氣 象 集 誌

第二輯 第十一卷 第十號

論 文 Memoirs

柿岡地磁氣觀測所に於ける地電流に就いて (其の一)⁽¹⁾

吉 松 隆 三 郎

On Earth-current observed at Kakioka Magnetic Observatory. (Part I)

By T. YOSIMATU.

Abstract:—The following two phenomenon observed at Kakioka magnetic observatory from Aug. 1932 to Apr. 1933 are reported;

- i) Micro-pulsation and Storm of earth-current.
- ii) Some variations of earth curr. which may be caused by earthquakes.

The former points out that micro-pulsation and storm are also observed in earth-curr. as well as in earth-magnetism, showing a closed relation, even if their appraent features are so markedly different. The later shows a possible relation between earth-quake and earth-curr., but a hasted opinion must be avoided. One of the most desirable method in this line is to study each record refered to those at other places and of other related phenomenon, especially of earth-magnetism.

觀測施設及び方法

地電流の觀測は既に古くから行はれて數多の人々の研究があるが所謂觀測所的觀測として規則正しく行はれたしたのは最近の事で其著名な觀測所としてはスペインの Ebro, カーネギー學院の經營するオーストラリアの Watheroo, ペルー, Huancayo の如きである。其重要性に對しては未だ猶分布の少きを歎ずるのである。さて我々が求めやうとする地電流は深い物理的意味を持つたもので電極自身に關係する極部的のものであつてはならないがこの因子は常に測定の中につきまといつてくる。従つて測定の實際問題になると見かけ程簡單なものではなくなる。この消息の一端を窺ふに足るものとしてカーネギー學院の W. J. Rooney 氏の論文を挙げやう。⁽²⁾ 地電流の對稱となる大地が既に電解質的導體と考へな

(1) 中央氣象臺彙報。

(2) Terr. Mag. Sep. 1932.

くてはならぬので地電流測定の際各電極——土中に電極を入れない測定方法は知られてない——の物理的化學的狀態が完全に一致しない。従つてこれによつて接觸電位差が生ずる。これは測定方法に獨立に存在するもので氣象要素に多分の依屬性がある。

柿岡地方の地質は商工省の調査があるが基線に使用した觀測所構内は四ヶ所の電極埋施によつて地下三米迄は一樣に擴つた壙埠で其下層に粘土砂交りのものがある事が知れた。電極は地下四米の所に埋めたので電極の周圍は比較的同等な狀態に保つことが出來、流動烈しい地表近の影響より遠ざかることが出來たので困難な上述接觸電位の問題に對しては良好な狀態に置かれたものと考へられると同時に、土地の溫度の變化による影響も極少にすることが出來た。斯如き狀態に在らしめることは基線が長くなる程困難である。——新しく施設された東西 1.5 km, 南北 1 km の平行線に就いては後の機會に譲る——現在迄の基線は比較的平坦な構内で東西、南北各百米を十文字型に作つて各方向の電位差を測定してゐる。電極は約 70 cm × 70 cm × 0.5 cm の銅板で各方向廣い面を相向合せて埋め、其周圍は約 40 cm の厚さに細粉した桎炭を埋填した。これは既に豫備實驗⁽¹⁾によつて示した様に土地と電極との接觸抵抗を減少し、逆起電力を減ずる外電極の狀態を一層均等にし而も土地の變化が直接電極に及ぼさざる様との意に外ならぬ。溫度の變化あり狀態の變流ある地表近くに電極を埋め或は電極の狀態に關した注意を怠つた場合は測定の價值を落すことはまぬかれぬ。電極が水脈或は河海の近くに在る時はこの影響もまぬがれぬ。従つて特殊の目的以外にはさけなくてはならぬ。

電極より地表迄の導線は架空線——第四種絶緣線で B. S 8#——をそのまま使つたが其周圍は良質のアスファルトに依つて包填し附屬、絶緣に留意した。この部分が不良になると電極の一部分を形成し本來の電極と異つた抵抗を通つた二つの接觸電位差が並列に入つたと同じ結果になつて誤差が入つてくることに注意しなければならぬ。架空線は地上約一米に良質の碍子に依つて木柱に支張された。地上あまり高くしては地球磁氣の磁束を切る面積が廣くなつてくる。各電柱間は十米で風に依つて甚しい動搖は見られない。

記録は驗流計によつて寫眞で連續した結果を求めた。檢流計の常數は感度； 20×10^{-8} amp. 週期；5 秒。線輪抵抗；14 ohms, 臨界抵抗；18 ohms. 可動線輪型のものである。檢流計は臨界制動にし感度は一定電壓を電極端子に切換へて記録紙上で求めた。毎日一回感度を探つたが記録上 0.2 mm 以下の範圍で一定であつたので比較的鋭敏な此測定器も適當に調整すれば長期觀測に耐えることが判つた。回路に入れた直列抵抗は 10⁴ ohms で溫度 10°C → 30°C に於て抵抗値の最大變化は 0.006% のタングステン線である。測定裝置の大

(1) 本誌 第二輯 第十一卷 第五號。

要を示すと第一圖の如くである。圖中 R :

10^4 ohm の抵抗. S : 分流器. G : 檢流計.

E_1, E_2 は電極. L : 500 ohms の單極リレイ

であつて毎時自動的に廻路を切り刻時と同

時に檢流の零點の位置を記録することが出

来る。既に豫備實驗に於て觸れた様に注意し

て製作した檢流計でも温度の影響によつて

永久磁石或は懸糸の彈性常數が變り又懸糸とその支部との接合點に狂ひが生ずる等によつて

檢流計の零點が變るのである。従つて檢流計の周圍の温度を一定に保つか若しくは零點

の狂ひを記録しなくては折角の記録も實際のものとは異つたものとなり、殊に急激に温度

の變化した時は著しい誤謬に陥ることに注意しなくてはならぬ。かうした方法を施したが

猶檢流計は大理石の臺上に載せ其の周圍をラシャ布で包んだので烈しい温度の變化のない

限りは零點の狂ひは非常に減少させられた。(圖版第七參照) 自記紙はオリエンタル會社製

の臭素紙を用ひた。暗室は赤色電燈を點じて臭素紙の濕度による影響を留意したので時季

によつて著しい相違は見られなかつた。廻轉圓筒は 毎時 15.5 mm の速さで時刻は毎日無

線時報に正した電氣時計によりなされた。

第 一 圖

第 一 部 地電流に於ける脈動現象と嵐

地電流の變化の原因が何によるかは未だ解れざる問題であること猶地球磁氣、空中電氣等の根本問題と同様である。或は地熱の異同に歸し或は地殼の變動によると唱へ或は又地球外よりの電磁誘導現象といふ。いづれにしても原因となり得るものであるが考へられる諸因子中最も大きい因子を求めることは其現象を研める一つの手近い又重要な方法である。この意味に於て以下述べやう

とする兩現象は其現れる規模の大小に程度こそあれ數々の類似點を見出すことが出來、地電流の本性に關して或一つの暗示を與へるものと考へられるものである。それ

第 二 圖

より前まづ簡単に地電流と地球磁氣との相關性に就いて述べておかねばならぬ。既に諸家によりしばしば論ぜられてゐる様に地電流の變化の最も類似したのは地球磁氣のそれであるが柿岡に於ても同様である一例として圖版第八を、參照しても察せられやう。又試みに地

電流及び地球磁氣の變化——靜、嵐凡ての日の變化——の振幅の比 $\frac{\Delta H}{\Delta E}$ とその週期 ΔT との關係を示せば第二圖の如くなる。 ΔT の小さい所ではや比の値は小さくなる傾向があるがまづ直線に近い變化をなしてゐる。詳細な兩者の比較は他の機會に於てなされやう。地電流に於ては毎日の様に現れる小さい規則正しい脈動現象があるがこれも例外とはならず既に寺田博士の地球磁氣に就いての觀測と同様な結果を得たがそれ自身既に一層興味あることである。著者脈動の諸性を研らべると共に主として表題の二現象に就いて類似性を指摘しやうと思ふ。

1) 脈動の一聯性と多聯性

脈動に就いて興味ある特長の一つは連續した減衰振動の列となつて出現することが非常に多く、數十分、數時間に亘るものも稀しくはない。これは宛も音響學上の喩の如き現象である。之に反して比較的速かに減衰する唯一回きりの振動もある。これは其現れること少く又急激に開始せられるが常である。今前者を多聯性脈動後者を一聯性脈動と稱べば多聯性のものは多くは短週期のもので、一聯性のものは長週期のものにしばしば見られる。これら脈動の現れる機構に就いては全く不明であるが少くとも其の機構の活動はこれと類似の振動現象と想像される。試みに二三の一聯性脈動に就いてそれが通例の力學的減衰振動になぞらへて對數減衰係數 δ , 減衰係數 λ を求めてみると

週期 (T)	λ	δ
78 ^s	6.42×10^{-3}	0.501
90	4.32×10^{-3}	0.387
120	2.24×10^{-3}	0.267

$$\delta = \log_e \left(\frac{x_2}{x_1} \right) \quad \lambda = \frac{\delta}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega^2 - \lambda^2}}, \quad \omega^2 = \lambda^2 + \frac{4\pi^2}{T^2}$$

であるから $\omega \gg \lambda$ で $T \doteq \frac{2\pi}{\omega} = T_0 \dots \dots \dots$ 固有週期

であることが判る。若しこの振動が抵抗 R , 自己誘導 L , 容量 C の振動電路に等價の場合には $\frac{R}{L}$ が非常に小さいことになる。

2) 脈動の週期及び振幅

脈動は種々の週期を以て現れる。週期を求めるには毎日の自記紙から比較的規則正しい波丈けを、少くとも三つの山が判然として繰返されてゐる波丈けを選んだ。非常に恒常性を持つた週期のものもあれば、漸次僅かながらも週期の異つてゐるものも若干あり、急激に初り減衰する一聯性のものは波列の連續したものと異つた週期の取扱ひをしなくてはな

らぬがこれらは比較的數が少いので全部一緒にして現れた週期を求め、各波に就いての週期の平均値を週期とした。既述の如く正規記録は毎時 15.5 mm の速さのため一分以下のものは毎時 6 廻及び毎分 2 廻の廻轉装置によつた。前者は昨年 11 月から本年 4 月迄、後者は本年二月、三月に互つて行つた。大きい週期のものは 20 分程度迄見出された。これ以上大きいものもあるが形が著しく不規則で長く連續しないので採用しない。短週期のものは 10 秒以下のものも見られ最短 5 秒で檢流計の固有週期に近いもの迄存在することが判つた。これ以下の短週期のものも存在するかも知れないがこの調査の範圍内では見出されなかつた。二三の例を示すと圖版第六の如くなる。10 秒以下の短週期のものは嵐時特に活動し大概大きい變化の中に重疊して表はれる。そして唸の如き形式があまり判然としない。これは宛も河水の大きいうねりの上に見える小波の如き感がある。

夜間と晝間とで脈動の現れ型が同様でなく、後者は前者に比して波形が不規則で長週期のものが多い。唯午前三、四時頃數分乃至十數分の長週期の脈動がしばしば現れ、二、三日連續して約一日の週期で繰返される事がある。これらの事情は短週期脈動の活動と併せて大氣の變動と密接な關係があるらしく見える。

脈動の週期分布曲線を求めてみると第 3 圖の如くなる。縦軸は求めた週期を 20 秒置きに分類し各部に於ける現れた回数を % で示したものである。60 秒附近のものが最も優越してゐるがこの結果は既に寺田博士の研らべたのと一致してゐる。短週期の方は期間が短く調査が不十分であるが 7 秒附近が最も多い。これは Zouy⁽¹⁾ に於ける地磁氣の 7-9 秒の結果に一致してゐる。脈動の振幅は 10^{-5} V/100 m 乃至 10^{-3} V/100 m の程度であるが 0.5 m.V/100 m のものが最も多い。夜半しばしば現れる灣型活動の開始時急激に現れる脈動には往々二、三 m. Volt に達するものがある。一般に週期が短くなると振幅も減少するが必ずしも一定してない。

第 三 圖

3) 脈動の活動性と週期性

脈動の活動性を示すために地球磁氣に於けるが如く特性數 2, 1, 0, を用ひてみた。即ち其日の記録に於て振幅の大きくて、出現數の多いものを 2 とし、やゝ劣るものを 1 とし其數の少く活動の劣勢なるものを 0 とした。統計は正規記録を用ひたので週期は約 50 秒以上のものに制限された。毎日の特性數の總和を求めると第 4 圖の如くなる。大約 27 日の週期が存在する

(1) Terr. Mag. Vol. 31, 1926. p. 106.

ことが見られる。これは既に地球磁氣に就いて求められてゐる所である。脈動の如き微少な特異現象が斯如き週期性を有することは少くとも其原因を地球自身に歸せしめるのは妥當でない様に見える。毎月の特性數の和

第 四 圖

を見ると未だ全年のものを得ないが、12 月が最大で三月之についで大きい。諸外國に於て地球磁氣に就いての研究では

	Batavia	Potsdam	Zony
max.	12 月	6, 7	3,
min.	7 月	12	7, 8

の様である。必ずしも Universal のものではないことも注意する必要がある。

以上の關係は比較的長い期間の週期性であるが、脈動の現出する状態を研らべてみると同じ様な型式の脈動がずつと短い週期で——脈動の唸の如き形式とは異つた——繰返し現出することがある。數十秒程度の週期の脈動には 10-40 分の程度のもがあり、5-15 分の如き長週期のもものでは 1-2 時間の間隔を以て二回乃至三回位繰返されることがある。就中既述の午前三時前後に現れるものは二、三日續いて現れることがある。五月二十日に現れた大きい脈動は約 12 時間の間隔である。これに類似した現象は靜穩日でも或特別な變化特に 21 時より 1 時迄に最もしばしば現れる灣型變化が殆んど隔日に現れる事、又嵐時同じ様な形式の變化が繰返し現れる事など一般の變化と共通した所がある。後者の一例として 5 月 1 日 1 時 28 分に起つた稀らしい突然開始を持つた大きい嵐に就いて述べやう。大きい嵐に就いてしばしば見られる様に嵐の開始される前は非常に靜穩であつたが 30 分前より週期 1.5 分の脈動が先驅し初め最初の急激な振れの直前 2 分間僅かに電流の方向が逆變してゐる。これより振幅の大きい約 12 分の週期の不規則な振動が 25.5 分間續き再び脈動に後從されてゐるが約 2.5 時間の後には再び前者の週期の半分、6 分の週期を持つたやゝ大きい變化が見られ、後は不規則な小變化に終つてゐる。この後 14 時 45 分と 21 時 21 分とに矢張同じ様な形式の變化が繰返し出現してゐること圖版第七の如くである。この嵐の變化の形式を地震の方と對照してみると開始先の脈動は初期微動の如く、急激に大きく動いた部分は主要動で後に連る小振動は終期微動に相應してゐる。又全部を一緒にして考へると三段變化をなし中距離地震の如き形式を採つてゐる。嵐の機構に關しては議

論區々として定説がないが原因が地球外に在ることは確實である。唯形式的の類似を擧げ
たに止る上の二現象は或は其機構に何等かの類似性がないであらうか。

4) 脈動の分類及び微細構造

脈動を波形によつて次の二種類に分類することが出来る。即ち A 型は非常に規則正し
いもので殆んど正弦曲線に近きものである。B 型は宛も數種の A 型の重疊したかの如き
形式を持つものである。一般に前者は短週期のものに多く、後者は長週期のものに多い。
これらの型式は地動の脈動に於ける所謂大森博士の Q_1 型、 Q_2 型に相等するもので、こゝ
にも地震動との類似を見る。

次に脈動の開始する初期の運動を見ると小さく動き初めてやがて最大振幅に達し次第に
減衰して行くのと、急激に大きい變化に初り小さい振動が殆んど現れないものがある。
今前者を a 型、後者を b 型と稱ぶと、變化の大きい嵐と比較して興味あるのは b 型であ
る。b 型を猶よく見ると最初の大きい振動の直前に唯一回僅かに之と反對の方向に動き初
めるのが常である。即ち最初の大振れが電流で東から西(南から北)に動くとき僅かに西から
東(北から南)に動くのである。又西から東に動いた場合も同様である。前者を b_1 、後者を
 b_2 とすると著明なる 38 回の中 12 回は b_2 で残り 26 回は b_1 である即ち b 型の大部分
は僅に電流が西より東に向き急激に東より西に流れるものである。これを嵐と比較せば a
型は判然とした開始のないものに相應し b 型は突然開始の嵐に相當する。突然開始の嵐
を見ると大抵最初の急激な變化は東から西に向き其直前僅かに反對方向に動いた部分があ
る。⁽¹⁾之は最初の大振れに比して非常に小さいので場合によつては見出されないが凡ての場
合に共通して存在する様に見える。これは前述脈動に比較すると b_1 型に相當する。第一
の大振れの Vector を脈動と嵐に就いて引くと第五圖の如くなり両者は殆んど一致して東
西より北へ約 8 度傾き磁氣赤道に殆んど平行してゐることは興味あることである。

第 五 圖

(1) "Studies in Terrestrial Magnetism" by C. Chree, p. 115.

第 一 表

	日/月, 年	週期(分)	Δt (分)
脈 動	20/10, 1932	1.0	2.0
	25/11 "	0.8	2.7
	30/11 "	1.9	1.6
	22/12 "	1.6	2.3
	23/12 "	1.2	3.1
	22/1, 1933	1.5	2.0
	22/1 "	1.0	2.0
	4/2 "	1.6	1.2
	4/2 "	1.9	1.2
	10/2 "	1.9	1.9
	11/2 "	2.0	2.0
	3/3 "	1.2	1.6
	4/3 "	1.6	1.9
	6/3 "	1.9	3.1
			平均 2.0

地 電 流 嵐	25/11, 1932	5.8
	17/11 "	3.5
	14/12 "	1.6
	22/12 "	1.0
	7/1, 1933	1.0
	8/1 "	2.1
	12/1 "	1.9
	24/1 "	2.0
	30/4 "	2.0
	1/5 "	1.9
	1/5 "	1.9
	29/5 "	2.2
		平均 2.2

最も著顯な突然開始の嵐に就いて若干の例を擧げると,

地球磁氣嵐	9/1, 1924	1.5
	1/9, 1925	—
	21/9, 1925	—
	23/9, 1925	6.0
	26/1, 1926	0.6
	23/2, 1926	3.0
	20/8, 1927	0.9
	12/10, 1927	2.5
		平均 2.2

今 **b** 型脈動の大振の直前の僅かに動いた部分の時間 Δt と嵐の夫れとを著明なものに就き比較すると第一表の如くなり、脈動は其週期の大小、嵐は振幅に殆んど無關係に略同じ大きさで 2 分内外であることは、既に述べた嵐、脈動を地球外に原因すると考ふべき妥當な例證を増すと共に、この原因に就いて——近時唱へられる上層大氣の問題——考ふべき一つの問題と思考される。

5) 結 語

以上著者は微少な而も興味深い脈動現象に就いてその諸性質を研べ、これが地電流嵐の如き特異現象と類似する諸點を指摘し、且つ地球磁氣に於けると同様に地動等によると考へるのは妥當でなく——地動の脈動に無關係にこの電磁脈動は出現する——地磁脈動と直接因果關係にあるか若しくは他の共通原因によると考へなくてはならぬ。地球磁氣及び地電流の日變化及び年變化に就いての L. A. Bauer⁽¹⁾ 氏の研究は直接原因結果といふよりは共通原因によることをみてゐる。又 Chapman⁽²⁾ 氏は地軸の廻りに球函數に展開せられる一つの磁氣ポテンシャルを與へ、地球磁氣並に地電流の日變化を論じ誘導電流としての地電流を考へた。現在の脈動現象も地球外に原因を有し、嵐とは類似の機構によつて出現するものと考へられ、從つて地球磁氣とは原因を一にすると思考されるのである。脈動が嵐時盛んに活動するのはこれより明かである。脈動の時間的並に地理的廣汎な調査は一般斯界の主要な未解の問題に對して側面攻撃の役割をなすものと見える。

猶個々の地電流の變化も第二部に於て述べる様に脈動と共に著しく地理的一般性を有する——僅少な位相の相違はあつても考へない——ことを既述の地球磁氣との關係を併せ考慮すれば少くとも平常の地電流の變化の大部分は近時著しく問題化した上層大氣の電磁現象に關係して説明せらるべきものと思ふのである。より長い時間的な研究とより廣い地理的調査は現在最後の鍵となるのみである。

第 二 部 地 電 流 と 地 震

地電流自身が既に大地を導體とした電流であるから若し大地の電氣的性質が何等かの方法によつて變化せしめられるならば或地點の電流密度は變化すべく又地球磁場内にて導體が運動すれば電流が生ずるのは理論上可能な事である。即ち地震によつて地電流の變化が可能である。地震の際地電流が變化したとの報告は 1800 年代からあり別に新しい報告ではない。この問題に就いての核心は地震の際——發震時前後の若干時間を含めて——地電

(1) Terr. Mag. Vol. XXVII. 1922.

(2) Transact. Cambridge Phil. Soc. Vol. 22, No. 25, pp. 463-482.

流の變化があつたといふのではなくて地震それ自身によつて變化が生じたといふのであるから果してそれが地震によつたものか否かといふ問がまづ發せられる筈である。既に第一部に於て述べた様に地電流の變化が、少くとも其日中地震がなかつても——氣象要覽参照す——地球磁氣と非常に似て、形式又多岐に至り、又可成大きい變化、例せば夜半前後に現れる灣型變化、が週期的に繰返し現れる現象あり、地電流嵐と稱する大きい變化もある。其の上問題を複雑せしめるのは我國にては地震の回数が非常に多いので地震と地電流の變化との一致機會が非常に多いことである。まづこれ等を考慮しなくてはならぬ。で問題は統計的になるが、地震に對して歸すべき地電流が若し或特定の形式を以て現れるならばこれを求め、又少くとも二個以上の平行觀測と同時に數ヶ所の相當距離に分布した觀測所の比較研究をなすことが最も妥當な、是非必要なことである。

又既に地電流の變化が諸家によつて觀測された様に地球磁氣と密接に關係して變化してゐる以上地電流の大部分の變化は場所によらない一般性を持つてゐる。例へば柿岡と樺太の豊原との記録は日變化のみならず個々の變化迄似てゐる。(圖版第八参照) 若し電極が水脈に接せるか或は河海に近きが如く、もともと地電流の測定方法として適當しない場所に在る場合はこれらの影響が局部的に作用し地震に關係づけられる様な變化を起したとしても今の場合問題は別であつて、こゝでは之に觸れない。

著者はまづ全般的に地電流の變化と地震の活動とに相關ありや否やを見てみた。そのため地電流の活動性を現はすに各一時間中の變化の最大最小の較差を採り、地震の夫れに對して毎時間中に起つた地震回数を教へた。地電流に於ては嵐の日は除外し特性數 0, 1 の日に制限した。期間は去年 11 月より

本年四月迄である。比較的短期間であるが地震の回数は 414 回で第 6 圖に見る様に既に國富、篠原兩氏の地震日變化の形を採つてゐる。兩者はやゝ位相の相違があるが大體逆相關を示してゐる。しかし之によつて地電流の變化が地震によつて起つたと斷定することは出來ぬ。既に知

第 六 圖

られてゐる様に地震と氣壓——特に氣壓勾配——とは相關あり地電流の變化も地磁氣と同様、氣壓變化と似てゐるので兩者は共通原因による間接相關とも見える。

次に個々の變化が地震に如何に關係づけられるであらうかを見るため豊原——柿岡とは

全く同じ方法、装置を持つてゐる——觀測所に於ける記録と比較した。猶調査の初期であるので期間は本年 1 月より 4 月迄で其間の地震の前後の比較的大きい變化に就いての異同をしらべた。第二表はこれを示す。比較の結果は圖版第八の 4 日間のものを除いては兩地全く同じ變化をなし其の大きい變化のみならず小さい變化に於ても數時間乃至十數時間に互つて一致してゐる。之等の消息は圖版第八にても明かであらう。即ち變化の普偏性を示すものである。やゝ異なる變化をなしてゐる部分は第一は三月四日午前 7 時より 9 時の間で地震は三陸地震の無感覺余震である。四月二日 18 時 52 分の久慈川河口の地震の際に柿岡記録は地震後ずつと下方(記録上)にさがりやがて樺太の記録と歩調を合して上つてゐるのが第二である。第三は四月五日 16 時 37 分の地震に關して比較した記録であるが樺太のものが 13 時 30 分頃大きいゆるやかな變化がある外は一致してゐる。第四は三月三日の三陸地震に關しての比較である。地震の直前午前二時十分東西基線にて——圖は全部東西基線を示す——電位東高となり 8 分間増加したがやがて西高となり 10 分間にて最高に達し 4 分間其位置を保つたとき地震が起つてゐる。南北線にては北高となつてゐる。この變化は兩地全く同様であるが二日午後 17 時から 18 時の間に於て異つた變化が見える。即ち柿岡に於ては 17 時 6 分急激な西北西の電流流れ 42 分をおいてやゝ小さい再び急激な變化が起つてゐる。いづれも約 20 分位デグザグに宛も放電が繰返された様な形をとりながら平常位置に復してゐる。又この三陸地震に關して附言したいのは地靈の前日及び翌日發震時に近い午前 2 時から 4 時の間に非常に小さい振動が出現した事である。即

第 二 表

時分/日/月	震 央	強度	時分/日/月	震 央	強度
5-08/8/1	馬淵川東方沖	稍顯著	19-11/23/3	三陸余震	無感
15-29/8/1	〃	〃	9-50/25/3	犬吠岬沖	有感
23-10/12/1	金華山南東沖	〃	22-47/28/3	九頭龍川河口	有
2-31/3/3	三陸沖	強顯	1-33/28/3	鬼怒川中流	有
3-47/4/3	三陸餘震	稍顯	22-14/29/3	千葉一宮	有
4-08/4/3	〃	顯	18-52/3/4	久慈川河口	稍
4-51/4/3	〃	稍顯	19-11/2/4	三陸餘震	顯
5-20/4/3	〃	〃	10-53/3/4	鹽屋崎東南東沖	有
21-40/4/3	〃	顯	16-37/5/4	久慈川河口	小區域
1-23(28)/6/3	〃	無感	5-42/7/4	筑波山	〃
0-51/19/3	八丈島南方沖	顯	15-28/9/4	三陸餘震	稍
0-54/22/3	北上川下流域	稍	19-30/9/4	〃	顯
2-11/22/3	鹽屋崎	小區域	5-39/22/4	三宅島東方沖	顯
16-22/22/3	鹿島灘	有感	16-14/23/4	三陸餘震	顯
18-49/23/3	三陸餘震	無感	17-26/23/4	〃	有

ち圖版第八に於て見る通りで二日の方は約 30 分に亘つて連續してゐる。その週期は約 2 秒で振幅は $2 \times 10^{-6} \text{V}$ である。そして斯様な現象は既述脈動調査中にも又其後一、二ケ月中も現れなかつた。地震當日には發震迄は全くその形勢が見られず地震後は記録の破壊によつて判然しない。又この 1 分 2 種の早廻に於ては地震直前迄 10 秒程度の短週期の大きい變化は見られなかつた。この際地震計には何等の記録を留めてないことを注意しなくてはならぬ。

以上地震時の地電流の變化に就いて唯觀測の結果を述べたが、30 回の有感以上の地震に關して柿岡と樺太に於て異つた記象を持つたものが僅かに四回で其中でも全く異つた形式を持つものは唯一回丈けである。一局部に發生した、若しくは變化せしめられた電流の効果が千軒乃至二千軒の地點に如何なる程度に現れるであらうか。若し有力な效果となつて現れたとしても他の同じ様な相似變化を如何に區別し、如何に處理すべきであらうか。著者未だ材料の豊富を期し難く、調査も猶未完であるが少くとも上の範圍内に於ては地震によつて生ずると想像される變化は可成特異の記象を持ち、而も其出現には特殊の條件を必要とするらしく、出現の回数は期待する程頻繁でないと思はれるものである。

終りに臨み著者は岡田臺長閣下を初め、地磁氣觀測所長今道氏以下一般職員の施設以來の多大の御援助と、樺太豐原地磁氣觀測所長畠山氏の記録比較の御便宜を與へられたことに對して深甚の感謝を述べる次第である。

地震波の走時に就いて (第三報)⁽¹⁾

和 達 清 夫, 益 田 ク ニ モ

On the Travel Time of Earthquake Waves (Part III).

By K. WADATI and K. MASUDA

Abstract:—This report is intended to give a complete table of travel times of earthquake waves such as P, S, pP, PP, sS, SS , etc. especially taking the depth of focus into account. The calculation for the present table is based upon the results already obtained by us in the previous investigations on both near and distant earthquakes, whose epicenters lie near the Japanese

(1) 中央氣象臺彙報.