

## 2. 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

久保木忠夫

### 概要

地磁気の日平均値は外部磁場によって非常に影響を受けていて、外部磁場のじょう乱の指示量  $K$  指数とよい相関にある。この影響は水平分力が最も大きく、鉛力分力はほとんど零に近い。さらに、月、年平均値も外部じょう乱磁場の影響を受け、柿岡ではこの量が、水平分力で  $50\gamma$  に達するときがある。

このために日平均値はもちろんであるが、月平均値や年平均値も、外部磁場の影響を受けており、それを十分に考慮に入れてそれらの資料を取り扱わなければならない。とくに経年変化を議論するときには大切なことである。

$K$  指数と地磁気日平均値との変化の係数は、緯度の関数である。このため日本の固定観測所（柿岡・女満別・鹿屋・下里）の日平均値の相互差も地磁気的外部磁場のじょう乱の影響を受ける。したがって磁気測量の結果を整理する場合や、地球内部に原因する変化量を取り扱う場合には、このことを十分考慮しないと、外部磁場の影響量を完全に消去することができない。

$K$  指数と地磁気日平均値との変化の係数は、さらに太陽黒点の消長に大きく左右されるために、これらの日、月および年平均値を一定の強さの外部じょう乱磁場に引きもどすことはきわめて困難である。

しかし各観測所の日平均値の変化の比は、緯度の関数で、太陽黒点の消長に影響されない。したがって、この比を用いて平均値を一定の強さの外部じょう乱磁場の状態に引きもどすことは可能であり、かつ有効な方法である。

また日本の固定観測所の経年変化の相互の変化の比は、ほとんど一定であり、日平均値の相互の変化の比と異なるから、両者を考慮するならば、地球内部に原因する量の算出は容易である。

全世界の 40 数か所の観測所の日平均値の変化の比を求めて、その分布図を描くと、いずれの成分もほとんど磁気緯度の関数である。

日本の観測所の毎時値の相互の関係は、きわめて複雑であり、日平均値のように単純な換算の方法がない。とくに鉛直分力の日変化は、短周期変化の場合以上に複雑であり、さらに今後の研究が必要であろう。

# 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2報)

久保木 忠夫\*

## The Geomagnetic Variations of Daily, Monthly and Annual Means and World-Wide Distribution of Daily Means (Part 2)

T. Kuboki

550.384:550.389

In a previous paper (Part 1), the author investigates various characteristics of geomagnetic long term means, such as daily, monthly and annual means, for the purpose of clarifying statistically the influence of the external field upon the geomagnetic mean values, and also preparing some basic informations about the inner part of the geomagnetic field and secular variation of the geomagnetic field.

In this paper (Part 2), the author investigates the world-wide distribution of the rate of change of daily mean values, normalization of results of various geomagnetic surveys, and interrelations between the hourly values at Japanese permanent observatories. The results of investigation are as follows.

Though the data near the geomagnetic equator are few and scattering of data is large in higher latitude of  $\phi > 60^\circ$ , the ratio of daily mean value of horizontal intensity at each station to that of Kakioka,  $H/H_{Ka}$ , is proportional to  $\cos \phi$ . The daily mean values of  $D$  are less in change compared with  $H$ , and show no such definite distribution law in  $\phi$  of the rate of change as  $H$ , although the distribution in Japan seems to be proportional to  $\sin \phi$ . The distribution of the rate of change of  $Z$  is less regular, but approximately proportional to  $\sin \phi$ . The distribution for  $\frac{Z}{H}$  is proportional to  $\tan \phi$  in middle and low latitudes, and in Japan there is not found such a remarkable local anomaly as established for short period changes (so called "Central Japan anomaly").

It is noted that the distribution of noncyclic change of the horizontal component by A. T. Price much differ from that of  $H$  or  $F$  in the present investigation in the eastern pacific ocean.

In case of the treating the results of geomagnetic surveys and also the variations owing to the inner part of the earth, if one considers that various mean values show a linear correlation for each component (at Japanese permanent observatories) such as results in the previous paper (Part 1), one can easily eliminate the influences of the external geomagnetic field.

As the interrelations between the hourly values at Japanese permanent observatories, Kakioka, Memambetsu, Kanoya and Simosato are very complicated, there is no simple correlation in those case unlikely to the daily mean values *etc.*

\* 地磁気観測所

第4節までに地球磁場の日、月、年平均値の変動の様子を述べ、第1報としてすでに報告した。第2報では、これに引き続き“日平均値の変化の世界的分布”および“日本における毎時値の変化”について、第5節・第6節として報告する。

目 次

- |                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| 5. 日平均値の変化の世界的分布        | 6. 日本における毎時値の変化 |
| 5.1 水平分力日平均値の分布         | 6.1 水平分力の毎時値の比較 |
| 5.2 偏角の日平均値の分布          | 6.2 偏角の毎時値の比較   |
| 5.3 鉛直分力の日平均値の分布        | 6.3 鉛直分力の毎時値の比較 |
| 5.4 水平分力と鉛直分力の日平均値の比の分布 | 6.4 まとめ         |
| 5.5 その他の二、三の調査          | 7. 考察           |
| 5.6 まとめ                 | 8. 結論           |

5. 日平均値の変化の世界的分布

第1報<sup>(12)</sup>において日本付近のいくつかの観測所の資料を用いて、日平均値・月平均値および年平均値の変動の様子を調査した。この結果これらの平均値には規則性があり、また外部じょう乱磁場の影響を大いに受けていることがわかった。

特に日本付近における日平均値の変化の分布については、緯度に比例する分布であることを知ったが、これが日本付近の特異性か世界的なものかについて調査した。参考資料はいくつかの観測所について代表的なものを、1958年1月と2月の例で示してある。また観測精度が悪く分散が大きくなっている所もいくつかあった。また日平均値を世界時でなく、地方時で計算してあるものは、重要な場所については計算しなおしたが、再計算が膨大なのでかなりの観測所の資料が利用できなかったのは残念である。特にアメリカ帯のものはそれが多かった。

5.1 水平分力日平均値の分布

現在手もとにある資料は1958年が最も豊富であり、利用したのは47か所である。この観測所と計算結果を第4表に示した。

すでに2.2節(第1報)で述べたように、柿岡を基準として他の観測所との日平均値の変化比を求めて統計した。柿岡を基準にしたのは精度が十分調査されていることのほかに、Price<sup>(4)</sup>の求めた非周期変化(noncyclic variation)の柿岡の値が $10.2\gamma$ であるので、これと比較するのに柿岡が1.00であれば便利であろうと考えたからである。第53図は分散の大きいところと、小さい

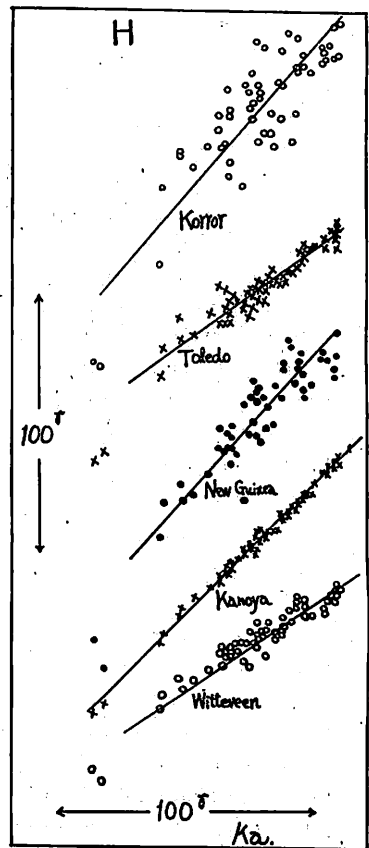


Fig. 53. Some examples showing the relationship between the daily mean values of the horizontal intensities at Kakioka and other selected observatories.

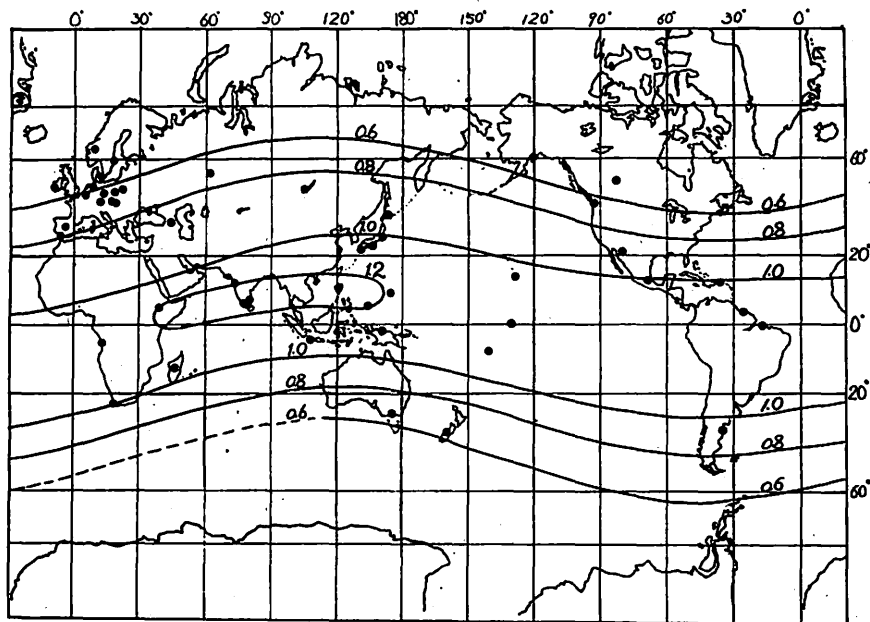


Fig. 54. The distribution map of the mean ratio  $H/H_{Ka}$  of the daily mean value of the horizontal intensity at each station to that of Kakioka for 1958.

ところと中程度の例を示し, また大きなあらしのときは  
 静穏なときより少し大きい比を持つので, その部分は除  
 外するようにした. 分散は約10~15%の幅であるが, 割  
 合に大きかったのは次の観測所である. Korrer, Jarvis,  
 Teoloyucan, Annamalainagar, Kuyper, Kodaikanal,  
 Meanook. この中で Meanook は高緯度のため, ほか  
 はすべて低緯度であり, 季節により分散が小さくなる  
 ときがある. 赤道ジェット (equatorial jet) による局地  
 性も加わっていると考えられる. 全般的には分散は小さ  
 く, 各観測所と柿岡の比は求めやすかった.

この比の値を第4表に示してあるが, これを第54図  
 に記入し等値線を書いた. おおのこの観測所の比はでき  
 るだけ忠実に信用して線を書いた. なお, 赤道付近の値  
 は重要であるが南米付近にはほとんどなく, この点信頼  
 度が落ちる. いずれこの付近の観測値が入手されれば,  
 追加して統計してみたい.

この比は緯度が  $60^\circ$  以上になると, 分散が大きくて  
 決められない. 日本付近が  $\cos \phi$  に比例した比の分布  
 になっているばかりでなく, 全世界もそうになっている.

## 5.2 偏角の日平均値の分布

2.5節で述べたと同じ方法で柿岡を基準にして比を求  
 めた. 東偏を正の値にして表示してある. 偏角は変化が  
 少なく, 分散が水平分力以上に大きく, またあらしのと

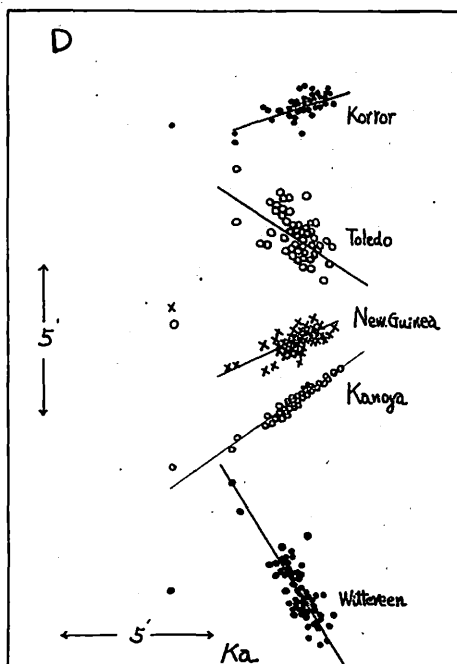


Fig. 55. Some examples showing the relationship between the daily mean values of the declinations at Kakioka and other selected observatories.

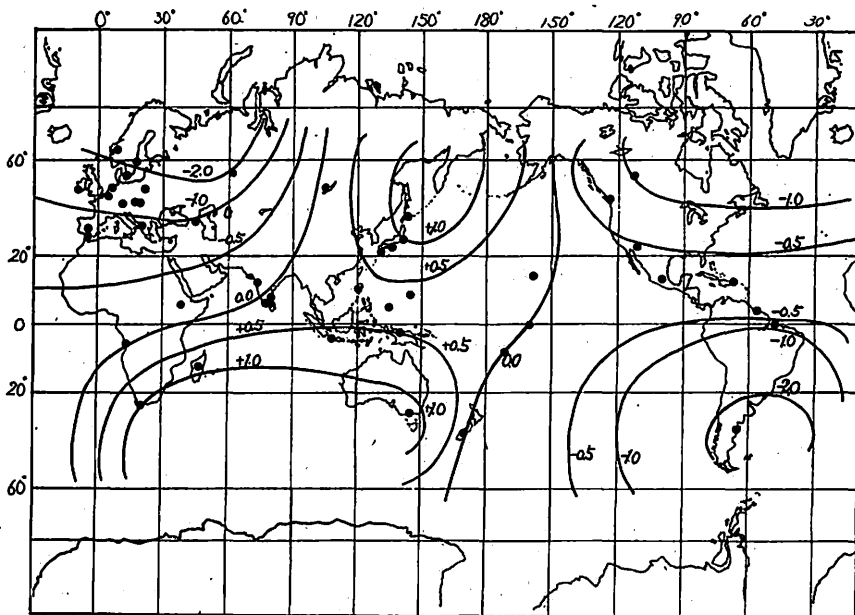


Fig. 56. The distribution map of the mean ratio  $D/D_{Ka}$  of the daily mean values of the declination at each station to that of Kakioka for 1958.

きははなはだしくずれる地点が多い。とくに低緯度では  $\gamma$  感度が大きいので分散がきわめて大きい。第 55 図はその一例を示してある。第 7 表の  $D/D_{Ka}$  は分単位で示した値であり、第 56 図にその分布を示した。この分布の中で分散が大きく比の値の不確かな所は次の観測所である。Honolulu, Jarvis, Amberley, San Fernando, Paramaribo, Annamalainagar, Luanda. これらの観測所は比が 0.0 に近い所が多い。また Alibag, Kodaikanal, Trivandrum, Teoloyucañ, Tananarive は値が異常にずれている。とくにインド付近は 0.0 の線がもっと東によって  $-0.5$  の線が通るのかもしれない。偏角の変化量と観測精度からいって詳細な議論は困難である。

この分布は日本からインド洋南部にかけて正の値があり、ほかは負の値になって 2 分されている。等偏角線などはかなりずれている。

また日本付近の  $\frac{D_{Dst}}{D_{Ka}}$  などの分布が  $\sin \theta$  に比例すると述べたが (2.5 節参照), この図 (第 56 図) からみるとそれは日本列島に沿う部分的なことで、世界的にはかなり複雑な分布をしていることがわかる。したがって局地的な測定の結果を整理するには、それに合った分布を求めて値の斉一化をしなければならない。また日平均値

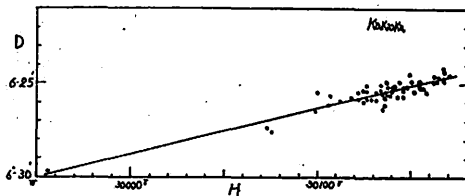


Fig. 57. The relationship between the daily mean values of the horizontal intensity and declination at Kakioka for Jan. and Feb., 1958.

と月平均値とは、二つの観測所間の変化比が同じであるから、赤道  $Dst$  の月平均値を求めるには、この分布図を利用して赤道の値に引きもどしてやればよい。それはかなりの手数がかかることであろう。

第 57 図は柿岡における 1958 年 1 月と 2 月の水平分力と偏角の日平均値の関係を示したものである。この例のように両者には比例した関係があり、この関係  $\frac{\Delta D}{\Delta H}$  は  $\Delta D$  を  $\gamma$  で表わすと 0.215 になる。各観測所についても同じようにして求めると第 7 表の  $\frac{D}{H}$  が求まる。この分布図は第 56 図と同じ形になる。ただ値そのものが異なるだけである。さらにこの  $\frac{D}{H}$  と  $\frac{H}{H_{Ka}}$  の値をべ

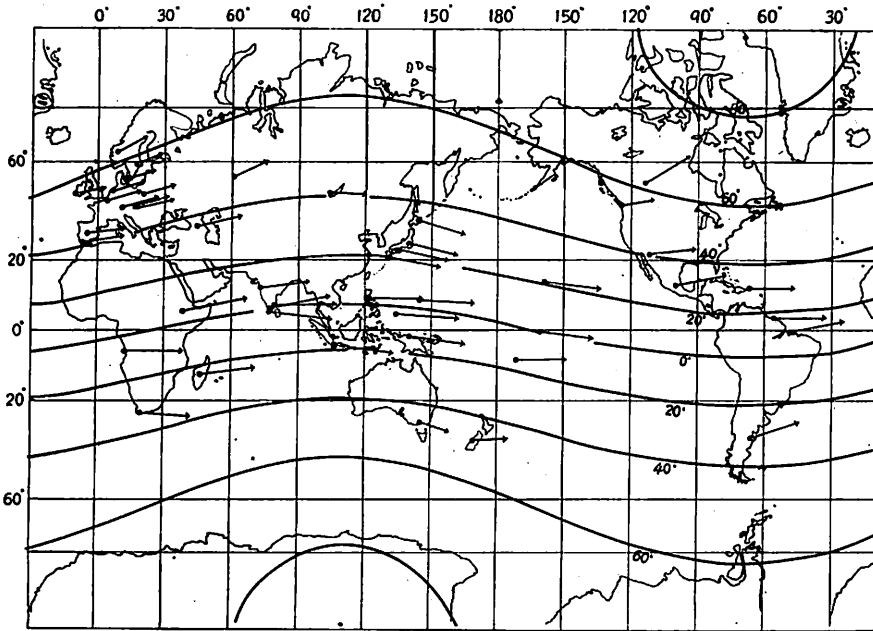


Fig. 58. The distribution of the horizontal vector computed from the ratio of daily mean values of the horizontal intensity and declination, referred to those at Kakioka, for 1958.

クトル的に加え  $F = \sqrt{\left(\frac{D}{H}\right)^2 + \left(\frac{H}{H_{Ka}}\right)^2}$  と  $\tan \theta = \frac{D/H}{H/H_{Ka}}$  の  $\theta$  を第7表に示した。この量をベクトルとして、それに直交するベクトルを第58図に示した。ベクトルは磁気緯度に平行し、その量は  $\cos \theta$  に比例する。第7表には比較しやすいように  $\psi$  の値もかかげてある。この値は IGY の観測所の一覧表から求めたものである。この  $\psi$  と  $\theta$  とは数度以内で一致しているが、 $15^\circ$  以上ずれた所が二、三ある。これは  $D/D_{Ka}$  の比からくる誤差と推定される。また日本付近はかなり正確に求めたが、 $\theta - \psi$  の値の平均値は  $+6^\circ$  である。

$F$  自身の値は図に示さないが、もともと  $F$  と  $H/H_{Ka}$  はほとんど同じで、差は  $2 \sim 4\%$  しかないので、第54図と全く同じと考えられる。

この  $F$  の値の緯度分布を第59図に示した。そして赤道付近の平均値を 1.10 として  $\cos \theta$  の値を点線で示しておいた。これから  $F$  の値または  $\frac{H}{H_{Ka}}$  の値はほぼ  $\cos \theta$  に比例するが、それよりは少し緯度分布が大きい。これは第1報第10a図の  $Dst$  の分布でもいえることで、 $F$  は  $\theta = 30^\circ$  で  $5\%$  小さいのに対して、

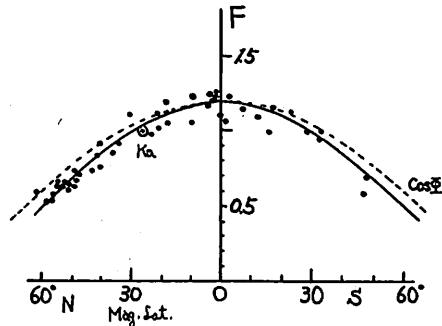


Fig. 59. The distribution of the horizontal vector  $F$  vs. geomagnetic latitude for 1958.

後者の  $Dst$  は  $15\%$  小さくなっている。 $F$  の値はあらしの時には日本付近では約  $7\%$  大きくなるので、あらしについて求めると  $\cos \theta$  に近い値になる。この  $Dst$  と日平均値の食い違いについては2.2節で述べておいた。

### 5.3 鉛直分力の日平均値の分布

鉛直分力の日平均値は変動が少ない上に観測精度が悪いため、その変化比を求めるのはかなり困難である。第60図の示すように分散が大きい。高緯度の値は求めやす

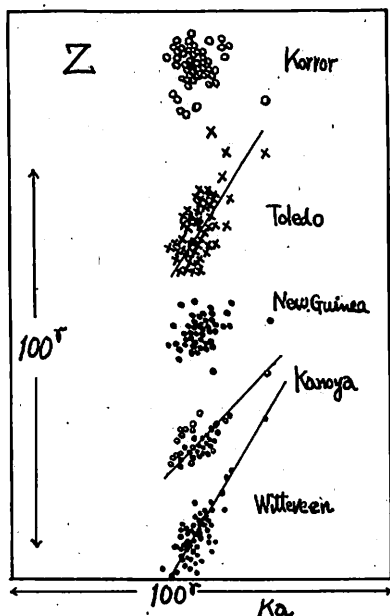


Fig. 60. Some examples showing the relationship between the daily mean values of the vertical intensities at Kakioka and other observatories.

いが低緯度ではむずかしい。分散の大きかった観測所は次のとおりである。Muntinlupa, Korror, Teoloyucan, Alibag, Annamalainagar, Luanda, Tananarive, など。

また値が異常にずれているのは次の観測所である。Luanda, Teoloyucan など。

これらは観測精度と赤道付近に位置することのためと考えられるので、さらに観測値を検討しながら研究を進める必要がある。

この  $Z/Z_{Ka}$  の分布図を第 61 図に示した。赤道地方の値は分散が大きく不確かな所が多いが 0.0 と考えられる。また等値線が南半球と北半球でずれているようにも見えるが、誤差が大きいことから、緯度線に平行と考えてよい。

またインドの観測所は鉛直分力の日平均値の変動が大きい。これは偏角の場合も同じことで、特別の理由があるかもしれないので今後の研究が必要と考える。

第 62 図に  $Z/Z_{Ka}$  の値の緯度分布を示した。 $\sin \theta$  の線は柿岡の値を通るように書いてある。ほぼこの線に近いが、北半球ではこの線より小さい値を有するものが多い。そして平均曲線は  $\sin \theta$  から少しはずれており、

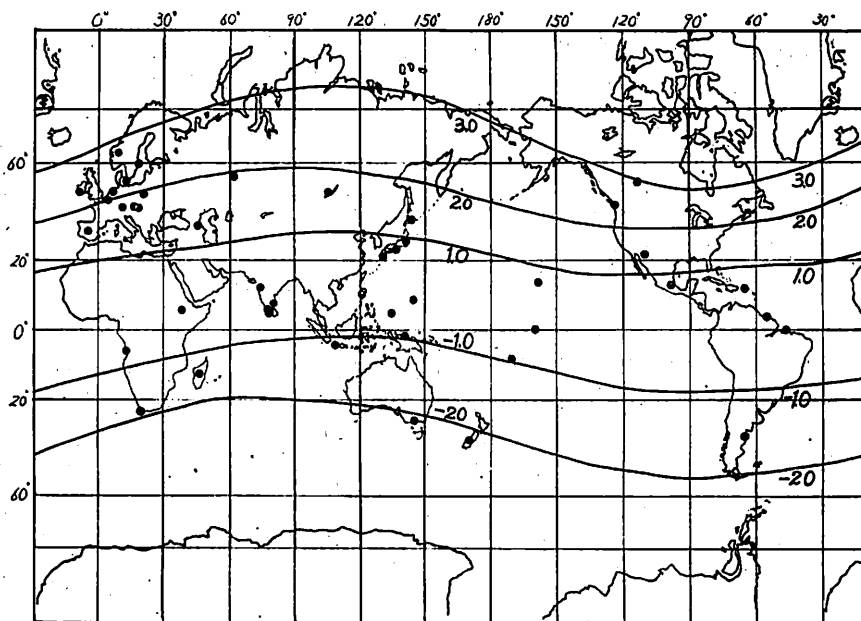


Fig. 61. The distribution map of the mean ratio  $Z/Z_{Ka}$  of the daily mean value of the vertical intensity at each station to that of Kakioka for 1958.

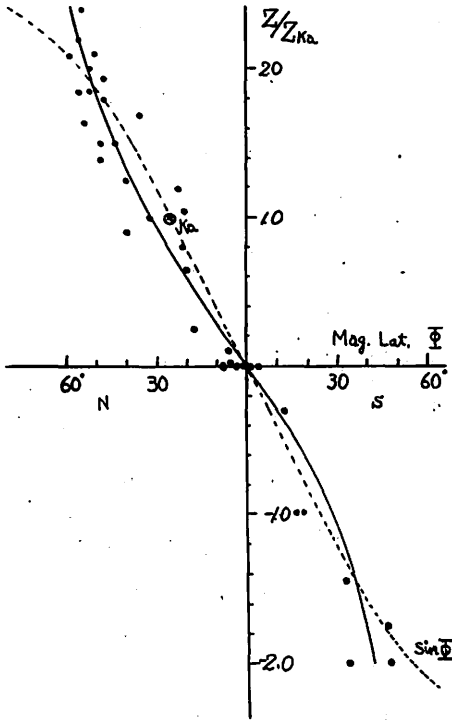


Fig. 62. The distribution of  $Z/Z_{Ka}$  vs. geo-magnetic latitude for 1958.

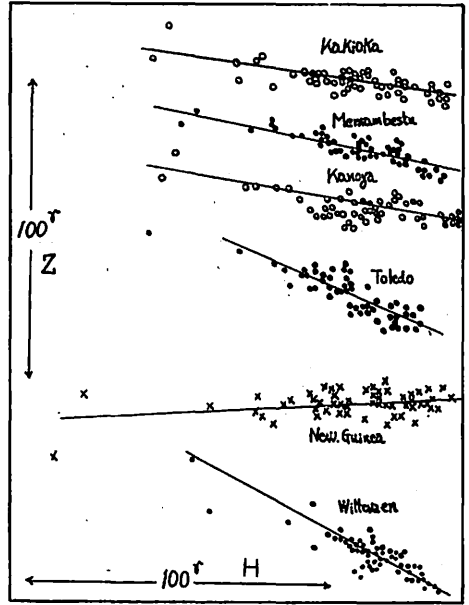


Fig. 63. Some examples showing the relationship between the daily mean values of the horizontal and vertical intensity.

高緯度になると急激に値が大きくなる傾向がある。

もともとこの値の不正確さから考えて  $\sin \theta$  の分布とみて十分であろう。

また日本付近の鉛直分力は“Central Japan anomaly”といわれるように短周期の現象では変化が異常である。したがって日平均値でも多少の異状があると考えられるので、栞岡を基準とするのは若干疑問があるが、統計からはそのような差は全く見られなかった。なお、あらしのときの値が平均からはなはだしくずれた所が数か所あったが、これについては今後さらに研究を続ける必要があると思われる。

#### 5.4 水平分力と鉛直分力の日平均値の比の分布

日本付近では短周期現象についての  $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$  が異常な分布をしていることはよく知られた事実であるが、この値が日平均値の場合のようになるかは興味があるので調査した。第 63 図はいくつかの観測所の日平均値について水平分力と鉛直分力の変化比の一例を示している。この関係で分散の大きかったのは次の観測所である。

Alibag, Annamalainagar, Luanda, Teoloyucan な

ど。なお Meanook, Victoria などは高緯度のため同じく分散が大きかった。また値がずれていたのは次の観測所である。

Alibag, Kuyper, Paramaribo, Luanda.

しかし、他の成分ほど大きはずれはない。

第 64 図はこの値の分布を示す。等値線は磁気緯度線に平行し、地域的に異常なところもない。短周期変化より求めた  $\frac{Z}{H}$  の値はきわめて大きい異常地帯が各所があり、日本付近の“Central Japan anomaly”はとくに  $\frac{Z}{H}$  の値が大きく、その分布が異常であり<sup>(11)</sup>、下里の pt (pi2) のような早い変化では 2.0 で、周期が 2 時間くらいの変化でも 0.8 で大きい。それに比較すると日平均値から求めた  $\frac{Z}{H}$  は世界の分布に一致しており、全く異常がみられない。

なお、大きいあらしのときの日平均値の  $\frac{Z}{H}$  は、例外なく小さく、第 64 図の値の半分である。これは、単に比が全体的に小さくなっているだけではなく、あらしのときの日平均値の回復の早さが水平分力より 2~3 倍早



Table 7. The list of observatories and results for 1958.

CSAGI No.	Station	Lat. (°)	Geographic Long. (λ)	Geomagnetic Lat. (φ)	Geomagnetic Long. (λ)	ψ	H/H <sub>Kα</sub>	D/D <sub>Kα</sub>	D/H	F	θ	Z/Z <sub>Kα</sub>	Z/H
A 123	Dombas	62° 04' N	009° 07' E	62.3	100.1	-24.5	0.60	-3.21	-0.32	0.68	-28°	2.9	-0.55
A 154	Meanook	54 37 N	113 20 W	61.9	301.0	17.2	(0.90)	-6.20	-0.57	1.06	-32	3.5	—
B 009	Lovó	59 21 N	017 50 E	58.1	105.8	-22.1	0.53	-2.05	-0.22	0.57	-23	2.1	-0.57
B 019	Sverdlovsk	56 44 N	061 04 E	48.5	140.7	-13.0	0.64	-2.65	-0.29	0.70	-25	2.0	-0.42
B 071	Witteveen	52 49 N	006 40 E	54.2	091.0	-19.1	0.67	-1.61	-0.21	0.70	-17	1.65	-0.55
B 089	Swider	52 07 N	021 15 E	50.7	104.9	-18.4	0.62	-1.44	-0.19	0.65	-17	2.1	-0.45
B 095	Niemegk	52 04 N	012 40 E	52.2	086.3	-18.5	(0.65)	—	—	(0.65)	—	2.0	(-0.50)
B 098	Valentia	51 56 N	010 15 W	56.6	073.5	-17.9	0.58	-1.01	-0.13	0.59	-13	1.85	-0.62
B 101	Belisk	51 50 N	020 48 E	50.4	104.1	-18.2	0.64	—	—	—	—	—	—
B 114	Rude Skov	55 51 N	012 27 E	55.8	098.5	-20.6	0.57	-1.34	-0.16	0.59	-16	2.2	-0.48
B 136	Dourbes	50 06 N	004 36 E	51.7	088.7	-18.3	0.65	-1.37	-0.19	0.68	-16	1.85	-0.48
B 159	Victoria	48 31 N	123 25 W	54.3	292.7	16.6	0.65	-0.88	-0.12	0.66	-10	2.4	-0.62
B 162	Wien-Kobenzl	48 16 N	016 19 E	47.9	097.8	-17.3	0.67	-1.44	-0.21	0.70	-17	1.8	-0.36
B 163	Fürstentfeldbruck	48 10 N	011 17 E	48.8	083.3	-17.2	0.74	-1.29	-0.19	0.76	-15	1.4	-0.26
B 172	Hurbanovo	47 52 N	018 12 E	47.1	099.8	-16.9	0.72	-1.27	-0.19	0.74	-15	1.5	-0.34
C 034	Memambetsu	43 55 N	144 12 E	34.0	208.5	07.6	0.92	1.36	0.26	0.96	16	1.00	-0.20
C 098	Toledo	39 53 N	004 03 W	43.9	074.7	-14.4	0.74	-0.65	-0.11	0.75	-8	1.5	-0.43
C 143	San Fernando	36 28 N	006 12 W	41.0	071.4	-13.5	0.84	(-0.74)	(-0.14)	0.85	-10	—	—
C 214	Simosato	33 35 N	135 56 E	23.0	202.4	05.3	0.98	0.88	0.20	1.00	11	1.20	-0.19
C 226	Tucson	32 15 N	110 50 W	40.4	312.2	10.0	0.92	-0.50	-0.09	0.92	-6	1.25	-0.19
C 245	Kanoya	31 25 N	130 53 E	20.5	198.2	04.2	1.02	0.72	0.17	1.04	10	1.05	-0.15
C 277	Honolulu	21 18 N	158 06 W	21.1	266.5	12.2	1.03	0.20	0.06	1.12	3	0.8	-0.18
C 287	Teoloyucan	18 45 N	099 11 W	28.6	328.3	06.3	1.00	-0.93	-0.20	1.02	-4	(1.7)	-0.13
C 300	San Juan	18 23 N	066 07 W	29.9	003.2	-00.7	1.12	0.00	0.00	1.12	0	0.6	-0.19
C 362	Irkutsk	52 28 N	104 02 E	40.8	174.5	-01.8	0.77	0.19	0.03	0.77	2	2.1	-0.35
C 364	Tbilisi	42 05 N	044 42 E	36.7	122.1	-13.1	0.86	-1.23	-0.21	0.88	-14	1.7	-0.22
E 538	Alibag	18 38 N	072 52 E	-09.5	143.6	-07.2	1.22	-0.51	-0.14	1.23	-7	(0.0)	(-0.1)
E 553	Muntinlupa	14 22 N	121 01 E	03.0	189.7	02.0	1.20	0.0	0.00	1.20	0	(0.0)	-0.02
E 556	Guam	13 35 N	144 52 E	04.0	212.9	06.3	1.19	0.25	0.06	1.15	3	0.0	-0.03
E 562	Annamalainagar	11 24 N	079 41 E	01.5	149.4	-05.9	1.22	0.0	0.00	1.22	0	(0.0)	(-0.05)
E 566	Kodai kanal	10 14 N	077 29 E	00.7	147.5	-06.2	1.20	-0.81	-0.23	1.22	-11	0.0	-0.06
E 568	Addis Ababa	09 02 N	038 46 E	05.3	109.2	-10.9	1.23	-0.76	-0.20	1.26	-9	0.05	0.00

Table 7. (Continued)

CSAGI No.	Station	Lat. ( $\phi$ )	Geographic Long. ( $\lambda$ )	Lat. ( $\theta$ )	Geomagnetic Long. ( $\lambda$ )	$\psi$	$H/Hk_a$	$D/Dk_a$	$D/H$	$F$	$\theta$	$Z/Zk_a$	$Z/H$
E 575	Paramaribo	05° 50' N	055° 10' W	17.0	014.5	-02.9	1.05	(0.0)	(0.00)	1.05	(0)°	+0.25	0.03
E 580	Tatuoca	01 12 S	048 31 W	09.6	020.6	-04.0	1.06	-1.00	-0.20	1.06	-11	0.0	-0.10
E 603	Trivandrum	08 29 N	076 57 E	-01.1	146.4	-06.4	1.25	0.42	0.12	1.25	6	0.0	-0.03
E 606	Korror	07 20 N	134 30 E	-03.2	203.4	04.5	1.23	0.31	0.03	1.23	4	(0.0)	0.00
E 618	Jarvis	00 23 S	160 02 W	-00.6	269.1	11.4	(1.06)	0.45	0.13	(1.07)	(7)	0.0	-0.05
E 625	(Hollandia) New Guinea	02 34 S	140 31 E	-12.6	210.3	05.7	1.10	0.48	0.13	1.11	7	-0.3	0.04
E 634	Kuyper	06 02 S	106 44 E	-17.4	183.9	00.8	1.15	0.48	0.13	1.16	7	-1.0	0.07
E 640	Luanda	08 55 S	013 10 E	-07.2	080.6	-11.4	1.15	0.0	0.00	1.15	0	(-3.0)	(0.2)
E 653	Apia	13 48 S	171 46 W	-16.0	260.2	11.6	1.00	0.00	0.00	1.00	0	-1.0	0.12
C 901	Tananarive	18 55 S	047 33 E	-23.1	112.1	-11.1	1.12	-0.97	-0.14	1.13	-7	(-1.5)	0.21
C 957	Hermanus	34 26 S	019 14 E	-33.4	080.5	-13.8	1.00	1.00	0.09	1.00	4	-2.7	0.30
C 988	Trelew	43 15 S	065 19 W	-31.7	003.2	-00.9	0.95	-2.02	-0.33	1.00	-19	-1.5	0.13
B 966	Toolangi	37 32 S	145 28 E	-46.7	220.8	09.3	0.58	1.25	0.18	0.61	17	-1.75	0.40
B 979	Amberley	43 09 S	172 43 E	-47.7	252.5	15.1	0.69	0.00	0.00	0.69	0	-2.0	0.45
C 147	Kakioka	36 14 N	140 11 E	26.0	206.1	06.3	1.00	1.00	0.22	1.02	12	1.00	-0.15

Note  $\psi$  : The angular difference in direction at station between geographic and geomagnetic meridians (positive : clockwise rotation)

$H/Hk_a$  : The ratio of daily mean value of horizontal intensity at each station to that of Kakioka

$D/Dk_a$  : The ratio of daily mean value of declination at each station to that of Kakioka (unit : minute)

$D/H$  : The ratio of daily mean value of declination to horizontal intensity (unit :  $\gamma$ )

$F, \theta$  : The vector computed from  $H/Hk_a$  and  $D/H$   $\tan\theta = \frac{D}{H} / \frac{H}{Hk_a}$   $F = \sqrt{\left(\frac{D}{H}\right)^2 + \left(\frac{H}{Hk_a}\right)^2}$

$Z/Zk_a$  : The ratio of daily mean value of vertical intensity at each station to that of Kakioka

$Z/H$  : The ratio of daily mean value of vertical to horizontal intensity

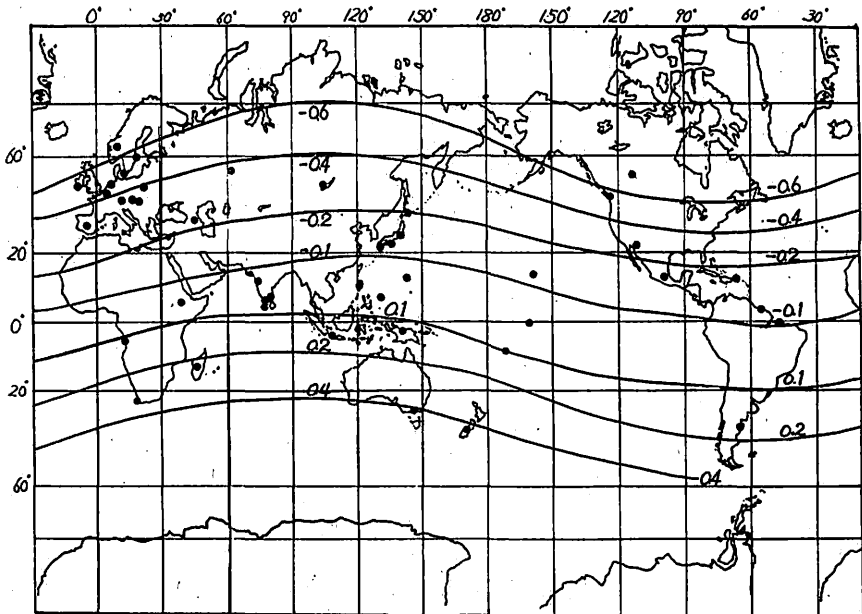


Fig. 64. The distribution map of the mean ratio of  $\frac{Z}{H}$  of daily mean values for 1958.

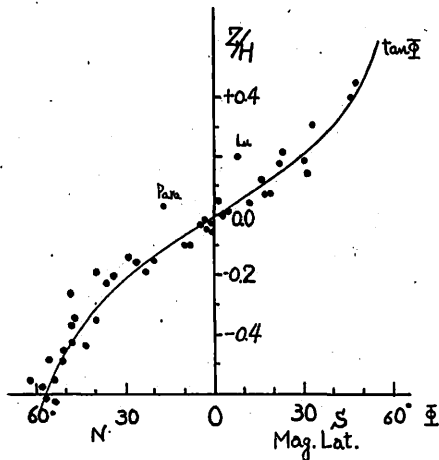


Fig. 65. The distribution of the mean ratio of  $\frac{Z}{H}$  of daily mean value vs. geomagnetic latitude.

く、位相がずれるためである。平均して半日から一日くらい位相が進んでいる。普通に求められている鉛直分力の  $Dst$  では、最小値が  $ssc$  の 2~3 時間後に起きている。したがって、鉛直分力は水平分力より約半日早く最小値が出ることになり、これが日平均値に現われてく

るはずである。実際にはすべてがこのような単純なものではなく、さらに今後の詳しい研究が必要である。

$\frac{Z}{H}$  の値の緯度分布は第 65 図に示されている。平均曲線からはなはだしくずれているのは Luanda, Paramaribo で、Tucson, Fürstenfeldbruck も少しずれている。60° 以上は値そのものが不定になりやすい。この平均曲線は  $\tan \phi$  に一致しており、水平分力と鉛直分力がそれぞれ  $\cos \phi$ ,  $\sin \phi$  に比例していることから当然期待されることである。

### 5.5 その他の二、三の調査

今までの求められたいろいろな値を観測所一覧表とともに第 7 表にかかげた。

なおこの中で Niemeck は  $H$ ,  $D$  でなく  $X$ ,  $Y$  なので正確でないがその差はわずかである。

またいろいろな値を地理的緯度による分布で書くと分散が大きくなるがその図は省略した。

第 66 図は  $\frac{H}{H_{Ka}}$  の値と水平分力の強さとの関係を示した。これによると一見よい相関があるように見える。この中で Hermanus (He), Tananarive (Tn), Luanda (Lu), Trelew (Tw), Tatuoca (Tt), Paramaribo (Pa) などはかけ離れている。この地点は南米とアフリ

カの南部に限られている。また水平分力の大きさと磁気緯度の関係を求めると第 66 図と全く同じになり、平均直線からずれているのは Hermanus, Tananarive, Luanda, Tatuoca, Jarvis である。この南米とアフリカ南部では磁気緯度線と水平分力が比例しないで、水平分力が著しく小さく、全磁力が世界で最も小さい地域になっている。このように  $\frac{H}{H_{Ka}}$  は水平分力そのものの大きさには無関係で、第 66 図は単なる見かけ上のものである。

Price の求めた非周期変化<sup>(4)</sup>の水平ベクトルの方向は

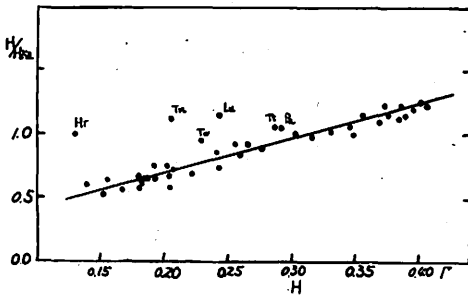


Fig. 66. The relation between  $H/H_{Ka}$  and  $H$  for daily means for 1958.

第 58 図と非常によく一致しており、磁気緯度線と平行しない箇所も合っている。しかし彼の求めた水平成分  $\sqrt{\delta H^2 + H\delta D^2}$  の非周期変化の各観測所の分布図 (第 67 図) は、著者の求めた  $\frac{H}{H_{Ka}}$  の分布図第 54 図とはなはだしく異なる。両者は異なった意味を持つものと考えられるが日々変化 (day to day variation) を表わす量であることは同じで、本質的に異なった特性を有すると思えない。とくに第 54 図では 1.2 の線がインド洋付近にだけにあるが、もともと赤道地方の資料が少ないので、それを豊富にすればさらに 1.2 の線は東西にのびるものと推定される。著者は Price の求めた第 67 図の 4γ および 6γ の線が太平洋で南北にのびることに注目して、この付近の観測所の資料はとくに注意して整理してみたが、第 67 図のように小さい値にならなかった。

念のため柿岡について 1958 年の静穏日につき非周期変化を次の方法で求め比較した。

世界時 (23~24 時) の平均毎時値から 静穏日の前日の 23~24 時 (0 時) の値を差し引いて 1958 年の平均を求めると次のようになる。

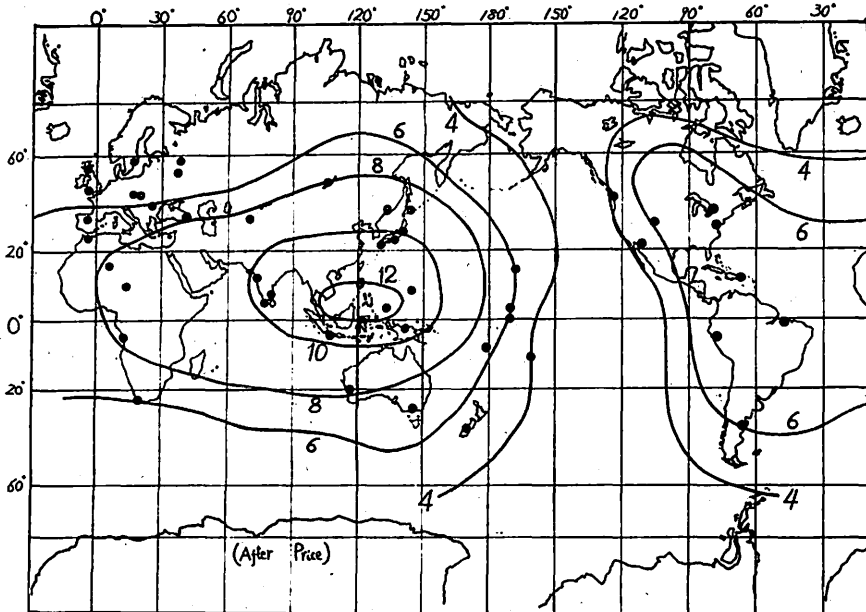


Fig. 67. The distribution of the average noncyclic variation of the horizontal component  $\sqrt{\delta H^2 + H\delta D^2}$  for quiet days of 1958 (after A. T. Price).

偏角  $+0.48' (+4.2\gamma)$ ; 東偏を正 } 水平成分  
 水平分力  $+7.5\gamma$  }  $8.6\gamma, +26^\circ$   
 鉛直分力  $+0.7\gamma$

この値はかなりの分散のあるものからの平均で、偏角  $-8.2 \sim +2.9'$ , 水平分力  $-19 \sim +36\gamma$ , 鉛直分力  $-16 \sim +15\gamma$  の幅があり、毎月の平均値でもそれぞれ  $-1.6 \sim +0.6'$ ,  $-5 \sim +15\gamma$ ,  $-3 \sim +4\gamma$  である。したがって年間 60 この平均をしても、値そのものはなかなか正確には求めがたい。

静穏日の日平均値から前日の日平均値を引いた値は次のとおりである。

偏角  $+0.35' (+3.1\gamma)$  } 水平成分  
 水平分力  $+9.8\gamma$  }  $10.2\gamma, +18^\circ$   
 鉛直分力  $-2.6\gamma$

分散の幅はそれぞれ  $-1.6 \sim 0.9'$ ,  $-51 \sim +57\gamma$ ,  $-10 \sim 3\gamma$  で、月平均値では  $-0.8 \sim 0.0'$ ,  $-21 \sim 23\gamma$ ,  $-6 \sim 0\gamma$  である。

Price の求めたものは次のとおりである。

水平成分  $+10.2\gamma$  (約  $-6^\circ$ )  
 鉛直分力  $-1.1\gamma$

この値は前に述べた  $+8.6\gamma, +0.7\gamma$  と異なった定義から求めたもので、真夜中の数時間の平均の値と次の日のそれとの差から求めてある。したがって日平均値から求めた値に近いもので、分散の幅も日平均値の場合程度に大きい。また値は両者ともほぼ一致したものになる。真夜中の値が必ずしも日変化が完全に消えた値でないが、ほぼ代表される値となる。しかし著者はこの真夜中の値を用いて 2.2 節で述べた女満別・栂岡・鹿屋の 3 か所の比較と同じことを試みたが、日平均値ほど便利でなく、分散も大きく特に偏角についてははなはだしく不都合であった。

Price の求めた栂岡の非周期変化と、著者が日平均値から求めた値とは近いものであるが、いわゆる“静穏日”といわれるときでも日平均値はかなり毎日変動していることから考えて、世界各地で異なった地方時の真夜中の値は必ずしも一定の静穏日についての統計値とならない。

鉛直分力とはもと日平均値の変動も少なく、統計には都合よいが、精度が悪い観測所が多だけに危険を伴う。日平均値の調査でもいくつかの困難を感じた。この意味では Price の求めた鉛直分力の非周期変化の世界分布図は、著者が 5.3 節で指摘したいくつかの観測所を除けば第 61 図に多少は似たものに近くなる。しかし現在のところ第 54 図と第 67 図の大きな差の原因はわか

らないが、Jarvis 付近の非周期変化については再検討してみる必要がある。

## 5.6 まとめ

以上の結果を要約すると次のようになる。

(1) 日平均値の変化の比を栂岡を基準にして求めると、それぞれ第 54 ( $H/H_{Ka}$ ), 56 ( $D/D_{Ka}$ ), 61 ( $Z/Z_{Ka}$ ) 図のような世界分布図が得られる。

(2)  $\frac{H}{H_{Ka}}, \frac{Z}{Z_{Ka}}$  は  $\cos \theta, \sin \theta$  の分布を示している。 $\frac{D}{D_{Ka}}$  はかなり地域的に異なっているが日本列島に沿っては  $\sin \theta$  の分布になっていると考えてよい。

(3)  $\frac{H}{H_{Ka}}, \frac{D}{D_{Ka}}$  からベクトル的に求めたものは、磁気緯度線に平行になり、その絶対値は  $\cos \theta$  の分布をする。しかしこれは  $\cos \theta$  より少し緯度効果が大きく、 $Dst$  の緯度効果などと比較すると第 2 節と同様なことがここでもいえる。

(4)  $\frac{Z}{H}$  の分布は第 64 図のようになり、 $\tan \theta$  の分布を示している。そして短周期 (1 秒 ~ 2 時間の周期) の地磁気変化から見られるような異常はほとんどない。特に日本については断定できる。

(5) これらの比はあらしのときかけはなれた値になりやすい。特に鉛直分力についてははなはだしい。これはいわゆる  $Dst$  の場合と同じ傾向にある。

(6) Price の求めた非周期変化の水平成分の分布図と  $H/H_{Ka} (F/F_{Ka})$  の分布とは Jarvis 付近がはなはだしく異なる。この理由はよくわからぬが、Price の求めた非周期変化に問題がある。

(7) 第 1 報の 2.1 ~ 4.5 節の中で述べような日本付近の観測所の資料によって求めたいろいろな値の緯度分布は水平分力や鉛直分力については、全世界に適用できるが、偏角についてはごく限られた日本列島についてのみ適用できるものである。

## 6. 日本における毎時値の変化

これらの毎時値については  $S_q$  の研究で多くの人々が取り扱っている。しかしそれらの多くはある種の平均であって、毎時値そのものの比較はあまりされていない。それは日変化電流系の消長や移動の様子があまりにも複雑であるためである。ここではそれらを大がかりに調査しようというのではなく、日平均値の場合のように単純にはならないことを日本の四つの観測所、女満別・栂岡・下里および鹿屋について簡単に述べ、今後の研究の序報にしたい。

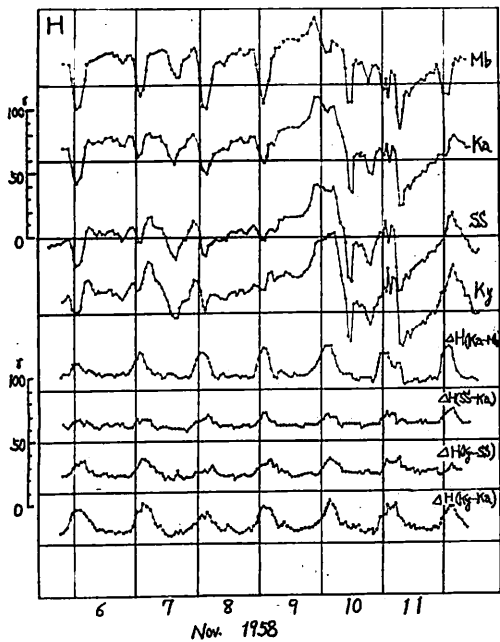


Fig. 68. An example of the variation of hourly mean values and their differences of the horizontal intensities at Memambetsu, Kakioka, Simosato and Kanoya.

### 6.1 水平分力の毎時値の比較

日本の四つの観測所は割合近い位置にあり、柿岡から鹿屋、女満別はそれぞれ 1000km 離れ、下里は 500km はなれて、鹿屋と柿岡のちょうど中間にある。緯度・経度は第7表に示してある。

現在この四つの観測所では正時より正時の毎時平均値を報告している。したがって瞬間値よりかなり変動の少ない値なる。また sfe, bay, ssc などの大きさは最大で 10~20% の差のあることがあり、鉛直分力では 50% 以上もずれることがある。しかしそれらが毎時値を大きく左右することはきわめてまれである。ただあらしの場合に女満別の変化はほかの観測所より大きくずれることが多い。しかしそれは長くても一日程度で終わる。したがって毎時値の比較はそのような特別なものを除けば、日変化の差と考えられる。

第 68 図は 1958 年の 11 月における数日の例を示した。それぞれの観測所の値と相互間の地点差  $\Delta H(Ka-Mb)$ ,  $\Delta H(Ss-Ka)$ ,  $\Delta H(Ky-Ss)$  および  $\Delta H(Ky-Ka)$  を示した。11 月 10 日は水平分力の最大較差 70γ のあらしである。これらの図から日変化の影響は地方時で 6~18 時の間に現われているが 20~5 時の夜間の値

はほぼ一定している。Price の求めた非周期変化は、この性質を利用して統計されたものである。この一定になる現象は中緯度だけに起こり鹿屋よりさらに低い緯度になるとこの値は数 γ でゆるく変動する。1958 年 2 月 11 日のあらしは柿岡でその較差は水平分力・偏角および鉛直分力がそれぞれ 617γ, 53.8' (469γ), 237γ で、毎時値は 511γ, 23.3', 140γ と変化している。このときには  $\Delta H(Ka-Mb)$ ,  $\Delta H(Ky-Ka)$  は 143γ, 66γ の変化があった。しかしその日だけで 2 月 12 日からは割合小さい変化にもどっている。この値は通常 20~30γ の変化があり、 $\Delta H(Ss-Ka)$ ,  $\Delta H(Ky-Ss)$  では約 10γ, 15γ である。これは日変化電流系の位置により変わり、けって単純でない。そしてこの形は 1 か月の平均から決めるときわめて小さい量となる。そして柿岡と下里のように差が小さく、日変化の似た場所でも、この形が単に日変化の振幅が変わるとか、時間差からでは説明できない。参考まで経緯度差を示すと次のようになる。

#### 女満別—柿岡

地理経度	磁気経度	地理緯度	磁気緯度
4°11' (16min)	2.3° (9min)	7°41'	8.1°

#### 柿岡—鹿屋

9°18' (37min)	7.9° (32min)	4°49'	5.5°
---------------	--------------	-------	------

#### 柿岡—下里

4°15' (17min)	3.7° (15min)	2°39'	2.9°
---------------	--------------	-------	------

#### 下里—鹿屋

5°03' (20min)	4.2° (17min)	2°10'	2.6°
---------------	--------------	-------	------

日平均値などの地点差は外部じょう乱磁場の影響を大きく受けていたが、日変化の地点差  $\Delta H(Mb-Ka)$  などは少しくらいのじょう乱の場合でも変わらない。電流系の中心が移動して日変化の型が変わると地点差の日変化が大きく変わる。

現在のところこの地点差の特性はよくわかっていない。磁気測量などで地方時 6~18 時の間に測定した値を近くの観測所に換算するとき単なる加算ではかなりの不正確さを伴う。日平均値が求められるような観測を行えば斉一化は容易になる。

また磁気傾度計を使用する場合も、この程度の差のあることを考えて資料を整理せねばならないであろう。

### 6.2 偏角の毎時値の比較

水平分力と同じく第 69 図に一例を示した。水平分力と異なり、日変化の地点差  $\Delta D(Mb-Ka)$ ,  $\Delta D(Ka-Ky)$  は約 2' および 4' で  $\Delta D(Ka-Ss)$ ,  $\Delta D(Ss-Ky)$  は 1~2' である。そして変動の量は水平分力と異なり大きい。また夜間でも一定になることが少ない。ま

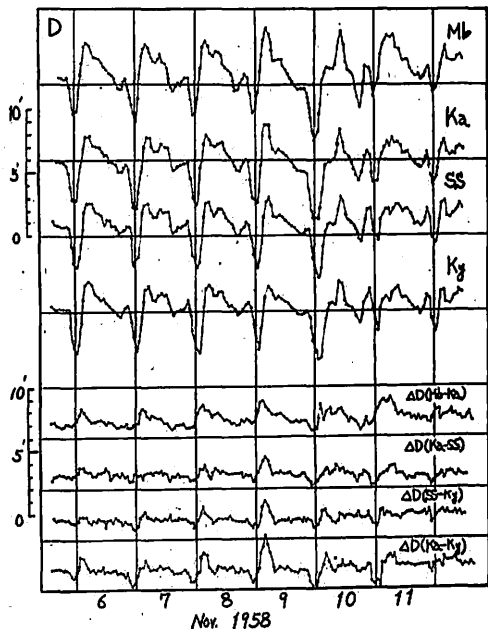


Fig. 69. An example of the variation of hourly mean values and their differences of the declinations at Memambetsu, Kakioka, Simosato and Kanoya.

た朝の最小（東偏最大値）時はその時間差が経度差以上に大きくなりやすく、女満別と鹿屋の間で2時間になるのも珍しくない。これは日変化電流系が、その形を変えながら、かつ中心が南北に移動して動くためである。通常は南下することが多い。

地点差の日変化の形は位相をずらせば、似た形が得られるが、振幅  $2'$  の日変化を起こさせるのには、位相差を40分にせねばならぬので、説明が困難になる。

1958年2月11日のあらしのときは  $\Delta D(Mb-Ka)$ ,  $\Delta D(Ka-Ky)$  は  $7.5'$ ,  $4.3'$  と変化した。水平分力に比べれば割合小さいが、ごく小さいしょう乱でも、地点差の日変化の形や振幅は変動を受ける。

柿岡、下里間の地点差の日変化は最も小さいが、それでも常に  $1\sim 2'$  の変動があり、水平分力と同様に磁気測量などの値の斉一化にはいろいろな困難が伴う。

### 6.3 鉛直分力の毎時値の比較

水平分力と同じ例を第70図に示した。鉛直分力の日変化は鹿屋が最も大きい。そして最小値になる時間が各観測所でかなりずれている。女満別に対して柿岡と下里は約1時間、鹿屋は2時間近く遅れている。各観測所の振幅と位相がはなはだしく異なるため地点差  $\Delta Z(Mb$

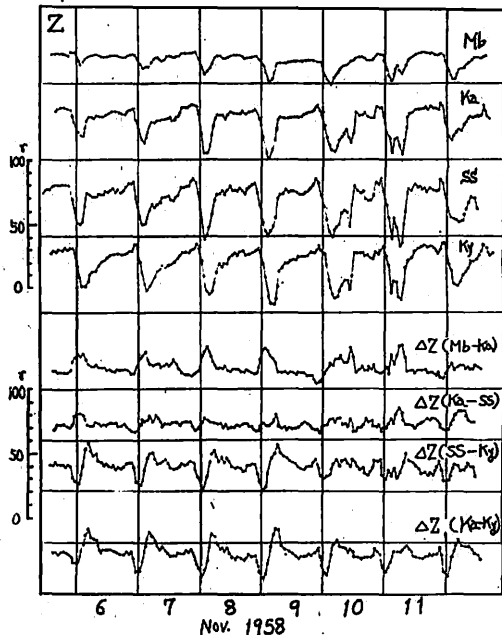


Fig. 70. An example of the variation of hourly mean values and their differences of the vertical intensities at Memambetsu, Kakioka, Simosato and Kanoya.

$-Ka)$  などは非常に大きい。  $\Delta Z(Mb-Ka)$ ,  $\Delta Z(Ka-SS)$ ,  $\Delta Z(SS-Ky)$  および  $\Delta Z(Ka-Ky)$  の日変化はほぼ  $20\gamma$ ,  $10\gamma$ ,  $30\gamma$  および  $30\sim 40\gamma$  である。その昼や形も毎日大きく変動している。

1958年2月11日のあらしのときは  $\Delta Z(Mb-Ka)$ ,  $\Delta Z(Ka-Ky)$  は  $208\gamma$ ,  $48\gamma$  である。前者がはなはだしく大きいのは、女満別の鉛直分力の変化がきわめて小さいことに原因している。このようなことはまれであり、一般には  $\Delta Z(Ka-Ky)$  がはるかに大きく変動し、特別大きいあらしでなければ  $\Delta Z(Mb-Ka)$  は大きく変動しない。

鉛直分力の地点差は夜間一定になることがなく、その変動もほかの成分に比べて大きい。したがってその値を利用して非周期変化を求めても不確かなものになりやすい。

日変化に対するいわゆる  $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$  の値はきわめて大きい値となり、かつ値自身が不確定である。それは水平分力と鉛直分力の日変化の形が比例しないからである。短周期の場合のように3成分が固有の平面内で変化することがない。また下里の鉛直分力の日変化もけって異常で

なく、柿岡と鹿屋の平均に近い。

また、割合静穏なときの地点差の日変化の量が $30\gamma$ になっているのを説明するのに、もとの日変化に位相差があるとすると2時間の位相差を与えなければならない。すなわち日変化の地点差は単なる地理的な経度のずれなどで説明できるものではない。

鉛直分力についての毎時値の地点差は他の成分以上に複雑である。

#### 6.4 まとめ

毎時値の地点差はきわめて複雑で今後の研究により解明されるところが多いが、だいたいのめやすとして次のことがいえる。

(1) 地点差  $\Delta H (Mb-Ka)$ ,  $\Delta H (Ka-Ky)$ ,  $\Delta H (Ka-Ss)$  および  $\Delta H (Ss-Ky)$  などの日変化量はそれぞれほぼ次の値である。

水平分力:	$20\sim 30\gamma$	$20\sim 30\gamma$	$10\gamma$	$15\gamma$
偏角:	$2'$	$4'$	$1\sim 2'$	$1\sim 2'$
鉛直分力:	$20\gamma$	$30\sim 40\gamma$	$10\gamma$	$30\gamma$

(2) 地点差の特性はわかっていないし、地点差の日変化がどのようにして起こるかはわからない。

(3) 日変化からは“Central Japan anomaly”のような短周期変化の場合の  $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$  の異常などはない。

(4) 測量などで観測所の値を利用して斉一化するのに毎時値そのものを用いては困難である。日平均値のように簡単にならない。

(5) 柿岡と下里は日変化が似ている。しかしその他の観測所相互間では差が大きい。

(6) 観測所間の距離が短い場合、距離に比例して日変化の地点差が小さくなると推定されるが、極端に近距離の場合については今後の研究にまたねばならない。

#### 7. 考察

地磁気の日、月および年平均値が外部じょう乱磁場により影響を受け、このために日本のような狭い地域の観測所間の相互差も変動している。これらの関係は各節で述べたとおりである。

普通、静穏日と称されるときでさえも、その日平均値の変動はかなり大きいものであり、けっして無視できる量ではない。外部じょう乱磁場のめやすとして  $\Sigma K_p$  などを用いて統計したが、これは短時間のじょう乱の指示量としては有効であるが、1日以上長い時間に対しては有効でない。 $\Sigma K_p$  と日平均値の相関をとると1日後の値についてもけっして小さい値でなくなり、月平均値の場合でも同じく1か月後の値との相関がかなりの量

となる。このことは  $\Sigma K_p$  を外部じょう乱磁場のめやすにしたことに原因しているが、本質的にはあらしの後の水平分力や偏角の値がゆるく回復する現象があるためである。あらしのように大きいものについてはよく知られていることであるが、あらしといえないきわめて小さいじょう乱でも同じことがいえる。 $K_p$  が小さいときには大半が湾型変化によるじょう乱が原因であることから、太陽からの粒子は極付近に突入すると同時に赤道環電流にもなって日平均値を減少させる。 $K$  指数の中にはもともとあらし回復効果 (post perturbation) は含まれていないのに、 $\Sigma K_p$  と日、月平均値とが関係深いのはこれらの理由であろう。

おのおのの観測所の日平均値の変動と  $\Sigma K_p$  の変動との関係を表わす  $\frac{\Delta H}{\Sigma K_p}$ ,  $\frac{\Delta D}{\Sigma K_p}$  および  $\frac{\Delta Z}{\Sigma K_p}$  は  $\Delta H$ ,  $\Delta D$  および  $\Delta Z$  の小さいときはある程度有効であるが、換算係数として大幅な値を補正するのは危険である。

日本付近の値および世界の各観測所の日平均値の変動の間には緯度に比例した関係があるので、これを利用すれば、外部じょう乱磁場の日平均値や月平均値は正確に求められる。Sugiura<sup>(5)</sup> の求めた  $Dst$  の毎時値の表も日平均値までは有効である。月平均値まで表わすには、おのおのの観測所の経年変化を考慮に入れて求めなければならないのでかなりの手数であろう。しかも  $\Sigma K_p$  などのような量を仲介しては不正確になる。普通考えられている静穏日でさえ、赤道地方では水平分力で  $30\gamma$  に達する外部じょう乱磁場を受けており、ごくわずかなじょう乱でも  $30\sim 40\gamma$  に達する。とくに年平均値に対しても約  $35\gamma$  の変動がある。したがって経年変化や磁気測量には無視できない量であり、 $Dst$  の毎時値と同じく月、年平均値を求めることは必要であろう。

水平分力と  $\Sigma K_p$  との関係の係数  $\frac{\Delta H}{\Sigma K_p}$ 、各地点の日平均値の変化比の緯度分布は大きいあらしのときは緯度効果が小さくなり  $\cos \theta$  の分布にほとんど等しいが、静穏なときはこれより大きい係数を持つ。一方  $Dst$  の緯度分布はさらにそれより大きい。これは赤道環電流の半径で説明できる可能性があるが量的に困難であるまいか。半径はあらしの最盛期で最も小さくなるが、いったん大きくなった後、再び小さくなると推測している。

日本の各観測所の日平均値と月平均値の変化比は同じであり、これを利用すると地点差における外部じょう乱磁場の影響はなくなり、観測精度に近い偏差で一定となる。これは  $\Sigma K_p$  などを用いる換算方法と異なりきわめ



て有効であり、測量のときの値の斉一化に利用できる。実際的手段は次のようにする。

(1) 基準にする観測所の経年変化を十分調査し、斉一化の基準値をきめる。特定な年月日の平均値を基準にすると第4節で述べたように地域全体の経年変化が変わる結果になる。また年平均値も適当でない。

基準値には、平均的な経年変化を表わす値がよい。たとえば4.1節の第36図の平均曲線の示す年平均値などがよい。これを  $H_{st}$  とする。

(2) 測量は日平均値が求められるような方法を用いる。特定な時間の観測値しかないときはまず日平均値に換算する。それには測量点の近くの観測所の対応する時間(経度差の補正はそれほど効果がない)の値と、その観測所のその日の日平均値との差を測量した値に加算すればよい。この換算は第6節で述べたように誤差が入りやすい。とくに地方時6~18時に測定されたものは大きい誤差になる。測定点をはさんだ観測所の地点差を考慮して比例配分してもそれほど効果はない。

測量点における日平均値を  $H_{obs}$  とする。

(3) 測量のときの日に対応する基準の観測所の日平均値を  $H_1$  とする。この日平均値は測量のときの日平均値と時間間隔を合わせたものであることが望ましい。

(4) 基準観測所で測量のときの日に対する平均的な経年変化の値  $H_2$  (外部じょう乱が零のときの  $H_1$  の値) を求める。

(5) 換算は次式による。

$$H_{obs} + \alpha(H_2 - H_1) + \beta(H_{st} - H_2) \quad (2)$$

ここに  $\alpha$  は日平均値に対する補正係数で、水平分力のときは  $\frac{\cos \theta_{obs}}{\cos \theta_{st}}$ 、偏角・鉛直分力のときは  $\frac{\sin \theta_{st}}{\sin \theta_{obs}}$

(日本以外の偏角のときは第56図参照)である。また、 $\beta$  は経年変化に対する補正係数で測点により異なるが日本付近では

$$\text{水平分力: 女満別—柿岡の相互間 } \frac{Mb}{Ka} = 1.04,$$

$$\text{柿岡—鹿屋の相互間 } \frac{Ka}{Ky} = 0.86$$

$$\text{偏角: 女満別—柿岡の相互間 } \frac{Mb}{Ka} = 1.30,$$

$$\text{柿岡—鹿屋の相互間 } \frac{Ka}{Ky} = 0.25$$

$$\text{鉛直分力: 女満別—柿岡の相互間 } \frac{Mb}{Ka} = 1.12,$$

$$\text{柿岡—鹿屋の相互間 } \frac{Ka}{Ky} = 1.11$$

である。この中間は補間法によるのがよい。実用上 ( $H_{st} - H_2$ ) の値はそれほど大きくないが、測量が長期

間にわたると大きな値になる。日本では鉛直分力の経年変化がきわめて大きいので、大きい補正量になる。

$\alpha$  の値は偏角以外は1.0としても大差はない。日本付近では次のとおりである。

$$\text{水平分力: } \frac{Mb}{Ka} = 0.90, \quad \frac{Ka}{Ky} = 0.98$$

$$\text{偏角: } \frac{Mb}{Ka} = 1.28, \quad \frac{Ka}{Ky} = 1.25$$

$$\text{鉛直分力: } \frac{Mb}{Ka} = 1.0, \quad \frac{Ka}{Ky} = 1.0$$

(6) 従来はこれらの  $\alpha$ ,  $\beta$  はすべて1.0としていたが、実用上では  $H_2 - H_1$ ,  $H_{st} - H_2$  が大きくなければ(2)式は

$H_{obs} + (H_{st} - H_1)$  で十分まにあうし、従来の方法が誤っているわけではない。

以上のようにして求められる換算はかなりよい精度であり、2.3節、2.5節、2.7節、4.1節、4.2節、4.3節で述べたように、1000km離れた観測所間でも4~5 $\gamma$ 、0.4'以上ずれることはないから、この中間の測量では2~3 $\gamma$ 、0.3'ずれることもなく、十分に測量の精度  $\pm 1\gamma$ 、0.1'に達する。

最近発達した光ポンピング磁力計などで傾度の観測を行なう場合には毎時値の地点差がそのまま観測される。十分な調査が進んでいないが、地点差は場所により異なり、おおざっぱにいうと、割合静穏な時でも日本付近では1000kmに対して、20~30 $\gamma$ (3~4')である。これが近距離のとき比例して小さくなるかどうかはわからないが、従来の磁気測量の結果では水平分力と偏角は比例して小さくなるが、鉛直分力はそうはならない。したがって全磁力の測定精度が  $\pm 0.02\gamma$  といわれる測定器でも、その測定結果を解析するためには毎時値の地点差をもっと詳しく調査する必要がある。特に鉛直分力は別の意味からも興味がある。

## 8. 結論

すでに各節ごとにそのまとめをつけて結論と二、三の考えを述べておいた。重複をさけるが全体的に考えると次のようになる。日平均値をはじめ月、年平均値はそれぞれ外部じょう乱磁場の影響を意外に大きく受けている。それらの影響を零の状態に換算することにはある程度可能である。また各観測所間の日平均値の変化の比はきわめて規則性があり、世界的な分布も単純である。

$\Sigma K$  を用いて決めた静穏日ของときでも外部じょう乱磁場の影響が相当あることを知ったが、これらは経年変化の研究にも重要な意味を有するものと考えられる。

各種の係数の緯度効果について論じた。また  $Dst$  な

どと直接関係づけて考えると、三の説明の困難な事実もある。

日本付近の各要素の地点差の時間的変動を求め、観測所間の日平均値の変化比を利用して外部じょう乱の影響を除いてみたが、この変動は観測精度に近いものであるが、今後の研究で、この変動の意味は興味ある結果をもたらすであろう。

また磁気測量などの値を斉一化する方法を少し検討したが、今後は実際に資料を整理してみて、地磁気と地震の関係なども調査してみたい。

日変化については日本のように局部的な地域でも、その地点差は大きく変動し、その特性はつかみにくい。また日本の短周期変化による地磁気異常“Central Japan anomaly”に関しては平均値程度の長い周期になると、異常はみられない。しかし日変化の形や位相についてはさらに興味ある問題が多い。

Priceの求めた非周期変化(noncyclic variation)と比較してみたが彼の世界分布図には少し疑問があるが全体的にはほぼ一致したものになっている。

今後調査の不足した部分については追加をし、またSugiuraの赤道Dstの毎時値表などと対応して日、月および年平均値の値を計算してみたい。

#### 謝 辞

この調査は伴野登氏の $\Sigma K_p$ と水平分力の減少についての研究に引き継いで行なったものに、さらにいろいろな調査を追加してみたものである。平山操氏はこの調査に関心を持ち著者はたえず指導をうけており感謝の意を表わしたい。地磁気観測所長吉松隆三郎氏にも本調査について指導をうけたことを心から感謝したい。各種の統計のときに援助をうけた同僚のご厚意に対しても感謝したい。

#### 参 考 文 献

- (1) 久保木忠夫(1963): 技術報告(柿岡地磁気観測所)3, No. 2, 120~246.

- (2) S. Chapman and J. Bartels (1940): "Geomagnetism Vol. 1". Oxford at the Clarendon press, 292-296.
- (3) M. Sugiura (1963): Hourly Values of Equatorial Dst for the IGY. NASA Publication, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, June 1963.
- (4) A. T. Price (1963): The Noncyclic Variation during Quiet Days. J. geophys. Res., 68, 6383~6389.
- (5) 大田 紘次郎(1964): 第35回日本地球電磁気学会発表(1964. 5. 30).
- (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) S. I. Akasofu and S. Chapman (1961): The Ring Current, Geomagnetic Disturbance, and the Van Allen Radiation Belts. J. geophys. Res., 66, 1321~1350.
- (8) S. Chapman and M. Sugiura, (1958): Geophysical Institute, AFCRC-TR-58-266.
- (9) 佐野幸三・永井正男・柳原一夫(1962): IGY中の磁気あらしのDstおよびDSの解析(II). 地磁気観測所要報, 10, No. 2, 1~18.
- (10) 吉松隆三郎(1962): 地磁気常時観測結果と地震(I). 地磁気観測所要報, 10, No. 2, 107~117.
- (11) 久保木忠夫・大島汎海(1965): 日本における地磁気変化ベクトルの異常について(第1報). 研究時報, 17, 57~86.
- (12) 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1報). 研究時報, 17, 201~237.

(1965年3月2日原稿受理)