

#### 4. 八ヶ岳地磁気観測所構内およびその周辺 地域における全磁力観測

地震研究所 { 行 武 毅  
                  { 小 山 茂  
                  { 吉 野 登 志 男

(昭和 49 年 12 月 9 日受理)

##### I. ま え が き

八ヶ岳地磁気観測所は、地震予知研究計画の一環として、甲信越地方の標準観測所の機能を果たすべく、昭和 45 年設立された。観測所庁舎は千曲川沿いの長野県小海町に位置するが、観測点は庁舎より西南西約 5 km の山中 (東経  $138^{\circ}37'$ , 北緯  $36^{\circ}04'$ , 高度 1170 m) にある (第 1 図)。観測所や観測点のある千曲川より西の地域は、八ヶ岳連峰よりの熔岩におおわれており、石英安山岩、輝石安山岩等よりなるとされている (例えば長野県地学会編長野県地質図)。八ヶ岳地域の安山岩の自然残留磁気の強さは  $0.2 \sim 2.9 \times 10^{-3}$  emu/gr (西山, 1966) の範囲である。

観測所での観測は、全磁力絶対観測、三成分変化の連続記録、地電流観測など、多岐にわたるが八ヶ岳観測所での観測が、この地域の地球磁場やその変化をどの程度代表的に表現しているかを、あらかじめ検討しておくことは重要なことである。特に最近では、地下

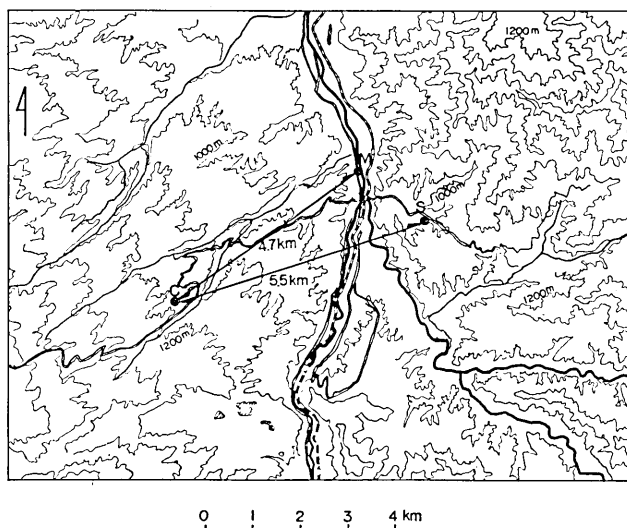


Fig. 1. Locations of the Observatory, and measuring points.  
M: Observatory House; C: Observatory yard; S: Temporary Station.

の電気伝導度分布の不均一さによって生ずる電磁誘導効果のため、外部磁場変化に対応して、きわめて局地的変化のあることがわかつている。この報告ではそのような局地的変化が観測所近傍で観測されるかどうかを検討した。

## II. 八ヶ岳地磁気観測所における地磁気成分値

八ヶ岳観測所における地磁気絶対測定は、プロトン磁力計による全磁力測定、国土地理院型1等磁気儀による伏角および偏角の測定に基礎をおいている。観測点での地磁気各成

Table 1. Geomagnetic components at Yatsugatake Geomagnetic Observatory

	Observed values	Interpolated from magnetic charts
Total intensity (F)	46189 $\gamma$	46506 $\gamma$
Declination (D)	6°29' W	6°33' W
Inclination (I)	48°58'	49°11'
Horizontal component (H)	30322 $\gamma$	30386 $\gamma$
Vertical component (Z)	34838 $\gamma$	
North component (X)	30128 $\gamma$	
East component (Y)	3425 $\gamma$	

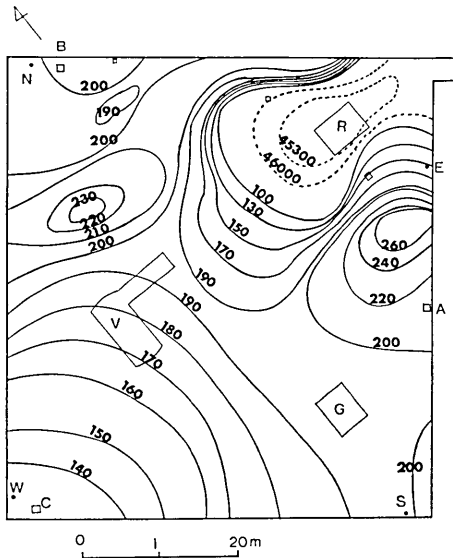


Fig. 2. Distribution of total intensity within the Observatory (Unit,  $\gamma$ ; +46,000  $\gamma$ ).

- R: Recording House
- V: Vault for variometers
- G: Absolute Measurement House
- A, B, C: Sensing heads of proton precession magnetometers
- N, S, E, W: Electrodes for telluric current measurements

分は1973年8月8日17時57分(J. S. T.)で、第1表のとおりである。

また国土地理院では1等地磁気測量の結果をもとに、地磁気各成分の分布を緯度経度の2次式で表現しているが(例えば力武, 1972; Rikitake, 1972) 1965年の分布によると八ヶ岳観測所での地磁気成分は、第1表に示したようになる。実測とおよそ200~300  $\gamma$ の差がある。火山地域にある観測所としては、全国の一般磁場とこの程度の差があるのはやむをえないことであろう。

## III. 観測所構内地磁気全磁力分布

観測所敷地は第2図に示すように縦横それぞれ60m×55mの広さで、その中に変化計室(V)、絶対観測室(G)、3個のプロトン磁力計検出部(A, B, C)、地電流電極(N, S, E, W)、記録計室(R)が、配置されている。1973年1月13日におこなったプロトン磁力計による全磁力測定結果を同図にあわせて記入してある。記録計室(R)

を中心として半径約 25 m の範囲内で著しく磁場が乱されている。この他変化計室 (V) の北側に正の異常が認められる。この図からみて、絶対観測室 (G) と、プロトン磁力計検出器 (C) とは、これら磁気異常の影響のない場所にあたっている。

絶対観測室内の磁場の分布も床からの高さをいろいろに変えて 1972 年 9 月 29 日に測定してみた。その結果を第 3 図に示す。床直上では磁場の乱れが目立つが、床上 1.5 m になるとかなり分布が一様になり、室内で最大最小値の間に  $12\gamma$  の違いがあるに過ぎない。またプロトン磁力計検出器 C と、1 等磁気儀を設置している場所との全磁力の差は  $70.3\gamma$  になる。

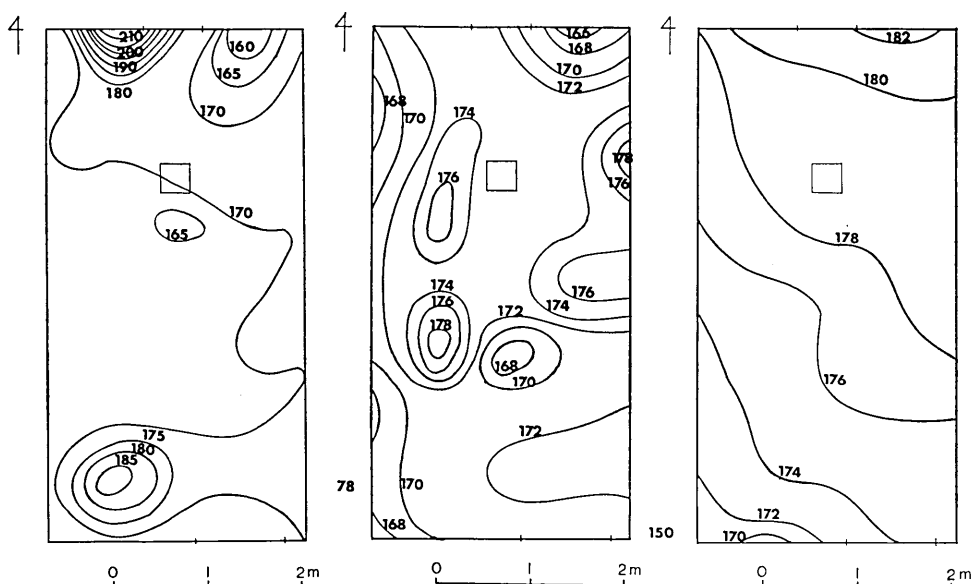


Fig. 3. Distribution of the total intensity within the Absolute Measurement House.

From left to right, total intensity on the floor, at 0.78 m level and at 1.5 m level from the floor (in the unit of  $\gamma$ :  $+46,000\gamma$ ).

#### IV. 全磁力観測

全磁力観測は敷地内に 3 個のプロトン磁力計を設置して実施している。火山地域では、場所によつて僅か 100 m 離れた地点でも地磁気変化に違いのあることが知られているから (Rikitake et al., 1967), 3 個の磁力計によつて地磁気変化の局地性を除去しようというのが当初の目的であった。

この 3 個の磁力計による測定値を比較して、3 個所での地磁気絶対値の違いや、この間で変化に相違があるかないかを調べてみた。このため磁氣的に比較的静かな日を 3 日 (1972 年 4 月 16, 25, 26 日) と擾乱の多い日を 3 日 (1972 年 4 月 18, 29, 30 日) 選り 3 点間の差をつくつた。

各磁力計 (A, B, C) による測定値 ( $F_a, F_b, F_c$ ) と 3 個所の平均値 ( $F_m$ ) との差をとり静穏日、擾乱日、それぞれについて 1 日平均を求めたのが第 2 表である。またこれら 3

Table 2. Daily means of the differences in the total intensity between individual sites ( $F_a$ ,  $F_b$ ,  $F_c$ ) and the average of the three sites ( $F_m$ ).

	Q-day Apr. 25	Q-day Apr. 26	D-day Apr. 29	D-day Apr. 30	Mean
$F_a-F_m$	37.1 $\gamma$	37.0 $\gamma$	37.0 $\gamma$	37.0 $\gamma$	37.0 $\gamma$
$F_b-F_m$	14.0	14.1	14.0	14.0	14.0
$F_c-F_m$	-51.0	-51.1	-51.0	-51.0	-51.0
$F_a-F_c$	88.0	88.0	88.0	88.0	88.0
$F_b-F_c$	65.0	65.2	65.0	65.0	65.0

Q-day: Magnetically quiet day

D-day: Magnetically disturbed day

Table 3a. Daily means of the standard deviation of the total intensity differences on magnetically quiet days

	Apr. 16	Apr. 25	Apr. 26	Mean
$F_a-F_m$	0.28 $\gamma$	0.25 $\gamma$	0.37 $\gamma$	0.30 $\gamma$
$F_b-F_m$	0.28	0.27	0.38	0.31
$F_c-F_m$	0.21	0.20	0.24	0.22
$F_a-F_c$	0.40	0.34	0.50	0.41
$F_b-F_c$	0.40	0.41	0.49	0.43

Table 3b. Daily means of the standard deviation of the total intensity differences on magnetically disturbed days

	Apr. 18	Apr. 29	Apr. 30	Mean
$F_a-F_m$	0.41 $\gamma$	0.28 $\gamma$	0.32 $\gamma$	0.34 $\gamma$
$F_b-F_m$	0.28	0.25	0.42	0.32
$F_c-F_m$	0.26	0.27	0.27	0.27
$F_a-F_c$	0.62	0.48	0.40	0.50
$F_b-F_c$	0.36	0.42	0.63	0.47

点間の全磁力差のばらつきについて標準偏差を求め日平均値を計算し、静穏日、擾乱日それぞれについて示したのが第 3 表である。これをみると、平均値  $F_m$  との差のばらつきがもつとも小さいのは C 点における測定結果である。即ち単独で測定した場合の変化が敷地内平均の変化にもつとも近いことがわかる。静穏日と擾乱日とで全磁力差のばらつきの度合に違いがあるかどうかは、この表からは必ずしも明かではない。3 日間の平均値ではいずれも擾乱日の標準偏差の方が大きくなっているが、個々の日については静穏日の方がばらつきの多い例もある。しかし  $F_a-F_m$  に関する限り、擾乱日の標準偏差の方が若干大きい。このばらつきが全く器械的なノイズによるものか、あるいは超局地変化があつて、そのためのばらつきかは更に検討を要する。

このため先に述べた静穏日 3 日間について 3 点 (A, B, C) での全磁力について 1 分毎の測定値より 1 時間毎の平均を計算し、さらにその 3 日間の平均を求めてみた。このようにして得られた C 点での日変化が第 4 図に示してある。3 点間の平均値より、これ等

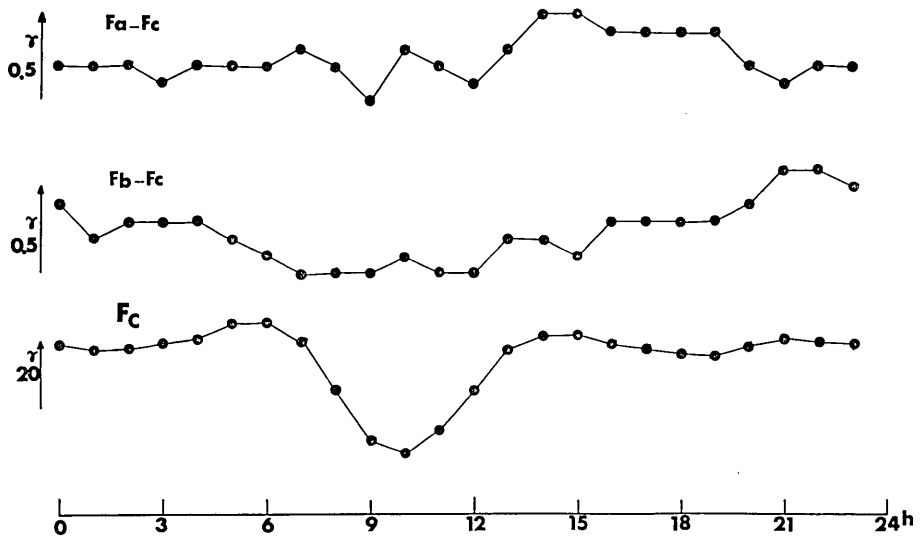


Fig. 4. Diurnal variation in the total intensity at C on magnetically quiet days (means of three quiet days). Differences between A and C sites ( $F_a-F_c$ ), B and C sites ( $F_b-F_c$ ).

の平均値について、C点を基準として各点間の全磁力差を計算した結果が同時に第4図に示されている。これを見ると約 $38\gamma$ の日変化に対して $F_a-F_c$ には系統的な変化は認められないが $F_b-F_c$ は $F_c$ の変化と平行して変化しているように見えその振幅はおよそ $0.3\gamma$ に達している。

#### V. 小海地域の地磁気変化の代表的観測点としての観測所

観測技術が向上しきわめて高い精度で地磁気変化が調べられるに従い、ごく狭い範囲内でも必ずしも同じ変化をするとは限らないことが次第に明らかになった。例えば柿岡附近では約7km離れた2地点間で、全磁力日変化にして $1.2\gamma$ に及ぶ違いが認められてい

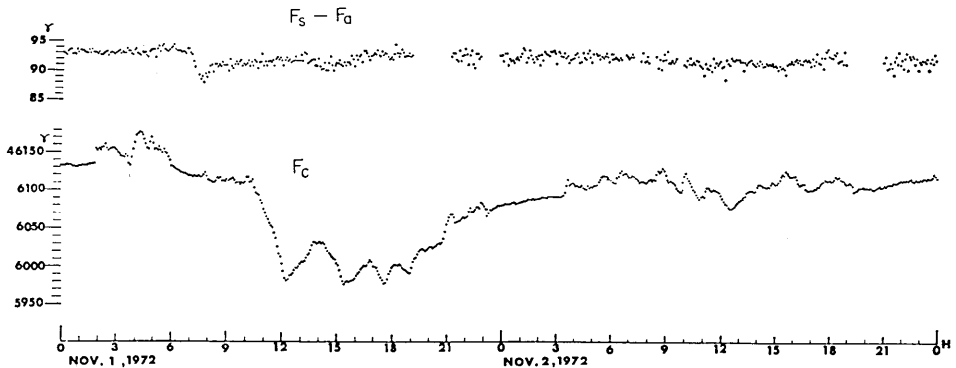


Fig. 5. Variation in the total intensity at C site during a magnetic storm on Nov. 1-2, 1972, and the differences between a temporary station S and a permanent site A ( $F_s-F_a$ ).

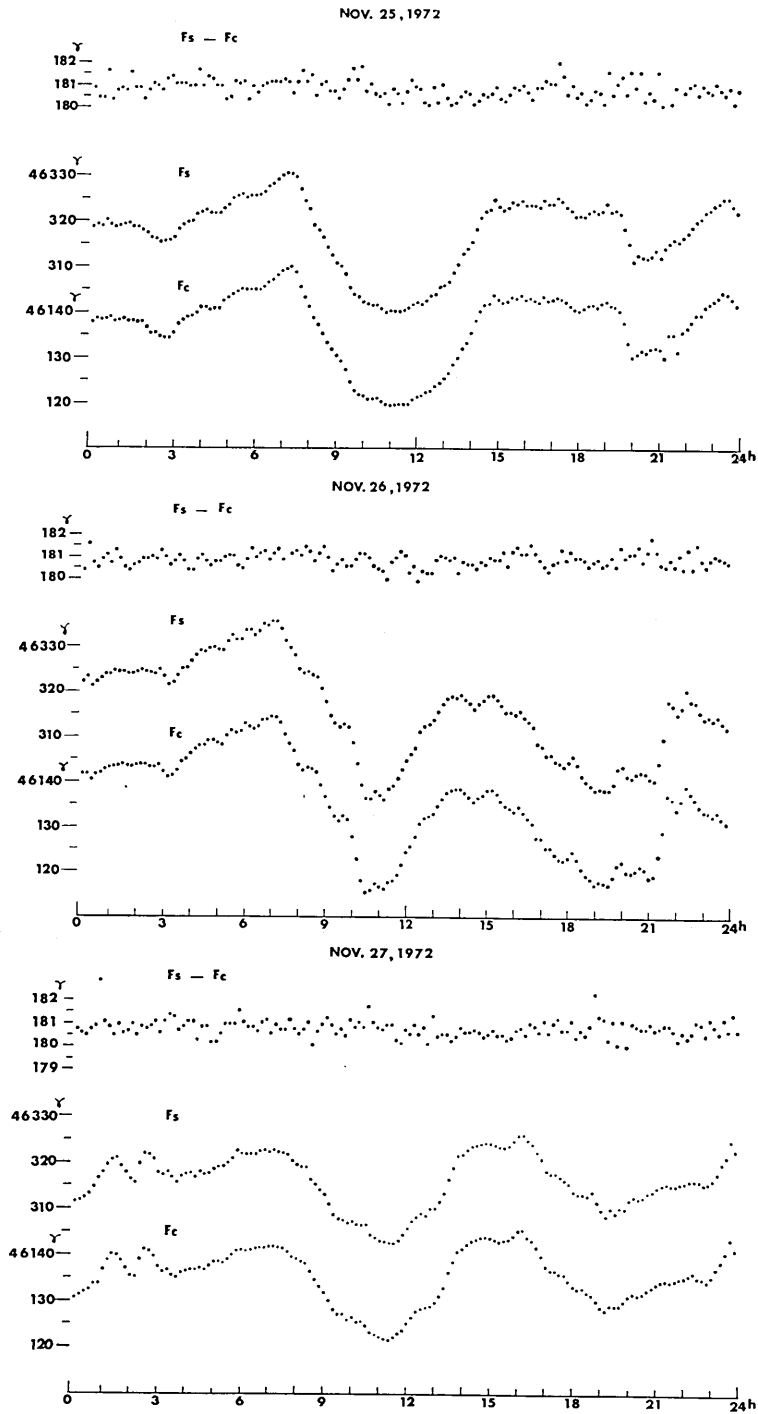


Fig. 6. Diurnal variations in the total intensity at S and C sites (Nov. 25-27, 1972), and the differences between a temporary station S and a permanent site C ( $F_s - F_c$ ).

る(大地, 柳原, 1969). このような例は決して珍しいことではない. したがって八ヶ岳地磁気観測所で観測される地磁気変化がどの程度この地域の変化を代表するかは, 予め調べておく必要がある.

このために千曲川を挟んで, 観測点から 5.5 km 離れた点(第 1 図)で 1972 年 11 月から 1973 年 1 月迄, プロトン磁力計により, 1 分間隔の臨時観測をおこなった. 観測点のある千曲川西側は主として八ヶ岳よりの安山岩質熔岩や, 火山碎屑物などの比較的新しい地層よりなるが, 東側は主として堆積層で, 臨時観測点付近は北相木層と称される Oligocene の堆積層におおわれている. したがってきわめて局地的な地磁気変化がこの地域で観測される可能性も絶無ではない.

臨時観測点に設置したプロトン磁力計の動作状態は, 必ずしも良好ではなく, 時折きわめてノイズが多く発生し, 観測期間全期にわたって連続して記録がとれたわけではない.

この中からいくつかの磁気擾乱日を選び 2 地点間の全磁力変化を比較してみた.

第 5 図は 1972 年 11 月 1 日~2 日の磁気嵐の際の記録を 5 分毎の平均値で図示したものである. 同図下に示した変化は固定観測点(プロトン磁力計 C)での全磁力の変化で同図上の変化は臨時観測点と固定観測点との差( $F_B - F_A$ )である. ちょうどこの期間臨時観測点の磁力計が好調でなかったため, 全磁力差には, ばらつきが大きい. 2 地点間の全磁力差は平均で 179.7  $\gamma$  (八ヶ岳観測所プロトン磁力計 C による値に補正), 標準偏差が 1.06  $\gamma$  となる. すくなくともこのばらつきの範囲で, 外部磁場変化に対応して, 2 地点間の差が変化しているとは認められない. この期間の全磁力の最大変化量は 202  $\gamma$  に達するから, 外部磁場変化の 0.5% 以上の局地変化は存在しないといつてよい.

第 6 図にもうひとつ別の例を示す. 日変化の振幅の比較的大きい日で上から順に 1972 年 11 月 25 日~27 日の臨時観測点と固定観測点との全磁力差, 臨時観測点での全磁力変化, 固定観測点での全磁力変化である. この観測は 1 分間隔で実施しているが同図には 10 分毎の平均が示してある. 3 日間 426 点の全磁力差平均は 180.9  $\gamma$ , 標準偏差は 0.37  $\gamma$  となる. 特に全磁力変化に対応した変化が 2 点間の磁力差に現れているようにはみえない. この間の全磁力日変化の最大振幅は 11 月 26 日の 40  $\gamma$  で, この時の全磁力差のばらつき量は約 1  $\gamma$  である. 全磁力差が日変化に対応して変化しているとは認められないが, かりにこのばらつきが日変化による系統的变化だとしても, 2 点間の全磁力差変化は外部磁場変化の 2.5% 以下であるということになる.

Table 4. Difference in the total intensity between the temporary station and the Yatsugatake Geomagnetic Observatory

	$\Delta \bar{F}$	Standard deviation	Measuring intervals	Number of data points
1972				
Nov. 1-2	179.7 $\gamma$	1.06 $\gamma$	5 min.	500
Nov. 25-27	180.9	0.37	10	426
Dec. 1-2	180.8	0.34	10	285
Dec. 4-5	180.8	0.30	10	283
Mean	180.5	0.67		

この他比較的擾乱の多い1972年12月1~2日, 12月4~5日についても同様の検討をおこなった. 以上の結果をまとめて表にしたのが第4表である. ここに現われた標準偏差は, 外部磁場に対応した変化によるものではなく, 器械的ノイズのばらつきによると考えられる.

さらに短い周期変化を調べるために湾型変化時の記録を2分間隔でプロットした例を第7図に示す. 全磁力差に湾型変化に対応した変化が認められないのは磁気嵐や日変化の場合と同様である. この場合の全磁力差の平均値と標準偏差は, それぞれ181.0 $\gamma$ , 0.52 $\gamma$ となる. この他にも4例の湾型変化を調べたが全く同様の結果が得られた.

以上の結果から, 八ヶ岳観測所附近の全磁力変化は, すくなくとも数kmの範囲内で外部磁場変化の0.5%以内で一様であると考えられる. また第4表に示した全磁力差の標準偏差は器械的ノイズによると考えられるから, 永年変化の局地性を調べる場合も1 $\gamma$ 以上の変化があれば真実の局地変化があったとみなして差し支えないと思われる.

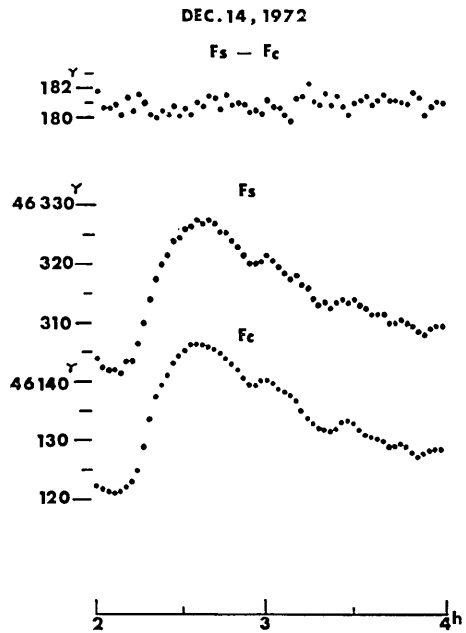


Fig. 7. A bay type variation at sites C and S.

## 文 献

- 長野県地学会, 長野県地質図  
 西山慶尚, “八ヶ岳火山東北部に分布する火山岩の古地磁気学的研究” 地球科学, **82** (1966), 1-8.  
 大地流, 柳原一夫, “地電流および全磁力の Island effect”, 「日本における Conductivity Anomaly 研究」(地震研究所), pp. 175-178, 1969.  
 力武常次, 「地球電磁気学」, p. 49., 1972, 岩波書店.  
 T. Rikitake, “Geomagnetism,” in ‘The Crust and Upper Mantle of the Japan Area, Part 1, Geophysics,’ (by Japanese National Committee for Upper Mantle Project), pp. 69-93, 1972.  
 T. Rikitake, T. Yukutake, M. Sawada, Y. Sasai, T. Watanabe and T. Tachinaka, “Geomagnetic and Geoelectric Studies of the Matsushiro Earthquake Swarm (6),” *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **45** (1967), 919-944.



#### 4. *Geomagnetic Environment of Yatsugatake Geomagnetic Observatory.*

By Takesi YUKUTAKE, Shigeru KOYAMA and Toshio YOSHINO,  
Earthquake Research Institute.

Yatsugatake Geomagnetic Observatory was established as a standard station in the Kô-Sin'etu district in 1970. The Observatory is located in an area covered with andesitic lavas from Yatsugatake mountains. It is well known, however, when measured with high accuracy, that geomagnetic short period variations, including the diurnal change, quite often differ within a very narrow area. This feature is particularly remarkable in a volcanic region. This report examines whether the field variation observed at the Observatory is free from this phenomenon and representative of the normal variation in this district.

Fig. 2 shows the distribution of the total intensity at the Observatory. It is shown that the Recording House (R) produces a large amount of anomaly within an area of about 25 m's radius. Variometer Vault (V), Absolute Measurement House (G), and the sensing heads of the proton magnetometers (A, B, C) are outside its influence. Whether there was any difference in the magnetic variation observed at different sites in the Observatory yard was examined by comparing the records obtained at A, B, and C in Fig. 1. A comparison was made on three magnetically quiet days and three disturbed days. Differences were calculated between the individual records of the magnetometers A, B, and C and the mean of the three. The standard deviation of the differences from the mean was the smallest with magnetometer C (Table 2 and 3). A comparison of quiet day data is shown in Fig. 4. No remarkable parallelism is seen between the variation in the differences between  $F_a-F_c$ ,  $F_b-F_c$ , and the diurnal variation itself. Even if it existed, the difference should have been less than  $0.3\gamma$  for  $38\gamma$  amplitude of the diurnal variation. Therefore, the field variation can be regarded as uniform in the observatory yard with an accuracy of approximately 1% of the primary variation. The variations observed at site C, which show the smallest scatter among the three, are taken to represent the geomagnetic variations in the Observatory.

Observation by a proton precession magnetometer was temporarily employed at a site 5.5 km from the Observatory (Site S in Fig. 1; Site C, Observatory yard). A similar comparison to the above was made between the variation observed at site S ( $F_s$ ) and that observed at the Observatory ( $F_c$ ). Some of the different types of variations are shown in Figs. 5, 6 and 7. From these it is concluded that the geomagnetic variation is uniform within several kilometers around the Observatory with an accuracy of about 0.5% of the primarily applied field variation.