

# 昭和 13 年 5 月 23 日 鹽屋崎沖地震と地電流の異常\*

吉 松 隆 三 郎

Abnormal Variations of Earth-Current Potentials accompanied  
with the Earthquake, Off the Cape of Sioya, May 23, 1938.

By T. Yosimatu.

Abstract: Abnormal variations of earth-current potentials accompanied with the conspicuous earthquake, May 23, 1938, are studied by the same method of "Difference-Curves" as in previous papers; that is, the difference of potential differences of two independent base lines of different length in the same direction, E-W., reduced to the equal base length, in which any variation of universal type such as recorded simultaneously on the magnetograph is eliminated. The same result showing the relation between the earth-current and earthquake is obtained by both the calculation from the two independent potential differences and a direct measurement with a special differential galvanometer. (Fig. 1). We can find also some variations of earth-currents varying with the activity of aftershocks. (Fig. 2).

It is very interesting that a transient current of about 66 mv/km. are observed five hours before the earthquake. (Fig. 3-4). The direction of the current is directed towards the epicentre; strictly speaking, it makes an angle  $\theta=37^{\circ}.5$  with the east-west direction, while the straight line joining the epicentre and the observatory makes  $24^{\circ}$ . Such a type and magnitude of variation as this transient current is observed only on days of near-thunderstorm, while no thunder was heard near the observatory on that day. Then it seems likely that this variation may be related to the earthquake, considering our experiences on earth-currents hitherto published and some electric and luminous phenomenon reported on the occasions of some great earthquakes.

An electric model of this transient current is constructed; that is, a dipole contained in the east-west vertical plane passing through the epicentre lies approximately at the hypocentre, and its axis of  $l$  makes an angle  $\theta$  with the earth's surface, having the currents of  $+I$  and  $-I$  on both ends. (Fig. 6).

We find a very satisfactory coincidence of both calculated and observed values of  $\theta$ , when  $\theta=0$ , that is, the axis of the dipole is parallel to the earth's surface. The determined axial length  $l=10$  km., when  $\theta=0$ . This is the same magnitude as the radius of the sphere obtained by some seismologists, on which the destructive force acts at the hypocentre. The value of  $I$  is also determined as  $5.4 \times 10^9$  Amps. when the specific resistance of the homogenous and isotropic earth's crust is taken as  $10^4$  ohms/cm<sup>2</sup>. The order of magnitude of the potential difference between both ends of the dipole is estimated larger than  $10^4$  volts which may explain some curious luminous phenomenon reported sometimes before the destructive earthquake. From the facts obtained above, we may say that the earthquake and accompanied transient earth-current are of two different aspects of the same crustal energy transformation and the latter may be called an "Unseen-Earthquake".

I. この地震は近年稀な大規模のものにて茨城、福島地方には相當の被害を見た。この地域には約一ヶ月前の 4 月 25 日にも顯著地震が発生してゐる。氣象要覽によれば有感餘震 58 回、無感 170 回餘に達し、そのうち 5 回は小區域地震である。強震前の最近の鹽屋崎沖地震を氣象要覽により求

\* 地電流の地方的並に局所的研究 (第四報)

めてみると有無感地震の数は第 1 表の如くなつてゐる。12 年 12 月より 13 年 2 月迄は發生回数が多くなり、3 月一時減少して 4 月には顯著及び小區域地震各一回見てゐる。即ち地震前にも相當活動したことになる。太平洋沖合の深海附近に起る大地震には屢、頻々たる前驅的地震を伴ふものであるが<sup>(1)</sup>、この強震も類似する所がある。既に屢、經驗した様に本強震前後の地電流の異常變化に就いて調べてみると次の様になる。今回は特に早廻しの記録を開始してゐたので偶然にもこの地震の前に、今迄とはやゝ異

第 1 表

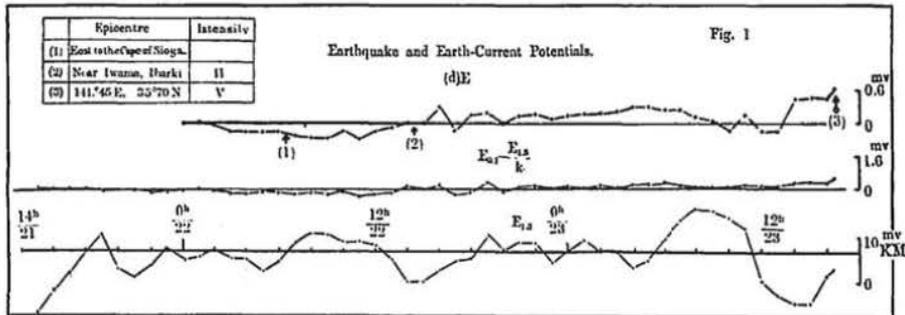
	昭和 12 年			昭和 13 年			
	10	11	12 月	1	2	3	4 月
有感	2	1	4	4	4	2	2 <small>顯小</small>
無感	—	1	2	4	2	2	3

つた瞬時的大きい變化が見出され、これに就いて多少今迄よりは一步進めた考察をして見た。これと今迄の

## II. 地電流の差電位差の異常

i) 差電位差の型と大きさ。第 1 圖は差電位差の變化を示す。(d) は差動檢流計による測定で、(D) は前論文<sup>(2)</sup>の如く  $(E_{0.1} - \frac{E_{1.5}}{k})$  の値を示す。差動檢流計は雷雨のため故障にて修理後間もなく、圖以前のものは調整不十分にて掲げ得なかつたのは遺憾である。

第 1 圖



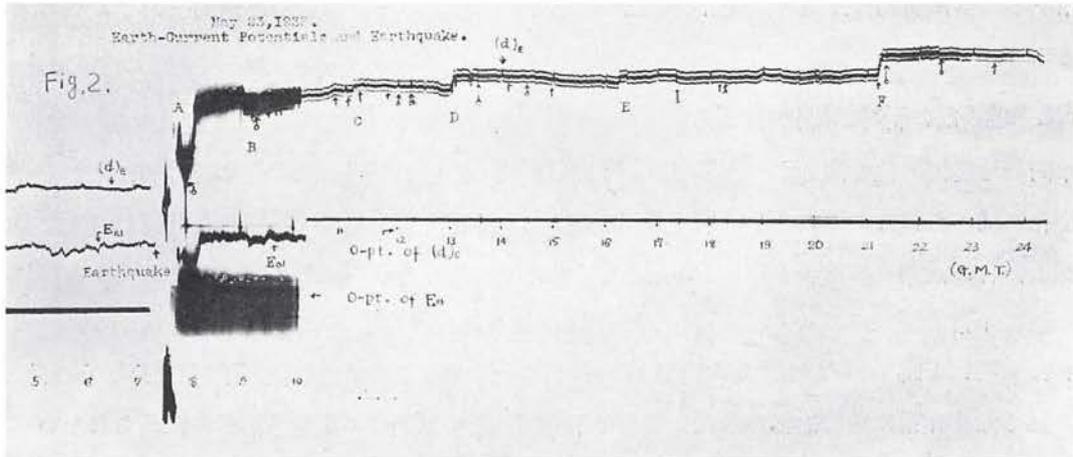
これに見るに既に得た様に地震前相當期間に互つて變化は至つて小さく發震時に近づくにつれて次第に増加してゐる。これは (d) 及び (D) 曲線とも同様である。唯 23 日正午前後は幾分小さくなつてゐるがそれよりは急に大きく單調に増大して發震に至つてゐる。この變化は既述の地震型より見れば一時の減少あるも全體としては差電位差の増大する型、即ち I-型である。前論文<sup>(3)</sup>に得た所によれば鹽屋崎沖附近の海底地震は昭和 10 年 4 月 22 日の稍顯著地震及び同年 12 月 21 日の鹿島灘北部の小區域地震であるが共に I-型であつて本回強震と同様である。

(1) 石川高見：三陸沖強震及津波報告、昭和 8 年、  
 (2), (3) 氣象集誌 第二輯 第十五卷 第四號

(D) の変化の大きさは 0.6 ミリボルトとなるが前論文より 0.9 ミリボルト位が期待される。幾分小さく出てゐるが、(D) は東西成分のみであるからこの相違に關しては決定的なことは云へない。南北成分に就いては今調査中であるが本地震には記録が得られなかつた。

ii). 餘震と差電位差の変化 次に差電位差の変化に就いて注意すべきは餘震の活動との關係である。第 2 圖は地震當日の記録であるが、(a) 圖中  $(d)_E$  は差動檢流計によるもの、 $E_{0.1}$  は基線百米のもの、矢印地震の所で強震が発見し地震後は電位差は著しく小さくなつた。同圖にては時刻はグリーニッチ時で示してある。中央標準時で 16 時 50 分頃迄は機械的振動のため記録は不明瞭である。17 時以後は檢流計の零點も正常に記録されてゐる。こゝにまづ注意される変化は 16 時 46 分頃

第 2 圖



を最低とし、17 時 6 分頃迄、約 26 分間急に下降した変化である。この変化は  $E_{0.1}$  にも  $E_{1.5}$  にも同じ方向に起つてゐる。従つて  $(d)_E$  曲線にも判然としてゐる。それ故これが檢流計の機械的原因によるのでないことは推定されるが 17 時の零點が正常の位置に在ることを見てもたしかに電流の変化がある。これが全く電極附近のみの変化によるか、それとも地震によるもつと廣い範圍の変化かは斷定出来ないが、電極の接觸抵抗の変化によると考へられないのは  $E_{1.5}$  の方は有效直列抵抗 20 萬オームを越え、又有效接合抵抗は大きくとも數百オーム以下であるからである。かりに振動による局部的電位差としてもその擾亂される大きさは相當のもので東西成分で略、17 ミリボルト毎軒になる。尙長短兩基線の最も近き電極間の距離は略、300 米である。

次に  $(d)_E$  曲線中にて強震以後に矢印を附せるは凡て柿岡にて觀測した餘震であり、矢根に丸を附せるは有感及び、總振動繼續時間 3 分以上の比較的優勢な無感地震である。これらの地震は亦檢流計の機械的振動により記録紙上にその位置を示してゐる。これらの餘震と地電流の変化とを對照し

てみると興味あることは、上記主要地震の發生に先つて常に急變化が見られる。それは B 部を除いて皆増加してゐる。これらの變移點は夫々 B, C, D, E, F の符號を附しておいた。就中大きく變化した D 部に續く 22 時 31 分頃の地震は總振動時間 5.5 分を有し、又 F の最大變化に續く 6 時 21 分頃の地震は小區域地震となつてゐる。7 時 22 分頃の有感地震は本震の餘震でなく野島崎沖のものとされてゐる。これらの變化は檢流計の機械的變化でないことは前に述べた A 部の變化や、又 B 部の變化が各檢流計に同様に現れてゐるのを見てもわかる。又これが單に地震後の偶然的な別個の原因による變化でないとは斷言出來ないが、既にこの様な比較的急な變化も地震の前後に見られることは前文にも述べたことあり、又何回も同様なことが繰返へされてゐるのを見ても十分考慮しなくてはならぬ。E<sub>0.1</sub> は光源の故障のため 19 時過後は記録してゐない。又圖の下方直線は南北成分に使用するために新調した差動檢流計の零點の試験中のものである。地震の機械的振動をよく記録してゐる。

### III. 地震前の瞬時的變化

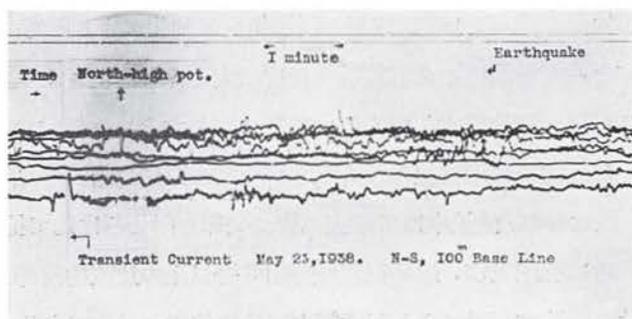
本回の地震にて他の注意すべき事項は、丁度雷雨時の放電の場合の如く全く瞬時的に見える著しい變化が捕へられたことである。最近特別な調査のため南北百米基線の早廻しを開始してゐたので偶然の機會に觀測されたのであるが、若しさうでなかつたら恐らく見出されずにもたかもしれなかつた。平常の記録にては光源の強さや、遅廻しのために極くかすかにその跡が見られるのである。それは 23 日 11 時 5 分で地震前 5 時間 14 分に起つた 第 3 圖はこの變化の早廻し記録の一部である。見る如く非常に急で變化の全長は頭部の不鮮明のため原圖にても遺憾ながら定められない。23 日は天気や、不良で地震當時は小雨が降つたり止んだりする程度であつた。丁度この變化の起る數分前に記録装置の調査を終つた所であつたので幸運にも肉眼にても實測出來た。不思議に思ひ、早速雷鳴でもあつたかと調査したがその様な様子はない。經驗によるに地電流がこの程度の變化をなすには雷雨は餘程接近してゐないと駄目である。空中電位差の方の記録を見ても判明しない。でこの變化はどうしても他の原因によると見

る外はない。平常の遅廻し記録を見ると第 4 圖の如く長基線記録紙からのみかすかに光點の跡を見出すことが出來た。その

第 2 表

東西成分	52 mV/KM	電流東へ
南北成分	40 mV/KM	" 北へ

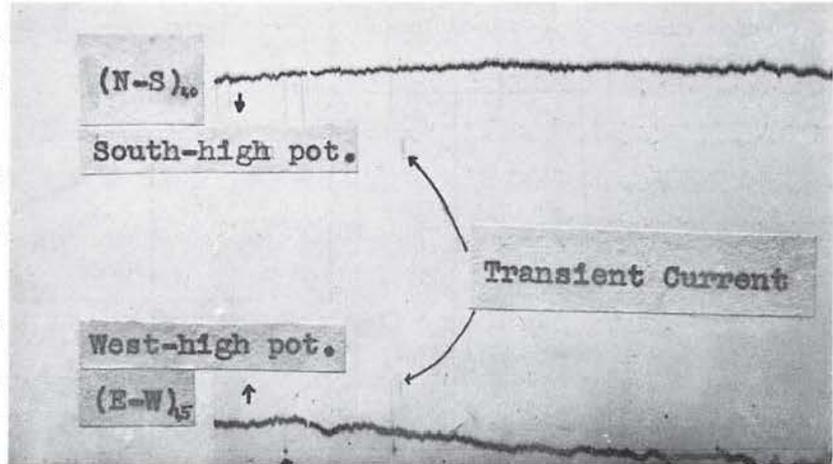
第 3 圖



變化の大きさは第 2 表の如くなる。電流は震央の在る北東に向き、東西方向より北に 37.5 度の角をなす、この程度の變化の大きさは地電流嵐時には珍らしくない。尚ここに一言注意すべき事はこの地電流の早廻しの刻時は

第 4 圖

簡單微動計と共同であるため地震計による地動と檢流計の記録する地震記象とは精密に比較出来る様になつてゐる。この比較によると地電流振動變化(第 3 圖右上方矢印部)が 2, 3 秒の程度早く起つてゐる様であるが混線し



てゐるのでその方面から誤差も考へられるので確實とは云ひ得ないが、將來の研究の爲め附言したい。地震の直前にはこれ以外に上記の様な急變化は認められなかつた。

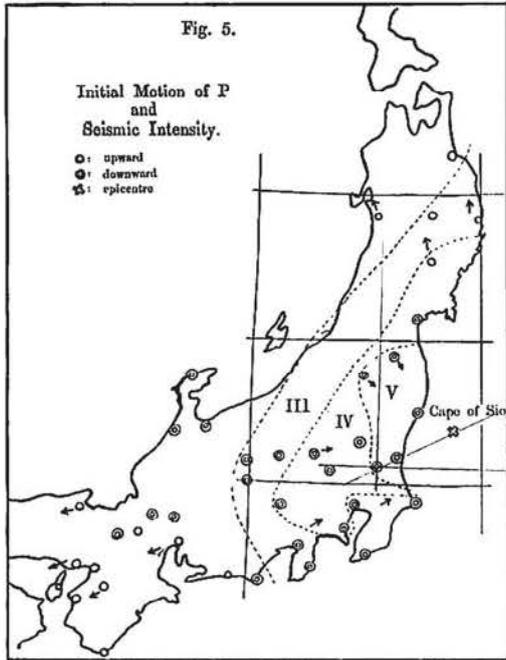
#### IV. 瞬時的地電流變化の考察と地震波初動との關係

本強震震央は中央氣象臺發表によれば東經 141.5 度、北緯 36.7 度となつてゐる。柿岡に於ける驗測結果は初動、東 296.0、北 119.0、下方 150.0 ミクロンで初期微動繼續時間 18 秒となつてゐる。震央距離は柿岡のみの結果でも、氣象臺の震央を利用しても殆んど變化なく 134 軒と求められるに反して、柿岡と震央とを結ぶ直線が東西方向となす角度は柿岡のみの結果では 22 度、氣象臺決定の震央を使ふと 24 度となる。本震の發震機構は震源が海底なるため定め難きも、初動の方向は仙臺以北及び關西地方は密波で、中部、北陸、關東地方は凡て疎波になつてゐる。(第 5 圖)。由來磐城沖、鹿島灘北部地方海底に起る地震は上に類似の初動分布をなすものが多い。かつて須田博士<sup>(4)</sup>はこの地方の地震の發震力として陸地に直角な方向、即ち略、東西方向に働く二平行力を考へたことがある。とにかく今考へてゐる地電流の瞬時變化がこの様な發震機構と如何に關係するかは一ヶ所のみ觀測では不明であるので可能な一つの等價模型を呈出し、この發震機構により實測された上述瞬時的變化を検してみることにする。

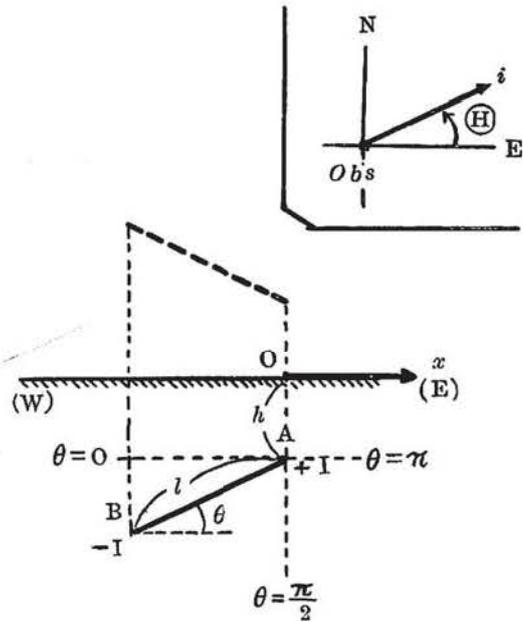
今第 6 圖の如く  $+I$  と  $-I$  の電流源が異なる距離を隔て、A、B に存在し、且つこれは震央を含む東西鉛直面内に在るとする。A の地表投射點 O を原點とし東方に  $x$  軸、北方に  $y$  軸をと

(4) 海と空；第五卷，第五號。

第 5 圖



第 6 圖



ると、地表に於ける電位  $\varphi$  は、

$$\varphi = \frac{\rho I}{2\pi} \left\{ \frac{1}{\sqrt{x^2 + y^2 + h^2}} - \frac{1}{\sqrt{(x + l \cos \theta)^2 + y^2 + (h + l \sin \theta)^2}} \right\} \dots \dots \dots (1)$$

こゝに  $\rho$  は均質一様と考へた地殻の電気比抵抗である。若し

$$x^2 + y^2 + h^2 > l(2x \cos \theta + 2h \sin \theta + l), \text{ or } (x - l \cos \theta)^2 + (h - l \sin \theta)^2 + y^2 - 2l^2 > 0 \dots \dots \dots (2)$$

とすると、

$$\varphi = \frac{\rho I}{4\pi} \frac{l(2x \cos \theta + 2h \sin \theta + l)}{(x^2 + y^2 + h^2)^{3/2}} \dots \dots \dots (3)$$

震源の深さに相當すると考へる  $h$  は略々その範圍定り居るが、 $l$  は全く未知の量である。しかし、少くとも現在の場合には震央距離 100 軒を越えてゐる故恐らく (2) 式は成立するであらう。議論は成立するとして進める。然るときは地表の電場の東西成分、 $E_x = -\frac{\partial \varphi}{\partial x}$ 、南北成分、 $E_y = -\frac{\partial \varphi}{\partial y}$ 、合成分  $E$  は下の如くなる。

$$\left. \begin{aligned} E_x &= -\frac{\rho I l}{4\pi} \cdot \frac{2 \cos \theta (x^2 + y^2 + h^2) - 3x(2x \cos \theta + 2h \sin \theta + l)}{(x^2 + y^2 + h^2)^{5/2}} \\ E_y &= \frac{\rho I l}{4\pi} \cdot \frac{3y(2x \cos \theta + 2h \sin \theta + l)}{(x^2 + y^2 + h^2)^{5/2}} \\ E &= \sqrt{E_x^2 + E_y^2} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

従つて任意の點の地電流が東西方向となす角  $\theta$  は、

$$\tan \theta = \frac{E_y}{E_x} = - \frac{3y(2x \cos \theta + 2h \sin \theta + l)}{2 \cos \theta (x^2 + y^2 + h^2) - 3x(2x \cos \theta + 2h \sin \theta + l)} \dots\dots\dots(5)$$

故に  $\theta$  が一定してゐると各地に於ける電流の方向が定る。又逆に観測地  $(x, y)$  が一定してゐると電流源の方位  $\theta$  により電流の方向は同一でない。今實際問題に合する様に観測點を一定としたとき、 $\theta$  の二、三の特別な値に就いて調べてみると、

$$\left. \begin{aligned} \tan \theta &= - \frac{3y(2x \pm l)}{2(x^2 + y^2 + h^2) - 3x(2x \pm l)} \quad \left. \begin{array}{l} \text{上號 } \theta = 0 \\ \text{下號 } \theta = \pi \end{array} \right\} \dots\dots\dots(6) \\ \tan \theta &= \frac{y}{x} \quad \dots\dots\dots \theta = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2} \end{aligned} \right\}$$

若し更に  $x^2 + y^2 > h^2$ ,  $x > \frac{l}{2}$  .....(7) とすると (6) は簡単に次の如くなる。

$\theta$	$\tan \theta$
$0, \pi$	$\frac{3xy}{2x^2 - y^2}$
$\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}$	$\frac{y}{x}$

.....(8)

(7) 式の第一項は恐らく成立するであらう。第二項も現在の場合は成立するものと推定される。(8) 式によれば地電流の方向は必ずしも震央に向かず、 $\pi$  だけ異り得る。まづ (8) 式を使つて  $\theta$  の概算を試みるに  $\theta_K$  を以て柿岡一ヶ所による驗震結果より定めた  $\theta$  を表し、又  $\theta_M$  を以て中央氣象臺の結果より求めた  $\theta$  とすると (4) 式と見くらべて第 3 表の如くなる。これより  $+I, -I$  が水平に在る場合が實測と良く一致する。これは發震機構と何かしら相通する所ある様に想はれる。即ちこの電流も或は起震力の働く方向に於て發現するにあらずやといふ想像である。勿論こゝに考へてゐるのは一つの等價電流系である故に實際に起つてゐる電流系が如何なるものかは問題とならない。又こゝに考へた模型と違つたものを以て説明することも可能であるかもしれない。要は最も簡明に現象を記載するにある。柿岡一ヶ所の結果よりも総合結果の方がより實測と合するのは當然の様に見える。又第 3 表の結果は上述の  $h, l$  に對する假定が許容されるものと考へてよい。

第 3 表

$\theta$	$\theta_K$	$\theta_M$	$\theta_{obs}$
0	$33^\circ$	$37^\circ$	$37.5^\circ$
$\frac{\pi}{2}$	$22 + \pi$	$24 + \pi$	
$\pi$	$33 + \pi$	$37 + \pi$	
$\frac{3}{2}\pi$	22	24	$2h > l$

従つて次は實測  $\theta$  を使つて  $l$  を求めてみる事が

必要である。上の結果より  $\theta=0$ ,  $\tan \theta = \frac{40}{52}$  であるから (6) 式より  $l$  を求めると  $h=10$  杆とする  
と、 $l=10$  杆 となる。もつとも現在の場合  $h$  は省略しても同様である。こゝで今一度我々の考  
へた等価発電模型を書いてみると、地下  $h$  なる距離（恐らく震源の深さと見られる）に地面に平行  
して、震央を含む東西鉛直面内にて 10 杆を隔てゝ存在する  $+I$ ,  $-I$  の電流系である。

この  $l=10$  杆といふことに關聯して想起されるのは我國に於ける發震機構に關する研究の進歩  
である。最近本多、三浦<sup>(5)</sup>氏は S 波及び P 波の初動の大きさの比が理論的に期待されるよりは  
ずつと小さく出る場合の説明として、河角、井上氏<sup>(6)</sup>等が考へた様に震源に於ける起震力の働く球  
の半径  $a$  と縦波の波長  $l_p$  との比が有限の場合を論ぜられてゐる。こゝでは當然  $a$  の値が求めら  
れてゐる。即ち昭和 4 年 6 月 2 日の中部地方の深發地震では  $a=11$  杆。又昭和 6 年 6 月 29 日  
の深發地震では  $a=9$  杆となつてゐる。<sup>(7)</sup> これらの値は上に求めた  $l=10$  杆とよく一致する。本  
回の強震で  $a$  が如何なる値を採るかは現在確め得なかつたが程度には變化あるまいと思ふ。勿論  $a$   
或は  $l$  は最も考へ易い發震或は發電形式の具象化の範圍を定めるものであるから實際には如何に關  
係するかは問題であるが、最も不安定な地殻弱所、恐らく最後は發震區域となるべき部分に瞬時的  
地電流も亦起り易いと見るのは順であらう。従つて  $l$  の値が  $a$  の値と似てゐるのはこの意味に於て  
意義があると思はれる。かくて地震に關係する地電流變化は益々確實性を帯びるに至つた。今後種  
々な發震機構を持つた地震に際して既に屢々述べた緩慢變化以外に、こゝに述べた様な急激變化の  
捕獲に特別に留意することも甚だ大切なものと思ふ。

次に電流の大きさ  $I$  を求めてみる。(4) 式にて  $\theta=0$ , 且つ  $x^2+y^2 > h^2$ ,  $x > \frac{l}{2}$  とおける故

$$\left. \begin{aligned} E_y &= \frac{\rho I l}{2\pi} \frac{3xy}{(x^2+y^2)^{5/2}} \\ E_x &= -\frac{\rho I l}{2\pi} \frac{y^2-2x^2}{(x^2+y^2)^{5/2}} \\ E &= \sqrt{E_x^2 + E_y^2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

今  $\rho = 10^4$  オーム/糎<sup>3\*</sup>,  $l=10$  杆, 中央氣象臺發表の震央を利用すると,

$$I = 5.4 \times 10^5 \text{ アペンア}$$

となる。又 A, B 間の電位差を推定するため、假りに電流  $I$  が半径  $r$  の導體球を電極として出入す

(5) Geophy. Mag. Vol. XI. No. 4. 299-305, 1938.

(6) Bull. Earthq. Res. Inst. Vol. 14, 582-598, 1936; Vol. 15 (1937). 地震, 7 (1935)

(7) 西村源六郎氏も同じ材料にて、彼の理論より同様な結果を得た, Bull. Earthq. Res. Inst. Vol. 16, 1938 (317-353).

\* 地殻の比抵抗  $\rho$  は水分の含有量により廣い範圍に變化するが地表附近の比抵抗は Wenner-Gish 法によ  
り測定したものは大略  $10^4$  オーム/糎<sup>3</sup> の程度で他の方法によつても大同小異である。

るとすれば電位差  $P.D. = I.R$ .  $R$ :  $A, B$  間の有効抵抗.  $R = \frac{\rho}{2\pi r}$  とみて

$r=1$  杆,  $\rho=10^4$  オーム/糎<sup>3</sup>,  $I=5.4 \times 10^5$  アンペア,\*\* とすれば

$$PD = 0.9 \times 10^4 \text{ ボルト.}$$

かつて寺田寅彦先生<sup>(8)</sup>は地震に伴ふ発光現象の一つの可能な説明として地下水による流動電位差に着目され適当な条件下では或範囲に  $10^5 \sim 10^6$  ボルト程度の電位差が生ずる可能性があることを示された. そのとき二重極を考へた場合には軸長を 20 杆と採られてゐる. 著者が今求めた軸長は 10 杆である. 大地震に關する一つの特異現象は発光現象であるが地震後に限らず地震前にも之を見たといふ記録も相當ある.<sup>(9)</sup> これが全く信用出来ないものとして一律に棄て去ることは早急であらう. 現在の如き瞬時電流により発光現象は起り得る可能性があるからである. 斯様に考へてくると, この様な瞬時電流は適当な条件下にて起る一つの「見えざる地震」で, 機械的な地震も電流も, 一つの地殻勢力の變化の異つた型に於ける表現とも見える.

**V. 地電流瞬時的變化と地球磁氣** 既述の地電流の急激變化に相當して地磁氣の變化は存在するや否やと十分注意して調べたが遺憾ながら光點の跡らしいものは見出されなかつた. この變化が地磁氣のために起つたとすれば地磁氣の變化は著しく大きくなることは日常の經驗から推定される. すでに變化は急であり, 又地電流が相當の大きさの地磁氣を起すためには可成の電流密度を必要とする. 例へば 50 ミリボルト/杆の地電位に相當する表面電流による磁場は  $H = 2\pi i r = 10^{-11}$  ガウス, 但し土地の比抵抗は  $10^4$  オーム/糎<sup>3</sup> と採る. 又この電流が一様に深さ 10 杆に亙つて流れてゐると

\*\* 上に述べた瞬時的變化の繼續時間は檢流計の固有週期, 若しくはそれ以下であり, 恐らくは檢流計は臨界制動にて彈動的に作用したと見るが妥當であらう. 然るときは回路に流れた全電氣量  $Q$  は

$$Q = \left( \frac{T_0}{2\pi} \right) \left( \frac{I_0}{\theta} \right) \cdot e \cdot \theta_1.$$

こゝに  $T_0$ : 檢流計の固有週期.  $I_0$ : 檢流計の振れ  $\theta$  を與へる定常電流.  $e$ : 自然對數の底  $\doteq 2.72$

$\theta_1$ :  $Q$  による檢流計の振れ.

故に電氣量の通過した時間を  $\Delta t$  とすると, 回路に流れた電流  $i$  は

$$i = \frac{\left( \frac{I_0}{\theta} \right) \cdot \theta_1}{\Delta t} \cdot \left( \frac{T_0}{2\pi} \right) \cdot e.$$

東西, 南北兩成分の檢流計の固有週期は共に 5 秒であるから

$$i = 2.16 \frac{\left( \frac{I_0}{\theta} \right) \theta_1}{\Delta t}.$$

従つて上述  $\theta$  の方には影響ないが電流  $I$ , 或は  $P, D$ , の大きさは  $\Delta t$  により異なる.  $\Delta t$  が 1 秒以下の時は, 上記の値よりずつと大となる.

(8), (9) T. Terada, Scientific papers Vol IV. 307-334.

すると  $H=3 \times 10^{-5}$  ガウス。實際は上に考へた  $I$  の模型でも電流は一様に流れず、又或部分の電流は他部分の電流とは逆に作用し得ることなど考慮に入れると實測される  $H$  はもつと小さくなるであらう。雷雨の場合は地電流は著しい變化をなすも地磁氣はせいぜい數ガンマを出ないことなども参考となる。又急激な變化に對する磁力計偏れの方を考察してみると、印畫紙の感光度の問題といふよりも結局實測された地電流に相應した地磁氣は測定感度の極少値附近にあつたと見るが妥當の様である。この様な目的には特別な工夫が必要と思はれる。

## VI. 結 語

### I. 差電位差.

- (1). 差動檢流計及び  $E_{0.1} - \frac{E_{1.5}}{k}$  の示す兩差電位差は共に地震前或時刻より發震時迄次第に増大し、發震直前にて最大に達す。これは今迄屢々經驗した差電位差の變化と同様である。
- (2). 變化の型式は J-型で前論文に得た鹽屋崎沖附近の地震と全く同型である。
- (3). 差電位差の變化の大きさは 0.6 ミリボルトで前論文に得た結果からは略、0.9 ミリボルトが期待され、やゝ小さく出た。
- (4). 餘震の活動に應ずる差電位差の變化あり、就中優勢な餘震に前行して、比較的急な電位差の變化が常に伴つた。

### II. 地震前の瞬時的地電地流.

- (1). 地震前約 5 時間に略、66 ミリボルト/杆の瞬時的變化あり、通例の遲廻し記録にはかすかに、又 1 分 23 秒の早廻し記録には判然と記録された。同時に偶然にも肉眼でも見るを得た。
- (2). この電流は震央の方に向くが、東西方向と 37.5 度丈北に傾く、震央は東經 141.5、北緯 36.7 度と求められてゐる。
- (3). 瞬時的電流が本強震に關係するものとして一つの等價發電模型を呈出した。即ち地下  $h$  (現在の場合震央距離に比して小さい値なればよいが、恐らく震源の深さに相當するとせられるもの) に東西方向を含む鉛直面内に 10 杆の距離を隔て、 $+I$ 、 $-I$  の電流の流入口の有る電流系である。これは實測結果とよく一致する電流の方向を與へる。
- (4). 上の發電系は發震機構と密接なる關係ある如く、或は地電流は起震力の働く程度の範圍に於て發生し、而も地震力の方向に電流も發生するにあらずやと思はれる。
- (5). 電流  $I$  の大きさは略、 $5.4 \times 10^5$  アンペアとなり、或假定の下では兩端の電位差は  $10^4$  ボルト以上となり得て、かつて寺田寅彦先生の地震に伴ふ發光現象に要すると考へられた電位差の程度のものが考へられる。これより見て大地震前に往々報告されてゐる奇妙な發光現象に對して或實體を與へる可能性がある。

III. 地電流の瞬時的變化に應ずる地球磁氣の變化は十分注意して調べたが判明しなかつた。恐らく地電流の密度の不足によると思はれる。

終りに臨み岡田臺長初め諸先輩，同僚に對して深謝する次第である。

(昭和 13 年 8 月)

---