

地磁気日変化等価電流系の変動

—10~30日周期の変動—

白 木 正 規

概 要

西太平洋域における地磁気日変化の日々の変動の解析を行った。解析では、まず最初に、1970年12月から1972年2月までの1年3か月にわたって、地磁気日変化の等価電流系の中心緯度とその強さが、地磁気活動のきわめて大きい日を除いて毎日求められた。これらの日々の変動には、2~3日周期の変化ばかりでなく、10~30日周期の変化も含まれている。地磁気活動のかなり活発な日も含めて解析されたが、これらの変化は地磁気擾乱によるものではない。

次に、パワースペクトル解析の方法によって、10~30日周期変化の卓越周期とその時間的な変化について調べた。等価電流系の中心緯度には、約33日、17日、10日および7日の周期のところにパワースペクトル密度のピークがみられる。また、電流系の強さには、約25日と14日の周期のところに卓越したピークがみられる。これらの卓越周期は、解析期間をとおして常にみられるものでなく、期間によって卓越周期は異っている。

1. は じ め に

太陽活動の静穏なとき、中緯度の地磁気の変動には振幅が10~数10ガンマの日変化がみられる。平均的な日変化について、その形態はかなりよく知られており、また、その原因については、主として下部電離層の比較的電気伝導度の大きいところに、ダイナモ作用によって電流が流れるためと考えられている。

しかしながら、これまでも多くの研究者によって指摘されているように、個々の日の日変化は、平均的な日変化で示されるような規則正しい変化をするものでなく、変化の振幅や形は毎日毎日著しく異っている。これは、日変化の等価電流系の強さやその中心位置が日々変動するためである。この日々の変動の研究は、Chapman や Hasegawa によって始められ、そのふるまいについてはかなり調べられている⁽¹⁾。

ところが、最近の下層大気の研究は、この地磁気日変化の日々の変動の研究に新しい興味ある問題をもたらした。Charney and Drazin (1961)⁽²⁾ によって、下層大気中のグローバルなスケールをもった大気波動が上層大気中に伝播する可能性が示された。この波動は、10~15日くらいの周期をもったプラネタリー波動である。もし、このプラネタリー波動が下部電離層まで伝播すれば、地磁気の変化にもなんらかの影響を及ぼすものと考えられる。このことから、地磁気日変化の日々の変動の中に、プラネタリー波動の周期の変化が含まれているかどうか調べることは興味のある問題である。

最近、Yanagihara (1970)⁽³⁾ はこのもくろみのもとに解析を行ない、地磁気日変化等価電

流系の中心緯度の相対的な変動を表わすパラメータに、10~15日周期の変化があるらしいことを指摘している。

この論文では、この問題点を明らかにするため、IASY 期間中に得られた資料を用いて、西太平洋域での地磁気日変化等価電流系の中心緯度とその強さを1年3か月にわたって毎日決めた。そして、これらの日々の変動を周期解析することによって、プラネタリー波動に関係した周期の変動が卓越するかどうか調べた。この解析結果について述べる。

2. 資料と解析方法

地磁気の北向き成分 (X) あるいは水平成分 (H) の日変化は緯度とともに変る。北半球では、等価電流系の中心より北側の観測点で、日中に負の変化、すなわち南向きの変化 (P型) を示し、逆に、等価電流系の中心より南側の観測点で、日中に正の変化、すなわち北向きの変化 (E型) を示す。このことから、電流系の中心緯度は、中心近くに位置したいくつかの観測点の X あるいは H 成分の日変化を比べて推定できる。

この解析では、地磁気観測所の永久観測点である女満別 (MEMambetsu $43^{\circ}55'N$, $144^{\circ}12'E$)、柿岡 (KAKioka $36^{\circ}14'N$, $140^{\circ}11'E$) および鹿屋 (KAnoYa $31^{\circ}25'N$, $130^{\circ}53'E$) と、IASY 期間中に臨時観測を行った小笠原諸島の父島 (CHIchijima $27^{\circ}06'N$, $142^{\circ}11'E$) の H 成分の資料を用いた。父島における観測は、1970年12月から1972年2月までの1年3か月にわたって行なわれ、この期間の記録から資料として毎時平均値が計算されている。解析は、父島の資料の得られた期間について行った。この資料のうち、静穏日について解析された結果によれば (Shiraki 1972)⁽⁴⁾、女満別の H 成分の平均の日変化は典型的な P 型の日変化を示しており、父島は逆に典型的な E 型の日変化を示している。このことから、これらの4つの観測点は、地磁気日変化の等価電流系の中心緯度の推定に非常に都合のよい分布をしていることがわかる。

地磁気日変化の等価電流系の強さは、日変化のレンジが目安になる。しかし、 H 成分のレンジは中緯度、特に電流系の中心に近いところでは、中心位置の変化による影響が非常に大きい。一方、東向き成分 (Y) あるいは、偏角 (D) の日変化の最大値と最小値は、近似的に電流系の経度方向の電流が南向きに最大になるときに北向きに最大になるときに起る。これから、電流系の中心緯度の近くでは、 Y 成分あるいは D 成分のレンジは電流系の強さに比例すると考えられる。

この解析では、電流系の強さの目安として D 成分のレンジを用いた。 D 成分のレンジは4地点で求まるが、日々の変動を調べるときは、柿岡のレンジだけでも十分であることが次の節で示されている。

3. 解析結果の例

第1図に、4地点の H 成分の日変化が日々変化する例が示されている。各地点の日変化の型を比べて、等価電流系の中心緯度が南北に著しく大きく変動していることが推定できる。

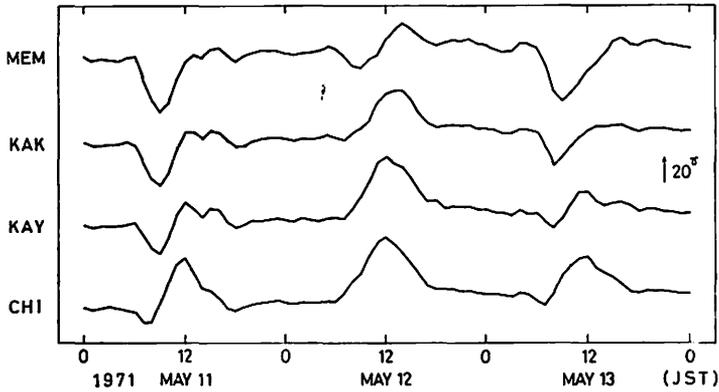


Fig. 1. An example of day-to-day change of geomagnetic daily variation for the horizontal intensity at MEMambetsu, KAKioka, KAnoYa and CHIchijima.

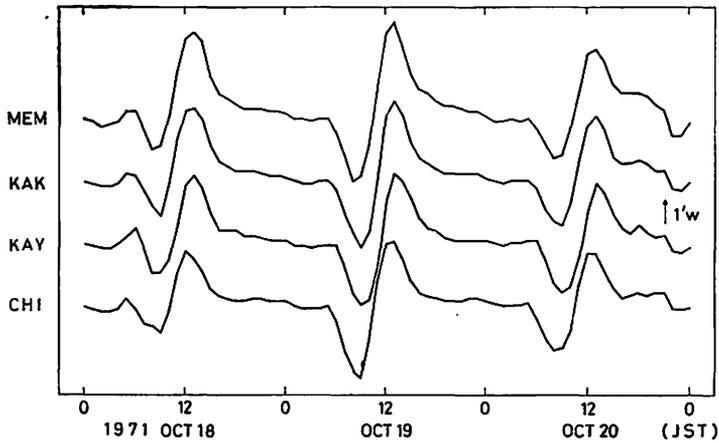


Fig. 2. An example of day-to-day change of geomagnetic daily variation for the west declination at MEMambetsu, KAKioka, KAnoYa and CHIchijima.

5月11日には、女満別、柿岡および鹿屋はP型の日変化を示しており、父島はE型の日変化を示している。これから、中心緯度は鹿屋と父島の間にありと推定される。鹿屋と父島の変化の大きさの違いも考慮に入れると、中心緯度は父島よりもむしろ鹿屋側にありと推定される。翌日の5月12日には、南の三地点はE型を示していることから、中心緯度は柿岡より北側にありと推定できる。女満別の日変化は、E型とP型が重なった型を示している。夏の季節には、中心に近い観測点でこのような型を示す日が多い。このような場合、P型の部分とE型の部分の変化の大きさを比べて中心緯度を推定できる。この日の場合はほぼ同じであることから、おそらく女満別の近くに電流系の中心があると推定される。同じようにし

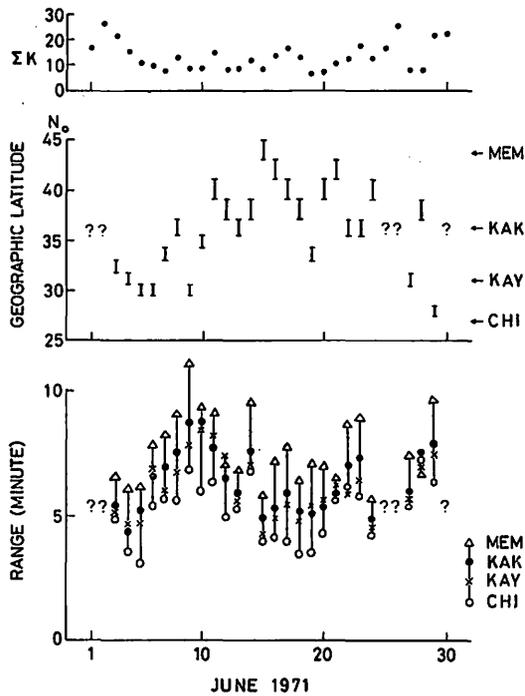


Fig. 3. Day-to-day changes of focus latitude (middle) and measure of intensity (bottom) of the equivalent current system of daily variation for June in 1971. Question mark indicates a day for which they cannot be determined due to geomagnetic disturbances. Top of the figure shows the day-to-day change of daily sum (local time) of K indices at Kakioka.

て、5月13日には、緯度が下って中心は鹿屋の近くにあると推定される。5月11日から13日にかけて、連続した3日間に電流系の中心は緯度で約15度の変動をしている。

このような推定方法で、中心緯度を毎日推定した結果の一部が第3図の中ほどに示されている。推定は、地磁気活動のかなり大きな日をも含めて行なわれた。中緯度の地磁気擾乱は、緯度が少し違った程度では、その形や変化量がそれほど違わない。このため、かなり大きな擾乱が日変化に重っていても、擾乱の変化分を除いて4地点の日変化の型の違いを比べることができる。とはいっても、磁気嵐の主相のような大きな擾乱のある日は、日変化が擾乱に隠れてしまうので、日変化の形を調べることができない、このような日は、中心緯度が決まらないので、第3図では疑問符がつけられている。

このようにして推定された等価電流系の中心緯度は、推定値に幅があることから、かなりのあいまいさを含んでいる。しかし、第1図の例の場合や第3図の結果から、電流系の中心は、推定のあいまいさ以上に変動していることがわかる。第3図で、電流系の中心が、2～3日の小さな変動とともに、6月5日ごろから6月15日ごろにかけて、大きく上昇してい

るのがみられる。この変化量は、緯度で約15度であり、第1図の例の場合からもわかるように、十分信頼できるものである。

一方、第2図に、4地点のD成分の変化が日々変化する例が示されている。各地点の日変化のレンジを調べてみると、10月19日のレンジは、前日の10月18日のレンジより約40%の増加がみられ、10月20日にはほぼ10月18日の大きさにもどっている。このことから、電流系の強さにも著しい日々の変化があることがわかる。

同じようにして、4地点のレンジを毎日求めた結果の一部が第3図の下の方に示されている。地磁気活動の大きい日をも含めてレンジを求めたので、擾乱のために夜間にレンジの最大値や最小値をとる場合がある。このような場合は、日変化の強さを求める意味で昼間の極大値や極小値を用いてレンジを求めている。また、H成分から中心緯度が決まらなかった日は、たとえ偏角のレンジが求まった場合でも、地磁気擾乱がきわめて大きいと考えて除き、第3図では疑問符で示されている。

第3図で、電流系の強さの目安となるD成分のレンジは、6月4日ごろから6月10日ごろにかけて、また、6月10日ごろから6月15日ごろにかけて、柿岡の場合、約5分の変化をしている。その他の観測点のレンジも、変化量は少し違うが、同じ傾向で変化している。個々の日を見ると、4地点のD成分のレンジの変化は必ずしも比例していないが、この大きな変化に関しては、柿岡のレンジだけでも十分に電流系の強さの変動がみれる。このことから次の節では、電流系の強さとして柿岡のD成分のレンジを用いている。

これまでみてきた等価電流系の中心緯度やその強さの変化は、地磁気擾乱が原因でない。第1図や第2図の例は、第1表に示された地磁気活動指数からもわかるように、地磁気活動

Table 1. Local time distribution of K_p indices and K indices at Kakioka for the days shown as examples in Fig. 1 and Fig. 2.

Day	K_p index								K index at Kakioka							
May 11, 1971	2-	2+	1+	2-	3-	1	0+	1-	1	1	1	1	2	1	0	1
12	0+	0+	1	1	1-	1-	0	1	0	1	1	2	1	0	0	1
13	0+	1-	2+	2	1	1-	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Oct. 18, 1971	0+	1	1+	1-	1	0+	0+	0	0	0	1	1	0	0	0	1
19	1-	1	0	1	0+	1-	0	0+	1	1	0	0	0	0	0	0
20	0+	0	1	1-	0+	1	1	2-	0	0	0	0	0	0	2	3

がかなり静かな日である。また、第3図の場合も、電流系の中心位置や強さに大きな変化のみられた6月5日ごろから6月15日ごろにかけては、地磁気活動の静かな期間にあたっている。第3図の上の方に、柿岡のK指数から地方時で求めた一日のK指数の和(ΣK)が示されている。

4. 1年3か月にわたる解析結果

これまで述べてきたように、地磁気日変化の等価電流系の中心緯度とその強さは、ここで

用いた推定方法の不正確さ以上に変動することがわかった。2~3日の変動もあれば、5~10日の変動もある。

同じような方法で、1970年12月から1972年2月までの1年3か月にわたって毎日推定し、その結果が第4図に示されている。この図で、 ϕ_f は電流系の中心緯度であり、 $r(D)$ は

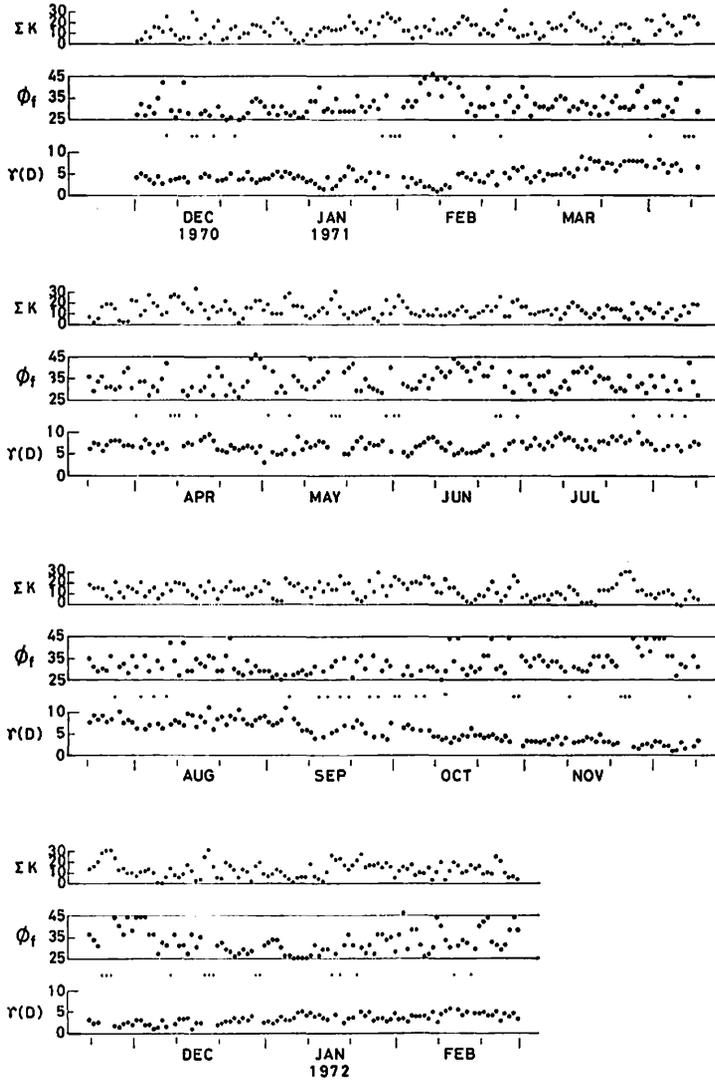


Fig. 4. Day-to-day changes of focus latitude (ϕ_f) and measure of intensity ($r(D)$) of the equivalent current system of daily variation from December in 1970 to February in 1972. ΣK shows the day-to-day change of daily sum (local time) of K indices at Kakioka. Cross mark indicates a day for which ϕ_f and $r(D)$ cannot be determined due to geomagnetic disturbances.

電流系の強さである。 ϕ_f の場合、推定された緯度には幅があり、その幅の大きさは女満別の近くと父島の近くでは異なるが、この図では、緯度の幅の中心のところに点がうってある。また、 $r(D)$ は、先の節でも述べたように、柿岡の D 成分のレンジである。更に、 ΣK は、柿岡の K 指数から求めたものである。地磁気擾乱の非常に大きな日は、 ϕ_f と $r(D)$ は決まらない。このような日は、 ϕ_f と $r(D)$ の変化の図の間にクロス印で示され、月別の日数が第2表にのせられている。

Table 2. Monthly numbers of days for which focus latitude and measure of intensity of equivalent current system of daily variation cannot be determined due to geomagnetic disturbances.

1970 Dec	1971 Jan.	Feb	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	1972 Jan.	Feb
5	3	3	0	5	6	5	1	3	7	6	4	6	3	2

第1図や第2図で示されたような、2~3日のうちに ϕ_f や $r(D)$ が非常に大きく変わる場合が、第4図でもかなりみられる。このような変化は、それほどめずらしい現象ではないようである。しかし、どちらかといえば、2~3日の変化はそれほど大きくない。

ところが、第3図で示されたような、2~3日の小さな変化と共にもっと長い周期で ϕ_f や $r(D)$ が大きく変わる場合がかなり頻繁にみられる。 ϕ_f では、例えば、1971年の2月2日ごろから18日ごろにかけて、4月25日ごろから5月5日ごろにかけて、6月5日ごろから19日ごろにかけて、7月9日ごろから25日ごろにかけて、あるいは、11月28日ごろから12月13日ごろにかけて、顕著な変化がみられる。また、 $r(D)$ では、例えば、1971年1月5日ごろから20日ごろにかけて、2月4日ごろから18日ごろにかけて、6月4日ごろから15日ごろにかけて、7月6日ごろから17日ごろにかけて、あるいは、11月27日ごろから12月13日ごろにかけて、顕著な変化がみられる。これらの変化は、地磁気活動がそれほど大きくない期間にみられ、また、変化の大きさから考えても十分信頼できるものである。変化の周期は、約10日から30日の周期の変化である。この周期性については、次の節で、周期解析の方法で調べる。

ϕ_f と $r(D)$ 変化の例としてあげた期間をみると、同じ期間であることが多い。これは、 ϕ_f も $r(D)$ も等価電流系の変動に関係した量であるから、同じ期間に変化がみられるのはむしろ当然かもしれない。2月の例や、7月の例をみると、中心緯度が北に上昇すると、電流系の強さが減少する傾向がみられる。しかし、変化のし方は必ずしも同じでないようである。例えば、第3図に示された6月の場合、 ϕ_f の変化が6月5日から10日までと、10日から15日まででは同じように緯度の上昇であるが、 $r(D)$ は、6月5日から10日まででは増加を示し、10日から15日まででは、逆に減少である。

これまでは、主に、地磁気活動の静かなときの ϕ_f や $r(D)$ の変化の例を示し、その信頼性について述べただけである。しかし、次の節で用いる周期解析の方法は、地磁気活動のか

なり活発な日の ϕ_f や $r(D)$ の値も含めて解析を行なう。このため、 ϕ_f と $r(D)$ の推定値が地磁気活動に関係しているかどうか調べておく必要がある。そこで、冬の季節（1月、2月、11月および12月）と夏の季節（5月から8月まで）に推定された ϕ_f と $r(D)$ の値を、地磁気活動指数 (ΣK) によって3つのグループに分け、それぞれのグループで頻度分布を調べた。この結果は、 ϕ_f については第5図に、 $r(D)$ については第6図に示されている。 ϕ_f と $r(D)$ のどちらも同じ季節の中で幅広い分布を示しているが、 ΣK のグループによって分布の様子はほとんど変わらず、地磁気活動によって偏りがみられない。このことから、 ϕ_f と $r(D)$ の値は、地磁気活動には関係がないと考えられる。

第5図と第6図には、3つのグループをまとめた結果も示されている。冬と夏の季節の頻度分布を比べた場合、傾度分布の広がりとその位置が異なっている。 ϕ_f の場合、冬の方が分布の広がりが大きく、広がりの中心は冬の方が緯度が低い。また、 $r(D)$ の場合、夏の方

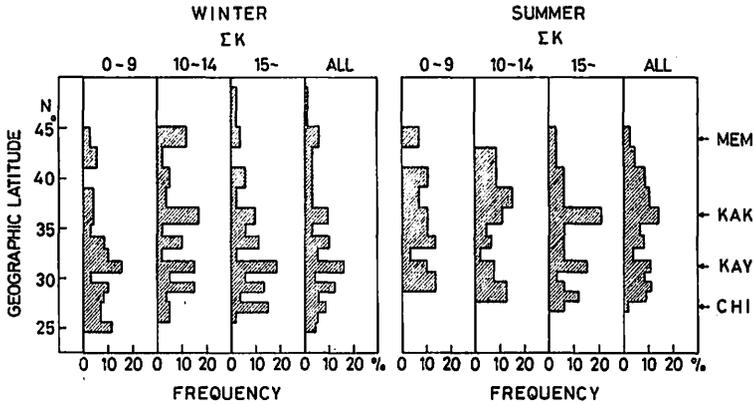


Fig. 5. Frequency distributions of ϕ_f in Fig. 4 for three groups of ΣK and the all in winter (left) and summer (right).

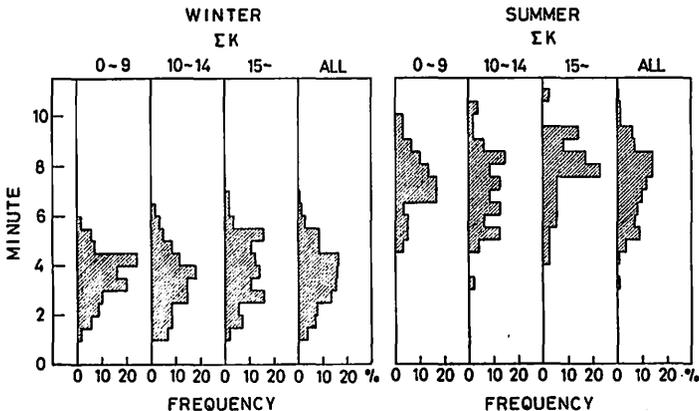


Fig. 6. Frequency distributions of $r(D)$ in Fig. 4 for three groups of ΣK and the all in winter (left) and summer (right).

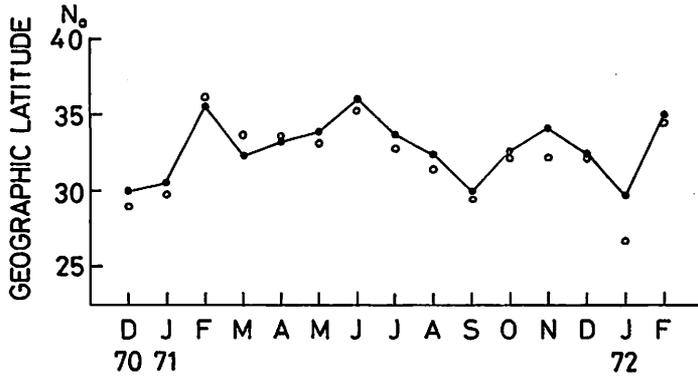


Fig. 7. Monthly change of focus latitude of the equivalent current system of daily variation. Black circles are the means of all days except undetermined days. White circles are the means of 10 selected quiet days per month based on K indices at Kakioka.



Fig. 8. Monthly change of measure of intensity of the equivalent current system of daily variation. Black circles are the means of all days except undetermined days. White circles are the means of 10 selected quiet days per month based on K indices at Kakioka.

が広がりが大きく、広がりを中心の値は夏の方が大きい。この違いは日変化の季節変化によるものである。第7図と第8図には、 ϕ_f および $r(D)$ の毎月の変化が示されている。これは、第2表に示された ϕ_f や $r(D)$ の決まらなかった日を除いて計算された各月の平均の値である。普通、地磁気日変化は静穏日だけを用いるので、これらの図には、地方時で決めた各月の10日の静穏日の平均についても示されている。 ϕ_f と $r(D)$ のどちらにも著しい季節変化がみられる。この季節変化のふるまいは、長期間の静穏日の平均の日変化を用いて得られた結果とほぼ同じである (Shiraki 1974)⁽⁵⁾。

5. 周期解析とその結果

前節で得られた地磁気日変化の等価電流系の中心緯度とその強さの日々の変動の中に、どのような周期が卓越してみられるか、パワースペクトル解析の方法を用いて調べた。卓越周

期を調べることは、変動の原因を究明するうえで重要である。

まず、スペクトル解析にかけるために、第2表に示された磁気嵐などの擾乱のために値の推定できなかった日の ϕ_f と $r(D)$ は、前後の日の値で内挿した。このようなデータの内挿による補充が、周期解析の結果にどのような影響をもたらすかはわからないが、内挿された日数は全体の約13%であり、それほど大きな影響を結果に及ぼすとは思われない。

第7図と第8図に示されているように、 ϕ_f と $r(D)$ には著しい季節変化がみられる。このような長周期の変化は、短周期のスペクトルの大きさに影響を及ぼすので、スペクトル解析の前に、長周期の変化を除くハイパスフィルターをデータにかける必要がある。そこで、Holloway (1958)⁽⁶⁾ によって示されている方法によってフィルターを作成した。フィルターの長さを57日として、その個々の重みは、フィルターの中心から標準偏差が14日になるようなガウス分布函数から求められている。第9図に、このフィルターの周波数特性が示されている。周波数特性からわかるように、このフィルターをかけることによって、データから30日より長い周期の変動が除かれる。

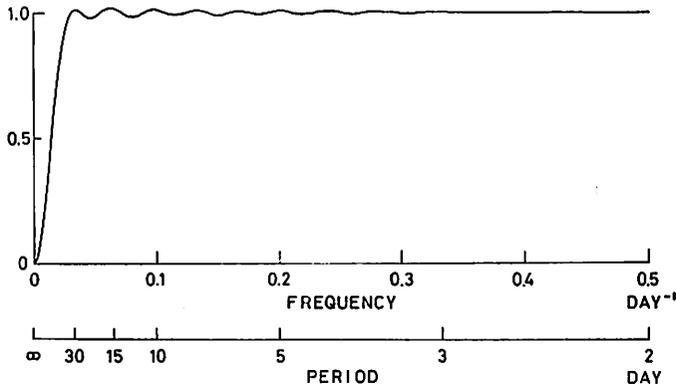


Fig. 9. Frequency response of the high-pass filter.

パワースペクトル解析の方法は、Munk et al (1959)⁽⁷⁾ によって述べられた方法を用いた。この方法は、地球物理学のいろいろな分野で用いられており、スペクトル解析に非常に有効な方法である。パワースペクトル密度は、時系列の自己共分散函数をフーリエ変換することによって得られる。この解析では、自己共分散函数のずらし幅の最大値を50日とした。このため、スペクトル密度の値が、周波数領域で、0.01 c/d (サイクル/日) きざみで0.0 c/d から0.5 c/dまで計算できる。1970年12月から1972年2月までの1年3か月間の変化に、ハイパスフィルターをかけ、これから計算された ϕ_f と $r(D)$ のパワースペクトル密度は、第10図と第11図にそれぞれ示されている。

第10図から、 ϕ_f のパワースペクトル密度は、7日から30日の周期のところで大きな値を示している。スペクトルのピークは、33.3日、16.7日、10.0日および7.1日のところにみられる。また、第11図から、 $r(D)$ のパワースペクトル密度は、10日から30日の周期のところで大きな値を示し、スペクトルのピークは、25.0日と14.3日のところにみられる。これ

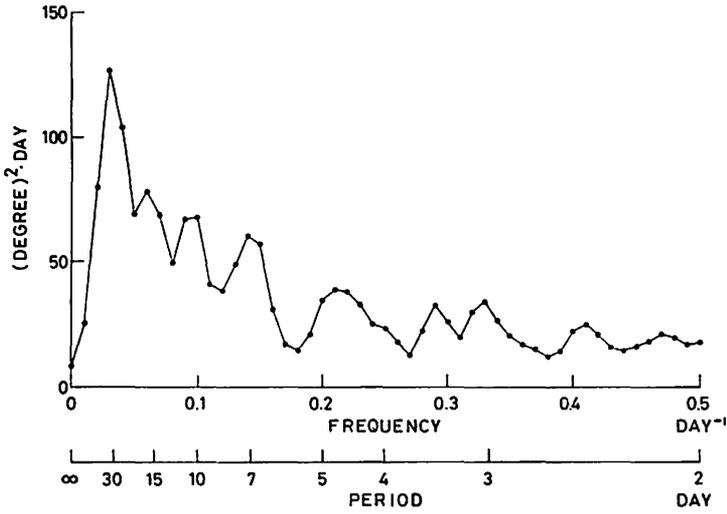


Fig. 10. Power spectrum of focus latitude of the equivalent current system of daily variation for filtered data from December in 1970 to February in 1972.

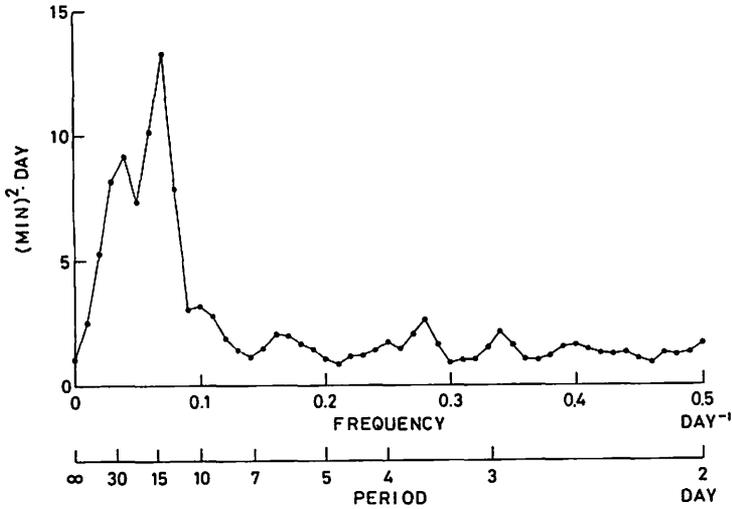


Fig. 11. Power spectrum of measure of intensity of the equivalent current system of daily variation for filtered data from December in 1970 to February in 1972.

らのピークの信頼性は、解析資料の長さ自己共分散函数を求めるときにずらし幅の最大値で決まり、この解析の場合、80%の信頼区間は、パワースペクトル密度の大きさを1としたとき、0.67から1.78の間にあり、その幅は約4.3デシベルである。このことから考えると、図にみられるスペクトルのピークは、定量的には信頼性があまり高くないが、定性的には信

頼できると考えられる。

ここで得られた ϕ_f と $r(D)$ の卓越周期をみると、地磁気活動の 27 日周期の変化とその高調波に関係しているように見える。スペクトル解析は、地磁気活動のかなり活発な日の ϕ_f や $r(D)$ の推定値も含めて行なわれたので、得られた結果に地磁気擾乱の影響も含まれているのはやむを得ない。しかし、第 3 節や第 4 節で示したように、 ϕ_f と $r(D)$ には、地磁気活動が静かな期間にも 10~30 日周期の大きな変化がみられることと、統計的には ϕ_f や $r(D)$ は ΣK に依らないことから、ここで得られた 10~30 日周期の変化のスペクトル密度の大部分は、擾乱によるものではないと考えられる。

次に、このような周期の変動の時間的なふるまいについて調べるため、ダイナミックパワー・スペクトル解析を行なった。これは、パワー・スペクトル密度を計算する期間を短くとして、この期間を全体の解析期間の中でずらしながらスペクトル密度を計算し、スペクトル密度の時間的な変化を調べる解析方法である。ここでは、スペクトル密度を計算する期間として、100 日間をとった。自己共分散函数のずらし幅の最大値は 25 日として、すでにハイパスフィルターがかけられているデータを、25 日ずつずらしながらパワー・スペクトル密度を計算した。この結果、1 年 3 か月の解析期間で、13 個のスペクトル密度の計算がなされている。解析結果は、 ϕ_f については第 12 図に、 $r(D)$ については第 13 図に示されている。これらの図で、スペクトル密度の大きさは、スペクトル密度の信頼性を考えて、相対的な値で示されている。

第 12 図の ϕ_f のスペクトル密度には、第 10 図でみられたスペクトル密度のピークと同じような周期のところにピークが見られる。しかし、これらのピークは解析期間をとおして常にみられるものでない。約 30 日の周期のピークは、3 月と、10 月から 12 月にかけて、特に大きな値を示し、8 月から 9 月にかけては、この周期のピークはみられない。約 10 日から

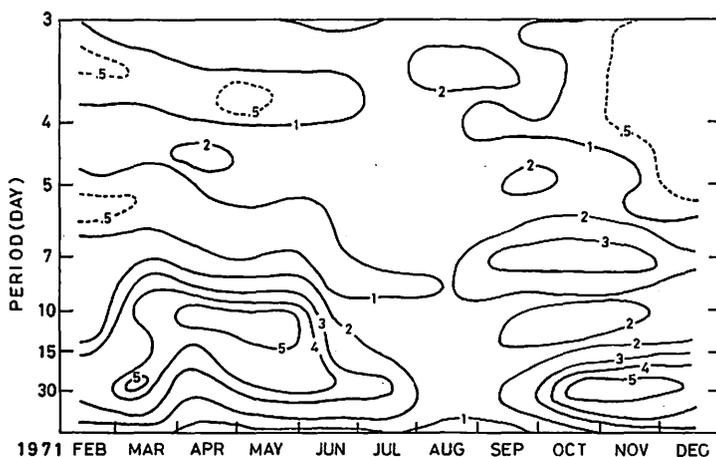


Fig. 12. Dynamic power spectrum of focus latitude of the equivalent current system of daily variation for filtered data from December in 1970 to February in 1972. Unit of power spectral density is relative.

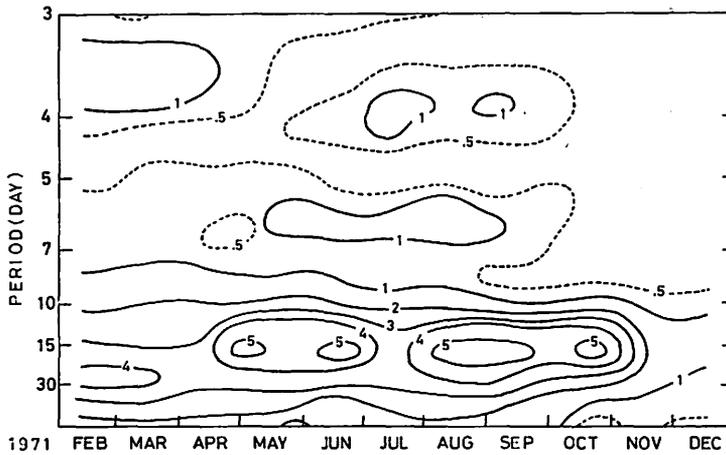


Fig. 13. Dynamic power spectrum of measure of intensity of the equivalent current system of daily variation for filtered data from December in 1970 to February in 1972. Unit of power spectral density is relative.

15日の周期の変化は、3月から6月にかけて非常に大きなパワースペクトル密度を示しているが、このほかの期間では小さい。また、約7日周期の変化は、9月から11月にピークがみられる。このように、第10図でみられたスペクトル密度の卓越したピークは、解析期間をとおして常にみられるものでなく、期間によって卓越するピークの周期が異っている。

第13図の $r(D)$ のスペクトル密度の時間変化についても同じようなことがいえる。第11図で顕著にみられた約14日周期の変化は、5月から6月にかけてと、8月から10月にかけて、特に大きなスペクトル密度の値をもち、11月から12月にかけては、非常に小さな値を示している。2月から3月にかけては、むしろ、25日周期の変化のピークが最も大きい。

このように、 ϕ_f も $r(D)$ もスペクトル密度の卓越周期が時間的に変化することが明らかになったが、この変化のし方が、ここで解析された期間についてだけいえるものか、それとも季節に固有なものかはわからない。季節的なふるまいについて明らかにするためには、更に別な期間にこの解析と同じような解析を行う必要がある。

これまでに得られたスペクトル解析の結果が、 ϕ_f と $r(D)$ ではかなり異っている。第10図と第11図のパワースペクトル密度を比べた場合、 ϕ_f では、約33日周期の変化が最も大きなスペクトル密度を示しているが、 $r(D)$ では約14日周期が最も大きい。また、 ϕ_f にみられる7日周期の変化は $r(D)$ にはみられない。 ϕ_f と $r(D)$ の違いは、第12図と第13図でも明らかである。 ϕ_f でスペクトル密度の小さい7月から9月にかけて、 $r(D)$ では約15日周期のスペクトル密度の大きい期間である。逆に、 ϕ_f では11月と12月に約30日周期でスペクトル密度が大きい、 $r(D)$ のスペクトル密度は小さい。第4節で、静かな期間の例の場合には、 ϕ_f と $r(D)$ の変化は同じ期間に見られる傾向にあったが、このスペクトル解析の結果では必ずしも同じ期間でない。これは、スペクトル解析の場合には、解析期間の平均的な ϕ_f と $r(D)$ を比べることになるためと考えられる。

6. 今後の問題点

これまでに述べた解析結果から、地磁気日変化の等価電流系の中心緯度とその強さの日々の変動には、2~3日の周期の変化ばかりでなく、10~30日周期の変化が含まれていることが明らかになった。この10~30日周期の変化は、解析の目的でも述べたように、下層大気中のプラネタリー波動との関連を示めして興味深い。しかし、ほぼ同じ周期の変動がみられるということだけで、プラネタリー波動との関係を早急に結論することはできない。

プラネタリー波動との関係をいうためには、まず第一に、変動に波動の性質があるかどうかという点が非常に重要である。波動の性質として、波数、位相速度、伝播方向などを求め、プラネタリー波動のそれらと一致するかどうか調べなければならない。このためには、ここで行なわれたような解析を経度方向に広げてゆき、変動の空間的なふるまいについて解析してゆかねばならない。あわせて、この期間の下層大気中のプラネタリー波動のふるまいも調べなければならない。

また、プラネタリー波動には、上方へ伝播するのは冬に限られるという性質がある。この点に関連して、10~30日周期の変動の時間的な変化について調べられたが、必ずしも冬に限られるという性質はみられない。これがこの期間についてだけいえるものかどうかかわからない。これを明らかにするには、更に別な期間の解析を行なわねばならない。

ここで得られた変動の周期に関しては、必ずしも下層大気中に原因をもとめなくても、太陽活動の27日周期とその高調波で解釈できる。地磁気日変化の原因は、主に下部電離層にあり、これは太陽活動に非常に大きく依存していることから、むしろこの方が10~30日周期の変動の有力な原因かもしれない。この点を考えれば、太陽黒点数に依存するかどうかという点や、北半球と南半球とで変動の関係はどうなっているかという点も調べる必要がある。また、電離層の諸パラメータとの関係について調べるのも、原因をさぐるうえで有力な方法かもしれない。

太陽活動の27日周期は、下部電離層ばかりでなく、上部電離層や磁気圏にも大きく関係している。これらのところの状態の変化は、地磁気日変化にも影響を及ぼすと考えられるので、原因をさぐるうえでこれらも考慮しなければならない。この点では、例えば、磁気圏に大きく影響を及ぼしている惑星間磁場の区域構造と関係があるかどうかは興味のもたれるところであり、調べてみる必要がある。また、太陽活動の27日周期は、地磁気擾乱に非常に関係が深いことから、更に詳しく、地磁気日変化の変動と擾乱との関係を調べる必要があるであろう。

終りにあたって、この研究に際して終始ご指導いただいた地磁気観測所の柳原一夫所長と河村謙技術課長に心からお礼を申し上げる。

参 考 文 献

- (1) Chapman, S. and J.M. Stagg (1929, 31): Proc. Roy. Soc., A123, 27 and A130, 668.
Hasegawa, M. (1936): Proc. Imp. Acad. Tokyo, 12, 88 and 185.
Hasegawa, M. (1960): J. Geophys. Res., 65, 1437.

- (2) Charney, J.G. and P.G. Drazin (1961): *J. Geophys. Res.*, 66, 83.
- (3) 柳原 夫 (1970): 中間圏・電離圏大気力学とエネルギー収支に関するシンポジウム報告, 東京大学宇宙航空研究所, 183.
- (4) Shiraki, M. (1972): *Mem. Kakioka Mag. Obs.*, 15, No. 1, 19.
- (5) Shiraki, M. (1974): *Mem. Kakioka Mag. Obs.*, 16, No. 1, 1.
- (6) Holloway, J.L. (1958): *Advances in geophysics*, Ed. by H.E. Landsberg and J. Van Mieghem, Vol. 4, Academic Press, New York, 456 pp.
- (7) Munk, W.H., F.E. Snodgrass and M.J. Tucker (1959): *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.*, 7, 283.

Variations of Focus Latitude and Intensity of Equivalent Current System of Geomagnetic Solar Daily Variation with a Period from about Ten to Thirty Days

Masanori SHIRAKI

Abstract

An analysis of day-to-day change of geomagnetic solar daily variation in the west Pacific region was carried out.

First, using hourly mean value data of the horizontal intensity and the west declination at four stations from December in 1970 to February in 1972, focus latitude and measure of intensity were estimated day by day except extremely geomagnetically disturbed days. Day-to-day changes of focus latitude and measure of intensity show a variation with a period from about ten to thirty days as well as a variation with a period of few days. These variations are not due to geomagnetic disturbances.

Next, using the method of power spectral analysis, eminent peaks and their time-variation was investigated. Peaks of the power spectral density of change of focus latitude are found at periods of about 33 days, 17 days, 10 days and 7 days. And those of measure of intensity are found at periods of about 25 days and 14 days. Each and all of these peaks are not always seen during the whole period of the analysis, but the eminent peaks are different for different partial periods of the whole.