

29. 新島地震前後に於ける同地方地 磁氣伏角測定値の比較*

地震研究所 永 田 武

(昭和12年2月16日發表—昭和12年3月22日受理)

1. 緒 言

1936年12月27日に伊豆新島附近にかなり顯著な地震が発生し、新島及び式根島等に於いては、人畜及家屋に若干の損害を受け山崩、地割れ等をも生じた¹⁾。數年前から中村左衛門太郎博士、及加藤理學士²⁾によつて、地震に伴つて、その震源地方の地磁氣要素に異常變化の生ずる事が屢々報告されてゐるのであるが、幸ひにも新島に於いては1928年8月、中村清二博士³⁾によつて、同島中央部の8點に於ける伏角の測定を行はれたものがある。筆者は地震後同地方調査の機會を得たので、前記中村博士による測點を再測して變化を知ると同時に、將來に供へて出来るだけ多く新測點の設置を行つた。

2. 測定装置及測定誤差

中村博士による前測定はDover製のDip-Circleによつて行はれてゐるのであるがDip-Circleは、筆者の経験によれば使用に相當の熟練と注意をもつてしても猶且2'~3'の誤差は免れず些細の不注意によつてそれ以上の誤差を生ずる恐れもあるので、筆者の場合は運搬上の若干の不便を犠牲にして、海軍水路部型Earth Inductorを使用した。勿論前測定が±1'又はそれ以上の誤差を有する場合に、それ以上の精度は、前測點再測に關する限り無意味になるのであるが、將來再び測定する場合の事を考慮に入れて測定精度を高めた次第である。

水路部型磁氣儀Earth Inductorは高橋助教授及筆者⁴⁾が伊豆大島の磁氣測定に使用した物と同一である。然し今回の測定に於ては地磁氣子午線の決定は總て磁針を用ひ

* 高橋所員紹介。

1) 萩原尊禮、表俊一郎 地震研究所彙報 15 (1937). 559.

2) 例へば Y. KATO, *Jap. Journ. Astro. Geophys.*, 10 (1933) 249; 12 (1934) 1; 12 (1934) 237.

3) 中村清二 地震 6 (1934) 637.

4) R. TAKAHASHI and T. NAGATA, *Bull. Earth. Res. Inst.*, 15 (1937). 441

て行つた。磁針による地磁氣子午線の決定誤差について豫じめ實驗の結果、筆者の場合には大體 $\pm 15'$ 以内である事が分つた。伏角 θ の附近に於いて地磁氣子午線の決定に δ の誤差のある場合の伏角の測定誤差を $\Delta\theta$ とすれば

$$\tan \Delta\theta \simeq \frac{\delta^2}{4} \sin 2\theta.$$

$\theta = 45^\circ, \delta = 30'$ としても $\Delta\theta \sim 0.1'$ にすぎない。即ちこの理由による誤差を ϵ_1 とすれば

$$\epsilon_1 \lesssim \pm 0.1'$$

次に電流計の感度を充分高めれば、伏角の測定精度を $\pm 0.1'$ に迄する事が出来るのであるが、今回の測定に於いては、測定者が筆者一人である爲と、多少一測定を迅速に行ふ必要があつたので、やゝ精度を下げたのでその結果として生ずる誤差は、

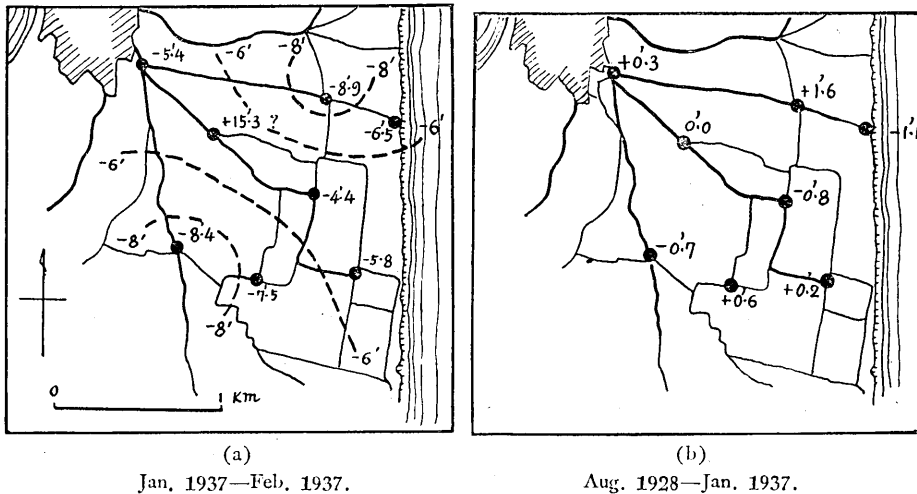
$$\epsilon_2 = \pm 0.3'$$

従つて全體の誤差 ϵ は、

$$\epsilon \leq \pm \sqrt{\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2} = \pm 0.33'. \tag{1}$$

3. 測定及測定結果

中村博士による 1928 年度の測定は第 1 圖に示す如く、新島中央部の麥加道路上の



第 1 圖 伏角の局部變化
Local variations in dip in Niisima.

8 點であつて、其の分布區域は、南北共約 2 km の極めて狭い地域である。筆者の測定は地震後丁度一ヶ月目の 1937 年 1 月 29, 30 兩日にわたつて行はれ、更に 2 月 3 日に再測を行つたのである。その測定値及測定時刻は第 1 表に示す如くである。測定

結果の整理を行ふに當り、筆者の場合は柿岡地磁氣觀測所の値をその標準として採用

第 I 表 新島に於ける伏角測定値

測點	年月日	時 刻	伏 角 測定値	年月日	時 刻	伏 角 測定値	年月日	時 刻	伏 角 測定値
No. 1	1928 Aug. 26	h m 16 35	° / 46 55.6	1937 Jan. 29	h m 9 20	° / 46 54.0	1937 Feb. 3	h m 9 10	° / 46 51.0
2	"	17 36	47 18.7	"	10 45	47 12.6	"	10 05	47 13.0
3	"	18 29	47 16.6	"	13 40	47 12.0	"	10 44	47 10.1
4	Aug. 27	8 27	46 59.1	Jan. 30	11 04	47 19.2	"	13 06	47 17.9
5	"	9 33	47 23.1	"	10 01	47 24.0	"	11 38	47 25.4
6	"	10 16	47 01.0	"	12 03	47 05.3	"	13 53	47 06.2
7	"	11 40	47 01.0	"	14 24	46 57.7	"	14 40	47 00.2
8	"	12 25	47 04.5	"	15 30	47 00.2	"	15 14	47 01.2

した。即ち柿岡に於ける値に對して新島の磁氣伏角が相對的に變化した値を求めるのである。

さてかかる測定に於いて最も注意すべき事は、測定中に起つた地球表面上廣範圍にわたる一般的な磁氣擾亂を測定値より除去する事であるが、例へば伏角について柿岡、豊原、青島三觀測所の日平均値を圖示すれば第2圖に示す如く、非常に良く三者の平行性を示し、その振幅に於いても1'以内にては一致してゐると云へる。⁵⁾ 又毎時測定値による比較を行つて見ても更に良い精度で各觀測量の變化量が一致してゐる事が分つた。

さて中村博士の測定の場合に於て 1928 年 8 月 26~27 の兩日にわたり、著しい磁氣擾亂が生じて居り⁶⁾、その最大振幅は伏角に於て 7' に達する。又筆者の第 2 回の測定即ち 2 月 3 日にも亦稍著しい磁氣嵐があり、⁷⁾ 伏角に於いてその最大變化量は 5' に達する。従つて、各測定値から一般的な磁氣擾亂を除去する爲には、その測定時刻を分位迄精確に考慮に入れて行はれねばならない。觀測點 i に於ける時刻 t の伏角の測定値を $\theta_i(t)$ で表はし、その同時刻に於ける柿岡の伏角を $\theta_k(t)$ で表はす事にする。中村博士の測定、筆者の第一及第二回の測定について、それぞれ $\theta_i(t_2) - \theta_i(t_1)$ 、 $\theta_k(t_2) - \theta_k(t_1)$ 、 $\theta_i(t_3) - \theta_i(t_2)$ 、 $\theta_k(t_3) - \theta_k(t_2)$ を作る。但し t_1 、 t_2 、 t_3 等の指數は、前記

5) 此の値は氣象要覽に發表せられた、水平及垂直各分力の日平均値 \bar{H} 、 \bar{V} から $\tan \theta = \bar{V}/\bar{H}$ として計算したものであるから、嚴密に云へば伏角の日平均値とは異なる。然し $\tan \theta = \bar{V}/\bar{H} + \mu$ 、 $\mu \sim \frac{\bar{V}}{\bar{H}} \left(\frac{(\Delta H)^2}{\bar{H}^2} - \frac{\Delta H \cdot \Delta \bar{V}}{\bar{H} \cdot \bar{V}} \right)$ であるから、 $\bar{H} = 35000\gamma$ 、 $\Delta H = 100\gamma$ としても $\mu = 10^{-5}$ 。

之は考へる精度に於いては省略出来る微小項である。

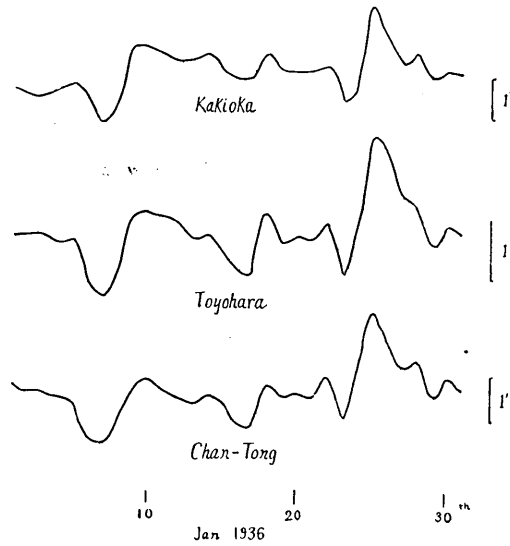
6) 柿岡地磁氣觀測所報告昭和 3 年度。

7) この柿岡の測定値は中央氣象臺岡田臺長、柿岡觀測所今道技師の御好意によるものである、此處に厚く感謝の意を表する。

の 1928 年 8 月, 1937 年 1 月, 1937 年 2 月の各観測群を表はすものとする. 之等の値は第 II 表及第 III 表に示す如くであり, 之から $\theta_i(t_{j+1}) - \theta_i(t_j)$ と $\theta_k(t_{j+1}) - \theta_k(t_j)$ ($j=1, 2$) の

第 II 表

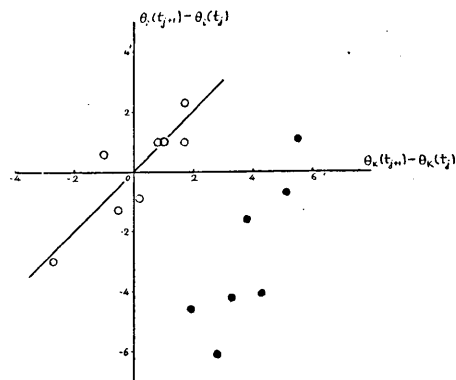
測點 No <i>i</i>	$\theta_i(t_2) - \theta_i(t_1)$	$\theta_k(t_2) - \theta_k(t_1)$	$\Delta\theta_i$
1	-1.6	+3.8	-5.4
2	-6.1	+2.8	-8.9
3	-4.6	+1.9	-6.5
4	+20.1	+4.8	+15.3
5	+1.1	+5.5	-4.4
6	-0.1	+5.1	-5.8
7	-3.3	+4.2	-7.5
8	-4.3	+4.1	-8.5



第 2 圖 伏角の時間變化の一例
General time variations of i in the Far East.

第 III 表

測 點	$\theta_i(t_3) - \theta_i(t_2)$	$\theta_k(t_3) - \theta_k(t_2)$	$\Delta\theta_i$
1	-3.0	-2.7	+0.3
2	+0.6	-1.0	+1.6
3	-0.9	+0.2	-1.1
4	+1.0	+1.0	0.0
5	-1.3	-0.5	-0.8
6	+1.0	+0.8	+0.2
7	+2.3	+1.7	+0.6
8	+1.0	+1.7	-0.7



第 3 圖 測定變化量と柿岡に於ける標準値との比較
Comparison of observed variations with general magnetic disturbances.

● Aug. 1928~Jan. 1937
○ Jan. 1937~Feb. 1937

關係圖を作れば第 3 圖になる. 若し新島の測定區域に於て測定された伏角の變化が, 局部的のものではなく一般的な磁氣擾亂ならば, 第 2 圖に於ける各點は, O 點を通る直線上に乗る筈である. 又若し, その區域全體そして一様な局部的に變化してゐる上に一般的な磁氣擾亂が重疊してゐるならば O 點を通らざる直線になる.

さて筆者の場合に於いて, $t_3 \sim t_2$ の場合は若干の誤差を宥せば, 殆ど O 點を過ぎる直線上にあつて然もその傾斜はほぼ 45° である. 即ち見かけ上最大 $5.1'$ に達する磁氣

の局部的異常變化と見られたものは實は一般的な磁氣嵐に他ならないといふ結論に達する。且この場合に於いては柿岡、新島兩地方の磁氣變動の大きさはほぼ等しい事が分る。次に $t_2 \sim t_1$ の場合であるが、之は第 2 圖に於いて O 點をはるかに外れて居り且つ又直線的關係も成立しない様である。即ちこの場合は局部的異常變化があつたと考へられる。 $t_3 \sim t_2$ の場合の結果を考慮すれば、一般的な磁氣擾亂を取除く爲に次式を採用する事が宥される。即ち測點 i に於ける、求める異常變化量を $\Delta\theta_i$ とすれば、

$$\Delta\theta_i = [\theta_i(t_{j+1}) - \theta_i(t_j)] - \lambda[\theta_k(t_{j+1}) - \theta_k(t_j)]$$

$$(j=1, 2)$$

λ は時間の函數である場合も考へられるが、今の場合之を判別する材料は無いので、時間にはよらないものとし、且前の結果から $\lambda=1$ とおいて差支へない。斯くして得られた $\Delta\theta_i$ の値は第 II 表及第 III 表に示されて居り、之を地圖上に圖示したものが第 1 圖である。同圖(b)に於いては前述の如く、1 月 29、30 日から 2 月 3 日迄の短期間には局部的變化は無かつたと考へて良いであらう。測定誤差 $0.4'$ をはるかに越える $1'$ 以上の偏倚があるけれども、この程度の誤差は測定位置附近の極く僅かな状態の變化によつても起り得るので、特に取上げて論ずる事は出来ないと思ふ。次に 1928 年 8 月より 1937 年 1 月迄の變化(第 1 圖(a))であるが、全體として伏角の減少してゐる傾向のあるのは明瞭である。但 No. 4 測點に於て著しい増加を示してゐるが、その周囲の變化に比して、この點のみ著しく異常變化を起す爲には、其の原因が極めて浅い所になければならない⁸⁾。従つて之は地表の人爲的な變動によるものと考へた方が妥當である故、この測點は取除いて考へる事にする。然る時には第 3 圖(a)に示す如き等伏角變化線を引く事が出来よう。即ち南、北にそれぞれ變化の極大區域を有する比較的簡単な曲面になる。かかる變化を生ずる爲の地下構造の變化はポテンシャル論から容易に推察出来るけれども、測定値が伏角のみの場合では、一義的にそれを決定する事は出来ない。

以上の考察から新島地震前後 9 年間に新島地方には地磁氣伏角の異常變化のあつた事は認められる。然し乍ら、之等の變化が 9 年間に徐々に起つたものであるか、又は地震によつて急激に變化したのであるかの判別は出来ない。又今度の測定地は海中の孤島であるので、標準點柿岡からの途中の測定網が缺除してゐる故に、地震との對應

8) 第 3 圖に示す如く No. 4 の周囲の測點迄は約 500 m である。この範圍にて No. 4 のみ異常變化がある爲には、假に No. 4 測點直下に N 方向に 45° の伏角を以て傾斜せる磁氣双極子の存在を假定すれば、その深さはおよそ 300 m 以下の値でなければならない。

について充分結論づける事が出来ない。更に極言すれば、若し地震現象が地磁氣異常變化を起し得るものならば、常に有感覺程度の地震を發生する地方にある、柿岡の觀測値自身が、標準値として不充分である事が考へられよう。之等は將來に残る問題であつて、機會ある毎に解決に努力したいと思ふ。

4. 新測點の測定値

前述 8 點の測點の他に、新たに No. 9~No. 24 の新測點を設け、それぞれ伏角の測定を行つた。測點は出来る限り一樣に分布し、なるべく廣範圍に擴げるのが理想的であるが、山岳地方は機械運搬不能の爲、止むなく新島平坦部を測定網で蔽ふに止まつた。測定時及測定値は第IV表に示す如くであり、第 4 圖にその分布を示す。將來の測

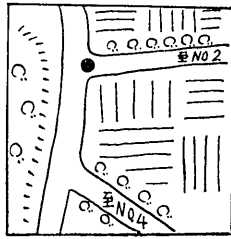
第 IV 表

測 定 點	測 定 年 月 日	時 刻	伏 角 測 定 値
No. 9	1937, Jan. 31	9 h 04 m	47° 05.0
10	"	10 32	46 56.8
11	"	11 35	46 49.6
12	"	13 40	47 06.0
13	"	14 43	47 08.2
14	"	15 48	47 07.2
15	"	16 52	47 10.6
16	" Feb. 1	8 40	47 33.8
17	"	11 05	47 07.2
18	"	13 20	48 08.2
19	"	13 50	48 16.8
20	"	14 38	47 52.5
21	"	16 30	47 50.1
22	" Feb. 3	16 08	47 17.0
23	" Feb. 4	9 30	45 52.0
24	"	11 15	47 15.5

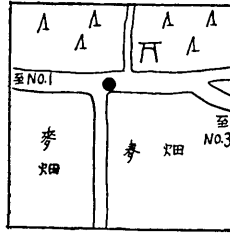
定者の便宜の爲に、前の 8 點と共に之等測點附近の地形圖を第 5 圖以下に挿入する。

5. 結 語

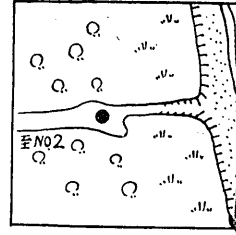
今回の測定に於いては、新島地方に磁氣の異常變化の存在する事は認められたけれども、その地震との關係に就いて充分斷言し得る程の結論には至らなかつた。即ちこの磁氣異常變化の原因に地震を持來る必然性を認める迄には達しなかつた。この問題は地磁氣の局部的異常變化についての一般的考察の結果にまつべきであらう。この報告に於いては磁氣嵐の有無に關せず、野外に於ける測定値から、一般的變化を取除く



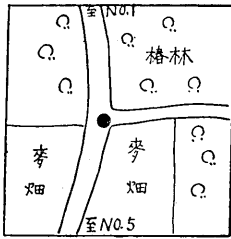
No.1



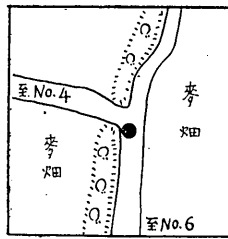
No.2



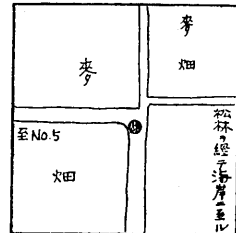
No.3



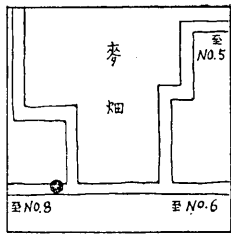
No.4



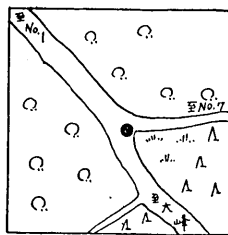
No.5



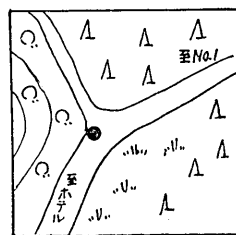
No.6



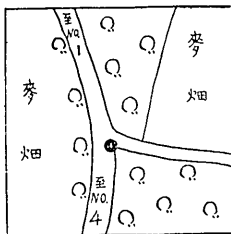
No.7



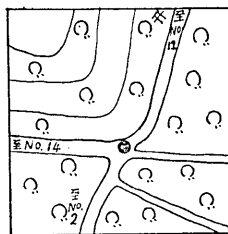
No.8



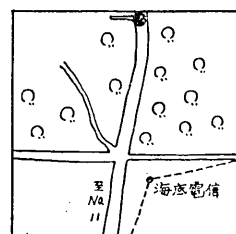
No.9



No.10



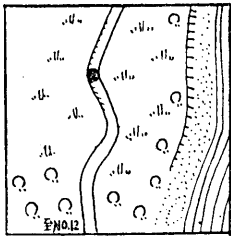
No.11



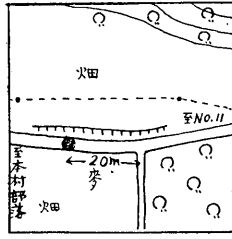
No.12

第5圖 地磁氣測點地形圖(續)

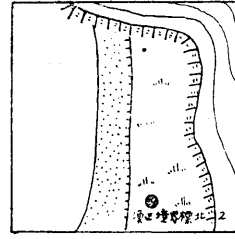
Topographies of the Magnetic Stations.



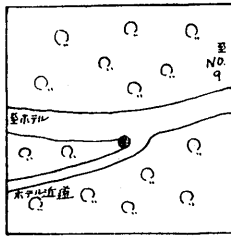
No. 13



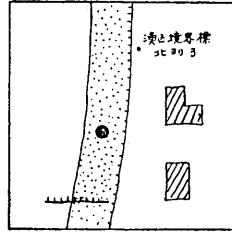
No. 14



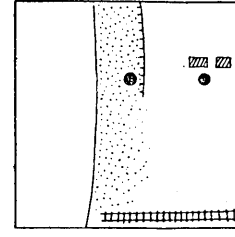
No. 15



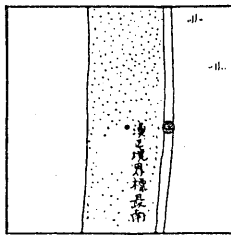
No. 16



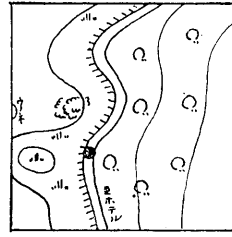
No. 17



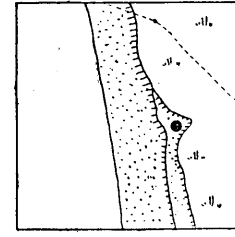
No. 18, 19



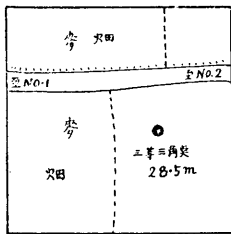
No. 20



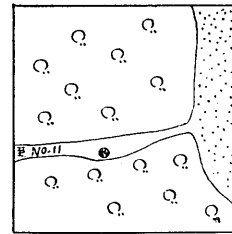
No. 21



No. 22



No. 23



No. 24

第 5 圖 地磁氣測點地形圖 (續き)
Topographies of the Magnetic Stations.



(震研叢報 第十五號 圖版 永田)

第 4 圖 新島に於ける伏角分布圖
The general Index Map with Isoclinic Lines.

[T. NAGATA.]

[Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. XV, Pl. XXXII.]



a) 測點 No. 3.



b) 測點 No. 4.



c) 測點 No. 6.



d) 測點 No. 17.



a) 測定に使用せる水路部型磁氣儀
Earth Inductor and Striding Declinator.



b) 測點 No. 5.



c) 測點 No. 10.



d) 測點 No. 13.

(震研彙報 第十五號 圖版 永田)

爲に各測定時について、充分その吟味を必要とする事を注意し、詳細は今後の研究に俟つ事にする。猶この目的の爲に、今後の測定に於いては例へば筆者³⁾の Dip Variometer を携帯用として製作し、野外測定期間中の時間變化を記録せしめたいと思つてゐる。

撰筆するに當り、此の調査に際し終始御懇切な御指導と御督勵を賜つた石本先生及高橋先生に衷心より御禮申上げる。同時にこの調査に興味を持たれて、種々御督勵を賜つた中村清二先生、及び測定機の使用に關し多大の御援助を蒙つた海軍水路部各位に厚く御禮申上げる。

*29. A Comparison of the Results of Magnetic Surveys Before
and After the Earthquake in Niisima, December 27, 1936.*

By Takesi NAGATA,

(Earthquake Research Institute.)

After the earthquake of Niisima, one of Idu islands, on Dec. 27th, 1936, magnetic dip angles were observed at 8 points in the island, and the results were compared with the values obtained by S. Nakamura in Aug. 1928.

In this comparison, the dip angles were compared with those at the same instant of Kakioka, the central magnetic observatory of Japan, in order to eliminate the general terrestrial magnetic disturbances from the observed values. The reduced results show that there is a certain anomalous variation of 9 minutes in its maximum value, as shown in Fig. 1.

The method of reduction is discussed for general cases. Finally, the observations of dip angles at the 16 new stations are given.

8) T. NAGATA, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **15** (1937), 185.