

# 地磁気 3 成分の地点差について

荒 木 健

## 目 次

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. は し が き               | 5.6 地点差の標準偏差と $\sum K_p$ |
| 2. 本期間の観測精度              | 6. 偏角の日平均値の地点差           |
| 3. 永年変化の補正               | 6.1 日平均値の推移              |
| 4. 水平分力の日平均値の地点差         | 6.2 日平均値の減少と $\sum K_p$  |
| 4.1 日平均値の推移              | 6.3 地点差の推移               |
| 4.2 日平均値の減少と $\sum K_p$  | 6.4 地点差と $\sum K_p$      |
| 4.3 地点差の推移               | 6.5 地点差の標準偏差             |
| 4.4 地点差と $\sum K_p$      | 6.6 地点差の標準偏差と $\sum K_p$ |
| 4.5 地点差の標準偏差             | 7. 日平均値地点差のまとめ           |
| 4.6 地点差の標準偏差と $\sum K_p$ | 8. 半旬平均値の地点差             |
| 5. 鉛直分力の日平均値の地点差         | 8.1 水平分力の半旬平均値の地点差       |
| 5.1 日平均値の推移              | 8.2 鉛直分力の半旬平均値の地点差       |
| 5.2 日平均値と $\sum K_p$     | 8.3 偏角の半旬平均値の地点差         |
| 5.3 地点差の推移               | 8.4 ま と め                |
| 5.4 地点差と $\sum K_p$      | 9. 結 び                   |
| 5.5 地点差の標準偏差             |                          |

## 概 要

地下の物理的な変化により、地上で観測される地磁気の数値が変化することは、地震前後の磁気測量でしばしば報告されている。しかし地震の影響を地磁気の変化からとり出すことは、外部じょう乱の影響が大きいため困難である。

適当な近い距離における地磁気の数値の差には、外部じょう乱の影響は差がないと思われ、地下の物理的な変化の影響が見つけられる可能性がある。

この予備的調査として、太陽活動度の極小期である 1964 年の女満別・柿岡・鹿野山・鹿屋の永年変化分を差引いた日平均値を用いて各組合せによる地点差、(女満別—柿岡)、(柿岡—鹿屋)、(柿岡—鹿野山)を調べ、各成分の地点差が地磁気活動度—ここでは  $K_p$  指数の日合計値—に関係があり、地点間の距離が近くなると関係はなくなり、地点差の標準偏差は各成分各地点差で異なり、 $\sum K_p$  との関係も一定でなく、地点間の距離との関係も水平分力をのぞいて分らないことを示した。

またじょう乱の影響を除くために半旬平均値が使われ、これで小さなじょう乱がかなり除かれ、標準偏差が地点間の距離に関係することをたしかめた。

## 1. は し か き

地球磁気が地震により変化することは、地震前後の磁気測量でしばしば報告されているが、常設観測所を設けて、各観測所の値を比較して地震予知に用いる試みが最近盛んになった。

地磁気の変化は、その大部分が太陽活動による外部磁場の影響によるもので、地球内部の変動による磁場の変化のみをとり出すことは非常に困難であるため、地震との関係を調査するのに大きな障害となっている。

地磁気観測所においては、吉松<sup>(1)</sup>が地磁気3成分の月平均値、あるいは短周期変化の $\Delta Z/\Delta H$ と地震との関係について調査し、また久保木<sup>(2)(3)</sup>が常設観測所間の日平均値・月平均値・年平均値の差について調査した。

著者は適当な位置の2地点間の地磁気各成分の値の差と地震との関係を調査するに先だって、現存の常設観測所の日平均値・半旬平均値の地点差の標準偏差がどの程度になっているかを調査した。

比較した観測所の資料は女満別・柿岡・鹿野山・鹿屋の4ヶ所分で、調査期間は太陽活動の極小期である1964年である。

この期間を選んだのは、先に述べた久保木の調査が1958年の太陽活動の極大期であったこと、女満別で使用した絶対観測用の磁気儀が1960年から従来のMO-S型(水路部型磁気儀の改良型)を、より高精度のMO-II型(GSI型磁気儀の改良型)に変更したこと、また変化計も女満別・柿岡・鹿屋とも新しく据付けられたので観測精度が向上しており、よい結果が得られると期待されるためである。

4地点の位置は第1表の通りである。

Table 1 Geographic and geomagnetic coordinates of observatories.

Observatory	Geographic		Geomagnetic	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
Memambetsu (Mb)	43° 55' N	144° 12' E	34.0°	208.4°
Kakioka (Ka)	36° 14' N	140° 11' E	26.0°	206.0°
Kanozan (Kn)	38° 15' N	139° 58' E	25.0°	206.0°
Kanoya (Ky)	31° 25' N	130° 53' E	20.5°	198.1°

## 2. 本期間の観測精度

通常は地磁気観測は絶対観測と変化観測とに分けて、絶対観測は磁気儀、変化観測は変化計を用いて行なう。絶対観測は週1回行ない、各回4個の観測値からそれぞれ基線値を計算

しその平均値を求める。毎日の基線値は前後の観測基線値の移動平均値の内挿値を採用しているが、水平分力・鉛直分力は基線値が温度の影響をうけるので、この分の補正をする。

鹿野山を除く 3 地点で現用している磁気儀ならびにその観測精度は第 2 表の通りである。ただしこの値は 1964 年 1 月から 7 月までの期間で計算したものである。ここで観測精度とは、前述した毎週 1 回行なわれる 4 個の観測による基線値の平均値からの偏差の確率誤差である。

各磁気儀の器差については、柿岡の標準磁気儀 A-56 との間に水平分力・鉛直分力で 1  $\gamma$ 、偏角で 0.1' 程度の差があるが、地点差の偏差を調べる目的には考えなくてよい。

Table 2 Magnetometers and observation errors (Jan.—July, 1964).

Obs.	Magnetometer	Probable errors			N
		H	Z	D	
Mb	MO-II	$\pm 0.5 \gamma$	$\pm 0.7 \gamma$	$\pm 0.05'$	128
Ka	A-56	$\pm 0.2 \gamma$	$\pm 0.3 \gamma$	$\pm 0.04'$	128
Ky	MO-I	$\pm 0.6 \gamma$	$\pm 0.7 \gamma$	$\pm 0.07'$	128

鹿野山の精度については、まだ資料が得られなかったので報告出来なかった。

毎週 1 回の絶対観測による基線値と温度の関係は、整磁鋼による温度補償をしているため 2 次曲線で表わされるが、その 1 例を第 1 図で示す。

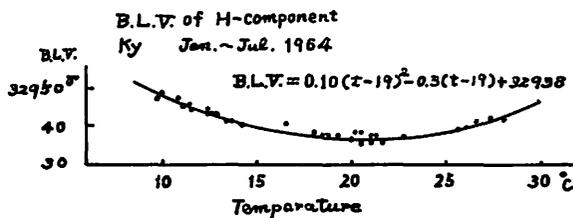


Fig. 1 Relation between the base line value and temperatures.

第 1 図には 1964 年 1 月から 7 月までの鹿屋における水平分力の基線値と温度の関係を示した。これは柿岡・女満別の水平分力の基線値の温度係数より少し大きい。図中の各点は毎週の観測値で、曲線は最小自乗法で求めた温度による基線値である。

この 2 次曲線を 3 地点の水平分力ならびに鉛直分力について求め、観測値がこの曲線からずれる偏差から確率誤差を求めたものが第 3 表である。

偏角は温度による基線値の変化がないので求めない。第 3 表で示した精度は絶対・変化観測の精度が含まれているが、週 1 回のものであるからこの値をそのまま地磁気観測の精度と考えるには多少問題がある。変化計のみの精度を算出することは難しいので次のような方法を行なった。すなわちここでは地点差を問題にするので、柿岡の A-56 型標準磁気儀による観測から 2 組の変化計で別々に日平均値を求め、これによる差の確率誤差を求めた。

3成分それぞれの値は第4表のようになる。この調査期間は1964年7月1ヶ月間である。

Table 3 Probable errors of the differences between observed base line value and the base line value by the method of least square. (Jan.~July, 1964)

Obs.	Probable errors		N
	H	Z	
Mb	$\pm 0.7\gamma$	$\pm 0.8\gamma$	32
Ka	$\pm 0.5\gamma$	$\pm 0.5\gamma$	32
Ky	$\pm 0.6\gamma$	$\pm 0.5\gamma$	32

Table 4 Probable errors of the differences between respective daily mean values measured by two variometers at Kakioka. (July, 1964)

Component	Probable errors	N
H	$\pm 0.5\gamma$	31
Z	$\pm 0.6\gamma$	31
D	$\pm 0.04'$	31

現在3地点で使用している変化計は、いずれも地磁気観測所で製作されたエッセンハーゲン型を改造したKM型(水平分力・偏角)、KZ型(鉛直分力)変化計でその性能は大差なく、変化計室の温度変化も柿岡の第2変化計室(新室)と同程度であるので、柿岡の第1変化計と女満別・鹿屋の変化計と比較した場合、第4表で得られた確率誤差と同じと見てよいと考える。

もちろん柿岡に女満別や鹿屋と同じMO型の磁気儀があれば、A-56型磁気儀と第1変化計、MO型と第2変化計の比較をするのが直接的であるが、現在の所この方法とはれないので上の結果を代用して見当をつけた。

上の結果から、日平均値の地点差を求めた場合に、その確率誤差Rは、第2表で得た2地点の磁気儀の確率誤差を $r_1, r_2$ とし、第4表で得た2組の変化計の差の確率誤差を $r_3$ とすると次式で与えられる。

$$R = \pm \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2}$$

$r_1$ と $r_2$ を女満別と柿岡、柿岡と鹿屋として2組の平均値を求めた。この値を第5表で示す。

Table 5 Observation accuracies of the differences between respective daily mean values measured by two observatories.

	H	Z	D
Probable errors	$\pm 0.8\gamma$	$\pm 1.0\gamma$	$\pm 0.09'$
Standard deviation	$\pm 1.1$	$\pm 1.4$	$\pm 0.13$

本調査では第5表の値を、地点差を考える場合の観測精度として資料を検討してみたい。しかしこの値は確率誤差であるので、標準偏差に換算すると、水平分力で $\pm 1.1\gamma$ 、鉛直分力で $\pm 1.4\gamma$ 、偏角で $\pm 0.13'$ となる。

### 3. 永年変化の補正

地磁気の変化には外部じよう乱磁場の外に地球内部の長周期の変化があり、これは永年変化といわれる。この変化は地点により異なる値で、長期間の地点差を考えるとときには無視出来ない量である。

1964 年 1 月と 1965 年 1 月の 5 個の静おん日の平均値の差を永年変化分として算出し、この内挿値を各月の日平均値に補正した。3 地点各成分の永年変化量は第 6 表の通りで、鹿野山の分は 1965 年 1 月の資料が入手出来なかったので柿岡と同じ量として取り扱った。

Table 6 Secular variations of the observatories.  
(Jan. 1964—Jan. 1965)

Obs.	$H$	$Z$	$D$
Mb	$-4\gamma$	$+22\gamma$	$+0.4'$
Ka	$-6$	$+23$	$+0.2$
Ky	$-4$	$+16$	$-0.7$

### 4. 水平分力の日平均値の地点差

#### 4.1 日平均値の推移

永年変化量を補正した日平均値の推移を第 2 図で示した。縦軸は年平均値からの増減を表わす。

上から女満別・柿岡・鹿野山・鹿屋の値を表わしている。4 地点の推移の対応は非常によい。

その変化量は女満別・柿岡・鹿野山・鹿屋でそれぞれ  $56\gamma$ ・ $60\gamma$ ・ $63\gamma$ ・ $63\gamma$  で低緯度ほど大きい。

第 2 図で値が急激に減少している日は、磁気嵐によるもので、元の値にもどるにはかなりの期間を要している。これはいわゆる post-perturbation または after-disturbance effect といわれ古くは Bemmelen, McNish<sup>(4)</sup> 等、最近では Sugiura<sup>(6)</sup> 等により研究されている Dst そのものである。

磁気嵐で減少した日と、その前日との日平均値の差を比較してみると、10回の平均で柿岡 1.00 に対し、女満別 0.90、鹿野山 1.02、鹿屋 1.05 であり、影響が 4 地点で異なり、低緯度にゆくほど大きくなっている。これは赤道環電流の影響によるもので、地点差を調査するときに注意しなければならないことである。

#### 4.2 日平均値の減少と $\sum K_p$

伴野<sup>(6)</sup>は柿岡の水平分力の日平均値と  $\sum K_p$  との関係について 1953 年から 1958 年までの期間について調査している。日平均値の減少は大きな磁気嵐のみでなく、小さなじよう乱でも生じ、 $\sum K_p$  が 30 以上になると急に大きくなり、 $\sum K_p$  30 以下、 $\sum K_p$  30 以上につい

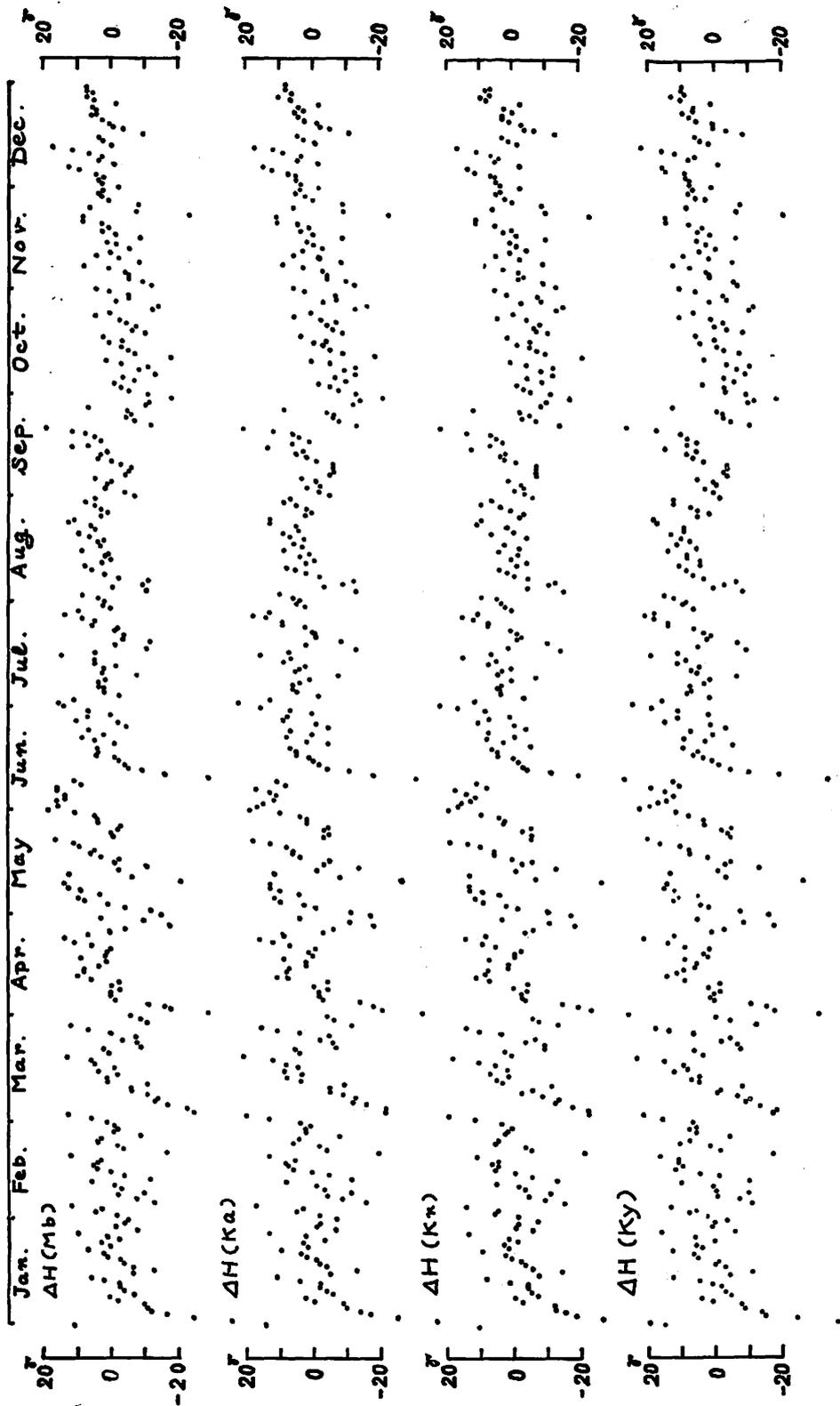


Fig. 2 The deviations of dialy mean values of the horizontal intensities from yearly mean values at the observatories in 1964.

てその減少率  $\frac{\Delta H}{\Delta \Sigma K_p}$  を出して、これが太陽活動に関係あることを述べている。

久保木<sup>(7)</sup>は 1958 年の日本附近の常設観測所の  $\Sigma K_p$  15 における減少率を求め、これと各観測所の磁気緯度との関係を示している。

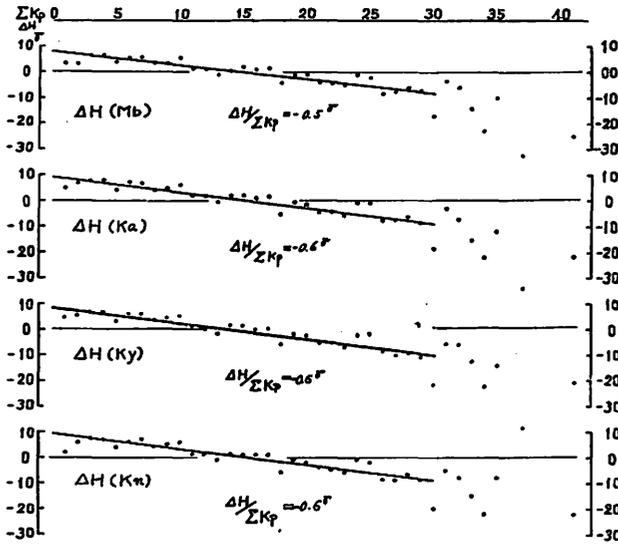


Fig. 3 The relation between the deviations of daily mean values from their yearly mean values in the horizontal intensities and  $\Sigma K_p$  at the observatories in 1964.

Table 7 The relation between the decreasing of daily mean values of horizontal intensities and  $\Sigma K_p$ .  $\Delta H/\Sigma K_p=1$  ( $\Sigma K_p < 30$ )

Obs.	1953~54	1955~56	1957~58	1958	1964	Remark
Mb				-1.5γ		by Kuboki
					-0.5γ	by author
Ka	-1.0γ	-1.2γ	-1.3γ			by Banno
				-1.6		by Kuboki
Ky					-0.6	by author
				-1.9		by Kuboki
Kn						
					-0.6	by author

これらの調査と同様の方法で 1964 年について調べた。第 3 図には 4 地点における日平均値と  $\Sigma K_p$  との関係を示した。縦軸は年平均値からの増減、横軸は  $\Sigma K_p$ 、各点は  $\Sigma K_p$  に該当する日の日平均値の平均値である。

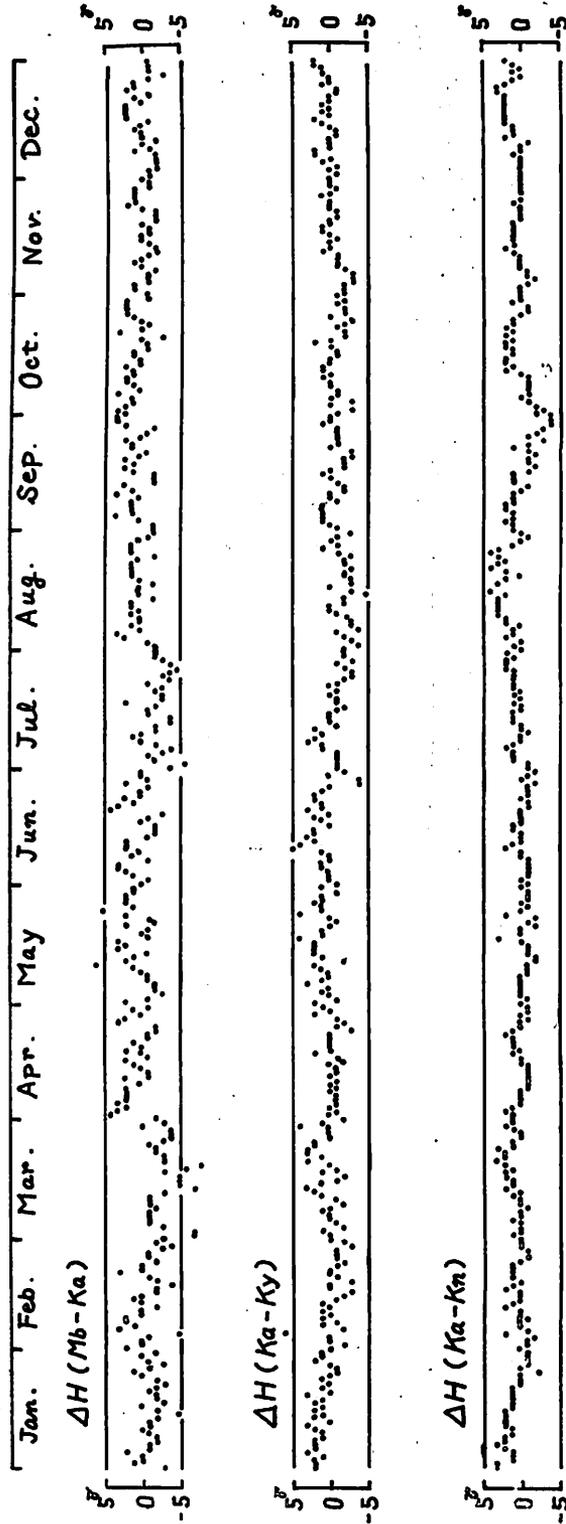


Fig. 4 The deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (horizontal intensities).

$\sum K_p$  が30 以上については分散が大きく減少率は計算出来ないが、30 以内ではほぼ直線的に減少している。伴野・久保木らの減少率と比較して第7表に示した。

この結果は太陽活動が極小期のため小さい値を示している。

久保木の調査では、鹿屋の値が女満別・柿岡にくらべかなり大きな値であるが、本調査では女満別がわずかに小さく、4地点ほぼ同じ値となっている。これは太陽活動の極小期には、減少率が小さくこの範囲の地域では同程度になると思われる。

この減少率は平均的なもので、この平均の減少率で個々の日の平均値に補正しても、じょう乱の影響が取り除かれるものでない。

4.3 地点差の推移

地点差の推移を第4図に示した。第4図の上方から、女満別の値から柿岡の値を引いたもの(女満別—柿岡)、柿岡の値から鹿屋の値を引いたもの(柿岡—鹿屋)、柿岡の値から鹿野山の値を引いたもの(柿岡—鹿野山)を示している。図で上方に急激に変化しているのは磁気嵐の日で、各組合せとも、緯度の高い地点の値から緯度の低い観測所の値を引いたものであるから、4.1 で述べたように、高い緯度では磁気嵐による日平均値の減少が小さいので、地点差の変動はこのように現われる。

全般的にみると、(女満別—柿岡)が変動が大きく、この変動量は  $14 \gamma$  で一番大きい。(柿岡—鹿屋)の変動量は  $11 \gamma$ 、(柿岡—鹿野山)はもっとも小さく  $8 \gamma$  となって、地点間の距離が 100 km 程度では水平分力の地点差はすべて  $\pm 4 \gamma$  以内になることを示す。

(柿岡—鹿野山)、(柿岡—鹿屋)には現われていないが、(女満別—柿岡)には4月の初めに  $4-5 \gamma$  の階段状の変動があり、磁気嵐が起きた時であり、元の値にもどっていないことは興味がある。

4.4 地点差と  $\sum K_p$

$\sum K_p$  と地点差の関係を第5図で示す。各点は該当する  $\sum K_p$  の日の地点差の平均値を表わす。

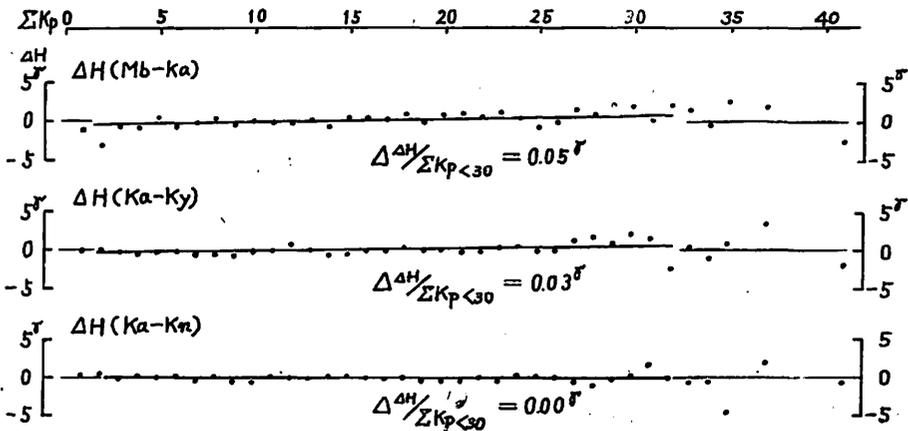


Fig. 5 The relations between the deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values and  $\sum K_p$  in 1964 (horizontal intensities).

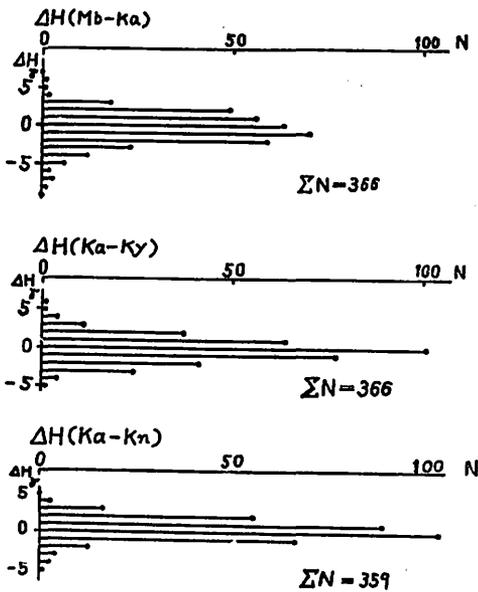


Fig. 6 The distributions of the deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (horizontal intensity).

った。地点差の年平均値からの標準偏差を求めると第8表の通りで、地点差の分布を第6図で示した。

Table 8 Standard deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (horizontal intensity).

Obs.	Stand. deviation	N
Mb—Ka	$\pm 2.1 \gamma$	366
Ka—Ky	$\pm 1.6$	366
Ka—Kn	$\pm 1.4$	359

地点差の標準偏差は、地点間の距離が長い(女満別—柿岡)・(柿岡—鹿屋)が大きく、(柿岡—鹿野山)が小さい。

第6図から偏差の分布を見ると、(女満別—柿岡)では年平均値から $\pm 2\gamma$ の範囲のものが81%、 $\pm 3\gamma$ のものが92%であり、(柿岡—鹿屋)では88%・97%、(柿岡—鹿野山)では92%・98%で、分布の範囲も(女満別—柿岡)が大きく、(柿岡—鹿野山)が小さい。

第8表の標準偏差と各地点の距離の関係を第7図で示した。これによると標準偏差は100 km 当り  $\pm 0.05\gamma$  増加し、距離が0となっても標準偏差は  $\pm 1.2\gamma$  のところになる。これ

第5図から、 $\Sigma K_p 30$ 以上では、磁気嵐の回数も少く分散も大きい、30以下では地点差の変動も小さく、ほぼ一直線上にのっている。

(女満別—柿岡)では $1\sim 2\gamma$ 、(柿岡—鹿屋)では $1\gamma$ くらいの量で $\Sigma K_p$ に比例して増加している。これは4・2で示した各地の減少率からみて当然であり、(柿岡—鹿野山)がほとんど変動していないのも同じである。

変化量が少ないので、正確な増加率が出ないが、大体の値を知るために計算したものが図中に記入してある。 $\Sigma K_p=1$ に対する増加率は(女満別—柿岡)で $0.05\gamma$ 、(柿岡—鹿屋)で $0.03\gamma$ 程度のもの小さい。

#### 4・5 地点差の標準偏差

各組合せによる地点差は磁気嵐の場合をのぞき、じょう乱による影響は、 $\Sigma K_p 30$ 以下では $0\sim 2\gamma$ 程度であることが分

は観測の標準偏差  $\pm 1.1\gamma$  と一致し、距離が近くなると地点差が観測精度内に入ることを示す。

(女満別-柿岡) と (柿岡-鹿屋) が同程度の距離であるのに標準偏差にかなりの差があるのは、前述の磁気嵐の影響が地点間で異なるのと、3月末から4月上旬の磁気嵐による差が階段状にかなりの期間つづいたため、標準偏差が大きくなったのであると考える。

4.6 地点差の標準偏差と  $\Sigma K_p$

地点差の標準偏差がじょう乱により、影響をうけているかどうか、影響があるならばどの程度かを調べるために、 $\Sigma K_p$  を8群に分け、それぞれの群の地点差の平均値からの標準偏差ならびに分布を求めたものが第9表、第8図である。

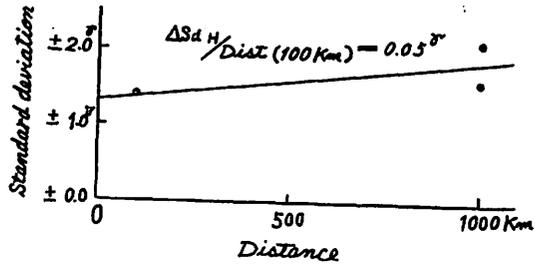


Fig. 7 The relation between the standard deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values and the distance of two observatories in 1964 (horizontal intensity).

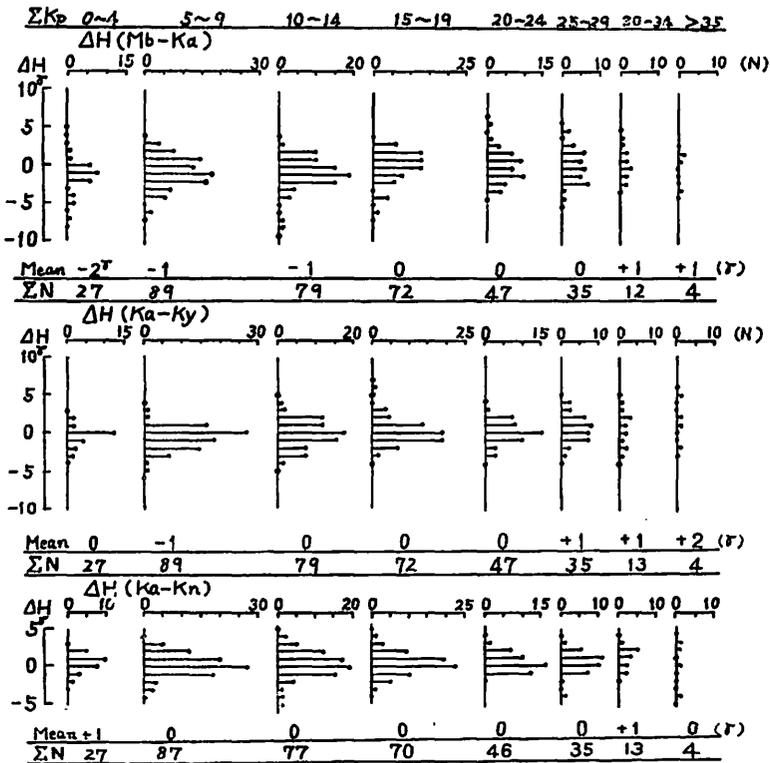


Fig. 8 The distributions of the deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories at some groups of  $\Sigma K_p$  in 1964 (horizontal intensity).

Table 9 Standard deviations of differences of daily mean values from their yearly mean values between the observatories for some groups of  $\Sigma K_p$  in 1964 (horizontal intensity).

Obs.		$\Sigma K_p$							
		0~4	5~9	10~14	15~19	20~24	25~29	30~34	35<
Mb—Ka		$\pm 2.0\gamma$	$\pm 2.0\gamma$	$\pm 2.0\gamma$	$\pm 2.4\gamma$	$\pm 2.0\gamma$	$\pm 2.0\gamma$	$\pm 1.9\gamma$	$\pm 2.4\gamma$
Ka—Ky		$\pm 1.3$	$\pm 1.5$	$\pm 1.8$	$\pm 1.5$	$\pm 1.4$	$\pm 1.7$	$\pm 2.2$	$\pm 2.9$
Ka—Kn		$\pm 1.2$	$\pm 1.4$	$\pm 1.7$	$\pm 1.4$	$\pm 1.1$	$\pm 1.4$	$\pm 1.3$	$\pm 3.1$
N	Mb—Ka Ka—Ky $\Sigma N=366$	27	89	79	72	47	35	13	4
	Ka—Kn $\Sigma N=359$	27	87	77	70	46	35	13	4

第9表より、 $\Sigma K_p$  が 35 以上のときに標準偏差が非常に大きく、距離の近い（柿岡—鹿野山）で一番大きな値になることを示している。これは今後の調査にゆずりたい。

$\Sigma K_p$  30 以下では（女満別—柿岡）で  $\Sigma K_p$  15~19 の群が大きいほかは一定の値を示している。（柿岡—鹿屋）では  $\Sigma K_p$  10~14 で大きな値を示すほかは  $\Sigma K_p$  の増加と共に標準偏差は増大している。（柿岡—鹿野山）はわずかの変動はあるが、あまり変らない値を示す。このことから（柿岡—鹿野山）では距離が近いめじょう乱の影響も磁気嵐の場合を除いては小さく、地点差の標準偏差は観測精度から出した標準偏差に近い値を示す。磁気嵐の場合は（女満別—柿岡）、（柿岡—鹿屋）に比べて標準偏差が大きいことは注目すべきことである。

（柿岡—鹿屋）ではじょう乱が小さいと、標準偏差は観測精度から出した標準偏差に近くなり、（女満別—柿岡）では、2地点でじょう乱の影響がかなり異なるにもかかわらず、標準偏差は一定で（柿岡—鹿屋）の場合と異なる原因が地点差に入ってくると思う。

## 5. 鉛直分力の日平均値の地点差

### 5.1 日平均値の推移

水平分力と同様に日平均値の推移を第9図に示した。鉛直成分は、地磁気3成分のうちで一番外部じょう乱の影響をうけない成分である。

全般的にいて4地点の推移の対応は水平分力ほどよくない。調査期間が太陽活動の極小期であったため、日平均値の変動量は女満別・柿岡・鹿野山・鹿屋でそれぞれ  $13\gamma$ ・ $11\gamma$ ・ $18\gamma$ ・ $14\gamma$  であり、水平分力に比較してみると  $1/5$ ~ $1/4$  程度の小さいものであり、緯度に関係しないとみられる

磁気嵐の日平均値におよぼす影響も、 $10\gamma$  程度の変動量で、水平分力に比較すると鉛直分力は  $1$ ~ $2$  日ずれて増加している。

日平均値の増減は、鹿野山が一番大きく他の3地点では、ある期間鹿屋が大きい、他の期間は女満別が大きかったりで一概に云えない。

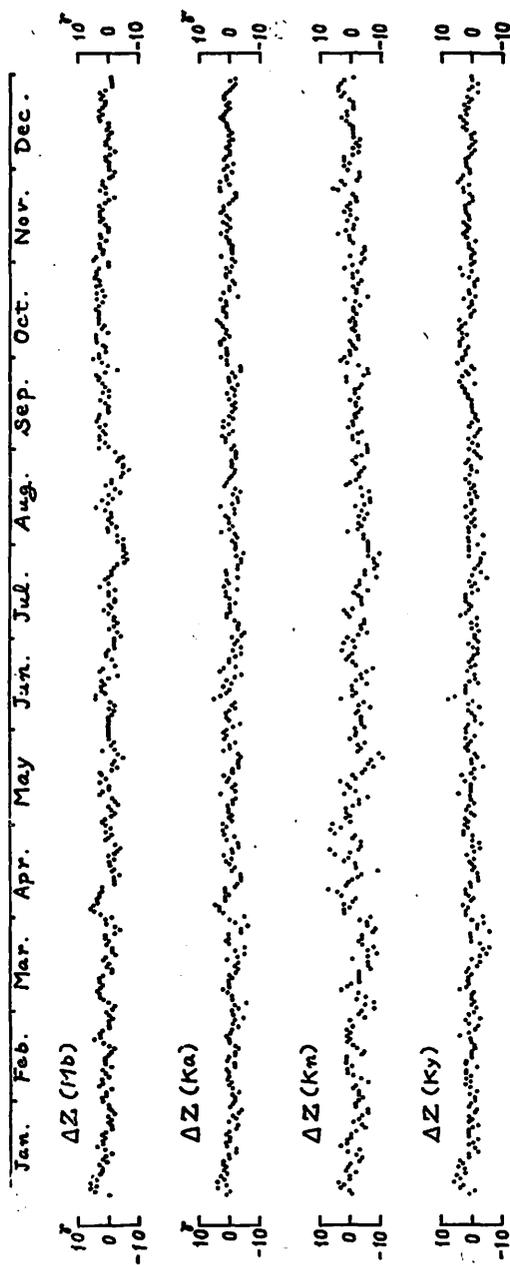


Fig. 9 The deviations of daily mean values of the vertical intensities from yearly mean values at the observatories in 1964.

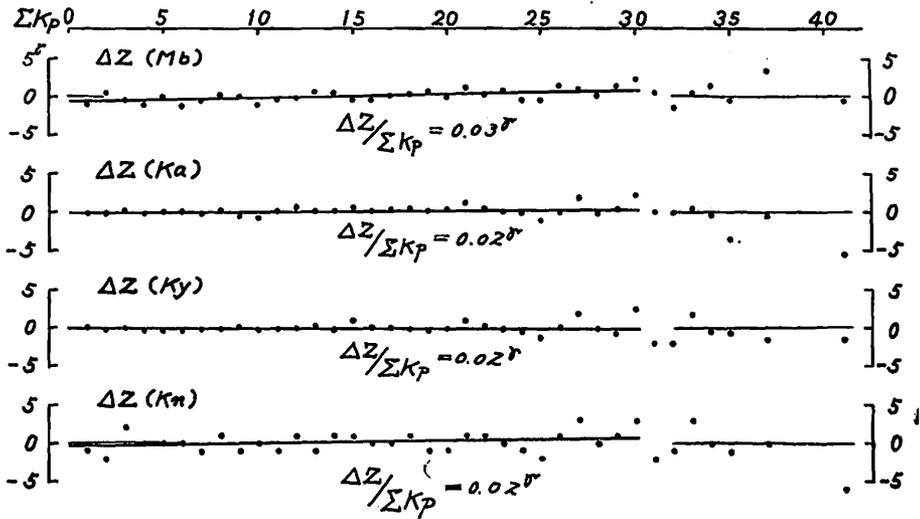


Fig. 10 The relation between the deviation of the daily mean values from their yearly mean values in the vertical intensities and  $\Sigma K_p$  at the observatories in 1964.

### 5.2 日平均値と $\Sigma K_p$

鉛直分力の日平均値と  $\Sigma K_p$  との関係は、水平分力と同じ方法で調査した。その結果を第 10 図で示す。

これによると、 $\Sigma K_p$  30 以下では 4 地点共ごくわずかであるが、 $\Sigma K_p$  の増加にともない日平均値も増加する。

この増加量は少いため、他の成分と同じように増加率を求めてもあまり意味はないが、参考のため図中に記入した。女満別で  $0.03r$ 、柿岡・鹿屋・鹿野山が  $0.02r$  であまり違いはない。この値は  $\Sigma K_p$  1 に対するものであるが、鉛直分力のじよう乱の影響度が少ないことを裏づける資料となる。

$\Sigma K_p$  30 以上の場合は、回数も少いので断定はさけるが、女満別は明らかでないが、他の 3 地点では日平均値が減少しており、今後の調査の対称としたい。

### 5.3 地点差の推移

水平分力と同じく鉛直分力の地点差の推移を第 11 図に示す。

一般的にみて、いずれの値の推移もその対応が悪い。この期間の地点差の推移の変動量は、(柿岡—鹿野山) が大きく  $13r$ 、(女満別—柿岡) が  $11r$ 、(柿岡—鹿屋) が  $10r$  である。短期間の変動も (柿岡—鹿野山) が他の組合せより大きい。

水平分力の場合は、4 地点の日平均値の変動量の平均値は  $60r$  で、地点差の変動量の平均値は  $10r$  で  $1/6$  に減少したが、鉛直分力では  $14r$  が  $11r$  になったのみである。

### 5.4 地点差と $\Sigma K_p$

水平分力と同様に、 $\Sigma K_p$  との関係を第 12 図で示す。

これによると、(女満別—柿岡)・(柿岡—鹿屋) ではわずかに  $\Sigma K_p$  の影響がみとめられ、

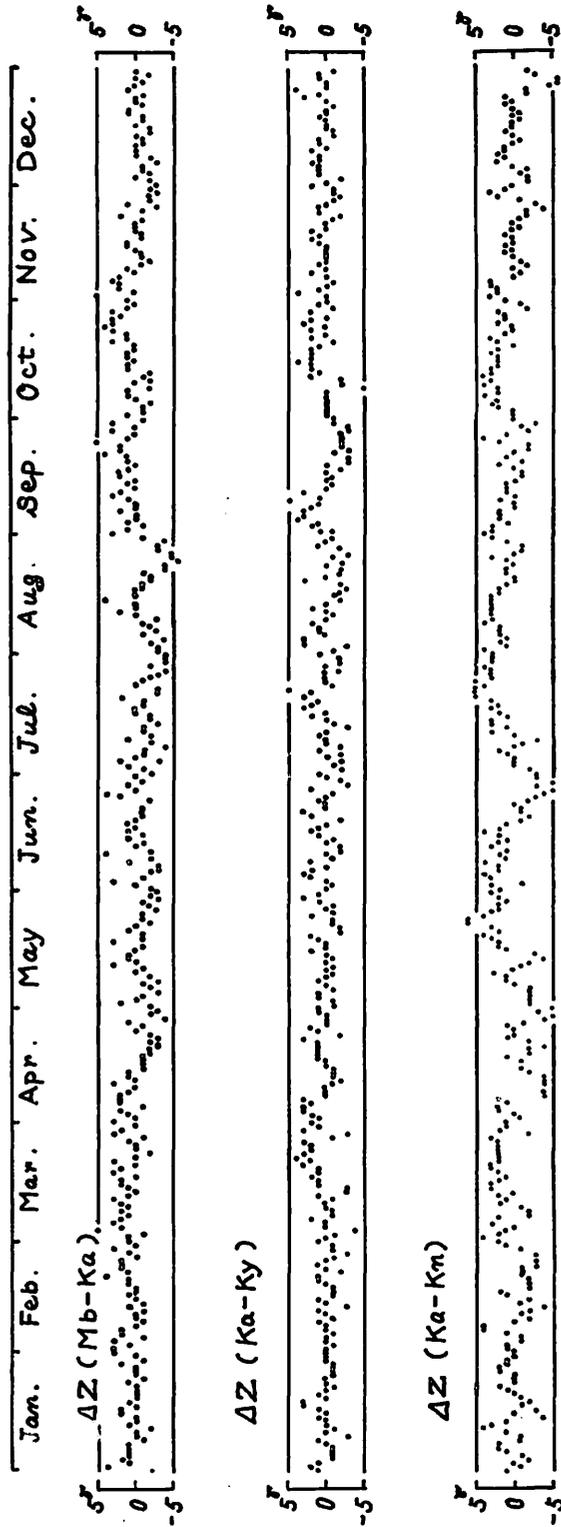


Fig. 11. The deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (vertical intensity).

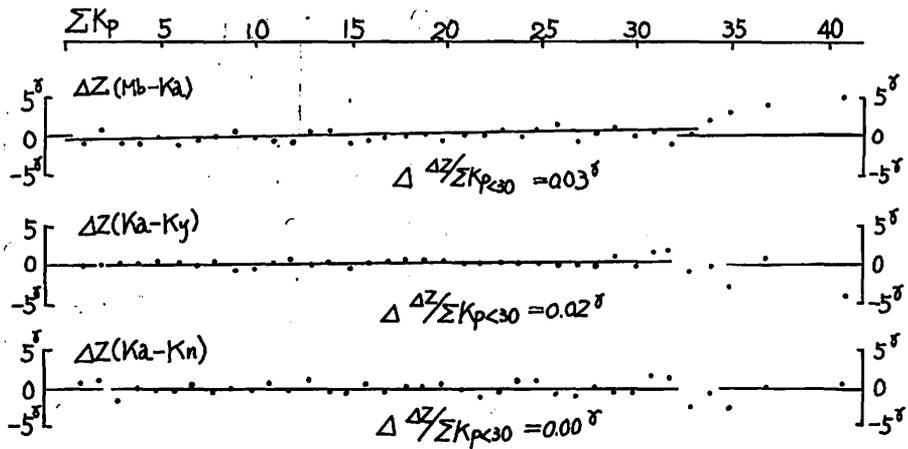


Fig. 12 The relations between the deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values and  $\Sigma K_p$  in 1964 (vertical intensity).

$\Sigma K_p$  30 以下ではその量は前者が  $1\gamma$ 、後者が  $0.5\gamma$  である。参考のためその増加率は図中に記入してある。もちろん水平分力と同じく  $\Sigma K_p$  1 に対する値で (女満別—柿岡) で  $0.03\gamma$ 、(柿岡—鹿屋) で  $0.02\gamma$  程度のもので、(柿岡—鹿野山) ではほとんどない。 $\Sigma K_p$  30 以上で (女満別—柿岡)、(柿岡—鹿屋) の組合せで変化が異なるのは、5.2 で述べたよう

に柿岡の日平均値の急激な減少が地点差に影響しているためによる。

5.5 地点差の標準偏差

水平分力と同様に鉛直分力の地点差の標準偏差を第 10 表、地点差の分布を第 13 図で示す。

Table 10 Standard deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (vertical intensity).

Obs.	Stand. deviation	N
Mb—Ka	$\pm 1.9\gamma$	365
Ka—Ky	$\pm 1.6\gamma$	366
Ka—Kn	$\pm 2.3\gamma$	355

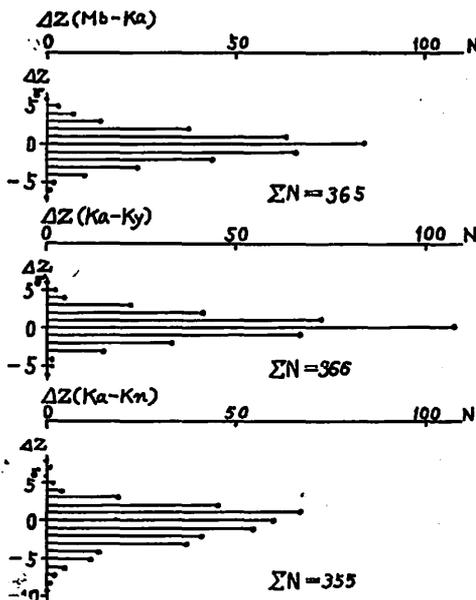


Fig. 13 The distributions of the deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (vertical intensity).

第 10 表から標準偏差は水平分力と異なり、近い距離の (柿岡—鹿野山) が一番大きな値を示している。

これは地点差が  $\Sigma K_p$  の影響をほとんど

うけていないことから、外部じょう乱でない他の原因によるものであると思う。

(柿岡一鹿屋)は標準偏差も観測精度から出した標準偏差をわずかに上廻る値である。

(女満別一柿岡)は観測精度よりかなり大きい値を示す。

第13図から偏差の分布をみると、(柿岡一鹿屋)では  $\pm 2\gamma$  以内のものが 88%,  $\pm 3\gamma$  以内のものが 95% であり、(女満別一柿岡)では 81%・91% で水平分力と比較するとほとんど変りのない値である。しかし、(柿岡一鹿野山)では 75%・85% と大きく分散していて、また水平分力と比較すると大差があることを示している。

5.6 地点差の標準偏差と  $\Sigma K_p$

水平分力と同様、 $\Sigma K_p$  の各群に対する標準偏差ならびに地点差の分布を求めたものを第11表、第14図に示した。

第11表から(女満別一柿岡)では  $\Sigma K_p$  が 30 以下では、わずかに  $\Sigma K_p$  に関係があり、かつ地磁気状態が静おんであると、観測精度から出した標準偏差に近づく。(柿岡一鹿屋)は  $\Sigma K_p$  が 30 以下では、観測精度から出した標準偏差に近い値であるが各群でかなりの変動があり、 $\Sigma K_p$  との関係も明らかでない。

(柿岡一鹿野山)では全く  $\Sigma K_p$  と無関係で、かつどの値も一樣な標準偏差を示している。

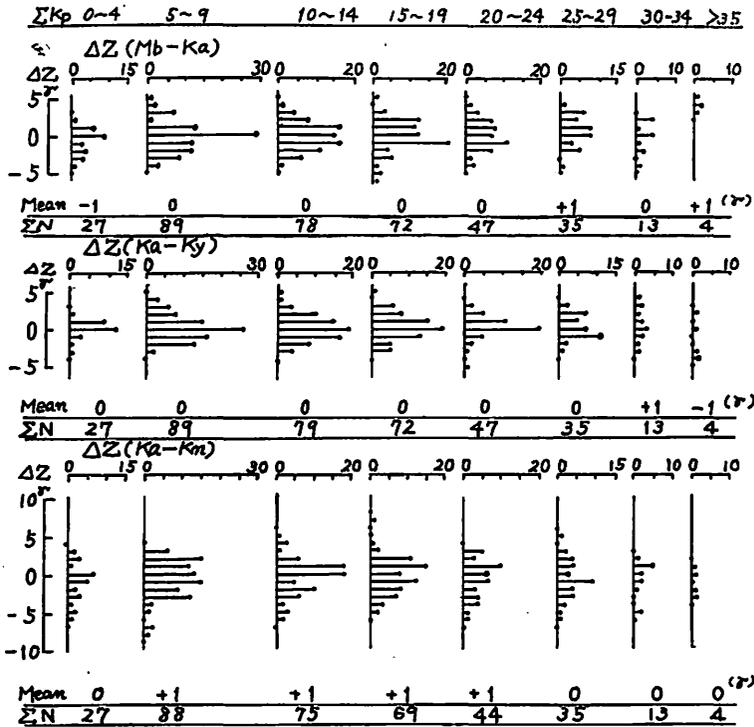


Fig. 14 The distributions of the deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories at some groups of  $\Sigma K_p$  in 1964 (vertical intensity).

Table 11 Standard deviations of the differences of daily mean values from their yearly mean values between the observatories for some groups of  $\Sigma K_p$  in 1964 (vertical intensity).

Obs.		$\Sigma K_p$							
		0~4	5~9	10~14	15~19	20~24	25~29	30~34	35<
Mb—Ka		$\pm 1.6\gamma$	$\pm 1.9\gamma$	$\pm 1.7\gamma$	$\pm 2.0\gamma$	$\pm 1.9\gamma$	$\pm 1.9\gamma$	$\pm 1.9\gamma$	$\pm 0.8\gamma$
Ka—Ky		$\pm 1.1$	$\pm 1.6$	$\pm 1.7$	$\pm 1.7$	$\pm 1.4$	$\pm 1.5$	$\pm 2.1$	$\pm 2.8$
Ka—Kn		$\pm 2.4$	$\pm 2.4$	$\pm 2.3$	$\pm 2.1$	$\pm 2.4$	$\pm 2.4$	$\pm 2.3$	$\pm 1.8$
N	Mb—Ka $\Sigma N=365$	27	89	78	72	47	35	13	4
	Ka—Ky $\Sigma N=366$	27	89	79	72	47	35	13	4
	Ka—Kn $\Sigma N=355$	27	88	75	69	44	35	13	4

第 14 図では (柿岡—鹿野山) が水平分力のように偏差 0 の回数が一番多く偏差が増すとその回数が急に少なくなる傾向はおとっている。この傾向は全群にわたっており (女満別—柿岡)・(柿岡—鹿屋) の場合と異っている。

鉛直分力の地点差の標準偏差は、水平分力のように、観測所間の距離に比例する結果は得られなかった。このことは、地球内部の物理的な変化が各地点で異なり、鉛直分力の地点差に複雑な影響を与えることによるのか、観測精度が水平分力にくらべ劣ることによるのかまだ判らない。

地点差と  $\Sigma K_p$  の項で述べたようにこの成分は外部じょう乱の影響をあまりをうけないので今後も調査をすすめたい。

## 6. 偏角の日平均値の地点差

### 6.1 日平均値の推移

日平均値の推移を第 15 図で示した。

偏角も水平分力と同じくじょう乱磁場の影響を受ける。図の矢印で示すように、西偏を上方にとったが、調査の目的が地点差の偏差であるので、符号は関係がない。水平分力と同じく磁気嵐の日には急激に減少する。

全般的にみて、4 地点の変動の対応は非常によい。磁気嵐の日平均値におよぼす影響は、4 地点で多少異なる。水平分力と同じく、磁気嵐の前日と急激に減少した日との差を比べると、10 個の平均では柿岡 1.00 に対して女満別 1.38、鹿野山 0.95、鹿屋 0.70 となって、北へゆくほど大きくなっている。これは水平分力の場合と反対である。これらは久保木<sup>(8)</sup>の求めた結果と一致する。

全期間の変動量は女満別 3.1', 柿岡 2.5', 鹿野山 2.4', 鹿屋 1.9' である。

### 6.2 日平均値の減少と $\Sigma K_p$

$\Sigma K_p$  と日平均値との関係は、第 16 図の通りで、水平分力と同じく  $\Sigma K_p$  が 30 以下で

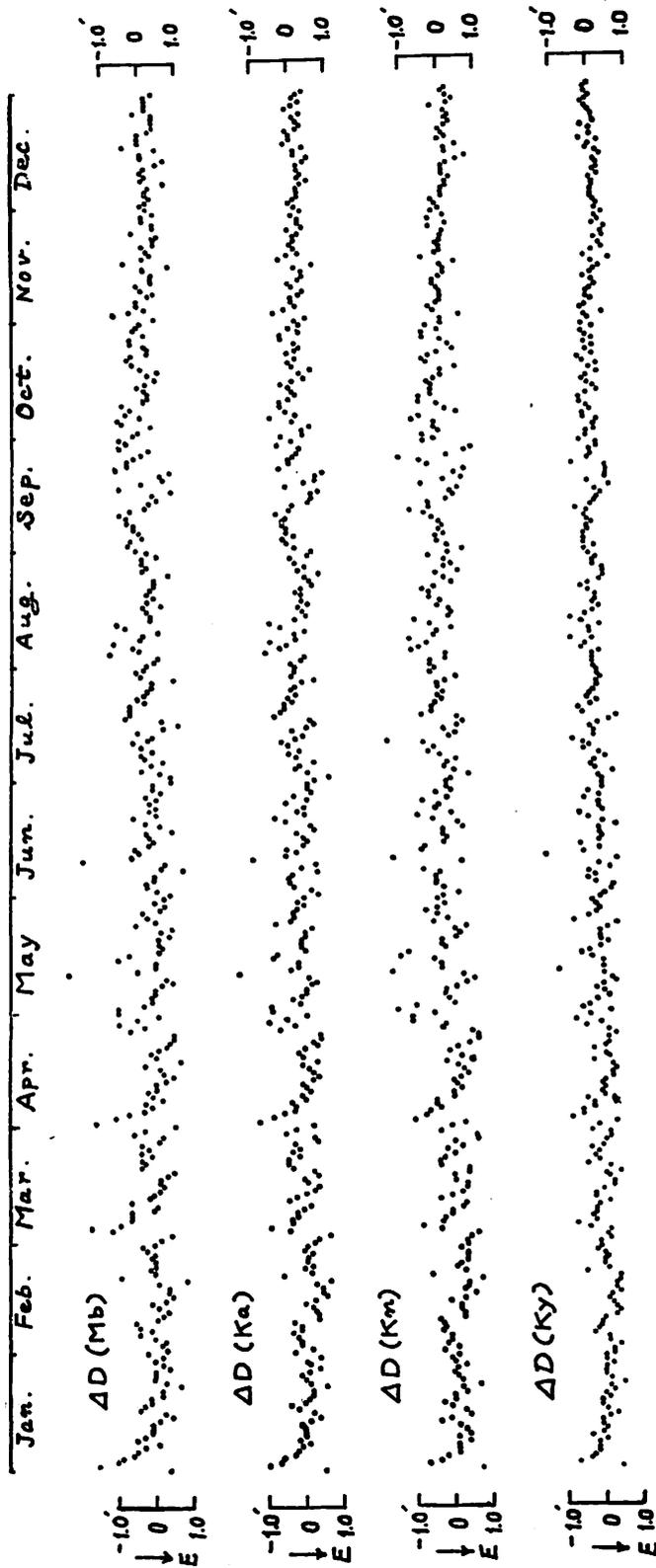


Fig. 15 The deviations of daily mean values of the declinations from their yearly mean values at the observatories in 1964.

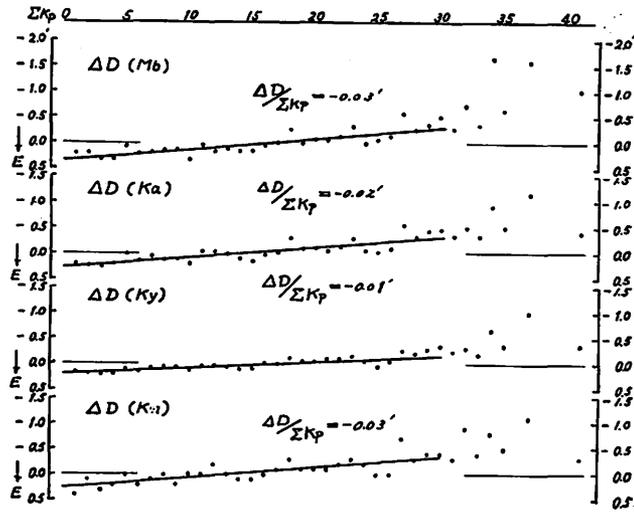


Fig. 16 The relation between the deviations of the daily mean values from their yearly mean values in the declinations and  $\Sigma K_p$  at the observatories in 1964.

obs.	$\Delta D / \Sigma K_p = 1$	
	1958 by T. Kuboki	1964 by Author
Mb	-0.06'	-0.03'
Ka	-0.05'	-0.02'
Kn	—	-0.03'
Ky	-0.04'	-0.01'

Table 12 The relations between the decreasing of the daily mean values of Declinations and  $\Sigma K_p$ .  $\Delta D / \Sigma K_p = 1$  ( $\Sigma K_p < 30$ )

は、ほぼ直線的に減少し、 $\Sigma K_p$  が 30 以上では数も少ないが急減している。

久保木の調査と比較するため  $\Sigma K_p$  が 30 以下における減少率を第 12 表で示した。

これによると、久保木の調査<sup>(3)</sup>した 1958 年に比らべ 1/2~1/4 程度になる。これは水平分力で述べたように太陽活動の極小期のためで、減少率は水平分力と反対に緯度が高くなると大きくなるのも久保木の結果と一致する。

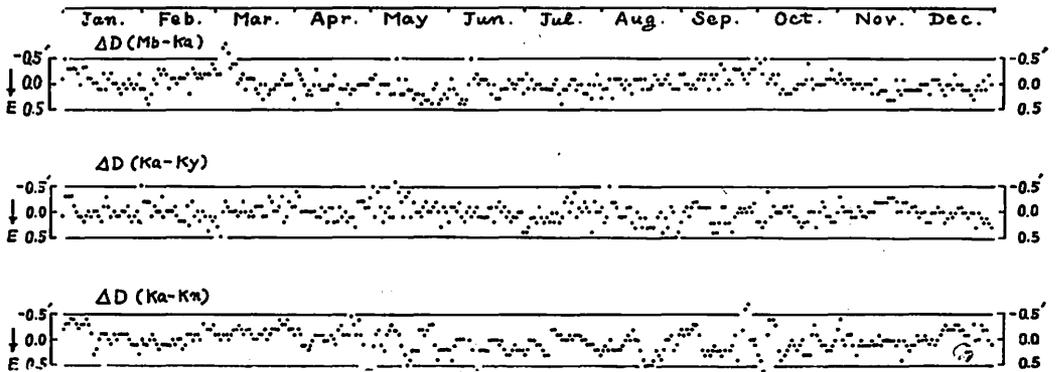


Fig. 17 The deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (declinations).

6.3 地点差の推移

地点差の推移を第 17 図で示した。地点差の推移で上方に急変しているのは磁気嵐の日で、各地点でその影響が異なるので、このようになるのは前述 2 成分と同じである。

この期間の変動量は、(女満別-柿岡), (柿岡-鹿屋), (柿岡-鹿野山) でそれぞれ, 1.2', 1.1', 1.4' であり, 鉛直分力と同じく近い距離の (柿岡-鹿野山) が一番大きい。日平均値

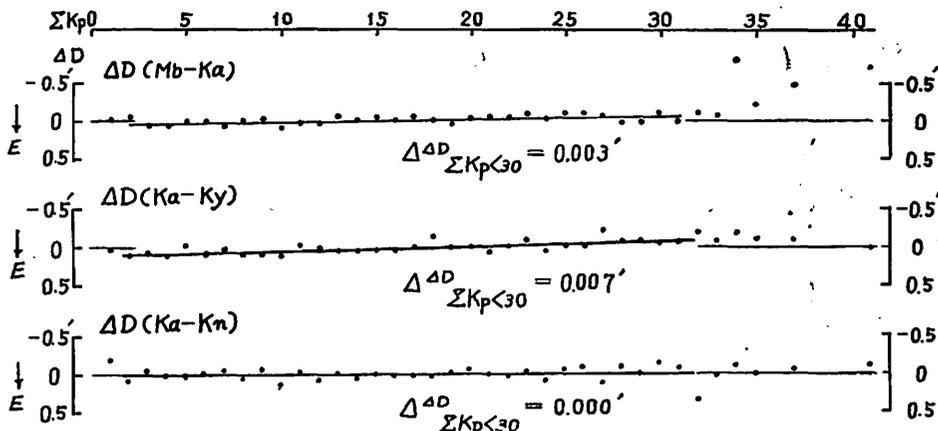


Fig. 18 The relations between the deviation of the differences of the daily mean values from their yearly mean values and  $K_p$  in 1964 (declination).

と  $\Sigma K_p$  で述べたように, 柿岡・鹿野山の日平均値の  $\Sigma K_p$  による減少率はおなじであるので, このことは注目すべきである。

前述 2 成分と同じく, 磁気嵐の日以外にも短期間の変化がある。

6.4 地点差と  $\Sigma K_p$

地点差と  $\Sigma K_p$  との関係を示した。  $\Sigma K_p$  30 以下では (女満別-柿岡), (柿岡-鹿屋) では  $\Sigma K_p$  の増加にともない, 地点差は減少し, その減少率は図に示したように前者は 0.003', 後者は 0.007' である。しかし (柿岡-鹿野山) ではほとんど変化はなく近い距離のため外部じょう乱磁場の差がないことを示す。

6.5 地点差の標準偏差

地点差の標準偏差・分布を第 13 表・第 19 図で示した。

第 13 表から標準偏差は, 観測精度から出した標準偏差よりかなり大きい。また鉛

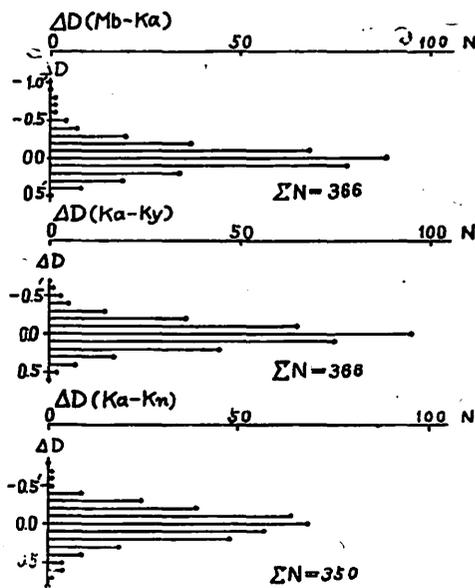


Fig. 19 The distributions of the deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (declination).

Table 13 Standard deviations of the differences of the daily mean values between the observatories in 1964 (declination).

Obs.	Stand. deviation	N
Mb—Ka	±0.19'	366
Ka—Ky	±0.17'	366
Ka—Kn	±0.21'	350

直分力と同じく地点間の比較では(柿岡—鹿屋)が小さく(柿岡—鹿野山)が大きい値になっている。

第19図から、偏差の分布は(柿岡—鹿屋)が一番よく、±0.2'以内のものが86%、±0.3'以内のものが94%であり、(女満別—柿岡)がそれぞれ、83%、94%、(柿岡—鹿野山)がそれぞれ79%、91%となっている。

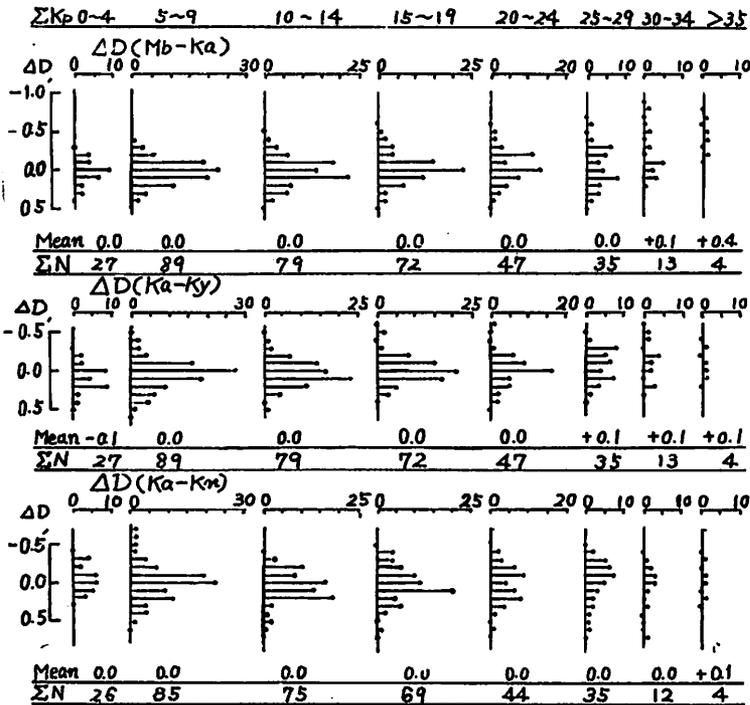


Fig. 20 The distributions of the deviation of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories at some groups of  $\Sigma K_p$  in 1964 (declination).

6.6 地点差の標準偏差と  $\Sigma K_p$

$\Sigma K_p$  の各群とその標準偏差・分布を第14表・第20図に示した。

第14表によると、多少の出入りはあるが、三地点共  $\Sigma K_p$  の増加にともなって標準偏差は大きくなっている。水平分力、鉛直分力ではそうでなかったが、偏角の場合は標準偏差は  $\Sigma K_p$  に比例し、磁氣的に静おんな日には観測からの標準偏差に一致することを示す。

第20図から、各群における分布の範囲も、(柿岡—鹿屋)が少く、(柿岡—鹿野山)が大きい。

Table 14 Standard deviations of the differences of the daily mean values from their yearly mean values between the observatories for some groupes of  $\Sigma K_p$  in 1964 (declination).

Obs.		$\Sigma K_p$							
		0~4	5~9	10~14	15~19	20~24	25~29	30~34	35<
Mb—Ka		±0.14'	±0.16'	±0.17'	±0.17'	±0.19'	±0.24'	±0.26'	±0.22'
Ka—Ky		±0.15	±0.18	±0.16	±0.15	±0.18	±0.19	±0.22	±0.17
Ka—Kn		±0.16	±0.21	±0.19	±0.21	±0.23	±0.25	±0.27	±0.22
N	Mb—Ka Ka—Kn $\Sigma N=366$	27	89	79	72	47	35	13	4
	Ka—Kn $\Sigma N=350$	26	85	75	69	44	35	12	4

7. 日均平値地点差のまとめ

今までの調査事項を整理すると日本の観測所では

(i) 日平均値は外部じよう乱磁場により変動し、 $\Sigma K_p$  との関係の変動率は  $\Sigma K_p$  が 30 以下では一定で、その値は緯度と太陽活動に関係がある。(伴野・久保木と同じ結果)。

水平分力は、減少率で低緯度ほど大きな値となる。

鉛直分力は、増加率で高緯度ほど大きな値となる。

偏角は、減少率で高緯度ほど大きな値となる。

(ii) 地点差は外部じよう乱磁場の各地点による違いが含まれるが、その影響は  $\Sigma K_p$  が 30 以下では一定で、観測所間の距離が短いと影響は認められず、1000 km の距離で次の通りである [(女満別—柿岡), (柿岡—鹿屋) の平均値を示す]。

$$\text{水平分力} \quad -0.04 \gamma / \Sigma K_p = 1$$

$$\text{鉛直分力} \quad +0.03 \gamma / \Sigma K_p = 1$$

$$\text{偏角} \quad -0.005' / \Sigma K_p = 1$$

(iii) 地点差の標準偏差は同じ距離でも (女満別—柿岡) が (柿岡—鹿屋) よりかなり大きく、100k m 離れた (柿岡—鹿野山) は他の地点差にくらべ、水平分力は小さいが、鉛直分力・偏角ではより以上大きい。

(iv)  $\Sigma K_p$  を 8 群に分け、各群毎の標準偏差を求めると、 $\Sigma K_p$  と標準偏差との関係は、各成分・各地点差で異なる。すなわち、水平分力では (柿岡—鹿屋) が  $\Sigma K_p$  に比例するが、他は関係がなくほぼ一定である。

鉛直分力では (柿岡—鹿屋) で  $\Sigma K_p$  に関係がありそうだが明りようでなく、他の地点差では関係がなく一定である。

偏角は各地点差とも  $\Sigma K_p$  に関係し、 $\Sigma K_p$  が小さいと標準偏差は小さく観測精度による標準偏差と大体同じ値となる。

以上にまとめてみたが、次の様な問題がある。遠距離の地点差はともかくとしても、近距

離の(柿岡-鹿野山)が $\Sigma K_p$ による地点差の影響がみとめられないのに、鉛直分力と偏角で標準偏差が大きいことである。これは鹿野山の観測精度が判らないことにもよるが、今後の調査の対称としたい。

## 8. 半月平均値の地点差

日平均値の地点差について述べたが、その変動をみると磁気嵐以外でもかなりの短期間の小変動がある。

この短期間の小変動を除くために毎月の各旬を折半しそれぞれの5日間の平均値を各地点毎に求めた。もちろん2月下旬の後半は4日間の平均値、31日の月の下旬の後半は6日間の平均値であり、これらをここでは半月平均値と名づけた。この半月平均値を用い、日平均値で行った地点差の組合せに女満別と鹿屋(女満別-鹿屋)を追加し4個の組合せで調査してみた。

### 8.1 水平分力の半月平均値の地点差

水平分力の半月平均値の地点差の推移を第21図で示した。縦軸は半月平均値の年平均値からの増減を示した。また図の右側には偏差の分布を示した。

上から(女満別-柿岡)、(柿岡-鹿屋)、(女満別-鹿屋)、(柿岡-鹿野山)の地点差を $\overline{\Delta H}$ (Mb-Ka)等の記号で示した。この期間の地点差の変動量は(女満別-鹿屋)、(女満別-柿岡)、(柿岡-鹿屋)、(柿岡-鹿野山)でそれぞれ $10\gamma \cdot 8\gamma \cdot 7\gamma \cdot 5\gamma$ となり日平均値の地点差の場合と比較すると約60%になっている。

しかしまだかなりの変動があり、磁気嵐の影響が除去されないことを示す。また日平均値

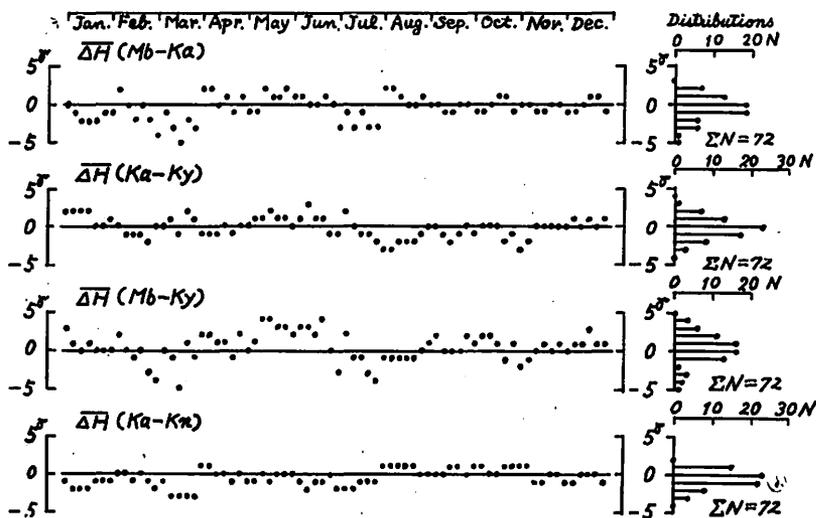


Fig. 21 The deviations of the differences of the 5-day-mean values from their yearly mean values between the observatories in 1984 (horizontal intensity).

の地点差で指適した3月と4月の間に起きている階段状の変化は明瞭に出ている。このような変化は7月と8月の間にも出ており、後者が磁気嵐という程のじょう乱でない期間でもあり、注目すべきところである。

地点差の標準偏差を第15表で示す。

Table 15 Standard deviations of 5-day-mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (horizontal intensity).

Obs.	Stand. deviation	N
Mb—Ky	$\pm 1.9\gamma$	72
Mb—Ka	$\pm 1.6$	72
Ka—Ky	$\pm 1.3$	72
Ka—Kn	$\pm 1.2$	72

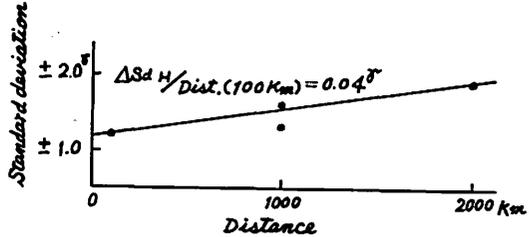


Fig. 22 The relation between the standard deviations of the 5-day-mean values from their yearly mean values and the distance of the observatories in 1964 (horizontal intensity).

第15表から、地点差の標準偏差は距離が近くなると小さくなる。また日平均値の場合の標準偏差と比較すると(女満別—鹿屋)を除いた3個の地点差の平均で約80%となっている。

距離との関係を第22図で示す。これによると、標準偏差は距離に比例し、100 km 当りの増大率は  $0.04\gamma$  となる。

### 8.2 鉛直分力の半旬平均値の地点差

水平分力と同じく、推移と分布を第23図に、標準偏差を第16表に示す。この期間中の

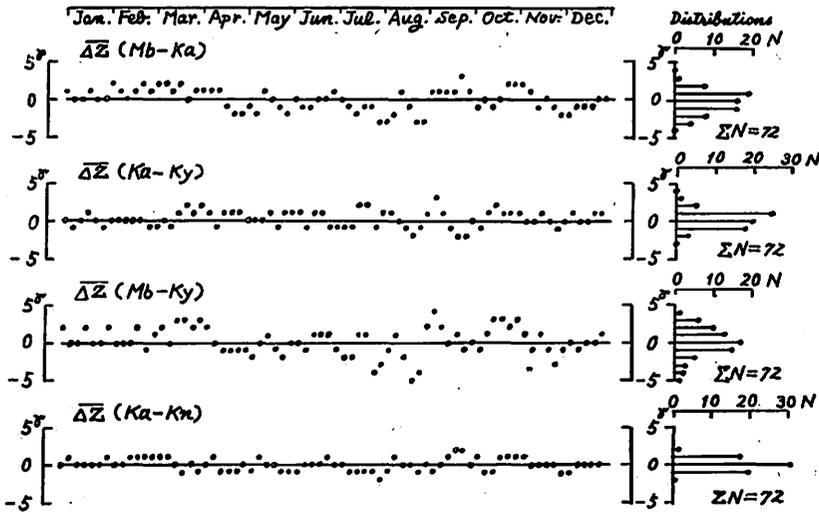


Fig. 23 The deviations of the differences of the 5-day-mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (vertical intensity).

推移の変動量は (女満別—鹿屋), (女満別—柿岡), (柿岡—鹿屋), (柿岡—鹿野山) でそれぞれ  $10\gamma \cdot 7\gamma \cdot 6\gamma \cdot 5\gamma$  で水平分力と同程度で, 鉛直分力日平均値の地点差と比較すると, 3個の地点差の平均で 80% となる。

日平均値の地点差で一番偏差の大きかった (柿岡—鹿野山) が, 半月平均値の地点差では推移の変動も, 標準偏差も全く小さくなり, すべての値が  $\pm 2\gamma$  以内となり観測精度による

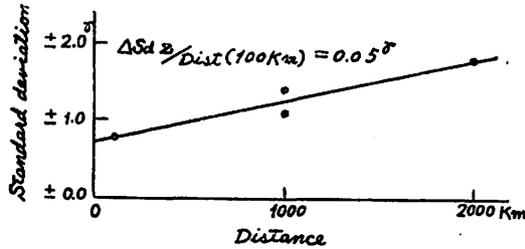


Fig. 24 The relation between the standard deviations of the 5-day-mean values from their yearly mean values and the distance of the observatories in 1964 (vertical intensity).

Table 16 Standard deviations of 5-day-mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (vertical intensity).

Obs.	Stand. deviation	N
Mb—Ky	$\pm 1.8$	72
Mb—Ka	$\pm 1.4$	72
Ka—Ky	$\pm 1.1$	72
Ka—Kn	$\pm 0.8$	72

標準偏差と考え合わせると, 半月平均値では一致しているとみてよい。地点間の距離と標準偏差の関係を第 24 図で示す。これによると 100 km 当りの標準偏差の増大率は  $0.05\gamma$  である。

### 8.3 偏角の半月平均値の地点差

前述の 2 成分と同様に地点差の推移と分布を第 25 図, 標準偏差を第 17 表に示す。

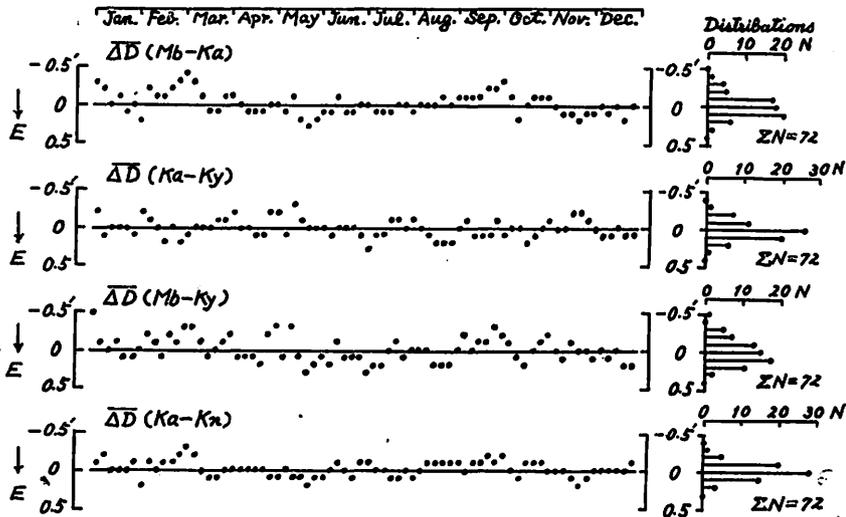


Fig. 25 The deviations of the differences of the 5-day-mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (declination).

Table 17 Standard deviations of 5-day-mean values from their yearly mean values between the observatories in 1964 (declination).

Obs.	Stand. deviation	N
Mb—Ky	±0.16'	72
Mb—Ka	±0.14	72
Ka—Ky	±0.12	72
Ka—Kn	±0.09	72

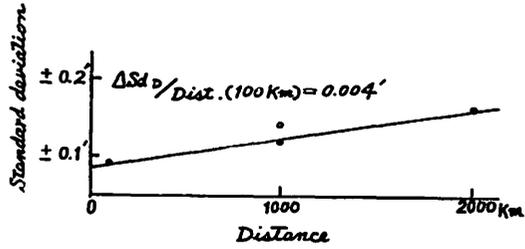


Fig. 26 The relation between the standard deviations of the 5-day-mean values from their yearly mean values and the distance of the observatories in 1964 (declination).

この期間の推移の変動量は(女満別—鹿屋), (女満別—柿岡), (柿岡—鹿屋), (柿岡—鹿野山)でそれぞれ 0.8', 0.8', 0.7', 0.6' で日平均値の地点差の変動量と比較すると, 約 60% となる。鉛直分力と同じく日平均値の地点差で推移の変動も, 標準偏差も一番大きかった(柿岡—鹿野山)が半旬平均値では一番小さくなった。

地点間の距離と標準偏差の関係を第 26 図で示した。

これによると, 100 km 当りの標準偏差増大率は, 0.004' である。

#### 8.4 ま と め

半旬平均値の地点差について, 今までの調査を要約すると次のとおりである。

(i) 半旬平均値の地点差の変動量は, 水平分力・偏角では日平均値の地点差の変動量の約 60%, 鉛直分力で約 80% とかなり小さくなる。

また半旬平均値の標準偏差は日平均値の標準偏差の約 60~80% に減少する。

(ii) 半旬平均値の地点差の標準偏差は, 3 成分共距離に比例する。その増大率は 100km 当りで, 水平分力 0.04 r, 鉛直分力 0.05 r, 偏角 0.004' である。

(iii) (柿岡—鹿野山) の地点差は水平分力・鉛直分力で ±2 r 以内, 偏角で ±0.2' 以内でありほとんど一致していると云ってよい。

しかし, 問題点がないわけではなく, 磁気嵐の影響はまだ残っており, たまに発生する階段状の変化の原因もまだわからない。

### 9. 結 び

地震予知のための一手段として地点差を考え, 地球内部の変動の影響がつかまえられるかということは, まだ調査の段階であるが, その予備的な基礎調査をしたのがこの報告である。日平均値の地点差では, 近距離でも偏差が大きいため問題もあるが, 半旬平均値を使うことでじょう乱の影響をある程度のぞくことが出来る。

久保木<sup>(7)</sup>は単なる地点差でなく, 2 地点の変化比から出した地点差の推移と地震などとの関係を調査している。

この変化比からの標準偏差がこの報告で求めた静おん日の日平均値の地点差と同程度であるので、日平均値の地点差では地震によると思われる短周期の急変化をつかまえることは現状では困難であろう。このような場合半旬平均値を使ってみるのも一方法である。

地震の影響が吉松<sup>(1)</sup>の調査が示すように地震をはさんで前後 2~3 ケ月にわたっておきるならば、各観測所間で影響の度合の異なる磁気嵐やじょう乱時の資料をつかわずに静おん日の地点差を使うことも一方法である。

現状では、日平均値の地点差を調べるためには、観測精度が不十分で、今後ルビジウムまたはプロトンによる変化計の導入が出来れば、地点差も一層正確に調査出来、地震予知の道が開けるものと考ええる。

#### 謝 辞

最後に本調査の御指導をしていただいた地磁気観測所長吉松隆三郎氏・観測課長柳原一夫氏、直接御指導いただいた技術課長平山操氏、原稿の閲読ならびに数々の助言をいただいた調査課長久保木忠夫氏、種々の援助をいただいた技術課内の同僚にお礼申し上げますとともに、貴重な資料を提供された国土地理院鹿野山観測所の方々に感謝いたします。

#### 参 考 文 献

- (1) 吉松隆三郎 (1962—1963): 地磁気常時観測結果と地震 (I), (II), (III), (IV). 地磁気観測所要報, 10. No. 2, 107—117, 11. No. 1, 71—83, 11. No. 2, 55—68, 12. No. 1,
- (2) 久保木忠夫 (1964): 地磁気日平均値の変化について, 技術報告 (地磁気観測所), 4. 2 (14), 8—57.
- (3) 久保木忠夫 (1965): 鹿野山の地磁気特性と地磁気日平均値の比較, 技術報告 (地磁気観測所), 5. 2 (18), 45—63.
- (4) S. Chapman and Bartels (1940): "Geomagnetism Vol. 1". Oxford at the Clarendon press, 292—296.
- (5) M. Sugiura (1963): Hourly Values of Equatorial Dst for the IGY. NASA Publication, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, June 1963.
- (6) 伴野 登 (1962): 水平分力の減少と  $K_p$  インデックスの関係, 地磁気観測所要報, 10. No. 2, 43—46.
- (7) 久保木忠夫 (1965): 地球磁場の日, 月, 年平均値の変動と日平均値の変動の世界的分布 (第一報), (第二報). 研究時報 (気象庁), 17, 93—109, 17, 1—17.

## The Differences in Geomagnetic Field Components between Observatories

T. ARAKI

#### Abstract

In this paper, used data are  $K_p$ -indices and the daily mean values of each component of the geomagnetic field, observed at Memambetsu (Mb), Kakioka (Ka),

Kanozan (Kn) and Kanoya (Ky) magnetic observatories. Secular variations are deducted from the daily mean values. The differences of the corrected daily mean values of each elements for three combinations of the observatories, Mb—Ka, Ka—Kn and Ka—Ky, are studied.

There are small changes of daily mean values due to the daily level of geomagnetic activity and the daily sum of  $K_p$ -indices,  $\sum K_p$ , are used as daily criterion of the activity for quantitative studies.

It seems that the differences of the daily mean value depend a little upon the corresponding  $\sum K_p$  for all elements.

In the case of the horizontal intensity, the standard deviations of the differences from the yearly mean values depend upon the distance of the couple of observatories, while in the case of the other elements they do not.

But if the differences of 5-day-mean are used, the standard deviations from the yearly mean values depend upon the corresponding distance for all elements.