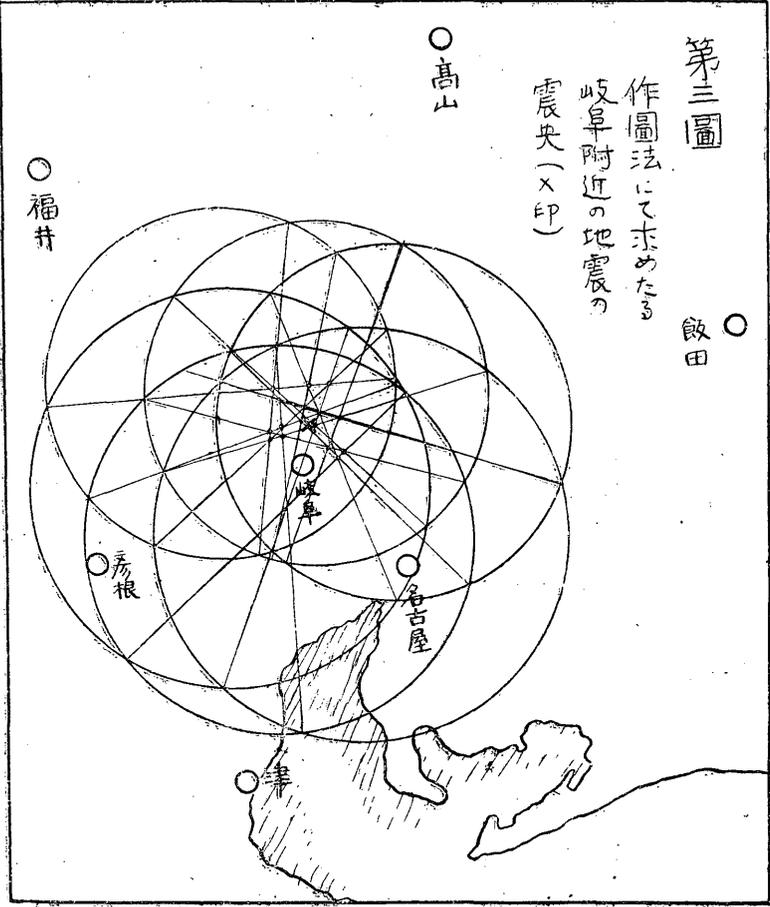
立體の問題ではありませんが作圖としては平面に直して地表面の切斷面ばかりで出來ます。斯様にして出來た三つの圓周の交點をそれ／＼結んで、其の一點に會する點か震源の地表面への斜影即ち震央を與へるのであります。そして深さは其の震央を横ぎる最小な弦の（どの圓に就いても同じ）半分て興へられる事は球の性質から明らかであります。この作圖は附一、に例を取つてやつてあります。

氣象集誌第四十一年第四號に牛山氏の論文「初期微動の比を用ひて震源を求める作圖」と云ふのがあります。丁度この地表面の切斷面ばかりを取り扱つた平面の問題になつて居りますが、この論文では震央を求める作圖に使用してあり震央に餘り近い觀測所の材料は使はない事にして之等の圓周は一點に會する事から震央を決める方法に用ゐられて居ります。



第二圖に見る通り、二つの觀測所 A B と震源 F とで作る三角形の二等分線には震央 O を通る事はこの三角形が二等邊である特別な場合のみであります。そして之から生ずる誤差は近距離地震即ち震央距離と震源の深さが同じ程度の大きさである時には見逃す事が出來なくなる事は震源がある觀測所の直下にある時を想像すれば容易に分ります。この論文では、震央に近い觀測所の材料程、役に立つのでありますから、牛山氏のそれとは大分趣きを異にして、書かれた、圓圖は互に交はる事が大切な要素になつて居ります。

第三圖  
作圖法にて求めたる  
岐阜附近の地震の  
震央(X印)  
○高山  
○福井  
○岐阜  
○各古屋  
○津  
○飯田



前に述べました作圖法に依るに最も都合のよい材料と致しまして、大正十四年七月七日岐阜附近の強震の記録があります。此の地震は岐阜の殆んど真下に起つた事と之を取り圍んで観測所が多い事で、この方法を用ゐるのに適して居ります。各観測所の初期微動繼續時間として、石川氏が親しく記象紙の擴大寫真から取られた値を拜借しました。この材料から得られた結果を左に第三圖と表とて示し

てあります。

さたる震源の深め	飯田	高山	福井	津	彦根	名古屋	岐阜	観測
								初期微動
	17.7	11.4	10.3	10.2	8.0	6.6	4.4	秒
36軒	0				0	0	0	用ゐたる組み合わせ
35		0		0		0	0	
31		0	0		0		0	
35	0				0	0	0	
34			0	0		0	0	
35		0	0			0	0	
33			0		0	0	0	
32			0		0	0	0	
29	0		0			0	0	
36		0	0	0			0	
34		0			0	0	0	
35	0		0		0		0	
36		0		0	0		0	
36	0			0	0		0	
36			0	0	0		0	
36	0	0			0		0	
34	0	0		0			0	
36	0		0	0			0	

平均 34.7 軒

第三圖に於て、觀測所の色々な組合せから種々の所に震央が散らばつて居ますが、この大體重心らしい所即ち岐阜の北東十籽の所を震央とさめました、深さは平均すると約三十五籽になつて居ます。

これで震源の位置が決りました。それで、各觀測所への震源距離が計算され又その値を各々の初期微動繼續時間で割つて前に出した式 (1) に於ける比例の常數  $\frac{v_1 v_2}{v_1 - v_2}$  の値が求められます。此の平均は左の表に於て見られる様に八、二六になりました。

觀測所名	震央距離	$\frac{v_1 v_2}{v_1 - v_2}$
		岐 阜
名 古 屋	51	8.0
彦 根	65	8.1
津	86	8.4
福 井	86	8.3
高 山	93	8.2
飯 田	101	8.6
	平均	8.26

$$\frac{v_1 v_2}{v_1 - v_2} = 8.26 \quad (2)$$

今  $v_1$  は P 波の速度、 $v_2$  は S 波の速度を表はすものと見て、P の速度は但馬地震の時の記録から五、五六籽毎秒でありますから (2) 式に代用して S 波の速度を求めて見ますと

$$v_2 = 3.32 \text{ 籽/秒}$$

と出て、前掲のモホロビチツクの値とよく合つて居ります即ち此の論文に於ては近地地震の初期微動は P 波と S 波に依つて作られる事を確かめ且其の繼續時間と震源距離

との關係が

$$X = 8.26 \tau \quad (3) \quad (X \text{ は震源距離を } \tau \text{ は初期微動繼續時間を秒で表はしたもの})$$

で表はされる事を結論して居ります。

この關係が、もし地質的差異がないとすれば、どの地方に對してもあてはまる譯でありますから、一度この關係が出て了へば初期微動の比に分つ軌跡の作圖をするより簡單に震源の位置が求められます。即ち從來行はれて居ると同じ様な方法で、ある觀測所を中心として、其の初期微動繼續時間に八、二六を掛けて圓を書き、其の圓の交點を結ぶ直線の交はる點を震央とし、深さも、之から得られる事は、前と同様であります。

又 S 波の速度が三、二六籽毎秒であり、美濃地震の深さが三十五籽である此の値は可成信用出来る値と思ひます。

併しこれ等の數値は、どの地震でも當てはまるかは問題であつて將來研究の必要があると思ひますが特に、我が國の様に近地震の材料が澤山ある所では、之等の數値を、各地方に就いて求め而して後、震源の深さを、震源距離と初期微動との關係で求められるが故に、各地方に就いて、又はある地震群に就いてそれ〴〵深さを求める事は容易であり且興味ある事に思はれます。後に出して置きましたがこの方法で震源の深さを數個の地震に就いて求めましたが皆卅籽内外になつて居ります。或は、震源の深さ

が卅籽内外である事は可成一般性ではないかと思はれます。勿論火山地方や、紀淡海峡などに頻りに起る極めて浅いと思はれる地震や、時には初期微動が一分近くあつてあまり、多くの観測所に感じない極めて深さうな地震もあります。併し、或は、想像としましては之等地震の震源は連続的によどの深さにも起り得るのでなく、地震の起さる原因に依る種類と云ふものがあつて、其の種類に依つて深さは各々一定に決まつて居るのではないかとも思はれます。之等地震の原因に就いては諸先生のお教を受けて一層研究して見たいと思ひます。

終りに、本臺の石川氏、黒川氏に色々材料や計算に就いて助けて下さつた事をお禮致します。

附一、初期微動繼續時間のみを用ひて震央、及び深さを求める作圖

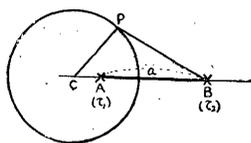
観測所をA Bとし、其のそれの初期微動繼續時間を $t_1, t_2$ とし、観測所間の距離を $a$ とします。

今、ある地點からA、Bまでの距離の比が $t_1, t_2$ の比になる様な、地點の軌跡は球面でありますが其の地表面の截斷面を見ますと第四圖に見る様になります。

圖に於ける圓周上に任意の點Pを取り

$$\frac{PA}{PB} = \frac{t_1}{t_2}$$

第四圖



の關係を持つ圓周は其の中心をCとすれば

$$CA = \frac{a t_1^2}{t_2^2 - t_1^2} \quad (t_2 \text{が} t_1 \text{より大きい時)}$$

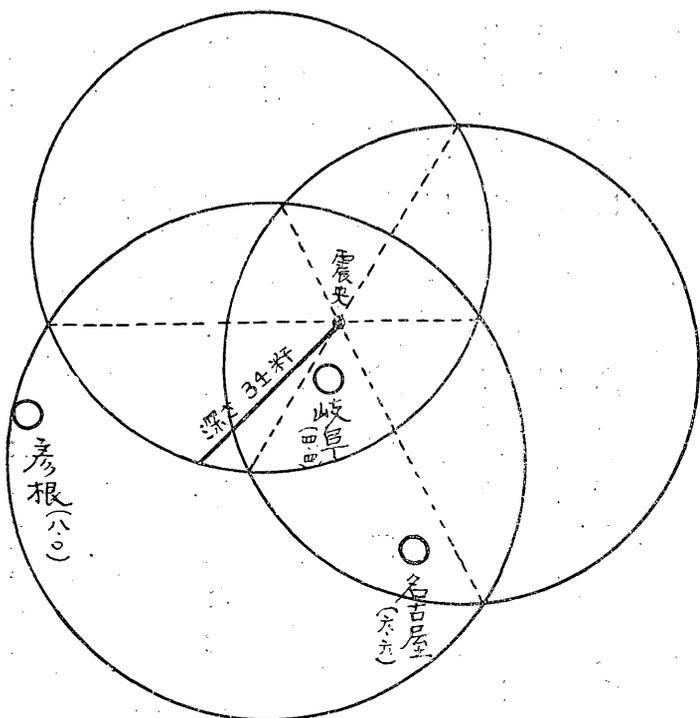
$$CP = \frac{a t_1 t_2}{t_2^2 - t_1^2}$$

となります。之て容易に作圖出來ます。この様な圖を三つ求めて震央及び深さを出す事は左に例を出して置きます。

	初期微動繼續時間	岐阜からの距離	CAの長さ	半・徑
岐阜	四、四秒			
名古屋	六、六秒	三一、〇糎	二四、九糎	三七、四糎
彦根	八、〇秒	四九、五糎	二一、五糎	三九、〇糎
高山	一一、四秒	九八、五糎	一六、八糎	四二、〇糎

○高山  
(一一・四)

第五圖



深さは圖に依つて三十四軒と求められ  
す。

附二、震源距離と初期微動繼續時間  
との關係式を用ゐて、求めたる關  
東地方の震源の深さ。

近地震震の場合に於いては常に震源と  
震央とを明らかに區別して考へる必要が  
あります。そして震央は物理的に意味が  
少ないものでありますから、問題になる  
のは常に震源であります。前に求めまし  
た震源距離と(X)初期微動繼續時間(τ)  
との間の關係式(3)

$$X = 8.26\tau$$

を用ゐて關東地方に屢々起る地震の深さを求めて見ました。其の求め方は、ある觀測所に於いてその初  
期微動繼續時間に對する震源距離を前式から求めそれを半径として圓周を畫き、その様な圓周が尠くと

も三個所に觀測所に就いて畫かれる時は其の結果は結局丁度第五圖の時と同じ様に處理すればそれ等圓周の交はりを互に結んだ直線の會合點を震央とし、それがさまれば震央を中心とする弦を作れば其の弦の半分の長さが震源の深を與へる事になります。

關東地方には非常に屢々地震がありますし且熊谷、銚子、沼津など充分信頼の出來る觀測所が多いので關東地方だけを求めて見ました。使ひました初期微動繼續時間は其等觀測所の報告に依つたものであります。

併し、扱ふ時間は殆んど十秒以下であるため例へ〇、一秒の違いも深さに一籽位利いて來るのでありますから之等の値の信用度は此の程度のものであります。が次表で御覺になる通り深さは可成り皆似よつた値を出して居ります。次表に於ける震央は深さを求める時の副産物であります。が參考のために一緒に出して置きます。

氣象集誌に出してある但馬地震の震源の深さは、此の方法とは全く別に求められたものであります。が、卅三籽位に出ました。而して今度の岐阜附近の地震及び次表に見られる關東地方地震など、悉く卅籽内外に其の深さが求められて居ります。之だけで我が國の到る所で屢々起る地震が、其の大小を問はず悉く卅籽内外と斷定するのは勿論早計ではありませうが、正確な材料を得て尙多くの種々の地震についてこの方法を用ひて深さを決めるのは興味深い事と思ひます。

發震時 (大正十四年)	觀測所名	初期微動 繼續時間	震央地	深さ
月 日 時 1 2 4	銃布銃 子良山 波	7.0 秒 10.5 11.4	九十九里濱	30 籽
3 1	布橫銃 良濱子 銃	6.2 8.0 11.5	勝浦附近	31
7 15	東水前 京戶橋	6.3 8.2 12.0	桶川附近	34
9 14	東前甲 京橋府	6.7 8.8 10.0	飯能附近	35
24 17	銃波 山京谷 東態	5.1 6.5 7.7	野田附近	38
2 3 10	銃波 山子京 銃東	6.2 7.1 10.0	霞ヶ浦	32
5 23	熊銃波 谷山京 銃東	5.3 6.2 6.4	關宿附近	33
13 16	熊東水 谷京戶	7.4 7.9 8.6	結城附近	41
14 9	銃波 子山戶 銃水	4.3 9.0 9.4	佐原附近	26
17 8	橫沼熊 濱津谷	4.9 7.7 9.4	厚木附近	25
3 8 8	橫東沼 濱京津	5.0 7.2 9.8	橫須賀附近	36

發震時 (大正十四年)	觀測所名	初期微動 繼續時間	震央地	深さ
月 日 時 7 12 11	東沼布 京津良	7.3 秒 9.9 10.0	厚木附近	46 籽
19 0	東熊前 京谷橋	5.5 6.6 10.2	關宿附近	35
18 22	横東熊 濱京谷	3.3 4.5 8.7	横濱附近	26
13 12	甲沼熊 府津谷	5.0 6.5 9.4	河口湖附近	30

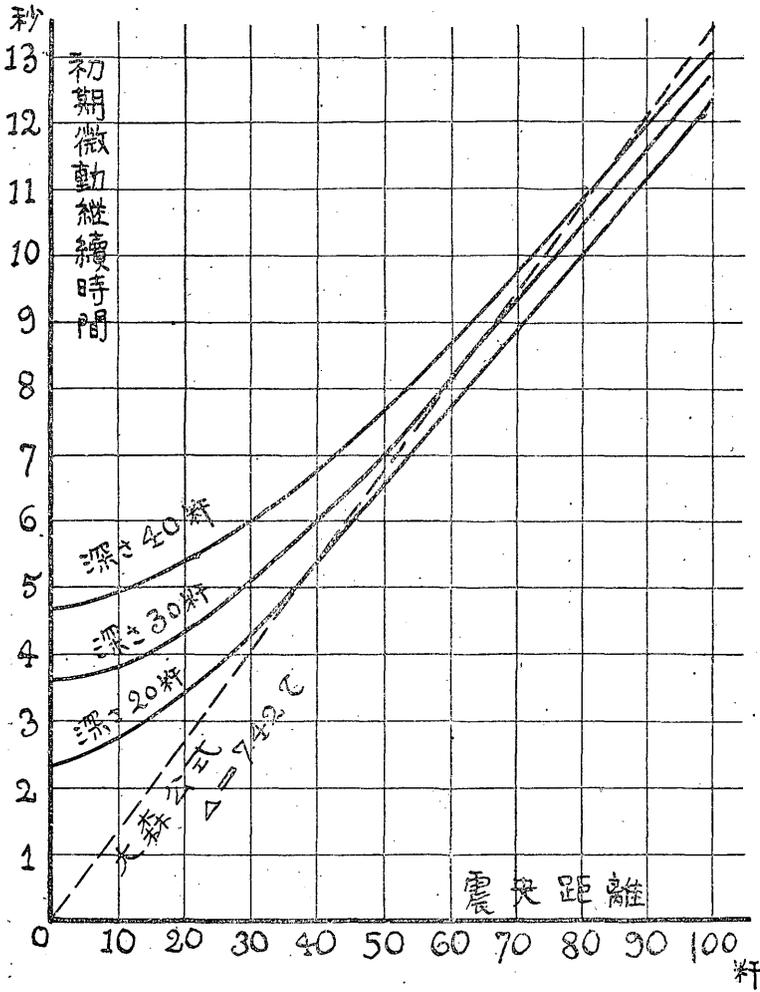
之等の深さの平均(この場合平均を求めると云ふ事が意義があるかどうかは疑問ではありますが)を求めて見ますと深さは三十二、五籽になります。この結果から關東地方に通常起る地震の震源の深さはまず卅籽と見なす事が出来ると思ひます。

### 附三、近地地震に於ける震央距離と初期微動繼續時間との關係

此處で近地地震と書きましたのは、此の論文の初めに出て居ります、初期微動がP波とS波から成るものを意味し特徴としては初動が明らかで大きい事で震央距離は約百籽以内であります。

近地地震では震源距離が初期微動の一次式でありますから震央距離と初期微動との關係は震源の深さに依つて違ひますそれ故に、深さがそれ〴〵二十籽、三十籽、四十籽の時に就いて、前の(3)式を基準として、計算で出した結果を第六圖

圖 六 第



に出して置きます。點線で書いてあるのは大森公式の曲線であります。

此の圖と驗震時報第二號の石川氏の論文「東京灣及び其の附近の地震に就いて」の附圖とを比較する時は興味深いかと思はれます。震央距離約五十軒以上では初期微動は大森公式の示すものより短くなる様に出で居ます。之の例として、本年五月

廿三日但馬地震の時近畿地方の各測候所に於ける初期微動が大森公式に依るものより可成り短かく出た事が説明出來ます。深さ三十軒の曲線は普通震央を求める時に利用出來ると思ひます。併し之は近地地震に就いて、あつて其の先に就いては氣象集誌の方の附圖に出て居ります。

(一九二五・八・廿八)

## 持續電波受信

朝 倉 重 郎

遞信陸海軍を始めとして、吾氣象界に於ても神戸海洋氣象臺の電弧式、中央氣象臺の真空管式等何れも持續電波發信裝置を採用し、之れが益々隆盛ならんとするの機運に際し、測候所無線取扱者諸氏の爲持續電波受信の簡單なる原理及之れが取扱に關し聊か卑見を述べて見度ひと思ふのでりあますが多少なりとも參考ともなれば幸甚の至りてあります。

火花方式に依る衰滅電波（非持續波）は礦石受信機の如き甚だ簡單なる裝置を以て受信し得るものな